



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

Aprendizaje basado en
problemas haciendo uso de
un simulador eólico como
recurso tecnológico

Presentado por: José Juan Hormiga de León

Tipo de trabajo: Propuesta de intervención

Director/a: Antonio Criado Martín

Ciudad: Puerto del Rosario (Fuerteventura)

Fecha: 20-07-2018

RESUMEN

La titulación de Técnico Superior en Energías Renovables fue creada en 2011, como respuesta a la demanda de profesionales competentes en la producción de energías verdes. Entre estas se encuentra la eólica, cuya evolución tecnológica de sus máquinas, propiciada por la electrónica de potencia, ha tenido un crecimiento exponencial. En la actualidad, los aerogeneradores de gran potencia tienen un nivel de automatización muy elevado, lo que implica una necesaria formación de profesionales que estén a un nivel equivalente de especialización. A los centros de formación profesional se les ha delegado esta responsabilidad formativa. Para ello necesitan crear entornos de aprendizaje y oportunidades educativas que satisfagan estos requerimientos.

En esta línea se desarrolla este TFM, aportando formación específica en el sector de la gran eólica. Para ello se ha diseñado una intervención educativa del módulo Operación y Mantenimiento de Parques Eólicos. Aplicando una metodología de aprendizaje basada en problemas (ABP) y haciendo uso de un recurso tecnológicamente enriquecido, se diseña una unidad de trabajo con el objetivo de formar a los alumnos en la operación y funcionamiento de distintos tipos de aerogeneradores.

La metodología aplicada conlleva un andamiaje docente que se va retirando a medida que los aprendices van incrementando su pericia, según avanzan las fases del ABP. El problema principal ha sido elegido para atraer y cautivar el interés y atención del alumnado tipo.

Por medio de una actividad educativa auténtica, se ha creado un entorno profesional de aprendizaje que propicia en el alumno una conciencia situada.

El recurso principal, que no el único, es un simulador que originalmente fue desarrollado para la formación de profesionales. Con un nivel foto-realista muy logrado, simula el comportamiento de distintos tipos de aerogeneradores, que a través de su propio entorno, el alumno puede interactuar practicando y conociendo los protocolos de operaciones reales.

PALABRAS CLAVE

Aprendizaje basado en problemas (ABP), simulador eólico, Formación Profesional, parque eólico, operación con aerogenerador.

ABSTRACT

The Certificate of Higher Education (HCN) **Advanced Technician in Renewable Energies** was created in 2011 as a way to meet the demand of qualified professionals in the field of green energies. Among them is wind energy which has shown an exponential growth in terms of technical evolution, mainly due to the electronics of power. At present, large-size wind turbines have a high level of automation. This means that professionals are in need of specific training to be able to face the equivalent level of specialization. This responsibility has been given to vocational training centres. They need to create learning environments and educational opportunities that will meet these requirements.

This is precisely what this Master's Thesis is all about. It attempts to provide specific formation in the wind-energy sector. To that end, an educative intervention on the module *Operation and Maintenance of wind Farms* has been developed. In order to train students on the operation and functioning of different types of wind turbines, the work unit applies a methodology on Problems Based Learning (PBL) and takes advantage of a technological enriched resource. This methodology involves a teaching scaffolding that will be withdrawn as apprentices increase their expertise, along the different phases of the PBL. The main problem has been chosen with a view to attract and engage the interest and attention of the typical pupil.

The resulting learning environment can be defined as a very realistic one, as it fosters apprenticeship. The main resource used, though not the only one, is a highly-successful and almost photo-realistic simulator, originally developed for the training of professionals. It simulates the performance of different types of wind turbines, allowing the student to interact, practicing and getting to know the actual operating scenarios.

KEYWORDS

Problem- Based Learning (PBL), wind-power simulator, Vocational Training, wind farm, operation of wind-turbine.

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	8
1.1. Justificación	8
1.2. Planteamiento del problema	8
1.3. Análisis de los problemas planteados	9
1.4. Objetivo general	10
1.4.1. Objetivos específicos	10
2. MARCO TEÓRICO	11
2.1. Análisis de la bibliografía	11
2.2. Utilización de simuladores para formación	11
2.2.1. Ventajas educativas de los simuladores	11
2.2.2. Limitaciones educativas en el uso de los simuladores	13
2.2.3. Percepciones erróneas en el uso de los simuladores	13
2.3. El aprendizaje constructivista	14
2.3.1. Aprendizaje por descubrimiento	14
2.3.2. Aprendizaje por recepción	15
2.3.3. Una visión equilibrada del constructivismo	16
2.3.4. Aprendizaje situado	17
2.4. Directrices para el uso de simulaciones informáticas en un entorno educativo constructivista	18
2.4.1. El Aprendizaje fundamentado en la investigación de los alumnos	18
2.4.2. El fomento de la investigación, cuando se apoya en un ambiente colaborativo	18
2.4.3. Un adecuado feedback para potenciar el proceso investigador del alumno	18
2.4.4. El papel activo de los alumnos en los procesos de enseñanza-aprendizaje	19
2.4.5. Debe tener en cuenta el carácter multimedia de las actividades	19
2.4.6. Coherencia con un planteamiento constructivista de la enseñanza-aprendizaje	19
2.4.7. Las simulaciones informáticas permiten construir entornos de aprendizaje constructivista (EAC)	20
2.5. La teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (TCAM)	20
2.5.1. Canales para procesamiento de información	20
2.5.2. Tipos de almacenamiento de la memoria	20
2.5.3. Modelo cognoscitivo del aprendizaje multimedia	22
2.6. La teoría de la carga cognitiva(TCC)	23
2.6.1. Carga cognitiva intrínseca	23
2.6.2. Carga cognitiva extrínseca	24
2.6.3. Carga cognitiva relevante (o Germánica)	24
2.7. Principios para aplicar en el aula desde la TCC y la TCAM	24
2.7.1. Principio de aplicación de problemas con solución libre	25
2.7.2. Principio de aplicación de problemas resueltos	25

2.7.3. Principio de completar problemas	26
2.7.4. Principio de atención dividida	26
2.7.5. Principio de modalidad	26
2.7.6. Principio de redundancia	27
2.7.7. Principio de imaginación	27
2.7.8. Principio de interactividad	27
2.7.9. Principio de habilidad inversa	28
2.7.10. Principio de desvanecimiento del andamiaje	29
2.8. Aprendizaje basado en problemas (ABP)	29
2.8.1. Adquisición de competencias con ABP	29
2.8.2. Rol del profesor y del alumno	30
Fuente: Elaboración propia, 2018	30
2.8.3. Características del ABP	30
2.8.4. Características del problema	31
2.8.5. Fases del ABP	32
2.8.6. Evaluación del ABP	33
2.8.7. El tutor y el seguimiento del aprendizaje.	34
3. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	36
3.1. Contextualización de la propuesta	36
3.1.1. Título de la intervención	36
3.1.2. Entorno	36
3.1.3. El alumnado	37
3.1.4. Marco legislativo	37
3.1.5. Objetivos didácticos	38
3.1.6. Competencias	39
3.1.7. Contenidos	41
3.1.8. Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación	42
3.1.9. Etapas de la intervención	42
3.2. Actividades	43
3.3. Recursos	45
3.3.1. Recursos humanos	45
3.3.2. Recursos materiales	46
3.4. Temporalización	47
3.4.1. Sesiones en el aula	47
3.4.2. Sesión fuera del aula	47
3.5. Evaluación	55
3.5.1. Evaluación formativa y sumativa	56
3.5.2. Instrumentos de evaluación	56
3.5.3. Criterios de calificación	58
3.6. Evaluación de la propuesta	59

4. CONCLUSIONES	61
5. LIMITACIONES Y PROSPECTIVAS	63
6. REFERENCIAS BIBLIORÁFICAS	65
7. ANEXOS	70
7.1. ANEXO I. Análisis de módulos formativos con contenidos apropiados para el uso de la aplicación ACM.	70
7.1.1. Competencia general del Ciclo	70
7.1.2. Competencias profesionales, personales y sociales específicas.	70
7.1.3. Análisis de los contenidos de los módulos propuestos.	72
7.1.4. Conclusión del análisis	77
7.2. Anexo II. Enunciado de actividades	78
7.3. Anexo IV. Modelos de documentos y Rúbricas	82
7.4. Anexo V. Ilustraciones del Interfaz ACM	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo cognoscitivo del aprendizaje multimedia. Fuente: (Latapie, 2007)	22
Figura 2. Desarrollo del proceso de ABP. Fuente: Morales y Landa (2004)	32
Figura 3. Etapas de alumnos en ABP. Fuente: Inst. Tec. Estudios Sup. Monterrey (2004)	35
Figura 4. Etapas de la intervención. Fuente: Elaboración propia, 2018	42
Figura 5. Evaluación. Fuente: Elaboración propia, 2018	58
Figura 7. Partes de una turbina eólica. Fuente: www.aulafacil.com	78
Figura 8. Ventana principal del simulador. Fuente: www.acm-sl.com	93
Figura 9. Ventana tutorial. Aspectos industriales. Fuente: www.acm-sl.com	93
Figura 10. Ventana de control SCADA. Fuente: www.acm-sl.com	94
Figura 11. Ventana de control. Aerogenerador (Active Stall). Fuente: www.acm-sl.com	94
Figura 12. Ventana de tren de potencia. Fuente: www.acm-sl.com	95
Figura 13. Ventana de pruebas para ráfagas de viento. Fuente: www.acm-sl.com	95
Figura 14. Ventana de pruebas para ráfagas de viento. Fuente: www.acm-sl.com	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rol del profesor y alumno en ABP	30
Tabla 2. Contribución de la UT a las competencias de la titulación	39
Tabla 3. Contribución de la UT a las competencias clave	41
Tabla 4. Contenidos de la UT	41
Tabla 5. Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación de la UT	42
Tabla 6. Criterios de calificación	58
Tabla 7. Indicadores para análisis DAFO	59
Tabla 8. Sistemas eléctricos en centrales. Contenidos relacionados	74
Tabla 9. Gestión del montaje de parques eólicos. Contenidos relacionados	74
Tabla 10. Operación y mantenimiento de parques eólicos. Contenidos relacionados	76
Tabla 11. Modelo encuesta de satisfacción	82
Tabla 12. Modelo acta de sesión	83
Tabla 13. Modelo coevaluación de grupo	84
Tabla 14. Modelo de autoevaluación del alumno	85
Tabla 15. Modelo de autoevaluación del profesor	86
Tabla 16. Modelo de evaluación del profesor por parte del alumno	87
Tabla 17. Modelo de evaluación de la UT por el profesor	88
Tabla 18. Rúbrica para calificación de portafolio	89
Tabla 19. Rubrica de documento final, exposición y acta de sesión	90

1. JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Justificación

El motivo principal que ha generado el desarrollo de este trabajo, tiene como objeto algunos de los módulos formativos que se imparten en el título de Técnico Superior en Energías Renovables. Concretamente, aquellos módulos cuyos contenidos guardan una estrecha relación, tanto implícita como explícita, con el estudio de los medios de producción de energía eólica.

Los módulos que directamente están relacionados con los sistemas eólicos son los siguientes: Gestión del montaje de Parques Eólicos (GSQ) y Operación y mantenimiento de Parques Eólicos (OEQ).

1.2. Planteamiento del problema

Se ha detectado una dificultad generalizada en el aprendizaje de los contenidos de ambos módulos. Dicha dificultad tiene que ver, sobre todo, con las unidades de trabajo iniciales cuya adquisición y asimilación de conceptos y conocimientos se hace esencial para el desarrollo del resto de unidades.

Los alumnos que promocionan a segundo curso no tienen ningún conocimiento previo sobre turbinas eólicas. De hecho, no existe un ciclo de grado medio en energías renovables. Todos los alumnos que acceden al ciclo superior lo hacen desde otras especialidades de grado medio o desde bachillerato.

En el módulo de Sistemas Eléctricos en Centrales (de primer curso) se desarrollan los distintos tipos de máquinas eléctricas, pero no lo suficiente como para proporcionar los conocimientos previos que necesitan los módulos eólicos, sobre todo en lo que se refiere a las máquinas rotativas asíncronas que funcionan como generadores.

En las unidades de trabajo iniciales de los módulos GSQ y OEQ, los contenidos están orientados, en primer lugar, a la comprensión por parte del alumno de la máquina eólica de gran potencia, sus partes, componentes principales, sus características y atributos generales. Pero también se pretende que entiendan las variables mecánicas, eléctricas y de control, que describen su funcionamiento. Para los educandos, mientras se traten todos estos aspectos de manera segregada y aislada, no existe una dificultad añadida. En cambio, los problemas surgen cuando se deben concebir todas esas variables de funcionamiento, características, atributos y propiedades, de manera simultánea y como un todo único; como ocurre en el caso de una maquinaria de esta complejidad. La tecnología actual de las turbinas eólicas

de gran potencia cuenta con un alto nivel de automatización. El estudio de estos equipos exigirá, por tanto, un análisis de sus sistemas por separado; pero también una concepción de conjunto de la unidad mayor que componen.

Sin embargo, la dificultad para los alumnos no radica, únicamente, en el análisis conceptual del funcionamiento de conjunto de una maquinaria concreta. Sino que, además, dentro de los contenidos de ambos módulos (y también de otros como el de Telecontrol y Automatismos), existe otra unidad de conjunto cuya operación debe concebirse como un todo aún mayor: el parque eólico. Los alumnos deben conocer las implicaciones reales de una planta de producción, que está compuesta por muchas unidades individuales, y del rol que debe desempeñar un gestor de un parque eólico, que es responsable de exportar energía a una red de distribución.

Aunque se tratarán en un anexo otros aspectos sobre la normativa que aplican a este ciclo en concreto, hay un punto importante que es necesario incluir en el planteamiento del problema. Y es que la normativa actual concentra los módulos de GSQ y OEQ en el segundo curso. Es un hándicap importante para los alumnos cursar ambos módulos en el mismo curso. La razón es que, en la práctica, todas las horas formativas deben ser impartidas en los dos primeros trimestres porque, como es bien sabido, los módulos de formación en centros de trabajo y de proyecto suelen ocupar gran parte del tercer trimestre. Lo deseable sería que uno de los módulos estuviese ubicado en el primer curso y el otro en el segundo. Así daría tiempo a crear una base de conocimientos y competencias previas, muy útiles a la hora de abordar el otro módulo en el curso siguiente. Este planteamiento también queda justificado desde el punto de vista de los contenidos de ambos módulos, que en su mayoría tratan principalmente la gran eólica (potencias mayores de 60kw). De hecho, tan sólo una unidad temática del módulo GSQ está dedicada a la mini-eólica.

1.3. Análisis de los problemas planteados

Resumiendo las dos descripciones del problema, tenemos básicamente dos dificultades:

-Los alumnos no tienen una base cimentada de conocimientos previos sobre energía eólica para enfrentar los nuevos retos, y necesitan adquirirlos lo más rápido posible.

-Una vez adquiridos esos conocimientos previos, se deben enfrentar a otra dificultad en el aprendizaje: la necesidad de una visión de conjunto de una entidad real demasiado compleja.

Por lo expuesto en la descripción de ambos apartados, es necesario contar con herramientas y técnicas que puedan aportar una mejora en la curva de aprendizaje de los alumnos, ya que precisan analizar como un todo los aspectos conceptuales, mecánicos, eléctricos y de control que rigen la producción de energía eólica. Es indispensable que los alumnos se puedan apropiarse de un aprendizaje significativo, y que sea lo más práctico y real posible.

Ante esta situación y la necesidad planteada, cobra especial significado la cita que hace Reigeluth (2000), cuando dice que el paradigma educativo de la emergente sociedad de la información del siglo XXI vendrá caracterizado por la confluencia de modelos constructivistas de aprendizaje y de entornos enriquecidos tecnológicamente.

Dentro de estos entornos enriquecidos tecnológicamente, encontramos las simulaciones en tiempo real que, combinadas con los modelos constructivistas de aprendizaje, representan una opción viable para proporcionar a los alumnos una formación que se aproxima mucho a la realidad.

1.4. Objetivo general

El objetivo principal de este trabajo es hacer una propuesta de intervención de una unidad de trabajo del módulo Operación y Mantenimiento de Parques Eólicos, con una metodología de aprendizaje basada en problemas (ABP).

1.4.1. Objetivos específicos

- Proponer el uso del software **Wind Farm Simulator** de la empresa Automatic Computer Machinery S.L (en adelante ACM), como recurso didáctico en el desarrollo de la unidad de trabajo propuesta.
- Iniciar a los alumnos en los protocolos de funcionamiento y operación reales de los aerogeneradores de gran potencia.
- Analizar las posibilidades formativas que ofrece el simulador y que estén dentro del ámbito curricular del ciclo formativo.
- Realizar una evaluación de la metodología utilizada para desarrollar la unidad de trabajo (UT).

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Análisis de la bibliografía

En primer lugar, se han consultado fuentes relacionadas con la experiencia histórica de la implementación de simuladores en los procesos de enseñanza. Uno de los campos sobre los que más información se ha encontrado es el de la medicina, donde la utilización de elementos de simulación para la formación tiene una base histórica importante. De estas fuentes se ha podido sustraer información relevante, en cuanto a las ventajas e inconvenientes de las metodologías en las que se han contado con simuladores, tanto de alta como de baja tecnología.

Como el desarrollo de la intervención se pretende realizar con una metodología de aprendizaje basado en problemas (ABP), siendo esta una metodología de origen constructivista, se centra el objetivo en diferentes aprendizajes, como el aprendizaje por descubrimiento y por recepción. Se consideran matices entre la formación de aprendices novatos y aprendices con habilidades más avanzadas.

El ABP, proporciona un entorno apropiado para aplicar los principios de la cognición situada y se consideran trascendentes para diseñar una intervención atractiva y motivadora, favoreciendo el aprendizaje situado.

El recurso tecnológico principal que se pretende usar en la intervención es un software informático. Siendo así y considerando que la metodología ABP es una metodología activa, se consulta bibliografía que marque unas directrices para el uso de simulaciones informáticas en un entorno de aprendizaje constructivista.

Cuando se utilizan aplicaciones informáticas para la formación, el diseño de la instrucción de la plataforma tiene una importancia relevante. Debido a esto se consultan teorías que sean útiles para analizar el interfaz de usuario y valorar aquellos aspectos que puedan ser mejorables o compensados a través de la intervención didáctica. Por ello, se estudia la teoría cognoscitiva del aprendizaje multimedia y también el pilar fundamental sobre la que ésta se basa, la teoría de la carga cognitiva.

2.2. Utilización de simuladores para formación

2.2.1. Ventajas educativas de los simuladores

En la actualidad todas las ciencias se valen de metodologías de simulación con diferentes objetivos. Principalmente se procura con ello la creación de un modelo que imite el comportamiento real de un sistema complejo, ya sea en su

totalidad o en parte, averiguando su posible evolución y dependiendo de unas condiciones de entradas concretas y controladas.

Muchas de las referencias utilizadas a continuación tienen su origen en bibliografía relacionada con las ciencias de la salud, en donde las metodologías que integran diferentes modelos de simulaciones, tienen ya una implantación importante en su historia reciente.

- Con el uso de los simuladores, el tiempo de aprendizaje en las habilidades entrenadas se acorta significativamente. Las curvas de aprendizaje resultan notablemente mejores con el uso de simuladores que con otros procedimientos clásicos (Vázquez-Mata & Guillamet-Lloveras, 2009).
- Con un entrenamiento basado en simuladores, es posible que el error se lleve hasta las últimas consecuencias y sin repercusiones de ningún tipo para las personas (pacientes, en el caso de las ciencias médicas), ni para equipos tecnológicos, de muy elevado coste y difícil reposición (Ziv, Ben-David, & Ziv, 2005).
- Con el uso de simuladores, se consigue una formación adaptada hacia el sujeto que aprende, considerando el ritmo de aprendizaje que el individuo necesita. Así también permite al alumno una experiencia práctica en diferentes entornos de aprendizaje, desde los más sencillos a los más complicados y desde los más frecuentes a los que no lo son tanto (Palés & Gomar, 2010).
- Permite el feedback en tiempo real, tanto del profesorado como de los otros alumnos; dando así muchas oportunidades útiles para la evaluación formativa. Por otro lado, al disponer de este tipo de entornos educativos, en los que la evolución del alumno puede ser fácilmente observable, también permite la evaluación de carácter sumativo (Ziv et al., 2005).
- Las habilidades que han sido adquiridas por los alumnos haciendo uso de metodologías que se han valido de simuladores, son fácilmente exportables a la realidad (Palés & Gomar, 2010).
- El alumno, al interactuar con el simulador, se siente comprometido a demostrar sus conocimientos cuando está en fases avanzadas de la formación, y esto le permite autoevaluarse (Salas & Ardanza, 1995).
- Respecto a las ventajas para el profesorado, los simuladores permiten enfocar específicamente la formación en conceptos concretos que pretenda enseñar o reforzar (Salas & Ardanza, 1995).
- Fomenta el aprendizaje por descubrimiento, haciendo al alumno artífice de su propio aprendizaje. Cuando se le proporciona al alumno unas hipótesis de entrada adecuadas, usando la metodología apropiada, éste es capaz de

desarrollarlas indagando las causas y los efectos del modelo de simulación (Ruiz Gutiérrez, 2008).

- Fomenta la creatividad cuando los entornos de simulación son configurables. Permite al alumnado no sólo ensayar modelos predefinidos, sino que ellos mismos puedan crear entornos distintos con sus propias hipótesis (Ruiz Gutiérrez, 2008).

Se ha de tener en cuenta que las ventajas detalladas aquí, están relacionadas con diferentes tipos de simuladores, entre los cuales se encuentran tanto los simuladores de baja tecnología (modelos o maniqués), como aquellos de alta tecnología que incluyen los simuladores por ordenador, y otros más complejos con recursos audiovisuales y táctiles.

En lo que respecta a este TFM, nos centraremos, a partir de ahora, en los simuladores con soporte informático y con software específico para formación.

2.2.2. Limitaciones educativas en el uso de los simuladores

Según Salas y Ardanza (1995) , también del ámbito de las ciencias de la salud, las limitaciones a tener en cuenta sobre el uso de los simuladores son las siguientes:

- Aun dependiendo del logro conseguido en la simulación o en el simulador utilizado, se está imitando la realidad; pero no es la realidad en sí misma.
- Completando el punto anterior, hay aspectos de la realidad que no se pueden reproducir en la simulación. Esto es importante para el docente porque dichos aspectos, siendo trascendentes, deben ser insertados en el plan de formación del alumnado por otros medios diferentes a la simulación.
- Se debe ser conservador en cuanto a cómo va a responder el alumno ante situaciones reales, previamente entrenadas en un simulador. No siempre se cumplen las expectativas del docente, porque entran en juego variables intrínsecas que son únicas e irrepetibles de cada alumno.
- No se debe enfocar la formación de habilidades exclusivamente a través del uso de simuladores. Más bien es preferible combinar diferentes técnicas y métodos para completar la formación del alumnado.

2.2.3. Percepciones erróneas en el uso de los simuladores

Según Amaya Franky (2009) hay dos consideraciones erróneas muy comunes y que es necesario tener en cuenta con respecto al uso de los simuladores:

- Considerar a los recursos tecnológicos como elementos pedagógicos independientes del uso de una metodología. El beneficio pedagógico y didáctico de los entornos de simulación, viene por la provisión de un contexto

metodológico adecuado con el que se extraen las cualidades de dicho entorno. La simulación no puede ser definida ni clasificada como una metodología educativa, ni como un procedimiento de aprendizaje, porque no tiene por sí misma la capacidad de penetrar en la esencia de la realidad. Modelizar un entorno no es causa suficiente para que se produzcan actividades de interacción significativa. Son necesarios procedimientos para que ayuden a interpretar esa realidad de una manera secuencial.

- Pensar, erróneamente, que la efectividad de los recursos de simulación utilizados depende exclusivamente de los dispositivos o artefactos empleados, o de la calidad del software y diseño logrado. Existen otros factores importantes que condicionan directamente la efectividad, como son: ritmos, capacidades, preferencias, estilos, estrategias de aprendizaje y la historia del alumno, en lo referente a sus conocimientos previos. El aprendizaje depende, principalmente, del alumno que aprende y no directamente de lo que planifica el que enseña (Gimeno & Pérez, 1992).

2.3. El aprendizaje constructivista

La teoría constructivista define el aprendizaje como una creación de significados que parten de una actividad experiencial. En esencia, al constructivismo se le considera como una rama del cognitivismo, puesto que ambas entienden el aprendizaje como una actividad que se desarrolla en la mente; pero con ciertos matices diferenciales. Mientras los constructivistas entienden la mente como una herramienta que selecciona y filtra el mundo real para crear su propia realidad, los cognitivistas simplemente la entienden como un instrumento que sirve como referencia del mundo real. Aunque los constructivistas no niegan el mundo real, enfatizan que lo que se conoce del mundo, nace de las interpretaciones propias de las experiencias particulares; y por tanto, las personas crean significados, en vez de adquirirlos (Ertmer & Newby, 1993; Jonassen, 1991).

El constructivismo asigna un papel activo y protagonista al alumno en el proceso de aprendizaje, haciéndole partícipe en la construcción de su propio conocimiento, con la finalidad de un aprendizaje significativo.

2.3.1. Aprendizaje por descubrimiento

El aprendizaje por descubrimiento, también conocido como el aprendizaje heurístico, toma un papel relevante dentro de las teorías constructivistas y viene a ser una contraposición directa a la teoría conductista. Al alumno, al contrario que en la estructura conductista, no se le facilita la información que tiene que aprender. En

su lugar, se le presentan problemas que lo animan y estimulan a descubrir por sí mismo la solución de ellos, partiendo de sus observaciones, hipótesis y prácticas.

A Jerome S. Bruner se le considera el padre del aprendizaje por descubrimiento. Él le asigna una serie de ventajas a este tipo de aprendizaje, en comparación con uno memorístico:

- Motivación intrínseca del alumno.

- Fomenta un pensamiento creativo en el alumno.

- Genera un aprendizaje que se puede transferir a situaciones nuevas.

- Favorece la conservación de la memoria. El alumno recordará mejor aquello que descubrió que aquello que simplemente memorizó.

- El alumno se inicia y cobra experiencia en la actividad investigadora.

Bruner diferencia el aprendizaje por descubrimiento de acuerdo con niveles distintos de dirección por parte del docente. Su clasificación diferencia al alumno que desarrolla su actividad partiendo de su propia iniciativa, del alumno que cuenta con un aprendizaje por descubrimiento guiado, donde el profesor ejerce su función orientadora, trazando la línea general que deben seguir los alumnos en su aprendizaje. Bruner se inclina principalmente por esta segunda opción. La del docente que guía al alumno, exponiéndole cuestiones que ayudan a éste a elaborar sus propias hipótesis, para así aceptar o desechar la validez de las conclusiones a las que les ha llevado (Bruner, 1961).

2.3.2. Aprendizaje por recepción

David Ausubel defiende el uso de lo que él denomina un aprendizaje por recepción o proposicional. Él propone un aprendizaje significativo en contraposición con uno memorístico. Aunque Ausubel es un constructivista como Bruner, no comparte la visión de éste respecto al aprendizaje por descubrimiento puesto que, no todo el conocimiento puede ser descubierto por uno mismo. Se demuestra que, en muchos casos, se hace imprescindible la intervención del docente. Ausubel parte de la premisa de que los conocimientos previos del aprendiz, cuando se relacionan con una instrucción organizada y elaborada por el docente, pudiendo ser ésta incluso expositiva y verbal, conducen a un aprendizaje significativo (Arias & Oblitas, 2014).

En el aprendizaje proposicional, la información y el contenido de lo que se pretende que el alumno aprenda, es presentado de una forma explícita y el alumno no tiene que descubrirlo (Ausubel, 1983).

Tanto Ausubel como Bruner, anteponen el aprendizaje significativo frente al memorístico. Pero hay una diferencia en cómo se plantea el camino para lograrlo. Bruner es partidario de un aprendizaje por descubrimiento guiado, donde el docente tiene una función esencial en la motivación intrínseca del alumno para su

aprendizaje. Pero son los aprendices mismos los que deben descubrir el aprendizaje con la ayuda del docente. Por otro lado, Ausubel no comparte la misma opinión. Él propone un aprendizaje significativo por recepción, donde la función del docente (ya sea expositiva o verbal) es la de un transmisor del nuevo conocimiento. Por tanto, es el mismo docente quien presenta los conocimientos a los aprendices, sin plantearlos como un problema por descubrir.

2.3.3. Una visión equilibrada del constructivismo

David Jonassen, como constructivista, da una aportación equilibrada, no limitándose a valorar entre el aprendizaje por descubrimiento o el aprendizaje por recepción, sino que va incluso más allá. Hace referencia a una instrucción que toma tanto del objetivismo (conductismo y cognitivismo), como del constructivismo. Como defensor e impulsor de la integración de las nuevas tecnologías en las instrucciones de aprendizaje, Jonassen no rechaza las teorías objetivistas ni pretende sustituirlas. Él prefiere considerarlas como herramientas de diseño que se complementan y pueden usarse en distintos contextos. Incluso afirma que imponer una única creencia o perspectiva sería un planteamiento de lo más anti-constructivista (Jonassen, 2000).

En Jonassen (1991), presenta tres etapas diferenciadas para la asimilación del conocimiento: la introductoria, la avanzada y la de experto. Para este autor, los entornos de aprendizaje constructivista son más eficientes en la adquisición de conocimiento avanzado, donde ya es posible descubrir las interferencias de las malinterpretaciones adquiridas inicialmente durante la etapa introductoria. En cuanto a la asimilación de conocimientos en la etapa introductoria, Jonassen es de la opinión de que se logra mejor este objetivo aplicando una perspectiva objetivista, tanto conductista y/o cognitivista. Aconseja una evolución hacia una visión constructivista, según el aprendiz vaya avanzando hacia un nivel más experimentado, con un poder conceptual suficiente para afrontar los problemas más complejos e insuficientemente estructurados.

La afirmación de Jonassen tiene una importancia relevante para el desarrollo de este TFM. En otras teorías que se analizarán más adelante se llega a la misma conclusión. La aplicación de una instrucción con un enfoque constructivista tiene un mejor resultado cuando se aplica con alumnos que ya han adquirido un nivel de conocimientos previos, cuando evolucionan hacia otros niveles en los que ya son más capaces, y cuando han desarrollado ciertas destrezas en los contenidos que se están trabajando.

2.3.4. Aprendizaje situado

Según el constructivismo, la conducta se determina situacionalmente. Esto implica una relación entre lo cognitivo individual con la situación contextual, dando importancia a la integración socio-cultural del individuo (cognición situada).

Según Brown, Collins y Duguid (1989) "...el conocimiento está situado, siendo en parte un producto de la actividad, del contexto y de la cultura en la cual se desarrolla y se utiliza" (p.32). Esta idea de plantear el aprendizaje como un producto que se relaciona con la realidad, tiene su origen en las aportaciones de Vygotsky, siendo éste uno de los mayores exponentes que ha definido el contexto y ambiente sociocultural de aprendizaje, como un suministrador de oportunidades para la construcción del conocimiento.

Como características principales del aprendizaje situado tenemos:

- Se aprende a través de una experiencia social que está situada y que se nutre con experiencias, recursos y prácticas sociales con otros en un ambiente común.
- El lenguaje tiene un papel fundamental como una herramienta mediadora en todo el proceso.
- Comprende que el conocimiento es contextual y situado, estando condicionado por la actividad, el contexto y la cultura que pertenece a su entorno. Según esta característica, para propiciar el aprendizaje, se debe actuar sobre el ambiente y el contexto, al igual que sobre la actividad que debe estar integrada. Esto implica que la instrucción del aprendizaje ha de estar ambientada sobre una situación que sea significativa y real para el alumno, aportando un entorno que se asemeje a la situación de una circunstancia y objetivo final. Tener la posibilidad de crear un entorno lo más parecido a la realidad, facilita al alumno crear una conciencia situada y actuar como si fuese un profesional.
- La enseñanza debe centrarse en actividades educativas auténticas, esto es, los alumnos tienen que experimentar actividades sobre situaciones reales relacionadas con el entorno y el contexto común de dicha actividad.

Por esta razón, es fundamental que el aprendizaje tenga lugar en ambientes reales, y que las actividades de aprendizaje seleccionadas estén vinculadas con las experiencias vividas por los estudiantes.

Es aquí donde las herramientas info-virtuales tienen una función importante; ya que ofrecen la posibilidad de manipular y simular la realidad, aportando los entornos de simulación computarizada como entornos situacionales de una realidad cultural, social, situacional y de actividad (Amaya Franky, 2006).

2.4. Directrices para el uso de simulaciones informáticas en un entorno educativo constructivista

Según Gil y García (2006), si se tienen en cuenta las aportaciones en diferentes campos, como son las teorías generales del aprendizaje y del diseño de la instrucción, así como las investigaciones en didáctica de las ciencias, en entornos educativos multimedia y en espacios colaborativos de aprendizaje, entre otros, se pueden extraer unas directrices que deben orientar los entornos de aprendizaje basados en simulaciones informáticas. En los puntos siguientes se hace una relación de estas directrices.

2.4.1. El Aprendizaje fundamentado en la investigación de los alumnos

Son conocidas las ventajas que aporta un entorno de investigación apoyado en simulaciones. El aprendizaje se potencia significativamente cuando el alumno hace hipótesis iniciales sobre acontecimientos físicos o tecnológicos, que podrían suceder dentro del problema planteado, y cuyos resultados comprueba posteriormente con el uso del simulador. Esta es una representación del método científico, donde el alumno puede construir modelos mentales, por medio de los cuales se desarrollan los conflictos entre lo previsible y la realidad.

2.4.2. El fomento de la investigación, cuando se apoya en un ambiente colaborativo

Todas las propuestas educativas constructivistas evolucionan hacia la cultura de investigación científica, incluyendo también los entornos de aprendizaje colaborativos. Todo lo contrario a la escuela tradicional, que fomenta de modo contraproducente el individualismo, en menoscabo de las actividades colaborativas que generan un conocimiento común.

Las redes de colaboración entre los alumnos o incluso entre círculos más alejados fuera del aula, son un instrumento indispensable en la elaboración de conocimiento en los entornos de simulación. Es otra característica del método científico, donde los alumnos utilizan toda la información que otros aportan para solucionar un problema o cuestión propuesta, centrándose el grupo en buscar una solución entre todos.

2.4.3. Un adecuado feedback para potenciar el proceso investigador del alumno

El acercamiento del alumno a un software de simulación representa, en sí mismo, una complejidad que, de entrada, el alumno no suele gestionar de una

manera autónoma. El alumno necesita formación e instrucción inicial para conocer la aplicación de la simulación. Así podrá llegar a un aprendizaje sobre los principios complejos, ya sean físicos o matemáticos, que forman parte de los contenidos objetivos. Esto implica que, desde un primer momento, es necesario el feedback del profesor, para poder tener éxito en los objetivos propuesto para el aprendizaje.

La teoría de codificación dual expone un talón de Aquiles en las aplicaciones de simulaciones informáticas, cuando éstas sólo desarrollan contenidos esencialmente visuales pero no verbales, siendo en este canal verbal donde la aportación del docente es esencial para fomentar la reflexión de los principios que modela la simulación.

2.4.4. El papel activo de los alumnos en los procesos de enseñanza-aprendizaje

En todo proceso de enseñanza, la implicación, participación y actitud del alumno es una base fundamental para que el aprendizaje tenga éxito. Es importante que cuando el alumno se acerca a un software de simulación de procesos físicos, no se limite tan sólo a visualizar su funcionamiento como un mero espectador. Conviene que interactúe con el simulador: recopilando información, analizando datos, elaborando hipótesis y, cuando sea posible, modificar las variables de funcionamiento de la aplicación, desarrollando así, una actitud científica e investigadora (Christian, Belloni, & Dancy, 2001).

2.4.5. Debe tener en cuenta el carácter multimedia de las actividades

Para que las representaciones multimedia produzcan el aprendizaje significativo, tal y como veremos en la teoría de la carga cognitiva, la información que fluye hacia el alumno debe generar la mínima carga cognitiva. Según Mayer y Moreno (2002) las oportunidades de aprender se incrementan si se cumplen cuatro principios: de contigüidad, de coherencia, de modalidad y de redundancia. Estos principios se desarrollarán en otro apartado.

2.4.6. Coherencia con un planteamiento constructivista de la enseñanza-aprendizaje

Desde un enfoque constructivista, el aprendizaje se produce por la interacción entre los conocimientos de los alumnos, los contextos sociales y los problemas que han de ser resueltos. Por otro lado, la instrucción se centra en facilitar a los aprendices un ambiente colaborativo, en el que tengan recursos y ocasiones para construir nuevos aprendizajes. Es relevante para este enfoque la existencia de un buen problema y la colaboración para su resolución.

2.4.7. Las simulaciones informáticas permiten construir entornos de aprendizaje constructivista (EAC)

Los entornos de aprendizaje constructivista se diseñan a partir del modelo ideado por David Jonassen, donde la instrucción gira en torno al tratamiento de ejemplos, problemas, proyectos y cuestiones que sean de interés para los alumnos; con el fin de que produzca en ellos una función investigadora orientada a problemas reales. Los recursos informáticos se usan como herramientas cognitivas o de comunicación para acceder a información. Los EAC tratan los problemas a partir de tres niveles: la contextualización, representación y manipulación o simulación. En la contextualización se describe el ambiente físico, organizativo y sociocultural. En la representación se hace una descripción de los sucesos que han llevado a plantear el problema. Y en la simulación (espacios de manipulación) es donde los alumnos deben comprobar sus previsiones, a través de alguna herramienta desarrollada para ese fin. En la implementación de estos tres niveles, las aplicaciones informáticas ejercen como herramientas cognitivas (información útil, relaciones de datos, visualizaciones, etc), ejemplos relacionados y herramientas de colaboración (como vínculo de interrelación entre los propios alumnos y con el docente) (Jonassen, 2000).

2.5. La teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (TCAM)

Richard E. Mayer es el referente actual de esta teoría. Mayer construye y modela esta teoría tomando como base diferentes procesamientos de información descritos por otros autores, como son: la teoría de codificación dual de Paivio; los límites de la capacidad de procesamiento según el modelo de Baddeley; la estructura para organizar la memoria y procesos cognitivos de Atkinson y Shiffrin; y la teoría de la carga cognitiva de Sweller (Latapie, 2007).

Esta teoría tiene su importancia en el diseño de aplicaciones multimedia de todo tipo, aunque el interés especial que nos ocupa es en lo referente a las aplicaciones informáticas de simulación y su interfaz.

A continuación se exponen los aspectos más importantes de esta teoría.

2.5.1. Canales para procesamiento de información

Establece que hay dos canales para procesar la información, uno verbal y otro visual, y que cada canal tiene una capacidad limitada de procesamiento.

2.5.2. Tipos de almacenamiento de la memoria

Según Mayer (2005), hay tres tipos de almacenamientos de la memoria: Sensorial, de trabajo y de largo plazo.

Memoria sensorial: Esta es la memoria que recibe los estímulos sensoriales desde el exterior y almacena, por corto tiempo, la información que le llega por los sentidos, tanto por la vista como por los oídos. Registra las sensaciones y posibilita el reconocimiento de las características físicas de los estímulos. En esta estructura es donde entran en juego los canales separados para procesar material verbal y visual, entendiéndose que cada canal sólo puede procesar una pequeña parte de información al mismo tiempo.

Memoria de trabajo: En esta memoria es donde se realiza la mayoría del trabajo de aprendizaje multimedia. Es donde se construyen los esquemas que serán aportados a la memoria de largo plazo. La memoria de trabajo se puede definir como el sistema donde pequeñas cantidades de información se pueden almacenar durante un breve periodo de tiempo (Peterson & Peterson, 1959). Esta memoria de trabajo tiene que ver con aquello en lo que conscientemente estamos pensando a cada instante. Otros autores la definen como un espacio mental limitado en donde solemos ir a pensar (Clark, Kirschner, & Sweller, 2012). Si se exponen muchos elementos al mismo tiempo a esta memoria, se puede saturar la capacidad de procesar información y quedarían elementos sin procesar. De aquí se define la carga cognoscitiva como el efecto que se produce al cargar demasiado la memoria de trabajo.

Memoria de largo plazo: Es el sistema de memoria donde la información se almacena en grandes cantidades y se conserva de manera casi permanente (Atkinson & Shiffrin, 1968; Tulving, 1972). Clark, Kirschner y Sweller le llaman “el gran almacén donde están todas las cosas que conocemos (ya sean personas, grandes ideas filosóficas o trucos de monopatín)” (Clark et al., 2012, p. 8). Según la teoría de la carga cognitiva, el almacenamiento del conocimiento en la memoria a largo plazo se realiza en forma de esquemas. En un esquema se reordenan los elementos de información según cómo vayan a ser usados. Con el fin de llegar a dominar una habilidad cognitiva, los esquemas se tienen que ir construyendo con un mayor grado de complejidad, según se vayan incluyendo elementos de otros esquemas, menos complejos e inferiores, en otros de orden superior.

En la construcción de un esquema, el proceso fundamental es el que se denomina como “automatización”, que se puede definir como el estado en el que la información puede ser procesada con un mínimo esfuerzo (Sweller, van Merriënboer, & Paas, 1998).

De la memoria a largo plazo se toma también la aportación indispensable de los conocimientos previos para llevarlos a la memoria de trabajo. Allí se produce la integración en combinación con los modelos verbal y pictórico. Aunque el

conocimiento en la memoria de larga duración se almacena como esquemas, no se debe perder de vista que estos esquemas se confeccionan en la memoria de trabajo.

2.5.3. Modelo cognoscitivo del aprendizaje multimedia

Estas estructuras de las memorias de almacenamiento antes descritas no son estáticas. Más bien son etapas que se mueven de una manera sucesiva en el procesamiento de la información.

En la figura 1 podemos observar esquemáticamente cómo evoluciona el modelo de aprendizaje multimedia según Mayer.

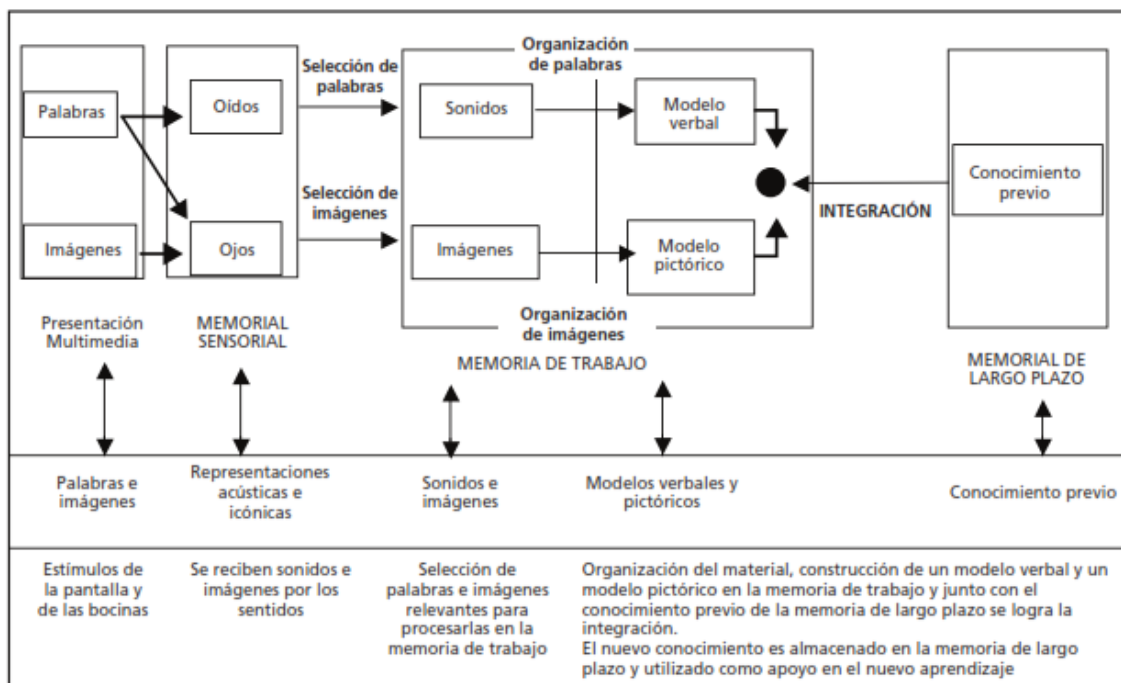


Figura 1. Modelo cognoscitivo del aprendizaje multimedia. Fuente: (Latapie, 2007)

La información entra a través de una presentación multimedia, haciendo uso del sentido auditivo y visual. Es significativo que, según este modelo, las palabras pueden entrar por los ojos y por los oídos, dependiendo de si se trata de una narración o de un texto impreso, quedando reservado el canal visual íntegramente para las imágenes que aporte la presentación.

Desde la memoria sensorial ya se realizan representaciones acústicas e icónicas a corto plazo, trasladándose a la memoria de trabajo selecciones recibidas por ambos canales. Ya en la memoria de trabajo se realiza una conexión mental entre imágenes y sonidos por medio de una conversión mental. Esta conversión implica que, tanto una imagen como un sonido, puede despertar su eco en el canal contrario. Es decir, que una imagen se puede convertir en un sonido mental identificado o un sonido se puede convertir en una imagen mental.

La construcción de un modelo verbal y otro pictórico en la memoria de trabajo, junto con la aportación de los conocimientos previos aportados por la

memoria a largo plazo, produce la integración. Por tanto, se crean las condiciones para la generación de esquemas y estructuras que se formarán en la memoria de trabajo y que serán transferidos a la memoria de largo plazo.

El aprendizaje significativo en esta teoría es el resultado de la actividad del principiante, cuando éste construye conocimiento de una manera ordenada e integrada.

2.6. La teoría de la carga cognitiva(TCC)

Tanto la teoría cognoscitiva de aprendizaje multimedia como la teoría de la carga cognitiva están muy relacionadas. Ambas componen el mismo marco conceptual, cuyo objetivo es perfeccionar el diseño instruccional a través de las ciencias cognitivas. Si para la TCAM hemos hablado de Mayer, para la TCC tenemos que asignarle una paternidad importante a John Sweller.

La TCC es un teoría que establece el “cómo” aprende el cerebro humano y almacena sus conocimientos. Un gran número de investigaciones demuestran que, cuando se consideran las limitaciones de la memoria de trabajo en el diseño de los métodos de enseñanza, éstos son más efectivos.

Una de sus premisas principales, compartida también con la TCAM, es que los aprendices tienen una capacidad de memoria de trabajo limitada a la hora de enfrentarse a una nueva información relevante que debe ser convertida en conocimiento. Por este motivo, el aprendizaje se puede ver comprometido, si los materiales usados para la instrucción saturan los recursos de la memoria de trabajo. Pero, dado que el aprendiz recibe la información por los dos canales independientes, auditivo y visual, el diseñador de la instrucción puede utilizar esto como una ventaja aprovechable, porque puede utilizar ambos canales al mismo tiempo, evitando así que se sobrecargue uno de ellos (Andrade-Lotero, 2012; Mayer, 2005).

Esta teoría distingue tres tipos diferentes de carga cognitiva: intrínseca, extrínseca y relevante (o Germánica). Se entiende que la sumatoria de los tres tipos de carga cognitiva resultará en la carga cognitiva total.

2.6.1. Carga cognitiva intrínseca

Esta carga es la que se relaciona con la dificultad intrínseca de aquello que se está tratando de aprender. Hay dos factores que influyen en este tipo de carga: la complejidad del contenido que se pretende aprender y el conocimiento previo. Esto es, un mismo contenido puede resultar muy complicado para un aprendiz, pero muy fácil para un experimentado.

Se pueden usar técnicas de instrucción para que este tipo de carga cognitiva se modifique; como por ejemplo usando planteamientos “de lo simple a lo

complejo”; o también usando un enfoque de “la parte y el todo”. Una tercera opción tendría que ver con la introducción total y desde el principio de todo el material, para posteriormente señalarle al alumno los elementos específicos en los que tiene que depositar su atención, junto con las relaciones entre cada uno de los diferentes elementos (Bannert, 2002; Centre for education statistics and evaluation, 2017; Sweller, 2010; van Merriënboer & Sweller, 2005).

2.6.2. Carga cognitiva extrínseca

Esta carga cognitiva está directamente vinculada con el “cómo” se enseña el contenido instruccional. A esta carga no se le atribuye utilidad ligada al aprendizaje. Se la considera una carga redundante y mala porque no aporta nada al aprendizaje. Siendo así, entendemos que un diseño instruccional es más efectivo cuando se minimiza la carga extrínseca, liberando de este modo la carga cognoscitiva de la memoria de trabajo (Sweller et al., 1998; van Merriënboer & Sweller, 2005).

2.6.3. Carga cognitiva relevante (o Germánica)

Esta sería la carga efectiva que contribuye al aprendizaje. Es la carga que resulta útil en la memoria de trabajo y que está implicada en el proceso de aprendizaje, llevando información a la memoria de largo plazo con la construcción de esquemas. Este tipo de carga tiene una estrecha relación con el diseño de la interfaz porque, dependiendo de cómo se presente la información y las tareas que se presenten a los aprendices, podrá favorecer o no el aprendizaje de los alumnos. Por tanto, esta carga está considerada como la carga cognoscitiva buena, y se tendría que potenciar, en menoscabo de la carga extrínseca. Cuando esto último se consigue, se puede afirmar que la atención del alumno se redirige hacia los procesos más significativos e importantes para aprender, aportando así a la abstracción consciente y construcción de esquemas (Gerjets, Scheiter, & Cierniak, 2009; Sweller et al., 1998).

2.7. Principios para aplicar en el aula desde la TCC y la TCAM

De ambas teorías se extraen varias aplicaciones que se pueden trasladar al aula. Un principio importante a tener en cuenta es que los tres tipos de carga cognitiva son aditivos. El incremento o disminución de una de ellas supone un cambio en los recursos disponibles para las otras dos. La carga intrínseca ofrece cierta dificultad para alterarla, porque depende del carácter complejo del material y de la pericia del individuo para controlar el entorno de dicha materia. Por tanto, la alternativa en la que se ha insistido en los diseños instruccionales es en la de reducir

la carga extrínseca. De esta manera se piensa dejar más recursos para la carga relevante, que es la que construye y automatiza esquemas.

No obstante, también algunos estudios han destacado cómo la pericia afecta y produce cambios en la carga cognitiva, principalmente en la reducción de la intrínseca y el incremento de la relevante (Bannert, 2002).

Se describen, por tanto, diez principios de aplicación de la teoría de la carga cognitiva y de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia.

2.7.1. Principio de aplicación de problemas con solución libre

Este principio establece que se consigue una merma en la carga cognitiva, cuando la solución del problema no es única y cada aprendiz puede llegar a una solución diferente de la de sus compañeros. Cuando el estudiante continuamente dedica recursos cognitivos a comparar el objetivo final del problema con el estado actual del problema, se produce la sobrecarga; y es precisamente esto lo que se intenta evitar (Sweller, Mawer & Ward, 1933 citado en Andrade-Lotero, (2012)).

Según Sweller (2008), los nuevos aprendices tienden a utilizar la búsqueda de soluciones, usando una estrategia de ensayo y error (búsqueda aleatoria). Esta estrategia tiene el inconveniente de ser menos eficiente respecto al rendimiento cognitivo, en comparación con la estrategia de “trabajar hacia adelante” como lo hacen los expertos.

2.7.2. Principio de aplicación de problemas resueltos

Este principio consiste en proporcionar al estudiante problemas resueltos, de la misma manera que lo haría un experto en una determinada materia. Así el aprendiz, en vez de gastar recursos cognitivos propios para la resolución del problema, usando estrategias de “ensayo y error” o “búsquedas aleatorias”, toma como préstamo los esquemas que van asociados a la solución del problema en particular.

Se ha demostrado que, alumnos que han sido enseñados con esta técnica consiguen mejores resultados de aprendizaje, comparado con aquellos a los que se les propone que sean ellos mismos los que busquen la solución.

Incluso se ha denominado a este principio “efecto del ejemplo resuelto” que, además, ha sido ampliamente demostrado por múltiples estudios de investigación desde los años ochenta. Las investigaciones dieron como resultado que los estudiantes, con los que se había utilizado una cantidad considerable de ejemplos resueltos, aprendieron mucho más rápido que los alumnos a los que se les dejaba que encontrasen la solución por ellos mismos. Y no sólo eso, sino que fueron más capaces en transferir los conocimientos adquiridos a nuevos problemas, donde se

usaban las mismas reglas matemáticas pero en contextos distintos (Bokosmaty, Sweller, & Kalyuga, 2015; Paas, 1992; Paas & Van Merriënboer, 1994; Quilici & Mayer, 1996; Tuovinen & Sweller, 1999)

2.7.3. Principio de completar problemas

Este principio es parecido al anterior. Los problemas para completar están parcialmente resueltos, pero es necesario que el aprendiz complete parte de la solución. Con ello se evita que los estudiantes aborden el problema desde una estrategia aleatoria, que como ya hemos dicho, aumentaría la carga cognitiva (Artino, 2008).

2.7.4. Principio de atención dividida

Este principio muestra la inconveniencia de someter al aprendiz a varias fuentes de información al mismo tiempo. Si la información que necesita el alumno para comprender un concepto se encuentra segregada, y tiene que acudir a varias fuentes para completar toda la información relevante y pertinente, se produciría entonces una sobrecarga contraproducente para el aprendizaje. Esto implica que si se utiliza una imagen gráfica para ayudar al alumno en la comprensión de conceptos, ésta debe ser lo más relevante posible, añadiendo toda la información necesaria; evitando de esta forma que el aprendiz tenga que enfocarse en otra fuente (de texto p.e), para obtener toda la información necesaria. En el caso de usar una aplicación informática, si el alumno tiene que recibir información de la pantalla del ordenador y completarla con información que proviene de un manual de texto, estaríamos en la misma situación de desventaja.

El docente puede ayudar al alumno, integrando la información que proviene de varias fuentes en una sola. También es cierto que no siempre es posible evitar completamente esta situación; pero sí se puede en la mayoría de los casos (Sweller et al., 1998).

2.7.5. Principio de modalidad

Este efecto establece una alternativa para reducir la carga cognitiva. En vez de integrar toda la información en un mismo medio, para evitar el efecto de la atención dividida, se pretende disminuir la carga extrínseca utilizando más de un modo de comunicación. Si se presenta la información por dos vías diferentes, como la visual y auditiva al mismo tiempo, se puede incrementar el procesamiento de la memoria de trabajo. O sea, se aprende mejor usando imágenes y narración que usando imágenes y texto. Con este principio se está asumiendo que la información visual y auditiva se procesa por separado. De hecho, uno de las premisas para el

diseño de instrucciones multimedia ha sido la de valerse de este principio (Mayer, 2005; Tabbers, Martens, & Merriënboer, 2004).

2.7.6. Principio de redundancia

Este principio está relacionado con la gestión de varias fuentes de información, cuando nos encontramos básicamente con dos situaciones. La primera es cuando, disponiendo de varias fuentes de información relevantes, cada una de ellas aporta en esencia la misma información. La segunda situación está relacionada con la presentación de información extra que, aun siendo relevante, no está directamente relacionada con lo que se quiere enseñar. Los alumnos no pueden aprender de forma efectiva cuando se limita su memoria de trabajo, al tener que procesar información redundante.

También se ha demostrado que dejar al alumno la tarea de obviar la información redundante es contraproducente. Porque usa recursos cognitivos en esta tarea que no podrá usar en otras tareas con más rendimiento para el aprendizaje (Chong, 2005).

La pericia también tiene su aportación en este efecto, puesto que cuanto más experto es el alumno, mejor manejará la información redundante (Kalyuga, Ayres, Chandler, & Sweller, 2003).

2.7.7. Principio de imaginación

En este principio se pretende que el alumno haga un repaso mental de los procedimientos o conceptos que ha estado trabajando, pero sin consultar los materiales que ha usado durante el aprendizaje. Su aplicación está más orientada a alumnos experimentados. Se insta al alumno a tener plena consciencia de los procedimientos de los que se debe valer y procesarlos en su memoria de trabajo.

Diversas investigaciones muestran que la aplicación de éste principio sugiere una transferencia de información a la memoria de largo plazo (Sweller, 2008).

2.7.8. Principio de interactividad

A este principio Sweller (2002), lo define como una combinación de los efectos de redundancia, modalidad y atención dividida, dentro del marco de una complejidad de un material que tiene que ser aprendido. Este principio establece que cuando el alumno se tiene que enfrentar a un material que revierte cierta complejidad, por estar formado por muchos elementos que interactúan entre sí, la estrategia más recomendable sería aprender en primer lugar los elementos más simples; y en segundo lugar, las interacciones entre dichos elementos (Chong, 2005).

2.7.9. Principio de habilidad inversa

En este efecto tiene una relevancia significativa la pericia de los aprendices. Aunque en los primeros estudios que se realizaron en el marco de la teoría de la carga cognitiva, sólo se tenía en cuenta la reducción de la carga cognitiva total. Se observó que cuando los estudios se aplicaban a grupos de control con alumnos más capaces, que presentaban una mejor pericia y con la interfaz diseñada para favorecer una mayor carga cognitiva, se tenían mejores calificaciones que con la interfaz diseñada para favorecer una menor carga cognitiva. Esto se interpretaba como un resultado inverso a lo que se esperaba. Se llegó a la conclusión, que cuando la pericia de los aprendices aumenta, lo que en un principio se consideraba como una ayuda útil para que el alumno resolviese los problemas, ahora se convertía en una información redundante, que revertía en el aumento de la carga extrínseca y una disminución de la carga intrínseca.

Si analizamos este efecto inverso, nos damos cuenta que constituye una excepción importante al “principio del ejemplo resuelto”. Desde esta perspectiva de la inversión, a medida que se vayan utilizando muchos ejemplos resueltos sobre los mismos principios, estos ejemplos se vuelven cada vez menos efectivos para el aprendizaje, porque llegan a convertirse en algo redundante y contraproducente. De aquí se puede sacar la conclusión de que algunas técnicas, como la de los ejemplos resueltos, no son tan adecuadas ni eficaces cuando los aprendices son expertos.

La TCC afirma que la instrucción completamente guiada, en el caso de nuevos aprendices, es la más adecuada; mientras que no la apoya cuando se trata de aprendices con una pericia significativa (expertos). Para los alumnos expertos, se aconsejan tareas que gradualmente vayan ganando en independencia y autonomía; lo que estaría en este caso más en la línea de un enfoque constructivista.

En síntesis, los aprendices novatos se benefician en el aprendizaje cuando se diseña para ellos una interfaz que reduzca la carga cognitiva. Pero todo lo contrario sucede con los expertos, puesto que éstos se benefician cuando se usan diseños que demandan una elevada carga cognitiva.

Este principio también implica que, cuando el docente incrementa el grado de ayuda a sus alumnos novatos los favorece; pero en cambio, para los alumnos expertos es más beneficioso cuando reduce su nivel de intervención, dejándoles una mayor autonomía e independencia (Kalyuga et al., 2003; Pachman, Sweller, & Kalyuga, 2013).

2.7.10. Principio de desvanecimiento del andamiaje

El efecto del desvanecimiento del andamiaje, que facilita el docente, consiste en ir retirando poco a poco el andamiaje conforme va aumentando la pericia. Es la aplicación de las conclusiones del principio de inversión. Como ya se dijo, el diseño de las instrucciones que fomentan una disminución de la carga cognitiva es adecuado para los aprendices inexpertos, mientras que para los expertos (o más avanzados), en la medida que aumenta su pericia, la instrucción debe adaptarse para rebajar el nivel de apoyo y así incrementar la interactividad y el grado de complejidad.

2.8. Aprendizaje basado en problemas (ABP)

El aprendizaje basado en problemas (*problema-based learning, PBL*) es una metodología activa constructivista basada en el aprendizaje por descubrimiento, donde los roles del profesor y del alumno difieren de los que adoptan en la educación tradicional.

Es un método de aprendizaje que usa problemas reales o ficticios como columna vertebral para la adquisición de nuevos conocimientos.

Barrows define el ABP como: “...un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos” (Barrows, 1996 citado en Morales & Landa, (2004).

2.8.1. Adquisición de competencias con ABP

Varios autores destacan la adquisición de diversas competencias cuando se usa esta metodología, relacionándose a continuación (Benito, Icaran, & Bonson, 2005; Prieto, 2006).

- Razonamiento eficiente y fomento de la imaginación.
- Desarrollo de la consciencia del propio aprendizaje (metacognición).
- Seleccionar los planes estratégicos que se van a utilizar para aprender.
- Pensamiento crítico sobre el entorno que envuelve al problema.
- Identificación de problemas relevantes.
- Destrezas para dirigir el auto-aprendizaje.
- Trabajo cooperativo entre iguales.
- Destrezas para la evaluación personal y la de otros.
- Destrezas para solución de conflictos.
- Aprendizaje permanente.
- Fomento de las habilidades sociales.
- Toma de decisiones.

2.8.2. Rol del profesor y del alumno

Los roles del profesor y del alumno se diferencian sustancialmente de los roles adoptados en la enseñanza tradicional (Servicio de innovación educativa. Portal de innovación educativa. Universidad Politécnica de Madrid., 2008).

Tabla 1. Rol del profesor y alumno en ABP

Rol del Profesor	Rol del alumno
Procura que el alumno sea el protagonista de su propio aprendizaje	Asume responsabilidades frente a su aprendizaje
Es capaz de detectar los éxitos de sus alumnos	Trabaja en diferentes agrupamientos, gestionando los conflictos adecuadamente.
Es un guía, tutor y facilitador del aprendizaje. Está disponible en ocasión y forma, cuando el alumno lo necesita.	Actitud positiva y receptiva en cuanto al intercambio de ideas con sus iguales
Ofrece a los alumnos alternativas y oportunidades diversas de aprendizaje	Intercambia información y es capaz de aprender de sus compañeros
Fomenta el pensamiento crítico de sus alumnos para que éstos reflexionen y elaboren cuestiones importantes	Es autónomo en su aprendizaje buscando información, filtrándola, comparándola, y solicita ayuda cuando es necesario
Lleva a cabo sesiones de tutoría con sus alumnos	Elabora sus propias estrategias con el fin de planificar, analizar, evaluar y controlar las etapas necesarias para llegar al aprendizaje

Fuente: Elaboración propia, 2018

2.8.3. Características del ABP

Morales y Landa (2004), citando a Barrows (1996), hacen una relación de las características que definen al aprendizaje basado en problemas.

- El aprendizaje está centrado en el alumno. Ellos mismos, responsablemente, son los que gestionan cómo abordan su aprendizaje. Seleccionan e identifican los conocimientos previos que deben tener para afrontar el problema. Hacen una selección de dónde conseguir la información necesaria. A este respecto el profesor se convierte en un consultor más, que los alumnos tienen a su disposición.
- El aprendizaje se produce en grupos pequeños de alumnos. En cuanto al número que deben componer los grupos hay disparidad de opiniones. Barros opina que deben ser entre cinco y nueve alumnos. Otros autores opinan que deben ser grupos entre diez o doce alumnos. En general, a medida que

aumenta la etapa educativa que se analiza, se reduce el número que han de componer los grupos.

- El profesor es un facilitador o guía. Debe hacer uso de sus destrezas como profesor, para guiar a sus alumnos por medio de preguntas o cuestiones, que les sean útiles para avanzar en el descubrimiento del aprendizaje. Las tutorías de seguimiento a realizar por el profesor, durante la aplicación de la metodología, es fundamental para orientar al alumno y a los diferentes agrupamientos del grupo-clase.
- Alrededor de los problemas se desarrolla la organización y los estímulos al aprendizaje. El mismo problema que se les plantea sirve como guía eficaz para que los alumnos descubran los saberes que deben asimilar, identificando los conocimientos básicos que necesitan para afrontar el caso propuesto.
- Los problemas son un vehículo para desarrollar habilidades de resolución de problemas. Para que esto suceda, el problema debe asemejarse lo más posible a un problema real. El desempeño del alumno frente al problema en cuestión implica que haya cierta interacción. Esa interacción se puede entender como cuestionamientos que el alumno plantea al problema, esperando que el problema le reporte el correspondiente feedback. En la vida real, cuando se nos presenta un problema, necesitamos hacer preguntas y recibir información adicional para analizar las posibles causas o soluciones.
- La información nueva es adquirida por el aprendizaje auto-dirigido. A través de la acumulación de experiencias, propias y del grupo, se van adquiriendo los aprendizajes. El entendimiento del mundo real en el que se desenvuelve el problema se va asimilando con el trabajo propio y del grupo. Debido a la interacción entre el alumno y el resto del grupo: sus discusiones, revisiones, comparativas y debates, el aprendizaje se construye.

2.8.4. Características del problema

La metodología del ABP orbita alrededor de un problema. Cuando el profesor tiene claros los objetivos, las sesiones que va a poder utilizar, cómo va a evaluar el problema y la línea que seguirá; entonces está en disposición de construir un problema. Este problema deberá ser retador y relevante para los alumnos. Debe ser también coherente y estar relacionado con la temática que envuelve a los objetivos. Debe tener cierta complejidad y no disponer de una única solución, lo adecuado es que el alumno necesite conocimientos interdisciplinarios para gestionar el problema (Morales & Landa, 2004; Restrepo Gómez, 2005).

2.8.5. Fases del ABP

Morales y Landa (2004) presentan una división del ABP en ocho fases. El aprendizaje basado en problemas se concibe como un sistema cíclico, al finalizar la última fase los alumnos comienzan de nuevo el siguiente problema. La siguiente figura presenta la secuencia de las fases:

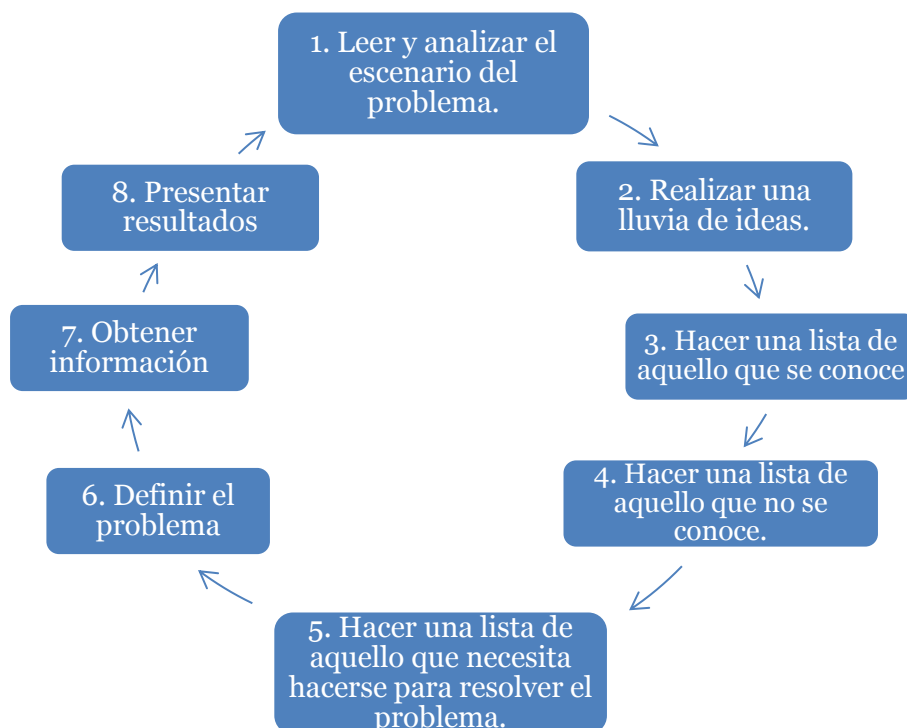


Figura 2. Desarrollo del proceso de ABP. Fuente: Morales y Landa (2004)

En la fase 1, leer y analizar el escenario del problema, tiene como objetivo que los alumnos entiendan el enunciado y el resultado (o resultados) que se les está pidiendo. Deben preguntarse a sí mismo: ¿Cuál es el problema que tengo que resolver?, ¿entiendo el significado? Se hace necesaria la discusión entre los integrantes del grupo.

Entre las pasos 2 a la 5, son las fases en los que los alumnos deben tomar conciencia del problema al que se enfrentan.

En la fase 2, realización de una lluvia ideas, los alumnos necesitan hacer hipótesis de por qué sucede el problema, las causas, las ideas que tienen para resolverlo.

En la fase 3, hacer una lista de aquello que se conoce, el equipo necesita acceder a los conocimientos que ya poseen: los datos del problema que ellos ya conocen y que son capaces de comprender su origen y consecuencias.

En la fase 4, hacer una lista de lo que no se conoce, es el paso en el que los alumnos deben adquirir conciencia de qué es necesario saber, para poder llegar a una solución del problema planteado. Será muy útil hacerse preguntas que ayuden a orientar la solución del problema.

En la fase 5, hacer una lista de aquello que necesita hacerse para resolver el problema, el equipo debe ordenar todos los pasos que van a seguir para solucionar el problema. Deben hacer un planteamiento de cómo van a abordar su investigación como grupo: qué pasos deben dar, qué conocimientos y destrezas necesitará utilizar, si están en posesión de todo lo que necesitan o si tienen que procurarlo, si deben aprender algo previo paso para hacer otra cosa, qué fuentes pueden consultar.

En la fase 6, definir el problema, los alumnos deben llegar a una definición más profunda del problema (o problemas). Es posible que los alumnos lleguen a la conclusión, que el problema planteado, deba segregarse en varios problemas más pequeños y que haya que solucionarlos primero para completar el problema general.

En la fase 7, obtener información, se entra en una fase de investigación del grupo. El trabajo y el estudio individual de cada miembro del grupo es la marca principal de esta fase. Cada alumno necesita obtener la información que se ha planteado en la fase 5; estudiarla, comprenderla y procurar asesoramiento en caso de que lo necesite.

En la fase 8 y última, el equipo se vuelve a reunir y hacen una puesta en común. Comparten toda la información y conclusiones a las que han llegado en su trabajo individual. En esta fase, entre todos se elabora la solución al problema y se presentan los resultados obtenidos.

No podemos olvidar que la evaluación forma parte también de la misma metodología. Al final de las 8 fases, se debe presentar la evaluación para que los alumnos se evalúen a sí mismos (autoevaluación) y evalúen a sus compañeros de grupo (coevaluación). La evaluación crítica de la actividad y del desempeño de la actividad del tutor durante el proceso (por parte de los alumnos), es una información necesaria e indispensable para evaluar el ABP implementado.

2.8.6. Evaluación del ABP

Como en todo proceso de evaluación, es importante que durante el diseño de la intervención el profesor decida sobre los criterios de evaluación. También debe decidir qué acciones debe evaluar. Entre esas acciones a evaluar se podrían sintetizar en las siguientes (Morales & Landa, 2004):

- Aportación individual del alumno.
- Aportación de los grupos
- Aportaciones entre iguales (coevaluación)

- Aportación personal del alumno (autoevaluación)

Según varios autores, entre los que se encuentra Vizcarro y Juárez (2008), la evaluación debe abarcar dos aspectos; uno de ellos tiene que ver con saber si los alumnos han alcanzado los objetivos del aprendizaje y en qué grado; el segundo tiene que ver con saber si es necesario hacer correcciones durante el proceso de la realización de la actividad. Por tanto, la evaluación en el ABP tiene tanto un carácter formativo como sumativo. Aunque el docente puede decantarse sólo por una de ellas, lo ideal es usar una combinación de ambas.

Para adoptar una evaluación formativa y sumativa se debe responder a las siguientes preguntas:

-¿Cuándo se evalúa? Se puede evaluar siempre, tanto durante la realización de la actividad como al final de la actividad.

-¿Qué se evalúa? Se debe optar por evaluar elementos sobre los cuales los alumnos hayan tenido que interpretar, evaluar, analizar y explicar el problema y sus correspondientes argumentos.

-¿Cómo se evalúa? La concepción multipropósito de la metodología ABP implica la utilización de una variedad de instrumentos de evaluación, como son: portafolios, pruebas escritas, pruebas prácticas, mapas conceptuales, coevaluación, evaluación del tutor, informes escritos y presentaciones orales.

-¿Quién evalúa? Evalúan todos los que están implicados. Tanto el docente como los alumnos y el grupo.

2.8.7. El tutor y el seguimiento del aprendizaje.

En el aprendizaje basado en proyectos, el seguimiento del aprendizaje se denomina tutorías. Se realiza en sesiones grupales y al menos con una frecuencia semanal, pero depende de la extensión temporal que se haya asignado para la finalización del problema.

La labor del profesor consiste en proporcionar a sus alumnos la ayuda que necesitan para identificar, analizar y desarrollar todo el conocimiento que ellos poseen al inicio de la actividad. También consiste en señalar a sus alumnos la información que necesitan para poder concretar los objetivos del problema. El tutor debe tener capacidad de hacer preguntas a los diferentes agrupamientos, para que éstos vayan desarrollando su capacidad de búsqueda y análisis de información (Benito et al., 2005).

Entre las habilidades requeridas para el profesor en un ABP, las podemos sintetizar en los siguientes puntos:

- Conocer la materia estudiada y los objetivos de aprendizaje del módulo.

- Ser consciente de las fases necesarias para desarrollar el aprendizaje basado en problemas.
- Tener control y dominio de estrategias y técnicas con grupos. Estar identificado con los instrumentos de evaluación que se vayan a utilizar.
- Tener capacidad para fomentar la reflexión entre los alumnos sobre los objetivos que han de conseguir. Ser un buen motivador para el trabajo en grupo en la búsqueda y gestión de información.
- Promover entre el alumnado un pensamiento crítico para la resolución de problemas y la integración de los conocimientos previos.
- Controlar el proceso de la actividad de tal forma que se pueda asegurar que los alumnos adquieren los conocimientos adecuados, según los objetivos propuestos para la actividad.
- Asegurar que el grupo-clase es capaz de elaborar un análisis constructivo y crítico sobre aquellas capacidades que deben mejorarse.

El profesor que está guiando el proceso de enseñanza-aprendizaje, debe estar también identificado con las etapas de respuesta que los alumnos suelen adoptar ante el ABP, con la finalidad de tomar las medidas apropiadas en cada una de ellas. Según el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (2004), las etapas por las que pasan los alumnos cuando comienzan a trabajar con la metodología ABP son las siguientes:

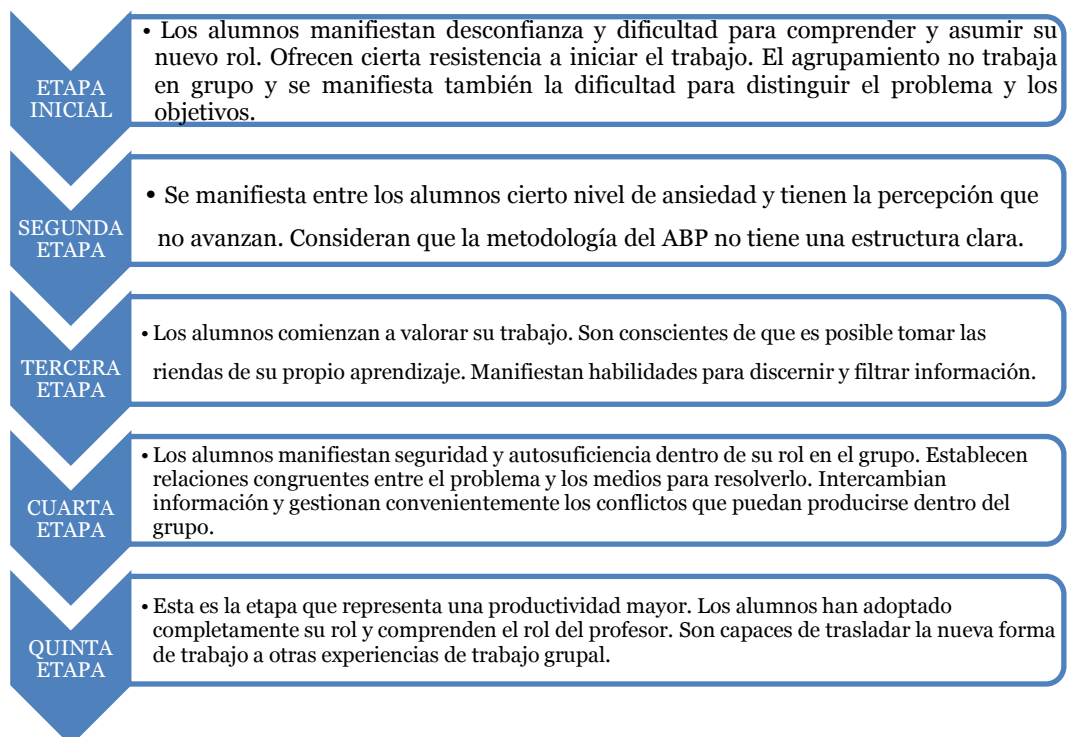


Figura 3. Etapas de alumnos en ABP. Fuente: Inst. Tec. Estudios Sup. Monterrey (2004)

3. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

La propuesta de intervención se desarrolla sobre una unidad de trabajo (UT) de un módulo del ciclo superior de Energías Renovables. Para el desarrollo de esta unidad de trabajo se hace uso, como metodología principal, el aprendizaje basada en problemas.

En la metodología ABP que se plantea para la enseñanza-aprendizaje de esta UT, el profesor, tiene un rol más protagonista en las etapas iniciales. Tomando como base las aportaciones de la teoría de la carga cognitiva y de la teoría cognoscitiva del aprendizaje multimedia, se aplican algunos de los principios que establecen ambas teorías, con el objeto de adaptar el andamiaje a las necesidades de los grupos de trabajo y de los alumnos en particular. Esto comprende, una intervención del profesor prácticamente guiada en las primeras fases del ABP, evolucionando hacia una instrucción mínimamente guiada en las fases intermedias y finales.

3.1. Contextualización de la propuesta

La UT que se desarrolla en esta propuesta de intervención está integrada en el módulo de Operaciones y Mantenimiento de Parques eólicos (OEQ). Este módulo pertenece al 2º curso del ciclo de “Técnico superior de energías renovables”. Este módulo tiene asignadas 126 horas anuales y una carga horaria semanal de 7 horas. El horario lectivo es en turno de tarde-noche, las clases se impartirán en la horquilla horaria de 17:00 horas hasta las 22:45 horas, de lunes a viernes.

3.1.1. Título de la intervención

El título de la UT es “**Realización de operaciones de puesta en marcha, regulación y control**”. El currículo normativo que afecta a este ciclo propone esta UT como la segunda unidad a impartir en el módulo; no obstante, en esta intervención se ubica como la primera unidad a desarrollar del módulo por su relevancia. La UT se confecciona incluyendo criterios de evaluación (CE), que corresponden a distintos resultados de aprendizaje (RA), conservando el orden pedagógico adecuado para la materia a impartir.

3.1.2. Entorno

Para contextualizar el entorno del alumnado con el que se trabajará esta UT, se debe tener en cuenta los siguientes datos:

-El CIFP Majada Marcial está ubicado en la capital de la isla de Fuerteventura, Puerto del Rosario. La isla pertenece a la provincia de Las Palmas, en la comunidad autónoma de Canarias. Es el único centro integrado de formación

profesional que hay en la isla. Por este motivo, los alumnos de este ciclo provienen de 6 municipios diferentes, con diferencias importantes entre ellos.

-La economía de la isla está enfocada principalmente en el sector servicios ligado al turismo.

-La población extranjera en la isla está muy repartida en sus orígenes, con procedencia de latino-américa, norte de áfrica y europea.

-No hay tensiones raciales manifiestamente abiertas en la isla.

3.1.3. El alumnado

El perfil del alumnado que accede al ciclo de técnico superior de energías renovables es principalmente masculino, con edades a partir de los 17 años. El porcentaje de alumnado femenino en la especialidad, en sus mejores momentos, apenas ha llegado al 20%.

En torno al 50% del alumnado compatibiliza la formación con una actividad laboral. Los profesores del centro CIFP Majada Marcial informan que una parte importante de éstos alumnos, por llevar muchos años en el campo laboral, han perdido hábitos de estudio.

La crisis económica de este último lustro, hizo que muchos jóvenes de la isla que abandonaron sus estudios volviesen a las aulas, optando por una formación profesional.

Entre un 5 y un 10% de estos alumnos que han retomado su formación, son militares profesionales pertenecientes a la categoría de tropa. Éstos suelen optar principalmente por ciclos tecnológicos. Es relevante la tasa de abandono de este alumnado.

Los alumnos del ciclo superior de energías renovables, en su mayoría, son de clase media baja.

3.1.4. Marco legislativo

La titulación de técnico superior en energías renovables viene establecida por el RD 385/2011 del 18 de marzo y fija también las enseñanzas mínimas, incluyendo en el Anexo I los resultados de competencia de cada módulo fijado, así como las orientaciones pedagógicas. En este real decreto, se establece como uno de los objetivos formativos del ciclo, la simulación del comportamiento de los aerogeneradores y parques eólicos con aplicaciones informáticas; todo ello, con la finalidad de ajustar el punto óptimo de funcionamiento de las máquinas con criterios de seguridad, eficiencia y calidad de suministro.

Paralelamente, la Orden EDU/1564/2011, de 1 de junio, establece el currículo de este ciclo formativo de Grado Superior correspondiente a la misma titulación,

donde se establece en el Anexo I los contenidos a impartir por cada módulo. En dicho currículo, en el artículo 10, cuando se refiere a la adaptación al entorno educativo, dice que: "... el ciclo se impartirá con una metodología flexible y abierta, basada en el autoaprendizaje y adaptada a las condiciones, capacidades y necesidades personales del alumnado,...". Es significativa la mención que hace del autoaprendizaje, puesto que sin duda la metodología ABP concilia con ello.

Hasta la fecha de realización de este TFM, la comunidad autónoma de Canarias no ha publicado normativa que afecte a este ciclo formativo.

Esta titulación es un ciclo LOE (Ley Orgánica de Educación).

3.1.5. **Objetivos didácticos**

Para establecer los objetivos didácticos se han considerado los siguientes puntos:

- Los objetivos generales del título atribuibles al módulo OEQ.
- Los contenidos mínimos que el currículo fija para esta UT.
- Las competencias profesionales, personales y sociales que la norma del título expone y son atribuibles concretamente con este módulo.
- Los resultados de aprendizaje y los criterios de evaluación designados en la normativa y elegidos por el profesor, para el desarrollo de esta UT.

Por tanto, los objetivos didácticos para esta UT a lograr por los alumnos son los siguientes (se le asigna una referencia a cada uno):

- Conocer los diferentes elementos que componen una turbina horizontal de energía eólica (O1).
- Relacionar las partes de la máquina eólica con los diferentes términos anglosajones usados para definirla (O2).
- Identificar los diferentes tipos de aerogeneradores HAWT y las funciones de cada uno de los elementos que las componen, ya sean generales como específicos (O3).
- Explicar el funcionamiento y la operación de un aerogenerador (O4).
- Conocer los protocolos de accionamiento y parada de un aerogenerador (O5).
- Aplicar los protocolos de accionamiento, parada controlada y emergencia de un aerogenerador (O6).
- Experimentar situaciones de funcionamiento crítico de máquina eólica (O7).
- Reconocer los datos de operación que genera la máquina eólica (O8).
- Interpretar los datos de operación que genera la máquina eólica (O9).
- Relacionar los datos del recurso eólico con la respuesta en operación del aerogenerador (O10).

- Predecir la respuesta de la máquina ante situaciones variables de recurso eólico (O11).
- Identificar las diferentes tipos de regulación aerodinámica y mecánica. (O12)
- Interpretar el funcionamiento y regulación de las distintas configuraciones eléctricas de una turbina (O13).
- Elaborar manuales de instrucciones de operación (O14).
- Identificar la contribución de la unidad de generación en el conjunto del parque eólico (O15).
- Interpretar los parámetros eléctricos de operación en red, potencia activa y reactiva (O16).
- Clasificar los riesgos laborales y medioambientales relacionados con las maniobras de operación en los aerogeneradores (O17).

3.1.6. Competencias

Las competencias a considerar para esta UT serán aquellas que establezca el perfil profesional, así lo dice el artículo 7 del Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio. Según dicho decreto, el perfil profesional queda definido por: la competencia general del ciclo; las competencias profesionales, personales y sociales del ciclo; y las unidades de competencia del Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales que establezca el título en cuestión.

Para no transcribir textualmente todas las competencias que relaciona el Real Decreto del título, se referencian en una tabla las que se trabajan en esta UT según se enumeran en la norma; seguidamente se describe cómo contribuye el desarrollo de la UT a cada una de ellas.

Tabla 2. Contribución de la UT a las competencias de la titulación

RD 358/2011, 18 de marzo	Aportación desde la UT
Competencia general (CG)	
<p>“...efectuar la puesta en servicio y gestión de la operación y mantenimiento de parques e instalaciones de energía eólica...”</p>	<p>-Trabajando los protocolos y operaciones de explotación de los parques eólicos y de turbinas independientes.</p>
Competencias profesionales, personales y sociales (CPPS)	Aportación desde la UT
<p>a) Gestionar la puesta en servicio, operación y mantenimiento de parques eólicos</p>	<p>-Realizando maniobras de operación de arranque, paradas y control de un aerogenerador, con simulador ACM, en el contexto de las actividades.</p>
<p>c) Operar sistemas de telemando de gestión de parques eólicos con adaptación del conjunto a las condiciones meteorológicas y de la red eléctrica.</p>	<p>-Realización de prácticas con simulador ACM, SCADA de control de parque eólico. -Visualización de respuesta de la turbina frente a diferentes recursos eólicos programados.</p>

<p>e) Realización de informes y documentos técnicos para la gestión de montaje, mantenimiento y operación de parques eólicos.</p>	<p>-La solución al problema con la metodología ABP está relacionado con la elaboración de documentación técnica para operación y mantenimiento.</p>
<p>f) Evaluar situaciones de riesgo laboral y medioambiental relacionado con la operación de parques eólicos y elaborando medidas de prevención de riesgos.</p>	<p>-El alumno debe considerar riesgos intrínsecos a la operación en la realización de las actividades.</p>
<p>ñ) Adaptación a las nuevas situaciones laborales, actualizando conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos relativos a su entorno profesional, gestionando su formación y los recursos de aprendizaje; utilizando TICs.</p>	<p>-Se trabajan las competencias TIC y se utilizan para investigación en la adquisición de nuevos conocimientos. -Los alumnos necesitan filtrar y seleccionar información relevante para la consecución de los objetivos de las actividades. -La relación digital con el profesor es a través de la Moodle del centro.</p>
<p>o) Organizar y coordinar equipos de trabajo con responsabilidad, supervisando el desarrollo del mismo, manteniendo relaciones fluidas y asumiendo el liderazgo, así como aportando soluciones a los conflictos grupales que se presentan.</p>	<p>-Los alumnos asumen roles de liderazgo en el grupo, de coordinación y supervisión; mediando entre todas las aportaciones y opiniones de los miembros del grupo y tomando decisiones conjuntas.</p>
<p>p) Comunicarse con sus iguales, superiores, clientes y personas bajo su responsabilidad, usando vías eficaces de comunicación, transmitiendo la información o conocimientos adecuados, respetando la autonomía y competencia de los demás trabajadores del ámbito de trabajo.</p>	<p>-Las actividades son colaborativas y los alumnos deben asumir un rol dependiendo de su función en el grupo.</p>
<p>Unidad de competencia</p>	<p>Aportación desde la UT</p>
<p>UCo617_3: Gestionar la puesta en servicio y operación de instalaciones de energía eólica</p>	<p>- A través de experiencias de simulación con software ACM, en la operación del parque eólico y de los distintos tipos de máquina disponibles en el simulador.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2018

La LOMCE (Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, de mejora de la calidad educativa), da una transcendencia importante a la preparación de los ciudadanos para adquirir competencias sociales y cívicas, estando éstas expresadas por las recomendaciones del Parlamento Europeo. En estas recomendaciones se detallan las competencias clave para un aprendizaje permanente. A continuación se describe cómo esta UT contribuye a cada una estas competencias.

Tabla 3. Contribución de la UT a las competencias clave

Competencias clave		Aportación desde la UT
Competencia lingüística (CCL)		Identificar y comprender los distintos documentos que consulta. El alumno utiliza recursos propios o ajenos para la comprensión de información desconocida.
Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT)		-Relacionar las magnitudes físicas con los elementos tecnológicos creados para gestionarlas. -Interpretar y analizar gráficos del comportamiento de magnitudes representativas de la máquina eólica.
Competencia digital (CD)		-Usar diferentes aplicaciones informáticas (simulador, procesadores de textos, internet, Moodle) para la realización de las actividades.
Aprender a aprender (CPAA)		-Seleccionar y clasificar personalmente información relevante que aporte nuevos conocimientos.
Competencias sociales y cívicas (CSC)		-Crear conciencia sobre las necesidades básicas de personas procedentes de otros entornos diferentes al suyo. -Identificar y estimar las consecuencias de los conflictos armados, como es la migración de la población a Europa, favoreciendo la concienciación social del alumnado.
Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE)		-Tomar decisiones personales y exponerlas al grupo. -Asumir el rol de liderazgo en el agrupamiento.
Conciencia y expresiones culturales		-Comprender las repercusiones culturales que condicionan las prioridades más básicas para un determinado país.

Fuente: Elaboración propia, 2018

3.1.7. Contenidos

Los contenidos de la UT están fijados en el currículo de la titulación, en la Orden EDU/1564/2011, de 1 de junio, los que corresponden al módulo profesional de Operación y Mantenimiento de Parques eólicos. Se toman contenidos del apartado a) y del apartado b).

Tabla 4. Contenidos de la UT

a) Características de procesos de la puesta en marcha de instalaciones eólicas:
1-Tipos de aerogeneradores. Por tipo de eje. Por orientación. Por número de palas. Por control de potencia.
2-Partes de un aerogenerador.
3-Principio de funcionamiento de un aerogenerador. Puesta en marcha de un aerogenerador. Equipos necesarios. Parámetros que hay que controlar.
4-Seguridad y medio ambiente.
b) Realización de las operaciones de puesta en marcha, regulación y control:
1-Maniobras de puesta en servicio y paro de instalación. Procedimientos de seguridad.
2-Protocolos para la puesta en tensión de instalaciones.
3-Comprobación de subsistemas de orientación, frenado y pitch.
4-Tipos de control.
5-Circuitos típicos de control neumático, hidráulico y eléctrico en aerogeneradores.

Fuente: Elaboración propia, 2018

3.1.8. Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación

Según la normativa de la titulación, RD 385/2011, del 18 de marzo, se relacionan los dos resultados de aprendizaje (RA) y sus correspondientes criterios de evaluación (CE). Del RA1, sólo se selecciona un criterio de evaluación a tener en cuenta para esta UT. El resto de los criterios de evaluación de ese resultado de aprendizaje, se tendrían que tratar en otra unidad de trabajo diferente de la que nos ocupa. A continuación se detallan los que afectan a la UT de esta intervención.

Tabla 5. Resultados de aprendizaje y criterios de evaluación de la UT

RA 1. Caracteriza los procesos de puesta en marcha de instalaciones de energía eólica, utilizando la documentación existente.

- a) **Se ha identificado las diferentes partes de la instalación de energía eólica que intervienen en la puesta en marcha.**

RA 2. Realiza las operaciones de puesta en marcha, regulación y control de instalaciones de energía eólica, simulando el procedimiento establecido y cumpliendo las especificaciones.

- a) **Se ha realizado la puesta en marcha y parada del aerogenerador.**
b) **Se ha verificado el sistema de orientación.**
c) **Se ha regulado la velocidad de funcionamiento y la potencia generada en el aerogenerador.**
d) **Se han realizado medidas de temperatura.**
e) **Se han medido valores de presión en el grupo hidráulico.**
f) **Se han medido velocidades del rotor.**
g) **Se han controlado los parámetros de funcionamiento ajustándolos a sus valores de diseño.**
h) **Se ha valorado la información suministrada por los registros.**
i) **Se han procedimentado la operación de control del sistema.**

Fuente: Elaboración propia, 2018

3.1.9. Etapas de la intervención

La intervención estará dividida en 6 etapas, que se detallan a continuación.

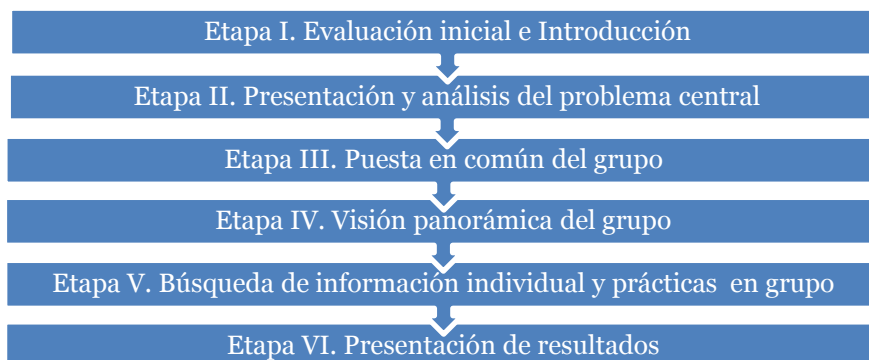


Figura 4. Etapas de la intervención. Fuente: Elaboración propia, 2018

Etapa I: Realización de una evaluación inicial con una actividad no calificable. Se presentan a los alumnos las herramientas que necesitan para realizar

la actividad principal (software ACM, Moodle, etc...). Se explica la metodología ABP y el sistema de evaluación. Se hacen los agrupamientos, como máximo de 6 alumnos por grupo. Los alumnos asisten a una webinar en el aula con uno de los asesores.

Etapa II: El profesor presenta el problema central con una lectura común. Se explican el roles de los alumnos, el profesor y los asesores expertos.

Etapa III: En esta etapa comienza el trabajo en grupos, donde hacen sus consideraciones iniciales sobre el problema y de las tareas que deben plantearse para realizar. El segundo asesor les da una charla.

Etapa IV: Los alumnos tienen una charla con el tercer asesor. Los grupos ya han tomado conciencia de la dimensión del problema y relacionan los conocimientos y procedimientos necesarios para dar una solución. Toman decisiones para dividir las tareas de recopilación de información y gestionan del tiempo que van a dedicar a dichas tareas.

Etapa V: Los alumnos realizan su investigación individual según los acuerdos del grupo. En el aula los grupos ponen en común su trabajo individual y realizan prácticas con el simulador. Concretan la solución al problema en grupo y elaboran los documentos necesarios para ello.

Etapa VI: Los grupos presentan los resultados por medio de exposiciones en grupo a toda la clase. También los grupos presentan su solución documental al problema (una semana después de la última clase). Los alumnos realizan las autoevaluaciones, coevaluaciones y evaluación de la actividad.

Entre las etapas III y IV se programa una actividad complementaria que consta de una visita al parque eólico de Cañada de la Barca, al sur de Fuerteventura.

3.2. Actividades

Los enunciados de las actividades se presentan en el Anexo II.

Actividad 1: Conocimientos previos de máquinas eólicas horizontales de gran potencia (HAWT). Partes que la componen. Actividad individual.

Se realiza al inicio de la UT, cuyo objetivo es comprobar los conocimientos previos de los alumnos, en lo que se refiere a su identificación con las partes elementales de las turbinas eólicas horizontales de gran potencia. Esta actividad no se calificará, sólo la valora el profesor a objeto conocer los conocimientos previos relacionados con la UT.

Actividad 2: Asesoramiento a la planificación estratégica de misiones de pacificación, servicios básicos a la población civil. Actividad en grupo.

Es la actividad principal de la UT. Se plantea como un problema marco que servirá para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos.

El problema que se plantea a los alumnos está relacionado con el asesoramiento a la planificación estratégica de misiones de pacificación en el extranjero. En el grupo-clase es muy común tener alumnado que ejerce como profesional militar de tropa.

Esta actividad se ha diseñado con una metodología de aprendizaje basado en problemas, en la que los grupos de trabajo se valdrán del software ACM como herramienta de simulación, banco de pruebas y documentación.

El profesor tiene un rol más protagonista en las etapas iniciales y medias de la actividad, más de lo que cabría esperar con la aplicación de una metodología ABP. Los alumnos podrán contar al menos con tres asesores expertos.

Se consideran principios que tienen como base las aportaciones de la teoría de la carga cognitiva y la teoría cognoscitiva del aprendizaje multimedia; que son:

Ejemplo resuelto: se le facilita a los alumnos un ejemplo real que reúne condiciones muy similares al problema principal. El alumno puede investigar sobre ese ejemplo que le servirá como guía y referencia situacional para extrapolar las conclusiones al problema principal.

Principio de coherencia: se trabaja el vocabulario y argot propios del sector eólico. Se dan herramientas a los alumnos para familiarizarse con los términos más utilizados en lengua inglesa.

Principio de modalidad: el simulador ACM posee unos tutoriales donde sólo se presenta información en imágenes y en texto escrito. Se propone a los grupos el visionado de videos que compensen este déficit de narrativa junto con la aportación del profesor a través del feedback.

Principio de atención dividida: en las etapas iniciales se dirige al grupo hacia una fuente de información completa e integrada. Los tutoriales de ACM poseen la información de índole técnico que necesitan para conocer la máquina eólica.

Principio de redundancia: en las fases iniciales el profesor acota la información que el grupo debe consultar. A medida que el alumno se acerca a las fases más avanzadas del problema, el grupo decidirá por sí mismo las fuentes que desea consultar.

Principio de imaginación: cada alumno, individualmente y al final de cada sesión, envía un informe de un párrafo o dos, a lo sumo, donde repasará mentalmente qué ha aprendido nuevo en esa sesión, exponiendo lo que recuerde. El alumno usará el diario de aprendizaje para ello, donde debe incluir además otra información solicitada por el profesor y no relacionada directamente con este principio. Esta aportación no se calificará por el profesor en las etapas iniciales, pero sí en las finales.

Principio de interactividad: a través del simulador, el alumno puede asimilar conocimientos de los sistemas más simples de la máquina y también analizar las relaciones de complejidad que se dan entre ellos.

Principio del desvanecimiento del andamiaje: el andamiaje del profesor se va retirando a medida que se observa el aumento de la pericia del alumnado.

Actividad 3: (Complementaria) Visita al parque eólico de Cañada de la Barca.

Esta actividad complementaria tiene como objetivo el asesoramiento a los distintos grupos del aula. Los alumnos recabarán información sobre la gestión de un parque eólico en explotación, de las características de las máquinas, sistemas de regulación, etc. En definitiva, tomarán datos de todo aquello que les sea útil para dar solución al problema principal. Esta actividad no se calificará independientemente, pero sí deberán incluir los datos más representativos en el portafolio individual.

3.3. Recursos

3.3.1. Recursos humanos

Durante la metodología ABP que se implementa en la actividad principal se cuenta con cuatro (4) expertos profesionales.

El primero de ellos es el gerente de Automatic Computer Machinery S.L, se realizará una webinar donde mostrará a los alumnos los accesos a las distintas herramientas con las que cuenta el software. Responderá a las preguntas que quieran hacerle los alumnos.

El segundo asesor experto es un militar profesional que dará una charla a los alumnos sobre las misiones de pacificación. La charla se centrará en los servicios a la población en las zonas de pacificación, aportando datos sobre cómo se colabora y ayuda a la población civil para recuperar servicios mínimos necesarios, principalmente energía y agua. Sería apropiado que el oficial explicase cómo se forman técnicamente los equipos logísticos de apoyo a misión. Igualmente, debería informar sobre qué información mínima debería contener un manual de operaciones, para uso de los servicios logísticos de tropa. Los grupos de la clase podrán hacerle las preguntas que estimen necesarias.

El tercer profesional experto es un ingeniero que trabaja desde hacen muchos años en el extranjero, en una empresa con sede en un país africano. El perfil de este país y de la zona es similar a la que se expone en el problema, por ello, servirá a los grupos de trabajo como ejemplo para recabar información específica. Se realizará una conferencia por Skipe en el aula. El ingeniero debería dar detalles sobre el sistema eléctrico de esa zona, la interconexión con el parque eólico existente y las

complicaciones más frecuentes que surgen en la operación de dicho parque. También deberá dar datos sobre la estabilidad del mix energético en operación respecto al porcentaje de penetración del parque eólico.

El cuarto profesional experto es el mismo profesor. Con experiencia internacional en sistemas de producción aislados y apoyados por sistemas de generación renovable.

3.3.2. Recursos materiales

Como recursos materiales tenemos los siguientes:

- El software de Automatic Computer Machinery S.L, los alumnos lo utilizarán para hacer simulaciones didácticas para tres tipos diferentes de turbinas eólicas, las más frecuentes de mercado: de jaula de ardilla y control de entrada en pérdida; de control mediante resistencia del rotor; y de generador doblemente alimentado. También cuenta con un simulador del centro de control de un parque eólico, con la simulación propia de un control SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). La aplicación posee un tutorial muy detallado que no sólo se limita a dar información sobre el manejo de la aplicación, sino que aporta material didáctico enriquecido en una configuración de hipertexto, muy fácil de usar. Es una aplicación bajo licencia y por tanto se necesitan tantas licencias como equipos informáticos se vayan a utilizar en el aula.
- Un ordenador como mínimo para cada 2 alumnos con la aplicación ACM instalada en cada uno.
- Acceso a la Moodle del centro. Cada alumno debe ser matriculado por el profesor en el módulo OEQ. Todo el flujo de información documental, tanto actividades como instrumentos de evaluación, será a través de la Moodle.
- Conexión a internet de banda ancha con acceso para cada ordenador del aula.
- Conexión a wifi, se anima a los alumnos que traigan al aula sus ordenadores portátiles.
- Cañón de video con conexión al ordenador para uso del profesor.
- Altavoces amplificados para uso en el ordenador del profesor.
- Micrófono en el ordenador del profesor, para uso en videoconferencia o webinar.


3.4. Temporalización

3.4.1. Sesiones en el aula

La UT se ha diseñado para impartirse en 7 en el aula (3 sesiones de 3 horas lectivas cada una y 4 sesiones de 2 horas lectivas). La carga horaria semanal que establece la normativas es de 7 horas semanales. Se ha considerado una disposición semanal de una sesión de 3 horas y 2 sesiones de 2 horas. La hora lectiva para la formación profesional en Canarias consta de 53 minutos cada una. Esta UT tendrá una extensión de 2 semanas y media en la programación anual, y pertenece a la primera evaluación. Por ser OEQ un módulo de segundo curso, la programación se debe adaptar a 2 trimestres.

3.4.2. Sesión fuera del aula

Entre la tercera y cuarta sesiones en el aula, se impartirá una sesión fuera del aula, realizando una actividad complementaria en horario de mañana. La visita tendrá una duración de 4 horas, teniendo en cuenta los traslados de ida y vuelta hasta las instalaciones.

UT: “Realización de operaciones de puesta en marcha, regulación y control”	
SESION 1 (aula)	
3 horas lectivas	Fases ABP Trabajadas
159 minutos	
Objetivos didácticos: O1, O2	Competencias: CPPS-ñ, o, p;
Contenidos: a2	R.Aprendizaje y C.Evaluación.: 1a
Actividades: Act.1 y Act.2	Etapas: Etapa I y Etapa II
<p>Esta primera sesión tiene como objetivo presentar la UT y evaluar los conocimientos previos que tienen los alumnos sobre las máquinas eólicas de eje horizontal.</p> <p style="text-align: center;"><u>ETAPA I. Evaluación inicial e Introducción</u></p> <p>Se comienza presentando la actividad 1 para la que se da un tiempo de 15 minutos.</p> <p>A continuación los alumnos asisten a una webinar con un asesor experto. Antes de ello, el profesor dirige a los alumnos hacia los videos disponibles en la aplicación ACM. Deberán copiar los enlaces para visionarlos fuera del horario</p>	

lectivo. Esto les servirá como repaso personal o como conocimientos previos para aportar al grupo de trabajo en el que participarán.

El asesor experto les hablará sobre las funcionalidades del software ACM y las utilidades de las diferentes aplicaciones. Los alumnos siguen la webinar frente a los ordenadores del aulas que tienen instalado el simulador ACM (dos alumnos como máximo por cada ordenador). Los alumnos pueden hacer preguntas. El tiempo estimado para esta webinar es de 45 minutos.

El profesor explica a los alumnos la metodología ABP, las sesiones que se van a utilizar, las etapas y fases que la componen. Se explica a los alumnos el sistema de evaluación, los instrumentos de evaluación que se van a utilizar y cuándo se van a utilizar. Se hace una especial referencia a la autoevaluación y a la coevaluación. Se comparte en la Moodle, con acceso a todos los alumnos del aula, las rúbricas de las que se valdrá el profesor para calificar. El tiempo estimado es de 35 minutos.


Se realizan los agrupamientos a criterio del profesor, en grupos de 6 alumnos como máximo. El profesor intentará que al menos uno de los miembros de cada equipo sea un (o una) militar de profesión. Se designa al secretario y al interlocutor del grupo, mantendrán este rol para la siguiente sesión. El tiempo estimado es de 15 minutos.

ETAPA II. Presentación y análisis del problema central

El profesor presenta la actividad 2, que contienen el problema principal sobre el que trabajará la clase. Se hace una lectura conjunta y se responden a las preguntas de los alumnos. Es importante aclararles que se trata de un proceso de trabajo, donde tiene mucho peso el trabajo en grupo y el camino que se recorre hasta llegar a la solución del problema. Los alumnos deben comprender que la solución al problema no es única. Se les explica también la labor de los asesores expertos. Se estima un tiempo de 35 minutos.

En esta sesión sobran 14 minutos, que se utilizará para que los grupos rellenen su acta de sesión, especificando los nombres de todos los alumnos que lo integran y la subirán a la Moodle. También, cada alumno deberá rellenar su diario de aprendizaje y subirlo a la Moodle, a la tarea que el profesor ha creado al respecto para esa sesión.

UT: “Realización de operaciones de puesta en marcha, regulación y control”	
SESION 2 (aula)	
2 horas lectivas	Fases ABP Trabajadas
106 minutos	
Objetivos didácticos: O1, O2, O3, O12	Competencias: CPPS-ñ, o, p
Contenidos: a1, a2	R. Aprendizaje y C. Evaluación.: 1a
Actividad: Act.2	Etapas: Etapa III
<p>En esta sesión los alumnos comienzan a trabajar en grupo, tomando tiempo de contacto con el problema y analizando los datos que se les ha facilitado.</p> <p style="text-align: center;"><u>ETAPA III. Puesta en común del grupo</u></p> <p>Se comienza la sesión haciendo un breve repaso al enunciado de la actividad 2. El tiempo estimado es de 5 minutos.</p> <p>Se comienza con una charla presencial impartida por un asesor experto. En este caso se trata de un profesional militar, con experiencia en misiones de pacificación internacionales. El asesor debe dar información a los alumnos de los elementos mínimos que debería contener un manual de formación para las tropas. Se estima que esta charla, incluidas las preguntas, no debe extenderse más de 45 minutos.</p> <p>El profesor dedicará 10 minutos de tutoría para cada grupo, con el fin de ayudarles a clasificar la información que han recibido en la charla. El profesor les aconsejará a los grupos que se centren en las diferentes máquinas eólicas que estén relacionadas con la solución del problema. Que utilicen el tutorial del simulador, comenzando por la “formación en aspectos industriales”. Que identifiquen los distintos sistemas de regulación aerodinámica y mecánica. El tutor también les da instrucciones prácticas sobre cómo deben rellenar el acta de la sesión y les recuerda el objetivo que en esta sesión tienen como grupo: proponer y analizar todas las ideas que los miembros aporten. Se estima que esto llevará un tiempo de 40 minutos.</p> <p>En los 16 minutos restantes, los grupos tendrán tiempo para completar el acta de equipo y el diario individual de aprendizaje, subiendo ambos documentos a la Moodle del módulo. En el acta debe figurar quién tendrá el rol de secretario e interlocutor para la siguiente sesión.</p>	

UT: “Realización de operaciones de puesta en marcha, regulación y control”	
SESION 3 (aula)	
2 horas lectivas	Fases ABP Trabajadas
106 minutos	
Objetivos didácticos: O3, O4, O5, O8, O9 y O12	Competencias: CPPS-a, ñ, o, p
Contenidos: a3, b1, b4	R. Aprendizaje y C. Evaluación.: 1a, 2a, 2b, 2h
Actividad: Act.2	Etapas: Etapa IV
<p>En esta sesión los alumnos ya se han percatado de la dimensión del problema. Toman decisiones sobre los nuevos conocimientos que necesitan adquirir para llegar a una solución.</p> <p style="text-align: center;"><u>ETAPA IV. Visión panorámica del grupo</u></p> <p>Se comienza la sesión con una charla por Skipe con otro asesor experto. Se trata de un ingeniero miembro de la comisión ejecutiva de la empresa Águas e Energia da Boa Vista S.A (AEB). Es una empresa mixta que se dedica a la producción de energía eléctrica y agua potable en la isla de Boa Vista (Cabo Verde). Las características de esta isla y de la infraestructura energética se corresponden con el perfil del problema principal. Los alumnos podrán hacer preguntas una vez terminada la charla. El ingeniero les hablará sobre el mix energético y la penetración de renovables en el sistema, así como los problemas y dificultades que se deben solventar para operar un mix con estas características. Al tratarse de un país africano (no europeo), es importante recabar información sobre la población civil, sus características y su capacidad de acceso a la energía. También los alumnos se relacionan con las peculiaridades de una infraestructura energética en desarrollo. Se estima que esta charla, incluidas las preguntas, tenga una duración de 45 minutos.</p> <p>El profesor tiene sesiones de tutoría con cada grupo de 15 minutos. Mientras, los otros grupos se dedican a adquirir competencias en el simulador, trabajando los protocolos de puesta en marcha. Comenzarán por el simulador del aerogenerador con jaula de ardilla y control por entrada en pérdida. Los grupos de 6 miembros se dividirán en parejas para hacer sus prácticas. Deberá tomar notas sobre las incidencias que la máquina reporta: mensajes, incidencias e historial. Deben averiguar qué significan y cómo se debe actuar en su caso. Cada pareja experimentará cambios intencionados en el sistema de orientación y de recurso eólico. El profesor estará disponible para guiarles en el manejo de la aplicación, pero</p>	

serán los alumnos los que deben interpretar los datos que operación y status que les reporta la máquina. El profesor hace una mención general sobre los sinópticos prediseñados de la aplicación, para que los alumnos se valgan de la información importante que les puede reportar. Se estima el tiempo empleado en este trabajo por parejas de 45 minutos.

En los 16 minutos restantes, los grupos tendrán tiempo para completar el acta de equipo y el diario individual de aprendizaje, subiendo ambos documentos a la Moodle del módulo. Se informa a los alumnos que en esta sesión comenzarán a confeccionar su portafolio individual. En el acta, deberán figurar quienes serán el interlocutor y el secretario para la próxima sesión de aula.

UT: “Realización de operaciones de puesta en marcha, regulación y control”

SESION 4 (exterior)

o horas lectivas	Fases ABP Trabajadas	
240 minutos		
Objetivos didácticos: O15, O16	Competencias: CPPS-a, c, e, f, ñ, o	
Contenidos: a2, a3, b1, b2, b4	R. Aprendizaje y C. Evaluación.: 1a, 2a, 2b, 2h	
Actividades: Act.2 y Act. 3	Etapas: Etapa V	

En esta sesión los grupos ya han definido el problema y los criterios que van a seguir para abordarlo. Se han dividido tareas entre los miembros del grupo y todos entran en una fase de investigación y recopilación de información, según lo acordado en el grupo.

ETAPA V. Recopilación de información individual y prácticas en grupo.

El departamento de Energía y Agua del centro organiza una visita al Parque eólico de Cañada de la Barca, en la península de Jandía. En su inauguración (1995) este parque fue el segundo mayor de España después del de Tarifa (Cádiz). Los alumnos podrá observar cómo se realiza la gestión y mantenimiento de un parque eólico, en este caso de 45 máquinas, de regulación pasiva por pérdida aerodinámica (stall controlled) y jaula de ardilla. Aunque ya es una tecnología que no se implementa en la fabricación de nuevas máquinas, el profesor guiará a los alumnos a

prestar atención sobre determinados detalles:

- La potencia activa y reactiva de inyección en red de estas máquinas.
- Los posibles inconvenientes que presentan este tipo de máquinas con la fluctuación de algunos parámetros de la red.
- Las márgenes de regulación de la potencia activa y reactiva, en caso de tenerlos.
- Consejos de mantenimiento y averías más frecuentes.
- Sistema de control SCADA para la operación del parque. Información intercambiada con cada una de las turbinas.

La duración de esta visita se estima de 4 horas, incluidos los recorridos de ida y vuelta a las instalaciones.

Se les recuerda a los alumnos que esta actividad no será calificada independientemente, pero que tendrán que añadir datos e información relevante en su portafolio.

UT: “Realización de operaciones de puesta en marcha, regulación y control”

SESION 5 (aula)

3 horas lectivas	Fases ABP Trabajadas	
159 minutos		
Objetivos didácticos: O5, O10,O13, O14, O16	Competencias: CPPS-a, c, e, ñ, o, p	
Contenidos: a1, a2, a3, b1, b2, b3, b4	R. Aprendizaje y C. Evaluación.: 1a, 2a, 2c, 2b, 2h, 2g	
Actividades: Act.2	Etapas: Etapa V	

Continuación ETAPA V. Recopilación de información individual y prácticas en grupo.

Esta sesión será la primera de la Etapa V que se tiene en el aula. Los alumnos ya han empezado su recopilación individual de información.

Los alumnos deberán gestionar el tiempo que estén en el aula para realizar las prácticas con el simulador.

El profesor tendrá 10 minutos de tutoría con cada grupo, para aclarar dudas. En esta sesión el profesor hará referencia a los grupos sobre el apartado “Experimentos Prácticos”, que está en el índice principal del simulador. Donde se

refuerzan los conocimientos sobre las fuerzas que actúan en las palas, puesta en marcha de aerogeneradores, curvas de potencia, sistema de orientación, respuesta de distintos tipos de máquinas a variaciones de recurso eólico y aspectos constructivos de los generadores más frecuentes.

El profesor deberá controlar si los grupos, al menos, están considerando los siguientes criterios:

- Están considerando los distintos tipos de máquinas eólicas.
- Si tienen una índice definido sobre los apartados que van a trabajar.
- Si están sacando conclusiones técnicas y útiles sobre las prácticas que realizan con el simulador.

También en esta sesión, se guiará a los alumnos a experimentar con el simulador la gestión de un parque eólico. La visita realizada al parque eólico en la sesión anterior, les proporciona una base suficiente para identificar términos dentro del SCADA de control.

En los últimos 15 minutos, los grupos tendrán tiempo para completar el acta de equipo y el diario individual de aprendizaje, subiendo ambos documentos a la Moodle del módulo. Se informa a los alumnos que en la próxima sesión deberán entregar el portafolio en la tarea creada para ello en la Moodle. En caso de que el peso del portafolio exceda de los 16 MB, se facilitará al profesor un enlace a Dropbox, Google Drive u otro gestor de Cloud que cada uno utilice. En el acta, deberán figurar quienes serán el interlocutor y el secretario para la próxima sesión de aula.

UT: “Realización de operaciones de puesta en marcha, regulación y control”	
SESION 6 (aula)	
2 horas lectivas	Fases ABP Trabajadas
106 minutos	
Objetivos didácticos: O8, O9, O10, O11, O14, O15, O16	Competencias: CPPS-a, c, e, ñ, o
Contenidos: a2, a3, b1, b2, b4, b5	R. Aprendizaje y C. Evaluación.: 1a, 2a, 2b, 2d, 2e, 2f, 2h
Actividades: Act.2	Etapas: Etapa V
<p><u>Continuación ETAPA V. Recopilación de información individual y prácticas en grupo.</u></p> <p>En esta sesión los grupos ya se organizan independientemente. El profesor sólo tendrá una sesión de 5 minutos de tutoría con cada grupo.</p>	

El profesor se limitará a señalar aspectos prácticos sobre el simulador ACM. Concretamente en aquellos temas que detecte el profesor que serían significativos y que los grupos no estuviesen teniendo en cuenta. Se revisará la trazabilidad del listado de tareas que el grupo confeccionó en la sesión 3 con las que el grupo está realizando.

En esta sesión, una de las menciones generales que hará el profesor, será sobre los efectos del recurso eólico en los aerogeneradores. El perfil de la zona descrita en la actividad 2 describe una zona en la que en algunas épocas del año los vientos pueden ser racheados. Haciendo uso de la aplicación de ACM para la creación de ráfagas de viento y probando los efectos en el aerogenerador doblemente alimentado, por ejemplo.

La segunda mención que hará el profesor, será sobre los distintos sistemas de control, neumáticos e hidráulicos. Se les aconseja que hagan algunas prácticas considerando fallos en estos circuitos.


La tercera mención tiene que ver con la realización de experiencias con el simulador, para que prueben la respuesta de la máquina ante las distintas alarmas o fallos: vibraciones, velocidades excesivas de viento, pérdida de tensión de referencia, temperaturas fuera de rango en diferentes elementos, etc.

En los últimos 15 minutos, los grupos tendrán tiempo para completar el acta de equipo y el diario individual de aprendizaje. Se fijarán los roles de secretario e interlocutor para las siguiente sesión.

UT: “Realización de operaciones de puesta en marcha, regulación y control”	
SESION 7 (aula)	
2 horas lectivas	Fases ABP Trabajadas
106 minutos	
Objetivos didácticos: O8, O9, O10, O11, O14, O15, O16, O17	Competencias: CPPS-a, c, e, f, ñ, o
Contenidos: a2, a3, b1, b2, b4	R. Aprendizaje y C. Evaluación.: 1a, 2a, 2b, 2h, 2i
Actividades: Act.2	Etapas: Etapa V
<p><u>Continuación ETAPA V. Recopilación de información individual y prácticas en grupo.</u></p> <p>Esta será la última sesión del grupo antes de la presentación de la solución que aporte cada uno de los grupos..</p>	

En esta sesión ya no se realizan tutorías, los alumnos tienen plena autonomía para completar sus trabajos. Sólo se realizará una mención a modo de recordatorio, que tendrá que ver con la prevención de riesgos laborales, que deberán contemplar en el manual que están elaborando.

En los últimos 15 minutos, los grupos tendrán tiempo para completar el acta de equipo y el diario individual de aprendizaje. Se deben elegir el secretario e interlocutor de grupo para la siguiente sesión. Se recuerda a los alumnos que la próxima sesión, el grupo tendrá que hacer una exposición grupal donde expongan todos los criterios y conocimientos que han estimado relevantes para la solución del problema.

UT: “Realización de operaciones de puesta en marcha, regulación y control”	
SESION 8 (aula)	
3 horas lectivas	Fases ABP Trabajadas
159 minutos	
Objetivos didácticos: O14	Competencias: CPPS-e, o
Contenidos: a1, a2, a3, a4, b1, b2, b3, b4	R. Aprendizaje y C. Evaluación.: Todos
Actividades: Act.2	Etapas: Etapa VI
<p><u>ETAPA VI. Presentación de resultados</u></p> <p>En esta última sesión los grupos hacen una exposición grupal de 15 minutos cada uno.</p> <p>Se realiza una autoevaluación del alumno y una coevaluación entre los miembros del grupo. También los alumnos realizan una evaluación de la actividad y metodología.</p> <p>Se informa a los alumnos que para la entrega del documento de la solución adoptada por el grupo, se dispone de una semana más para subirla a la Moodle. Los portafolios individuales también serán entregados en la misma fecha.</p> <p>El acta de sesión en esta ocasión se hace para hacer una evaluación grupal, teniendo que acordar entre el grupo los aspectos positivos o negativos de la experiencia, así como las dificultades que han tenido y cómo las han solucionado.</p>	

3.5. Evaluación

Con la evaluación se pretende saber el nivel de consecución de los objetivos fijados para esta UT. Por otro lado, para la evaluación en la formación profesional, se

tienen que considerar los resultados de aprendizaje y los criterios de evaluación que definen su logro. Se elaboran rúbricas en las que se integran los resultados de aprendizaje, los criterios de evaluación y las competencias del módulo OEQ que sean de aplicación a esta UT.

3.5.1. Evaluación formativa y sumativa

La evaluación global se divide en tres momentos:

Evaluación inicial: El objetivo es saber qué conocimientos previos tiene el alumno sobre los contenidos a trabajar en la UT. No se pretende calificarlos, sino usar la información para que el profesor pueda decidir qué medidas tomar para llegar a los objetivos. Se utiliza la actividad 1 esta evaluación.

Evaluación continua: Es la evaluación que se realiza durante el desarrollo de la UT. Se evalúa tanto al alumno como al grupo. Los instrumentos de evaluación que se utilizan para el alumno son el diario de aprendizaje y portafolio; para el grupo se utilizará el acta de sesión.

Evaluación final: Esta evaluación se realiza al final de la UT y se evalúa al alumno, al grupo, a la metodología utilizada en la UT y al tutor. Los instrumentos para evaluar al alumno son el portafolio personal, la autoevaluación y la coevaluación; para evaluar al grupo, la exposición final y el documento final de la actividad 2; para evaluar la metodología, se usará una encuesta de satisfacción del alumnado y una evaluación del profesor; para evaluar al profesor, una autoevaluación del profesor y una encuesta realizada por cada alumno sobre el profesor.

3.5.2. Instrumentos de evaluación

Diario de aprendizaje: Es individual para cada alumno. En cada sesión el alumno debe tomar apuntes en su diario personal. Su extensión no debe ser superior a 10 líneas de texto. El alumno debe describir mentalmente, de memoria, aquellas cosas nuevas que recuerde que ha aprendido en la sesión (principio de imaginación). También incluye opiniones personales sobre los contenidos, las actividades y el trabajo en grupo. Se utilizará la Moodle para entregar este instrumento al profesor. Es un instrumento de evaluación formativa y se calificará su entrega y grado de correlación a la sesión correspondiente.

Portafolio personal: Cada alumno recopila en una carpeta digital toda la información que va recabando durante la realización de la actividad 2. Deberá incluir una cronología en un archivo de texto de lo que ha ido realizando en cada sesión y de su investigación personal. Se harán entregas parciales del portafolio durante el desarrollo de la actividad, donde el profesor pueda valorar su evolución.

La evaluación y calificación será en la evaluación final. La rúbrica de corrección se encuentra en el Anexo III.

Acta de sesión: Se facilita a los grupos un formato digitalizado que el grupo deberá completar en los últimos 15 minutos de cada sesión que corresponda. El secretario de turno es el responsable de levantar el acta con el consenso del grupo. El formato de esta acta se encuentra en la tabla 12.

Auto-evaluación del alumno: El alumno se evaluará a sí mismo, teniendo en cuenta su participación en el grupo, las aportaciones que ha hecho y su grado de comprensión de los contenidos. Se facilita al alumno un modelo de autoevaluación, como el de la tabla 14.

Exposición en grupo: Al finalizar la UT, el grupo realizará una exposición de 15 minutos, que el profesor calificará siguiendo una rúbrica. Deberán centrarse sobre los puntos principales que han incluido, detallando los criterios que han tenido en cuenta para tratarlos. Igualmente presentarán detalles técnicos sobre las máquinas eólicas de gran potencia que les han parecido novedosos. El profesor evalúa esta exposición con la misma rúbrica utilizada para del documento final del grupo (Anexo III).

Documento final y solución del problema: El grupo entregará el documento que se le solicita en la actividad 2, se valorará siguiendo la rúbrica que se encuentra en el Anexo III.

Coevaluación del grupo: El alumno, al final de la UT, evalúa a los miembros del grupo, usando los criterios generales que se han utilizado para la propia evaluación. El modelo de la coevaluación se encuentra en la tabla 13.

Encuesta de satisfacción del alumnado: Esta encuesta se realiza en la evaluación final para evaluar la metodología utilizada. En las metodologías activas, los alumnos son los protagonistas, por ello conviene saber qué opinión aportan sobre las actividades, la evaluación, las sesiones, etc. Esta información ha de servir al profesor como feedback de los alumnos, para realizar los cambios que sean precisos antes de implantar de nuevo la misma metodología. Se adjunta un modelo de encuesta en la tabla 11.

Evaluación del profesor sobre la UT: El profesor debe hacer un análisis sobre la metodología usada y las actividades realizadas en la UT. Debe analizar si la actividad escogida es la más apropiada para usar una metodología ABP. En el Anexo III se presenta un modelo de valoración (tabla 17).

Autoevaluación del profesor: El profesor realizará una autoevaluación sobre su labor durante el desarrollo de la UT al finalizar la misma (tabla 15).

Evaluación del tutor por parte del alumno: El alumno, al final de la UT, tiene a su disposición un modelo para evaluar al profesor, según su desempeño en la UT. Esto servirá al profesor para identificar sus puntos débiles y corregirlos para la siguiente ocasión (tabla 16).

En la siguiente figura se representa un esquema jerárquico de la evaluación planteada para este UT.

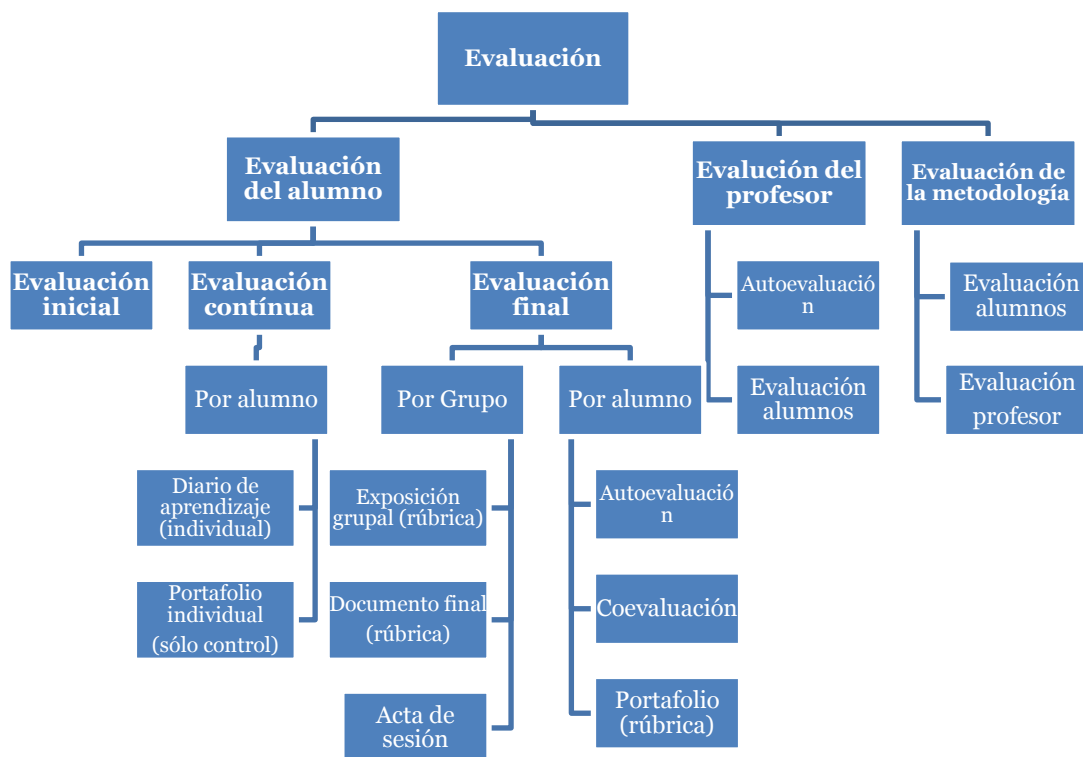


Figura 5. Evaluación. Fuente: Elaboración propia, 2018

3.5.3. Criterios de calificación

Para los criterios de calificación se hace en virtud de los resultados de aprendizaje y las competencias. Las rúbricas se han diseñado considerando tanto los resultados de aprendizaje como las competencias. El criterio de calificación debe estar en línea con lo fijado por los departamentos didácticos. En la tabla siguiente se propone los criterios de calificación.

Tabla 6. Criterios de calificación

Evaluación continua		Evaluación final			
ALUMNO		GRUPO		ALUMNO	
Diario de aprendizaje	5%	Documento final	30%	Portafolio (calificación)	25%
Portafolio (control)	5%	Exposición grupal	15%	Coevaluación	10%
10%		Actas de sesión	5%	Calificación	5%
		50%		40%	

Fuente: Elaboración propia, 2018

3.6. Evaluación de la propuesta

Para evaluar la propuesta de intervención se presenta una tabla con una serie de indicadores de evaluación. Se consideran las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la intervención. Se asignan grados de importancia que se correlacionan con su correspondiente indicador.

Tabla 7. Indicadores para análisis DAFO

Fortalezas internas	
Indicador	Grado
Existe mucha información sobre metodologías ABP	Alto
El software ACM tiene muchas posibilidades para elaborar otras unidades de trabajo en el módulo actual y en otros del título	Alto
El simulador ACM tiene potencial de atracción en el alumnado	Medio
Las charlas de asesores expertos y las visitas complementarias tienen aceptación en el alumnado.	Medio
La implantación de la Moodle en el centro facilita un entorno TIC apropiado.	Bajo
El simulador presenta un alto grado de realismo técnico y un entorno visual logrado.	Alto
Debilidades internas	
Indicador	Grado
La UT requiere mucho tiempo de preparación y organización.	Medio
La unidad de trabajo depende considerablemente de los asesores externos.	Alto
El éxito depende mucho del problema elegido, una mala elección del problema no se puede rectificar fácilmente.	Medio
Falta de experiencia para adaptar la temporalización a las horas lectivas.	Medio
Oportunidades externas	
Indicador	Grado
Promocionar el uso de simuladores en tiempo real ante la directiva del centro.	Medio
Presentación de esta UT como una propuesta innovadora	Alto
Promover metodologías activas en otros departamentos didácticos	Alto
Compartir experiencias didácticas con los diseñadores de ACM e implementar mejoras en el simulador	Alto
Amenazas externas	
Indicador	Grado
Las faltas de asistencia del alumnado durante el desarrollo de la UT	Bajo
Que no sea posible la participación de un asesor experto en la cita programada	Alto
El alto coste por cada licencia del simulador ACM	Alto
Se necesita un aula con ordenadores y una licencia ACM por ordenador	Alto

Fuente: Elaboración propia, 2018

Si nos fijamos en la tabla anterior y prestamos atención a los indicadores de las fortalezas, disponer de la aplicación de simulación ACM presenta importantes ventajas. Tanto por su realismo técnico y visual, como por la implementación de procedimientos reales de operación. También, el simulador tiene muchas posibilidades para utilizarlo en otros módulos del mismo ciclo, como se analiza en el Anexo I. Esta intervención no se ha podido llevar a la práctica, por motivos que se

explican en otro apartado de este TFM; pero se prevé que el interés que despierte el simulador sea un factor útil para mantener la atención del alumnado, así como el carácter profesional que toma la actividad educativa, con la participación de asesores expertos. La implantación y funcionamiento generalizado de la Moodle en el centro, proporciona un entorno muy versátil, tanto para el alumnado como para el profesor. Por último, otro indicador importante es la experiencia documentada que se dispone hoy día sobre el aprendizaje basado en problemas, que ofrece un nicho de posibilidades de diseño para otras UT con esta metodología.

Si se relacionan las fortalezas con las oportunidades, obtenemos las potencialidades de nuestra intervención, que son las líneas maestras sobre las que se puede fundamentar la prospectiva de futuro. Uno de esos puntos fuertes consiste en promocionar los resultados de la metodología, compartiéndolos en diferentes círculos: el equipo directivo, los equipos docentes y el equipo de diseño de ACM. Con el equipo directivo; para reorientar su opinión actual sobre la inversión en software de simulación en tiempo real; con los equipos docentes para potenciar las metodologías activas con recursos tecnológicos especializados; y con el equipo de diseño de ACM para hacer propuestas de carácter didáctico, como por ejemplo, algunas consideraciones sobre la aplicación del principio de modalidad.

En la relación entre las debilidades y las amenazas se generan las advertencias sobre las limitaciones en esta intervención. La planificación de la participación de los asesores expertos se debe realizar con suficiente antelación, porque la falta de participación de uno de ellos puede alterar mucho la actividad y obliga a improvisar. La falta de recursos es otra advertencia a considerar, puesto que se necesitan al menos 10 ordenadores para una ratio de 20 alumnos; esto implica que se necesitan al menos 10 licencias del simulador. Actualmente el coste de las licencias es muy elevado. Si no se dispone de suficientes licencias sería inviable desarrollar la UT tal y como está concebida, teniendo que modificar la temporalización e incluso los objetivos.

De la relación entre las fortalezas y las amenazas podemos extraer los riesgos inherentes de la intervención. El alto precio de cada licencia ACM sigue teniendo un peso importante. A priori, la utilización del simulador se está acotando al ciclo de energías renovables, pero el software puede ser usado también para el estudio de la máquina asíncrona como generador; esto abriría el abanico de posibilidades para utilizarlo también en otros ciclos técnicos de formación profesional. Otro aspecto importante es el nivel de interés que se produce en los alumnos por tres vías: el uso del simulador en la UT, la participación de asesores expertos y la visita complementaria. Con ello, por una parte se puede mejorar la asistencia a clase, pero

por otro lado, se manifiesta el riesgo que supone la falta de disponibilidad de alguno de los asesores en las sesiones previstas.

Los desafíos que propone este análisis DAFO se obtienen de relacionar las debilidades internas con las oportunidades externas. Presentar esta intervención como una propuesta innovadora e incluso como una buena práctica docente, promueve uno de los objetivos de la formación profesional: trasladar el aula a la empresa. Se hace necesario que la formación académica se sitúe, desde el principio, en los entornos profesionales de la futura actividad laboral. La participación de asesores externos profesionales (de distintos campos), la utilización de simuladores con un alto grado de realismo, integrados en una metodología apropiada, ponen a los alumnos en una situación ventajosa para el aprendizaje. Otro de los desafíos es la formación y práctica del profesorado en metodologías activas, ofreciendo así la oportunidad de minimizar tiempos de preparación de unidades de trabajo y la creación de situaciones de aprendizaje atractivas para el alumnado.

4. CONCLUSIONES

Como conclusión, me gustaría comenzar por el grado de cumplimiento de los objetivos. El objetivo principal consistía en desarrollar una propuesta de intervención con una metodología de aprendizaje basada en problemas. La intervención se ha diseñado según el objetivo. No obstante, considerando algunas conclusiones derivadas del estudio del marco teórico, el ABP ha sido aplicado, en las fases iniciales, con un incremento significativo del andamiaje del profesor; así como otros principios derivados de dos teorías cognoscitivas (teoría de la carga cognitiva y la teoría cognoscitiva del aprendizaje multimedia), se han integrado en la UT. La importancia del feedback del profesor en tiempo real, así como los tiempos de tutorías por grupo, tienen una trascendental importancia para esta intervención.

Respecto a los objetivos específicos propuestos para el cumplimiento del objetivo general, el simulador de ACM posee una alta versatilidad para utilizarlo como recurso en otras unidades de trabajo. Las distintas aplicaciones que posee el software, tienen un nivel de desarrollo muy avanzada, tal es así que en este TFM se estima que, para el desarrollo de esta UT, tan sólo se ha usado un 15% de la potencialidad del programa. Desde el principio de la elaboración de este TFM, se ha sido consciente que la utilización de software muy enriquecido para la formación de aprendices nóveles, entraña diversos riesgos. Sin embargo, la aplicación se puede adaptar fácilmente al grado de formación que se pretenda lograr (primer objetivo específico).

La iniciación de los alumnos en los protocolos de funcionamiento y operación, segundo objetivo específico, se ha logrado con la información puesta a disposición de los estudiantes en los tutoriales del simulador, así como con las prácticas en tiempo real que la misma aplicación les permite realizar (segundo objetivo).

Un recurso tan elaborado como el simulador de ACM, que requiere de una licencia específica para cada equipo informático, tiene un coste muy alto para los presupuestos que manejan los departamentos didácticos o los centros formativos. Sería una utopía para los centros públicos, al menos los de Canarias, contar con tal presupuesto tan sólo para dotar con un recurso tecnológico a un único módulo. Por esto, en el Anexo I, se ha demostrado la utilidad que este mismo software puede tener para otros módulos del mismo ciclo formativo, justificando así una inversión en un software que es útil para, al menos, tres módulos de un ciclo formativo (tercer objetivo específico).

En el análisis DAFO que se ha realizado en el apartado anterior, se exponen las conclusiones de la evaluación de la metodología. Como conclusión global de dicho análisis, se puede hacer mención del nivel de logro que se podría esperar en la creación de un entorno de aprendizaje situado, desde la perspectiva de los retos que un profesional técnico debe abordar. Esto es, a través de la consulta de asesores expertos, con el uso de un simulador eólico con un alto grado de realismo y un problema que necesita conocimientos y aptitudes transversales para solucionarlo, igual que en el ejercicio de cualquier actividad profesional (cuarto objetivo).

Un porcentaje importante del alumnado compatibiliza actividad laboral con la formación. Debido a esto, la asistencia en algunos tramos del curso disminuye. Por esto, el diseño de unidades de trabajo atractivas y motivadoras cobra una vital importancia. El uso de metodologías activas, como el APB, así como una buena elección de un problema significativo para su entorno, resulta esencial. La actividad nº 2 se ha diseñado también para atraer la atención de un colectivo que tiene una tasa de abandono importante en el centro (militares de tropa). Con la participación de estos alumnos en la actividad, se potencia el rol de “alumnos expertos” que ayudan a los demás miembros del grupo desde un primer momento.

La combinación de metodologías activas con recursos tecnológicos especializados, es un acicate para el aprendizaje de los alumnos. Sobre todo, si se compara con lo que hasta ahora se está realizando en este módulo, donde la mayoría de los contenidos sólo se están impartiendo desde la teoría, pero no desde una práctica procedimental.

Por último, me gustaría cerrar la conclusión con dos preguntas de base: ¿por qué utilizar éste software de simulación ACM?, ¿existen otros parecidos? Aunque se ha buscado la existencia de otras aplicaciones parecidas, no ha sido posible encontrar otra con este interfaz tan foto-realista. Existen aplicaciones que se dedican a realizar funciones de cálculo o respuestas de ensayo, pero ninguno comparable a las funcionalidades que sí aporta ACM.

5. LIMITACIONES Y PROSPECTIVAS

La limitación más importante, sin duda, ha sido la imposibilidad de llevar a la práctica esta intervención. Como ya se dijo, hubiesen sido necesarias al menos 10 licencias de la aplicación ACM, que todavía el centro de formación profesional no disponía. Aun así, el administrador de ACM, amablemente, ha cedido una licencia completa, pero sin permiso para utilizarla con fines educativos dentro del aula, decisión perfectamente entendible dado el producto del que estamos hablando.

Otra limitación ha sido la falta de experiencia en el diseño de este tipo de metodologías. Aunque se ha aportado una temporalización en esta intervención, existe el interrogante sobre la idoneidad de la solución planteada, sobre todo, después de haber planteado varias temporalizaciones diferentes y teniendo que elegir la que se estimaba mejor de todas, sin tener un pleno convencimiento de ello.

También se han detectado algunas desventajas. La realización de esta intervención depende de la colaboración de asesores externos en determinadas sesiones. Hay cierta versatilidad para hacer algún cambio si alguno de ellos no puede dar su charla en la sesión prevista, pero esto, nos obliga a hacer muchas reestructuraciones y fácilmente la actividad necesitaría más sesiones para completarla. Por este motivo, conviene considerar esto en la programación anual del módulo, contando con alguna sesión de más para suplir los posibles desvíos.

No se puede obviar una realidad inherente al diseño y desarrollo de la metodología usada en la intervención: el tiempo de preparación y organización. Precisamente en una metodología ABP como la propuesta, en la que la intervención del profesor es más intensiva en las primeras fases y donde las fuentes de información están más restringidas al principio, aún requiere una preparación mayor. No obstante, los recursos didácticos que vienen integrados en el software ACM, los “experimentos prácticos”, la “formación en aspectos industriales” y el mismo tutorial elaborado en un entorno de hipertexto, son una ayuda incuestionable.

Respecto a la prospectiva de futuro se consideran 3 posibilidades. La primera, es que se ha detectado una posibilidad de mejora en el simulador de ACM.

Ya se hizo una mención en el análisis DAFO, pero es más apropiado indicarlo aquí. Se propone un aumento significativo en la aplicación del principio de modalidad. Esto se podría implementar incluyendo en la aplicación un mayor número de videotutoriales específicos, cuya temática esté relacionada con el uso del simulador, incluyendo ejemplos resueltos. De hecho, la aplicación contiene sólo 2.

La segunda de ellas sería una comparación de resultados entre aulas donde en una de ellas se realice una intervención como la propuesta en este TFM, metodología ABP más simulador ACM, con otra donde se continúe con la metodología actual tradicional, esencialmente centrada en la teoría y en procedimientos no experienciales. Por supuesto, esta comparativa tendría que realizarse sobre unidades de trabajo en las que sea aplicable el simulador, según los contenidos tratados.

La tercera posibilidad que se plantea, trata sobre la combinación de metodologías activas con algunos principios cognitivo-conductistas. Tal y como se ha nombrado en el marco teórico, Jonassen, como constructivista equilibrado, considera adecuado utilizar instrucciones basadas en paradigmas diferentes, dependiendo de si los aprendices son nóveles o experimentados. Ahora bien, la propuesta de investigación para el futuro, tendría como fundamento la siguiente pregunta: tomando como base metodologías con principios constructivistas, ¿podrían éstas ser mejoradas considerando la combinación de otros principios que provienen de otros paradigmas, incluso cuando esos otros paradigmas se consideran superados o desfasados? Por todos es conocido que en la actualidad hay muchos defensores y detractores de las metodologías activas, basadas en el aprendizaje por descubrimiento y una instrucción mínimamente guiada. Sin duda hay evidencia científica que las “defienden”. Pero muy probablemente el equilibrio no está en el medio, sino en escoger la combinación adecuada, sin miedo a una mezcla que por algunos podría considerarse muy inapropiada. Es una prospectiva para investigar en el aula, de una manera meditada y justificada, siguiendo las líneas de una investigación docente rigurosa y sin prejuicios.

6. REFERENCIAS BIBLIORÁFICAS

- Amaya Franky, G. (2006). Los entornos virtuales de simulación de la realidad, espacios vistos como ejes que permiten situar el aprendizaje dentro de un contexto institucionalizado de educación. *Revista Electrónica-Teoría de La Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información.*, Vol.7 (n. 1)
- Amaya Franky, G. (2009). Potencialidades pedagógicas de los entornos de simulación, desde la perspectiva de la cognición situada. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, o(25) doi:10.17227/ted.num25-468
- Andrade-Lotero, L. A. (2012). Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: Un estado del arte. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 5(10)
- Arias, W. L., & Oblitas, A. (2014). Aprendizaje por descubrimiento vs. Aprendizaje significativo: Un experimento en el curso de historia de la psicología. *Boletín Academia Paulista de Psicología*, 34, 455-471.
- Artino, A. R., Jr. (2008). Cognitive Load Theory and the Role of Learner Experience: An Abbreviated Review for Educational Practitioners. *AACE Journal*, 16(4), 425-439.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes 1. *Psychology of learning and motivation* (pp. 89-195) Elsevier.
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1, 1-10.
- Bannert, M. (2002). Managing cognitive load—recent trends in cognitive load theory. *Learning and Instruction*, 12, 139-146.
- Benito, A., Icaran, E., & Bonson, M. (2005). Metodologías activas. *Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior* (1ª ed., pp. 21-64) Narcea.
- Bokosmaty, S., Sweller, J., & Kalyuga, S. (2015). Learning Geometry Problem Solving by Studying Worked Examples: Effects of Learner Guidance and Expertise. *American Educational Research Journal*, 52(2), 307-333. doi:10.3102/0002831214549450
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32-42.
- Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard educational review*, 31, 21-32.
- Centre for education statistics and evaluation. (2017). Cognitive load theory: Research that teachers really need to understand. Recuperado de

<https://www.cese.nsw.gov.au/publications-filter/cognitive-load-theory-research-that-teachers-really-need-to-understand>

- Chong, T. S. (2005). Recent advances cognitive load theory research: Implications for the instructional designers. *Malaysian Online Journal of Instructional Technology (MOJIT)*, 2(No.3), 106-117.
- Christian, W., Belloni, M., & Dancy, M. (2001). Physlets: Java tools for a web-based physics curriculum. *International Conference on Computational Science*, 1061-1073.
- Clark, R., Kirschner, P. A., & Sweller, J. (2012). Putting students on the path to learning: The case for fully guided instruction.
- Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (1993). Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance improvement quarterly*, 6(4), 50-72.
- Gerjets, P., Scheiter, K., & Cierniak, G. (2009). The Scientific Value of Cognitive Load Theory: A Research Agenda Based on the Structuralist View of Theories. *Educational Psychology Review*, 21(1), 43-54. doi:10.1007/s10648-008-9096-1
- Gil, M. R., & García, A. (2006). Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas. *REEC: Revista Electrónica De Enseñanza De Las Ciencias*, 5(2)
- Gimeno, J., & Pérez, A. (1992). *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid: Morata.
- Gómez Penalonga, B. (coordinadora) (2012). *Competencias para la Inserción. Guía para el profesorado*. Recuperado el 4/07/2018 de: <https://es.slideshare.net/proyectoCIL/competencias-para-la-insercin-laboral-abp-y-competencias>
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (2004). *El aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica*. Recuperado el 15-06-2018, de http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/abp/abp.pdf
- Jonassen, D. (1991). Evaluating constructivistic learning. *Educational technology*, 31(9), 28-33.
- Jonassen, D. (2000). El diseño de entornos constructivistas de aprendizaje. *Reigeluth, ch. (2000). Diseño de la instrucción. Teorías y modelos. Un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción parte I* (pp. 225-250). Madrid: Mc Graw Hill Aula XXI Santillana.

- Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The Expertise Reversal Effect. *Educational Psychologist*, 38(1), 23-31.
- Latapie, I. (2007). Acercamiento al aprendizaje multimedia. *Investigación Universitaria Multidisciplinaria: Revista De Investigación De La Universidad Simón Bolívar*, (6)
- 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, pp.97858-97921
- Mayer, R. E. (2005). *The cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge university press.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and instruction*, 12(1), 107-119.
- Morales, P., & Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13(1)
- Orden EDU/1564/2011, de 1 de junio, por la que se establece el currículo del ciclo formativo de Grado Superior correspondiente al título de Técnico Superior en Energías Renovables. Boletín Oficial del Estado, 138, de 10 de junio de 2011, pp. 59072-59112
- Paas, F. G. (1992). Training Strategies for Attaining Transfer of Problem-Solving Skill. *Journal of educational psychology*, 84(4), 429-434.
- Paas, F. G., & Van Merriënboer, J. J. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of educational psychology*, 86(1), 122.
- Pachman, M., Sweller, J., & Kalyuga, S. (2013). Levels of knowledge and deliberate practice. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 19(2), 108.
- Palés, J. L., & Gomar, C. (2010). El uso de las simulaciones en educación médica. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11(2), 147.
- Peterson, L., & Peterson, M. J. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology*, 58(3), 193--198.
- Prieto, L. (2006). Aprendizaje activo en el aula universitaria: el caso del aprendizaje basado en problemas. *Miscelánea Comillas.Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 64(124), 173-196.
- Quilici, J. L., & Mayer, R. E. (1996). Role of Examples in How Students Learn to Categorize Statistics Word Problems. *Journal of educational psychology*, 88(1), 144-161.

- Real Decreto 385/2011, de 18 de mayo, por el que se establece el título de Técnico Superior en Energías Renovables y se fijan las enseñanzas mínimas. Boletín Oficial del Estado, 89, de 14 de abril de 2011, pp.38481-38560
- Real Decreto 1147/2011, de 29 de julio, por el que se establece la ordenación general de la formación profesional del sistema educativo. Boletín Oficial del Estado, 182, de 30 de julio de 2011, pp.86766-86800
- Reigeluth, C. M. (2000). ¿En qué consiste la teoría de diseño educativo y cómo se está transformando? *Diseño de la instrucción: Teorías y modelos : Un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción* (1st ed., pp. 15-40) Santillana.
- Restrepo Gómez, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*, 8, 9-9-19.
- Ruiz Gutiérrez, J. M. (2008). *La simulación como instrumento de aprendizaje (evaluación de herramientas y estrategias de aplicación en el aula)*
- Salas, R. S., & Ardanza, P. (1995). La simulación como método de enseñanza y aprendizaje. *Educación Médica Superior*, 9(1), 3-4.
- Servicio de innovación educativa. Portal de innovación educativa. Universidad Politécnica de Madrid. (2008). *Aprendizaje basado en problemas. Guías rápidas sobre nuevas metodologías*. Recuperado el 28-06-2018, de https://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje_basado_en_problemas.pdf:
- Sweller, J. (2002). Visualisation and instructional design. *Proceedings of the International Workshop on Dynamic Visualizations and Learning*, 1501-1510.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-256.
- Sweller, J. (2008). Human Cognitive Architecture. In M. D. Merrill, Van Merriënboer, Jeroen J G., M. P. Driscoll & M. J. Spector (Eds.), *Handbook of research on educational communications an technology* (2008^a ed., pp. 369-381) Routledge.
- Sweller, J. (2010). Element Interactivity and Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123-138. doi:10.1007/s10648-010-9128-5
- Tabbers, H. K., Martens, R. L., & Merriënboer, J. J. (2004). Multimedia instructions and cognitive load theory: Effects of modality and cueing. *British Journal of Educational Psychology*, 74(1), 71-81.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. *Organization of Memory*, 1, 381-403.

- Tuovinen, J. E., & Sweller, J. (1999). A Comparison of Cognitive Load Associated With Discovery Learning and Worked Examples. *Journal of educational psychology*, 91(2,334-341)
- van Merriënboer, J., & Sweller, J. (2005). Cognitive Load Theory and Complex Learning: Recent Developments and Future Directions. *Educational Psychology Review*, 17(2), 147-177. doi:10.1007/s10648-005-3951-0
- Vázquez-Mata, G., & Guillamet-Lloveras, A. (2009). El entrenamiento basado en la simulación como innovación imprescindible en la formación médica. *Educación Médica*, 12(3)
- Vizcarro, C., & Juárez, E. (2008). ¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en problemas? *El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria* (1ª ed., pp. 17-36) Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones.
- Ziv, A., Ben-David, S., & Ziv, M. (2005). Simulation based medical education: An opportunity to learn from errors. *Medical Teacher*, 27(3), 193-199. doi:10.1080/01421590500126718

7. ANEXOS

7.1. ANEXO I. Análisis de módulos formativos con contenidos apropiados para el uso de la aplicación ACM.

Uno de los objetivos específicos de este TFM se corresponde con el análisis de las posibilidades formativas que ofrece el simulador y que estén dentro del ámbito curricular del ciclo formativo. En este anexo se justifican los módulos cuyos contenidos son susceptibles de ser incluidos en unidades de trabajo en las que se pueden utilizar como recurso el software propuesto ACM.

7.1.1. Competencia general del Ciclo

Según el RD.385/2011 la competencia general de este título consiste en efectuar la coordinación del montaje, puesta en servicio y gestión de la operación y mantenimiento de parques e instalaciones de energía eólica, promocionar instalaciones, desarrollar proyectos y gestionar y realizar el montaje y mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas y gestionar y supervisar el montaje y el mantenimiento y realizar la operación y el mantenimiento de primer nivel en subestaciones eléctricas.

7.1.2. Competencias profesionales, personales y sociales específicas.

De las competencias profesionales, personales, sociales y cuya adquisición de las mismas por los alumnos entran dentro del abanico pedagógico del software, son las siguientes (se respeta el índice usado en el Real Decreto):

b) Gestionar la puesta en servicio, operación y el mantenimiento de parques eólicos, partiendo de la interpretación de la información técnica contenida en proyectos y otros documentos técnicos.

c) Operar en sistemas telemático de gestión de parques eólicos adaptando el funcionamiento del conjunto a las condiciones atmosféricas y a los requerimientos de la red.

d) Realizar la operación local y el mantenimiento en parques eólicos, siguiendo los protocolos de seguridad y de prevención de riesgos reglamentarios.

e) Realizar informes y otros documentos técnicos necesarios para la gestión el montaje, mantenimiento y la operación de parques eólicos.

n) Adaptarse a las nuevas situaciones laborales, manteniendo actualizados los conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos relativos a su entorno profesional, gestionando su formación y los recursos existentes en el aprendizaje a lo largo de la vida y utilizando las tecnologías de la información y la comunicación.

ñ) Resolver situaciones, problemas o contingencias con iniciativa y autonomía en el ámbito de su competencia, con creatividad, innovación y espíritu de mejora en el trabajo personal y en el de los miembros del equipo.

De las 21 competencias profesionales, personales y sociales de toda la titulación se han seleccionado 6, lo que equivale casi a un 30% del total.

Igualmente, se seleccionan las unidades de competencia según el RD 1228/2006 de 27 de octubre y en las que el simulador puede ser usado para llegar a adquirir dichas UC, son:

UCo616_3: Gestionar la puesta en servicio y operación de instalaciones de energía eólica.

UCo617_3: Gestionar el mantenimiento de instalaciones de energía eólica.

UCo619_2: Montar y mantener instalaciones de energía eólica.

Que son todas las unidades de competencia mencionadas en el 385/2011 del 18 de marzo, excepto la UCo615_3 que está relacionada con el desarrollo de montaje de proyectos de instalaciones eólicas.

Respecto a los objetivos generales de la titulación y establecidos en el RD, respecto de los cuales el software propuesto puede ser utilizado como recurso didáctico para el aprendizaje, son los siguientes (se respeta la enumeración de la norma):

a) Identificar la composición y el funcionamiento de aerogeneradores y parques eólicos, determinando los equipos, sus partes y los parámetros esenciales para organizar el montaje.

b) Definir procesos y procedimientos de puesta en servicio, operación y mantenimiento de parques eólicos, caracterizando las fases, operaciones y recursos necesarios, para planificar y controlar su ejecución.

c) Realizar tareas de montaje y mantenimiento en parques eólicos para colaborar en la gestión de los procesos y programas de montaje y mantenimiento previstos.

d) Simular el comportamiento de aerogeneradores y parques eólicos, utilizando aplicaciones informáticas, para ajustar el punto óptimo de funcionamiento según criterios de seguridad, eficiencia y calidad en el suministro.

e) Describir los procesos de operación local, o mediante telemando, en aerogeneradores, caracterizando las tareas y los recursos necesarios, para operar en parques eólicos.

f) Identificar y caracterizar diferentes instalaciones y equipos que intervienen en los parques eólicos para operar o realizar el mantenimiento.

- g)** Realizar tareas de operación local y operación en centros de control de parques eólicos para ajustar el funcionamiento de los mismos según parámetros de máxima eficiencia y seguridad.
- p)** Analizar y utilizar los recursos y oportunidades de aprendizaje relacionadas con la evolución científica, tecnológica y organizativa del sector y las tecnologías de la información y la comunicación, para mantener el espíritu de actualización y adaptarse a nuevas situaciones laborales y personales.
- q)** Desarrollar la creatividad y el espíritu de innovación para responder a los retos que se presentan en los procesos y organización de trabajo y de la vida personal.
- r)** Tomar decisiones de forma fundamentada, analizando las variables implicadas, integrando saberes de distinto ámbito y aceptando los riesgos y la posibilidad de equivocación en las mismas, para afrontar y resolver distintas situaciones, problemas o contingencias.

7.1.3. Análisis de los contenidos de los módulos propuestos.

Si se pretende analizar el peso del uso del recurso didáctico propuesto en el ciclo de formación, es necesario relacionar los contenidos que se deben impartir en el aula, con los resultados de aprendizaje y los criterios de evaluación; todo esto para cada módulo en el que se pueda usar el simulador. Para la selección de los módulos y sus contenidos susceptibles de trabajarse con el software; se ha tenido en cuenta también la posibilidad de utilizarlo para abarcar las configuraciones de turbinas eólicas con generador síncrono. El diseño del simulador eólico está concebido para emular el comportamiento de turbinas eólicas con generadores asíncronos, que son las máquinas más abundantes actualmente en el sector de producción eólico. No obstante, la integración de sistemas de conversión total (full converter) propiciados por el desarrollo cada vez mayor de la electrónica de potencia y que se está implantando en turbinas de nueva generación, usa generadores síncronos en diferentes modalidades de excitación. Aun así, cuando se pretenda desarrollar unidades didácticas que incluyan los generadores síncronos para producción en turbinas eólicas, el simulador sigue siendo igualmente válido para simular el comportamiento de la máquina. Los parámetros físicos y mecánicos son exactamente los mismos a tener en cuenta, con la salvedad que el tren de potencia es mucho más pequeño al no disponer de multiplicadora de revoluciones (Gearbox). Todos los controles de máquina, procedimientos de arranque, parada, regulación (pitch) y los sistemas auxiliares de frenado y seguridad son esencialmente idénticos. Por tanto, podemos considerar que para el desarrollo de los contenidos que

pertenecen a la generación de turbinas de energía, con alternadores o generadores síncronos, puede ser utilizado el simulador propuesto. Se considera una ventaja disponer de recursos que permitan un aprendizaje del funcionamiento de las turbinas en casos más complejos (asíncronas), ya que en los casos más simples (turbinas síncronas) se trataría sólo de una simplificación de los sistemas del tren de potencia. Los parámetros eléctricos del sistema de conversión total no se podrían abarcar con este software, pero la profundización en los sistemas electrónicos, que no sean conceptuales, está fuera del alcance del currículo de los módulos del ciclo formativo en estudio.

Dicho esto, se han seleccionado tres (3) módulos pertenecientes al ciclo en los que potencialmente, por contenidos curriculares, el simulador se presta para ser usado como recurso didáctico significativo.

Los módulos seleccionados son:

- Sistemas eléctricos en Centrales. Código: 0668
- Gestión del montaje de parques eólicos. Código: 0683.
- Operación y mantenimiento de parques Eólicos. Código: 0684.

En el módulo de Telecontrol y Automatismos (no incluido en el listado) hay contenidos, como es la utilización de aplicaciones de control automático con software tipo SCADA, que se pueden ilustrar a través del simulador SCADA integrado en la aplicación. También se puede utilizar cualquiera de los simuladores de turbinas para indicar la posición de captadores y transductores, de qué tipo son aquellos que se utilizan para traducir las variables físicas o eléctricas, en señales interpretables por los sistemas de control. Aparte de estos dos ejemplos, no se ha detectado resultados de aprendizaje, en los que éste simulador eólico, sea una aportación significativa para el aprendizaje en este otro módulo.

A continuación se muestran las tablas pertenecientes a cada módulo analizado del ciclo, con los contenidos relacionados y que pueden ser evaluables con el uso del simulador. El objetivo de estas tablas es clasificar los requisitos de la normativa, tanto en contenidos como en resultados de aprendizaje, para que sirva de guía al docente para elaborar las unidades de trabajo. Se identifican directamente los contenidos que pueden desarrollarse directamente con el uso del simulador.

Tabla 8. Sistemas eléctricos en centrales. Contenidos relacionados

CONTENIDOS	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<p>a) Características de los sistemas eléctricos: -Tipos de generadores. (asíncronos). -Características y utilización. (asíncronos)</p>	<p>1. Caracteriza sistemas eléctricos, interpretando esquemas e identificando sus características.</p>	<p>b) Se ha distinguido el subsistema de generación de energía eléctrica.</p>
<p>d) Características eléctricas de las máquinas eléctricas rotativas y estáticas: -Clasificación de máquinas eléctricas. -Máquinas rotativas. -Generadores eléctricos. -Tipos de generadores eléctricos. -Funciones generales de los generadores eléctricos. -Funcionamiento del generador asíncrono. -Constitución del generador asíncrono. -La placa de características en las máquinas rotativas. -Cálculos básicos de las máquinas rotativas: Par, velocidad, tensión, intensidad, resistencia de aislamiento, factor de potencia. -Curvas características.</p>	<p>4. Distingue las características de las máquinas eléctricas estáticas y rotativas, especificando su constitución y valores.</p>	<p>a) Se han clasificado las máquinas eléctricas. b) Se ha reconocido la constitución de las máquinas eléctricas. (generadores asíncronos) c) Se ha enunciado el principio de funcionamiento de las máquinas eléctricas rotativas. d) Se han identificado las características de las máquinas eléctricas rotativas. f) Se han enumerado las magnitudes nominales en la placa de características. g) Se han realizado cálculos de comprobación de las características descritas en la documentación técnica. h) Se han identificado los elementos auxiliares que componen las máquinas eléctricas. i) Se han realizado operaciones de puesta en marcha de máquinas rotativas y estáticas.</p>
<p>h) Características de los parámetros de calidad de la energía eléctrica: -Calidad de energía eléctrica. - -Variaciones de la tensión suministrada. -Variaciones rápidas de tensión. -Huecos de tensión. -Interrupciones breves de la tensión suministrada. -Continuidad del suministro.</p>	<p>8. Caracteriza los parámetros de calidad de la energía eléctrica, aplicando la normativa vigente nacional e internacional y relacionándolos con los sistemas de alimentación y suministro.</p>	<p>a) Se ha identificado la normativa nacional e internacional relacionada con la calidad de la energía eléctrica. b) Se han precisado las características de la alimentación en baja tensión. c) Se han reconocido las características de la alimentación en media tensión. d) Se ha definido la continuidad del suministro de energía eléctrica. g) Se han identificado los problemas causados por una mala calidad de la energía eléctrica. h) Se han identificado los equipos que mejoran la calidad de la energía eléctrica.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 9. Gestión del montaje de parques eólicos. Contenidos relacionados

CONTENIDOS	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<p>a) Caracterización del funcionamiento de centrales de energía eólica:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Sistemas de aprovechamiento eólico. -Meteorología, viento y energía eólica. -Parques eólicos. Composición y funcionamiento. -Emplazamiento e impacto ambiental. -Funcionamiento global y configuración de la instalación. -Sistemas de seguridad en el funcionamiento de las instalaciones. -Especificaciones y descripción de equipos y elementos constituyentes de una instalación de energía eólica: aerogeneradores, torres, góndolas, palas, rotor y multiplicadoras. -Generadores. Tipos. Generadores síncronos y asíncronos. 	<p>1. Caracteriza las instalaciones de energía eólica, considerando sus elementos y reconociendo su función.</p>	<ul style="list-style-type: none"> a) Se han identificado los sistemas de aprovechamiento eólico. b) Se han clasificado los tipos de instalaciones eólicas. c) Se ha descrito el funcionamiento de una instalación de energía eólica. d) Se han reconocido los elementos principales que constituyen una instalación de energía eólica. e) Se han especificado las características de torres y góndolas. f) Se han reconocido las características de palas, rotor y multiplicadoras. g) Se han clasificado los distintos tipos de generadores eléctricos empleados en instalaciones eólicas. h) Se han reconocido transformadores, equipos de medida, y control y evacuación de energía. i) Se han interpretado los esquemas funcionales de instalaciones eólicas.
<p>f) Montaje de aerogeneradores:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Comprobación de presencia de energía generada. Medidas de voltaje, intensidad y potencia entre otras. 	<p>6. Realiza las operaciones de montaje de un aerogenerador de un parque eólico, utilizando una situación real o simulada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> i) Se ha verificado la señal de salida a red. j) Se han ajustado los parámetros de salida.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 10. Operación y mantenimiento de parques eólicos. Contenidos relacionados

CONTENIDOS	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<p>a) Caracterización de procesos de la puesta en marcha de instalaciones eólicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tipos de aerogeneradores: Por tipo de eje, por orientación, por número de palas, por control de potencia. -Partes de un aerogenerador. -Principio de funcionamiento de un aerogenerador. -Puesta en marcha de un aerogenerador: Equipos necesarios, parámetros que hay que controlar. 	<p>1. Caracteriza los procesos de puesta en marcha de instalaciones de energía eólica, utilizando la documentación existente.</p>	<p>a) Se han identificado las diferentes partes de la instalación de energía eólica que intervienen en la puesta en marcha.</p>
<p>b) Realización de las operaciones de puesta en marcha, regulación y control:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Maniobras de puesta en servicio y paro de la instalación. -Procedimientos de seguridad. -Protocolos para la puesta en tensión de instalaciones. -Comprobación de subsistemas de orientación, frenado y pitch. -Tipos de control. -Principios de regulación y control. -El ordenador como elemento de control. -El autómata programable. -Circuitos típicos de control neumático, hidráulico y eléctrico en aerogeneradores. -Medida de variables físicas. Transductores. 	<p>2. Realiza las operaciones de puesta en marcha, regulación y control de instalaciones de energía eólica, simulando el procedimiento establecido y cumpliendo las especificaciones:</p>	<p>a) Se ha realizado la puesta en marcha y de parada del aerogenerador. b) Se ha verificado el sistema de orientación. c) Se ha regulado la velocidad de funcionamiento y la potencia generada en el aerogenerador. d) Se han realizado medidas de temperatura. e) Se han medido valores de presión en el grupo hidráulico. f) Se han medido velocidades del rotor. g) Se han controlado los parámetros de funcionamiento ajustándolos a sus valores de diseño. h) Se ha valorado la información suministrada por los registros. i) Se han procedimentado la operación de control del sistema.</p>

<p>d) Definición de procedimientos para el mantenimiento preventivo y correctivo de instalaciones de energía eólica:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Medidas de parámetros. -Procedimientos de obtención y registro. -Históricos de registros. -Actuaciones de mantenimiento basada en históricos. -Sistemas de monitorización de vibraciones. Medición de vibraciones 	<p>4. Define los procedimientos para el mantenimiento preventivo y correctivo de instalaciones de energía eólica, utilizando la documentación existente.</p>	<p>d) Se han diagnosticado diferentes averías y disfunciones en las instalaciones.</p>
<p>e) Realización del mantenimiento preventivo de instalaciones de energía eólica:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tipología de averías. Averías eléctricas. Averías mecánicas. Averías atmosféricas. 	<p>5. Realiza el mantenimiento preventivo de una instalación de energía eólica, utilizando los medios y procedimientos establecidos.</p>	<p>g) Se han evaluado los valores de temperatura en equipos, elementos y conducciones.</p>
<p>f) Realización del mantenimiento correctivo de instalaciones de energía eólica:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Diagnóstico de averías en instalaciones de energía eólica. 	<p>6. Realiza el mantenimiento correctivo de una instalación de energía eólica, atendiendo a las características técnicas de los equipos e instalaciones.</p>	<p>a) Se han identificado las posibles averías y sus causas.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2018

7.1.4. Conclusión del análisis

Como conclusión, de este análisis, se llega a la conclusión que la utilización del simulador de ACM, no se puede solo acotar a los módulos eólicos, sino también al módulo de sistemas eléctricos en centrales.

Aparte de este análisis, si tratamos de llegar a una visión de conjunto desde la perspectiva del centro educativo, podríamos comprobar que otros módulos tecnológicos, con contenidos de máquinas eléctricas, podrían beneficiarse de la adquisición de este software de simulación en tiempo real.

7.2. Anexo II. Enunciado de actividades

Actividad 1. Conocimientos previos de máquinas eólicas horizontales de gran potencia (HAWT). Partes que la componen. Actividad individual. (15 min)

Esta actividad tiene como objetivo ponderar el nivel de conocimientos previos de cada alumno. EL RESULTADO DE ESTA ACTIVIDAD SIRVE DE INFORMACIÓN PARA EL PROFESOR/RA SOBRE CONOCIMIENTOS BÁSICOS DEL GRUPO-CLASE.

a) Dada la figura, identifica cada uno de los nombres de la lista con el sistema concreto que indican las flechas.

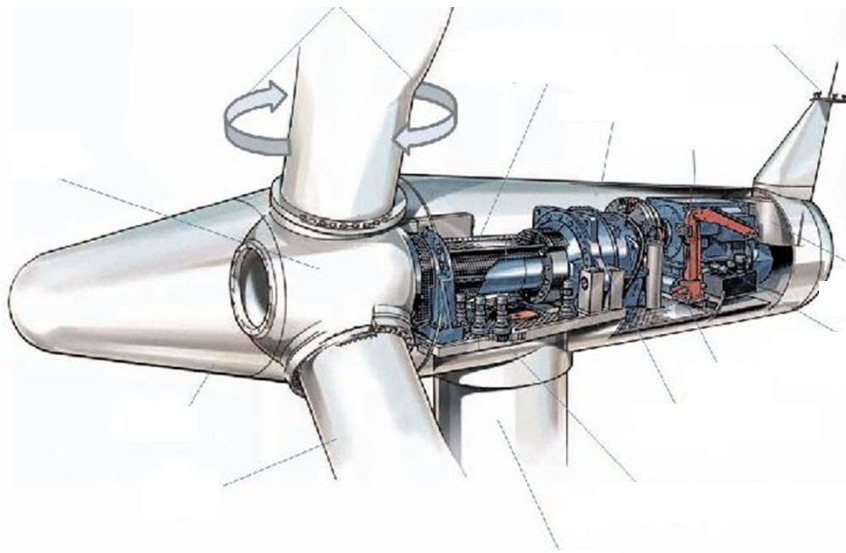


Figura 6. Partes de una turbina eólica. Fuente: www.aulafacil.com

Hub	Eje de baja
Pitch	Góndola
Rotor	Generador
Pala	Veleta
Eje de alta	Controlador
Freno	Multiplicadora
Mecanismo de orientación	Torre

b) Identifica de nuevo cada uno de los sistemas que señalan las flechas, pero esta vez, pon los nombre en inglés, según el argot profesional por el que se les conoce.

Si después de 3 minutos no has podido completarlos todos, acude al glosario que está en el siguiente link:

<http://xn--drmstrre-64ad.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/es/glossary.htm>

Actividad 2. Asesoramiento a la planificación estratégica de misiones de pacificación, servicios básicos a la población civil. Actividad en grupo.

El regimiento Soria 9, con base en la isla de Fuerteventura, se encuentra en fase de planificación estratégica para posibles misiones de pacificación en zonas de conflicto internacional.

Como ejercicio de preparación estratégica, las unidades de apoyo logístico del regimiento se preparan para los hipotéticos escenarios en los que se puedan requerir su actuación.

La experiencia acumulada en tantas y variadas misiones internacionales, en las que España ha participado, ha llevado a una importante conclusión: el factor que más influye en el éxito de la misión, es la aceptación de las tropas de pacificación por parte de la población civil.

Después de un periodo de conflicto bélico, el mayor anhelo de la población civil es tener una garantía firme de seguridad, junto con una recuperación de la estabilidad asistencial, económica y social.

El apoyo en la asistencia médica básica y especializada es una solicitud muy común de la población civil en estas zonas.

Otra demanda generalizada de la población es el apoyo para el suministro de recursos básicos, como son el agua y la energía. Normalmente los servicios de agua y energía son dependientes entre sí. Es precisamente en este aspecto donde las unidades de apoyo logístico necesitan replantear su formación y preparación.

Los servicios de planificación se han dado cuenta que, un porcentaje muy elevado de las potenciales zonas de misión, tienen un perfil común de los sistemas de generación de energía y producción de agua potable. Respecto a la energía, poseen centrales de generación eléctrica a fuel o a gasoil apoyados por pequeños parques eólicos. En lo referente al agua, dependen de la desalación por osmosis inversa para el suministro de agua potable.

Las unidades de apoyo logístico cuentan con profesionales cualificados y con experiencia más que suficiente sobre el terreno para ocuparse de la generación a fuel o gasoil, incluso para la producción de agua potable con tecnología de osmosis

inversa. Pero no cuentan con personal formado para la supervisión y control de parques eólicos. Ya se ha comprobado que la introducción de personal no militar para labores de asesoramiento técnico, es muy complicado y peligroso en las zonas de misión. Necesitan poder disponer de alternativas para la gestión de los parques eólicos durante la misión.

Hay que tener en cuenta que, comparado con Europa, estos países han comenzado a desarrollarse energéticamente mucho más tarde y han podido aprovecharse del desarrollo tecnológico de las energías respetuosas con el medio ambiente (eólica y fotovoltaica). El consumo energético per cápita en estas zonas es menos de la quinta parte que en cualquier país europeo, esto se explica por ser países poco industrializados y la población, en general, tiene un acceso más restringido a la energía eléctrica. Por esto, el kilovatio de potencia instalada en energía eólica tiene una repercusión mucho mayor en el mix energético local, en comparación con países europeos.

Otro denominador común en estas potenciales zonas de misión, es que la industria turística está comenzando a surgir como un motor de su economía. Siendo este sector un vector importante del consumo actual de energía y agua en comparación con la población civil.

Los servicios de logística del regimiento Soria 9, nos piden ayuda para la formación de sus unidades en la operación de parques eólicos en las circunstancias descritas. Se espera que el departamento de energía y agua del centro, elabore un manual de operación genérico que sirva de referencia a los servicios logísticos del regimiento. Considerando los siguientes aspectos:

- (1) El perfil tipo descrito de la zona de misión (información facilitada por el regimiento). Por razones obvias, no se puede facilitar la información sobre la ubicación concreta de las zonas que se están estudiando.
- (2) Los diferentes tipos de máquinas eólicas que se pueden encontrar.
- (3) Las condiciones meteorológicas de la zona que afecten a la producción eólica.
- (4) Que se identifiquen variables y medidas de mantenimiento importantes.
- (5) Debe contener instrucciones para la interpretación de los datos más comunes y necesarios para la operación de las máquinas eólicas.

Perfil tipo:

-País con acceso al mar.

-Ubicación del parque eólico, entre los 50 y 150 metros de altura, respecto al nivel del mar.

- País localizado en latitudes subtropicales o tropicales.
- En algún periodo del año hay diferencias importantes entre la temperatura diurna y nocturna, así como ráfagas tempestivas importantes.
- Mix energético compuesto por generadores de recursos fósiles y generación eólica y fotovoltaica. Penetración media de la producción eólica entre el 25 y 35%.
- Producción de agua potable por osmosis inversa.
- El estado de conservación y mantenimiento de las redes eléctricas no es el adecuado.

Asesoramiento profesional:

Para dar una solución al problema que se nos plantea, los alumnos tendrán la ayuda de tres (4) asesores profesionales a los que se les pueden hacer preguntas.

- (1) El jefe del departamento de formación de ACM se ha ofrecido para tener una webinar donde explica los conceptos básicos de su simulador eólico, los alumnos podrán realizar preguntas.
- (2) El jefe del regimiento pone a nuestra disposición a uno de sus oficiales con experiencia en misiones de pacificación internacional. Les dará una charla sobre los retos a los que se enfrentan las tropas en misiones de pacificación, la asistencia a la población civil y el apoyo en los servicios básicos de la sociedad.
- (3) Un asesor técnico de una empresa de generación de energía y agua. Dicha empresa está ubicada en un país que cumple con el perfil facilitado por el regimiento. Se realizará una charla por video-conferencia (Skype) desde el aula.
- (4) El profesor del módulo OEQ, cuenta con experiencia en sistemas aislados cuyo mix energético incluye otras energías renovables.
- (5) Los alumnos pueden hacer consultas a otros expertos que consideren oportuno.

Actividad complementaria: Visita a un parque eólico

Está organizada una visita al parque eólico de Cañada de la Barca en horario de mañana.

7.3. Anexo IV. Modelos de documentos y Rúbricas

Tabla 11. Modelo encuesta de satisfacción

Encuesta de satisfacción					
<p>El departamento de Energía y Agua del centro, necesita de tu opinión para mejorar en las metodologías que se implantan en las aulas. Te solicitamos que colabores para conocer tu grado de satisfacción.</p> <p>Por favor, responde a tus preguntas del 1 al 5, siendo (1) el grado inferior de calificación y (5) el máximo.</p> <p>Este cuestionario estará disponible en la Moodle del módulo correspondiente y será totalmente anónimo. El sistema no permite que se identifique al alumno.</p> <p>1. Puntúa los siguientes aspectos según tu grado de satisfacción.</p>					
	1	2	3	4	5
La actividad propuesta me ha parecido interesante					
El desarrollo del proyecto me ha ayudado a comprender los contenidos didácticos					
La metodología me ha parecido adecuada, comprensible, fácil					
El trabajo en equipo me ha resultado gratificante					
El profesor se ha involucrado en mi trabajo y me ha guiado correctamente					
En términos generales, indica tu grado de satisfacción de la actividad y la metodología					
<p>2. Ayúdanos con tus sugerencias. ¿Qué aspectos consideras que son mejorables?</p> <p>¡Gracias por tu colaboración!</p>					

Fuente: Gómez (2012)

Tabla 12. Modelo acta de sesión

Acta de sesión nº ... (Actividad	
Participantes:	Roles
	Interlocutor:
	Secretario:
Resumen de Sesión:	
Objetivos acordados para esta sesión:	
Tareas desarrolladas	
Título	Estado

Fuente: Gómez (2012)

Tabla 13. Modelo coevaluación de grupo

Coevaluación de grupo					
<p>Por favor, rellena este cuestionario de evaluación para cada uno de tus compañeros de grupo.</p> <p>Responde a las preguntas usando una escala del 1 al 5, donde (1) es el grado inferior de calificación y (5) es el máximo.</p> <p>Este cuestionario estará disponible en la Moodle del módulo correspondiente y NO será anónimo.</p>					
Actividad n°:					
Número o nombre de equipo:					
Nombre de compañero/a evaluado:					
	1	2	3	4	5
Aporta información nueva en las discusiones que realiza el grupo					
Asiste a clase con el material leído y necesario para avanzar de forma satisfactoria en las discusiones de grupo					
Asiste a las actividades de grupo. Es puntual					
Contribuye a las discusiones en grupo					
Presenta y comunica sus ideas y argumentos de forma clara y razonada					
Realiza preguntas que promueven un entendimiento con mayor claridad y profundidad					
Termina todos los trabajos asignados al grupo a tiempo					
Tiene conocimientos sobre la información que se discute					
Utiliza diversos recursos cuando quiere entender y explicar una idea					

Fuente: Gómez (2012)

Tabla 14. Modelo de autoevaluación del alumno

Autoevaluación del alumno					
<p>Por favor, rellena este cuestionario personal. Responde a las preguntas usando una escala del 1 al 5, donde (1) es el grado inferior de calificación y (5) es el máximo.</p> <p>Este cuestionario estará disponible en la Moodle del módulo correspondiente y No será anónimo.</p>					
Actividad n°:					
Nombre del alumno:					
N° de grupo o nombre de equipo:					
	1	2	3	4	5
Mi asistencia a clases fue perfecta (no perdí clases por cualquier motivo) y siempre llegué a tiempo					
Participé, de forma muy activa, en mi equipo y grupo de estudio. Mis aportaciones enriquecieron el pensamiento de los demás integrantes del equipo					
Fui un participante activo en las discusiones del grupo					
Completé todas las lecturas requeridas en el proyecto					
Fui responsable de establecer y respetar los plazos de entrega de mis trabajos. Terminé todas mis tareas a tiempo					
Logré avanzar en la comprensión de los temas estudiados. Fui capaz de terminar los factores más significativos y de entender su importancia más allá de los límites del aula					
Mi trabajo en los equipos y en las discusiones con todo el grupo reflejó una valoración de los pensamientos e ideas de los demás					
Aprendí a apreciar el valor de la autoevaluación. Soy capaz de analizar mis fortalezas y debilidades					
Considerando todo el trabajo que realizaste, indica la calificación final que refleja tu trabajo en esta UT					
Argumenta tu calificación					
Comentarios adicionales					

Fuente: Gómez (2012)

Tabla 15. Modelo de autoevaluación del profesor

Autoevaluación del profesor	
Actividad n°:	
Nombre de la actividad:	
Ciclo Formativo/módulo	
Fecha de realización	
¿Conseguí que los/las estudiantes comprendieran el problema y el proceso que debían seguir para resolverlo?	
¿He creado un ambiente libre de riesgos para mis alumnos/as?	
¿Hice que el problema interesase a mis estudiantes?	
¿He creado una atmósfera de confianza en la que los/as estudiantes se sienten cómodos a la hora de evaluarse a sí mismos con imparcialidad y honestidad?	
¿Les animé a reflexionar y a usar tareas de razonamiento como la evaluación, el resumen, la comparación o la síntesis?	
¿Me aseguré que todos los integrantes contribuyen con su trabajo?	
¿Proporcione guía pero sin tomar el control?	

Fuente: Gómez (2012)

Tabla 16. Modelo de evaluación del profesor por parte del alumno

Evaluación del profesor por parte del alumno							
<p>Por favor, rellena este cuestionario personal. Responde a las preguntas usando una escala del 1 al 5, donde (1) es el grado inferior de calificación y (5) es el máximo.</p> <p>Este cuestionario estará disponible en la Moodle del módulo correspondiente y será anónimo.</p>							
Actividad n°:							
Profesor:							
Fecha inicio de actividad		Fecha finalización de actividad					
			1	2	3	4	5
Sabe trabajar de forma adecuada con el ABP							
Comprende lo que los/las estudiantes pueden aprender en el tiempo disponible							
Muestra entusiasmo por la actividad							
Está interesado en el aprendizaje de los/las estudiantes							
Proporciona feedback útil							
Formula preguntas abiertas y desafiantes							
Dirige a fuentes de información y materiales útiles para el aprendizaje							
Ayuda al grupo a enfocarse en los objetivos y en los temas sobre los que deben aprender							
Reorienta al grupo cuando es necesario							
Facilita feedback y evaluación							
Fomenta el pensamiento crítico							

Fuente: Gómez (2012)

Tabla 17. Modelo de evaluación de la UT por el profesor

Evaluación de la UT por el profesor		
Actividad n°:		
Nombre de la actividad:		
Ciclo Formativo/módulo:		
Fecha de realización:	N° de grupos:	N° de sesiones:
¿Construye a habilidades de razonamiento?		
¿El problema es adecuado para ser utilizado en este nivel?		
¿Es interesante para los/las estudiantes?, ¿se conectan con él?		
¿Facilita el desarrollo de las habilidades?		
¿Promueve el uso de recursos variados?		
¿Satisface los objetivos clave del programa del curso?		

Fuente: Gómez (2012)

Tabla 18. Rúbrica para calificación de portafolio

Indicadores	Muy bien Sobresaliente (9-10)	Medio Notable (7-8)	Regular Suficiente (6-5)	Bajo Insuficiente (<5)
La información es significativa para la solución del problema	Toda la documentación aporta relevancia para los objetivos del problema.	La mayoría de la información se ajusta a los objetivos del problema	Tan sólo un 50% de la documentación aportada se ajusta a las necesidades reales del problema.	La información aportada es inconexa y no se relaciona con la solución del problema.
Su investigación sigue una cronología coherente	Demuestra mucho orden y criterio en sus anotaciones, sigue un patrón de investigación detallado.	Demuestra un buen criterio en su investigación. El patrón que sigue en su investigación es adecuado.	Demuestra que conoce los objetivos pero no escoge la línea de investigación adecuada.	No demuestra conocimiento de los objetivos y no sigue un patrón concreto en su investigación.
Nivel de concreción de la información	Demuestra mucha capacidad para extraer conclusiones y detalles importantes de la información seleccionada	Extrae conclusiones útiles de la información seleccionada	Aunque trabaja con información relevante, sus conclusiones son muy superficiales.	Extrae conclusiones erróneas de su información clasificada
La información se ajusta a los criterios y decisiones del grupo	Ha seguido completamente las indicaciones del grupo en las tareas encomendadas	Ha seguido la mayor parte de las tareas encomendadas.	Ha seguido indicaciones del grupo pero sin profundizar en la tarea encomendada.	La información recabada no se ajusta a los solicitado por el grupo.
Realiza demostraciones técnicas de sus conclusiones	Ha experimentado con el simulador los protocolos más importantes y además, ha realizado otras prácticas complementarias útiles para la solución al problema.	Ha experimentado con el simulador los protocolos más importantes y necesarios.	Ha experimentado con el simulador protocolos básicos, pero no los ha completado todos.	No ha realizado prácticas suficientes con el simulador.

Fuente: Elaboración propia, 2018

Tabla 19. Rubrica de documento final, exposición y acta de sesión

Indicadores	Muy bien Sobresaliente (9-10)	Medio Notable (7-8)	Regular Suficiente (6-5)	Bajo Insuficiente (<5)
RÚBRICA DEL DOCUMENTO FINAL (SOLUCIÓN DEL PROBLEMA)				
Demuestran conocimiento del problema	El conocimiento del problema planteado es completo	Consideran la mayoría de los aspectos que aborda el problema	Consideran los aspectos más importantes del problema, pero no todos	Desconocen el objetivo del problema y divagan mucho en sus conclusiones
Los puntos tratados se ajustan al objetivo del problema	Todos los puntos que desarrollan se ajustan a una solución que cumple los objetivos	La mayoría de los puntos tratados están relacionados con la consecución de los objetivos del problema.	Se desarrollan los puntos suficientes para la consecución de los objetivos del problema	No se desarrollan los puntos suficientes para elaborar una solución al problema
Identifican los elementos de una máquina eólica y sus funciones	La identificación de la totalidad de elementos de las distintas máquinas es completa y exhaustiva, así como todas sus funciones	Se identifican los elementos principales de los distintos tipos de máquinas, así como sus funciones	Se identifican los elementos esenciales de las máquinas eólicas y sus funciones principales	Faltan elementos principales por identificar y sus correspondientes funciones
Conocen y aplican protocolos de puesta en marcha, paro y emergencia	Conocen y han experimentado con el simulador todos los protocolos, para cada uno de los tipos de máquina, detallándolo.	Conocen y han aplicado con el simulador los protocolos principales de marcha, paro y emergencia, para cada tipo de máquina	Han aplicado con el simulador los protocolos básicos para cada máquina.	No han aplicado con el simulador todos los protocolos básicos.
Identifican y valoran datos de la máquina	Reconocen alarmas, mensajes y funciones del control de máquina. Relacionan acertadamente las implicaciones de cada una de ellas.	Identifican la información recibida del control y establecen relaciones, no todas acertadas.	Son capaces de diferenciar la mayoría de los datos del control y establecen algunas relaciones entre los sistemas implicados.	Sólo identifican algunas funciones y datos del control. No son capaces de identificar relaciones entre el conjunto de datos.
Analizan aspectos relevantes de gestión de parques eólicos	Analizan con perspectiva global las variables eléctricas de interconexión a la red, establecen criterios de prioridad de funcionamiento de aerogeneradores, calculan la potencia rodante necesaria para el mix en caso de fallo general, potencia activa y reactiva, etc.	Reconocen la importancia del control de las variables eléctricas. No se establecen criterios de operación entre aerogeneradores. Se consideran potencias activas y reactivas para interconexión.	Se identifican las variables eléctricas más significativas pero no se establecen criterios de prioridad de funcionamiento. No se analizan efectos de las potencias activa y reactiva para la interconexión.	No se identifican variables importantes para la gestión de parque eólicos, ni criterios de prioridad de funcionamiento. No se analizan efectos de las potencias activa y reactiva para la interconexión a red.

Indicadores	Muy bien Sobresaliente (9-10)	Medio Notable (7-8)	Regular Suficiente (6-5)	Bajo Insuficiente (<5)
Analizan convenientemente medidas de prevención de riesgos profesionales y medio ambiente	Se establecen todas las medias de prevención para riesgos eléctricos, mecánicos y altura. Se detallan todas las medidas de prevención para evitar riesgos de contaminación al medio ambiente.	Se establecen la mayoría de las medias de prevención para riesgos eléctricos, mecánicos y altura. Se nombran algunas de las medidas de prevención para evitar riesgos de contaminación al medio ambiente.	Se establecen las medias básicas de prevención para riesgos eléctricos, mecánicos y altura. Las medidas de contención para riesgos medioambientales no se desarrollan suficientemente.	El análisis de las medidas de prevención de riesgos y medioambientales es insuficiente y no se establecen medidas básicas.
El contenido del manual se presenta con un orden lógico	Se usa una secuencia adecuada para presentar la información, siguiendo el índice general facilitado por el asesor profesional.	Se usa el índice general pero se han cambiado algunos puntos del orden establecido.	Se usa el índice general, pero muchos puntos se han cambiado de orden.	No se ha respetado el contenido esencial del índice general.
Aportan datos en el documento extraídos de opiniones de asesores profesionales	Se incluyen datos y criterios relevantes obtenidos de otros profesionales. Aprovechando la información facilitada para concretar los objetivos de la actividad	Han considerado algunos datos y criterios obtenidos de los profesionales que han impartido charlas al aula.	Han considerado alguna información facilitada por los asesores, pero no han aprovecharlo convenientemente para plasmarlo en el documento.	No han tenido en cuenta información relevante aportada por los asesores profesionales.
RÚBRICA DE EXPOSICIÓN EN GRUPO				
La exposición se ajusta en tiempo previsto	Se cumple el tiempo de exposición y los contenidos son los apropiados.	Se extiende hasta 5 minutos del tiempo previsto pero los contenidos son apropiados y relacionados con los objetivos de la exposición	Se extienden más de 20 minutos y aportan algunos contenidos poco relacionados.	Los contenidos de la exposición no se ajustan a los objetivos pedidos.
En la exposición usan lenguaje propio del argot profesional	Conocen las denominaciones técnicas de todos los elementos y utilizan el argot profesional con soltura.	Conocen todas las funcionalidades de los elementos, pero algunos términos no los nombran adecuadamente.	Conocen todas las funcionalidades de los elementos, pero sólo dominan las denominaciones de los principales.	No utilizan denominaciones del argot profesional y presentan dudas sobre las funcionalidades de algunos elementos.
En la exposición presentan los puntos más importantes para la solución del problema	Nombran los criterios fundamentales que han seguido y los relacionan con la solución	Presentan la solución adoptada para el problema pero no especifican de una	La selección de criterios que han escogido para la presentación no son los más	No se exponen criterios válidos para la solución del problema. Son inconexos con la

Indicadores	Muy bien Sobresaliente (9-10)	Medio Notable (7-8)	Regular Suficiente (6-5)	Bajo Insuficiente (<5)
	que han adoptado para el problema	manera integral todos los criterios que han tenido en cuenta.	representativos ni los más importantes.	solución que presentan.
RÚBRICA ACTAS DE SESIÓN				
Trabajo en equipo	El equipo escucha, comparte y apoya el esfuerzo de otros. Se mantienen unidos en las decisiones adoptadas y adoptan el los fracasos como grupo.	El equipo en ocasiones escucha, comparte y apoya el esfuerzo de otros. Gestionan bien los conflictos de opiniones que pueda haber.	El equipo tiende a trabajar más individualmente. Como grupo escuchan, comparten y apoyan el esfuerzo de otros, pero prefieren limitarse a repartir el trabajo y hacerlo independientemente uno de otros.	Con mucha frecuencia, no escuchan, ni comparten ni se apoyan entre ellos. Es muy difícil que lleguen a algún acuerdo. Alguno de los miembros es muy dominante y con alta capacidad de división.
Cada miembro adopta su rol correspondiente a cada sesión	Todos los miembros son capaces de desempeñar su rol correspondiente en cada sesión. Los compañeros respetan al interlocutor y facilitan la función del secretario.	Los miembros adoptan su rol en la mayoría de los casos. Alguno de los miembros tiene dificultades para liderar el equipo. Existe siempre respeto mutuo a la función del compañero.	El equipo tiende a ceder la función de interlocutor a una misma persona, aunque ésta no sea la que le corresponda en cada sesión.	Los miembros del equipo no se ajustan a los roles impuestos para cada sesión. Falta orden y liderazgo
Los miembros organizan su trabajo individual acorde con las decisiones del grupo	Todos los miembros realizan las tareas individuales que el grupo decide. Cumplen individualmente con su cometido en tiempo y forma.	Alguno de los miembros del grupo no cumple con el cometido asignado en tiempo, pero si en forma.	Varios miembros no cumplen con las tareas encomendadas por el grupo, ni en tiempo ni en forma.	La mayoría de los miembros no cumplen con las tareas encomendadas, ni en tiempo ni en forma.

Fuente: Elaboración propia, 2018

7.4. Anexo V. Ilustraciones del Interfaz ACM

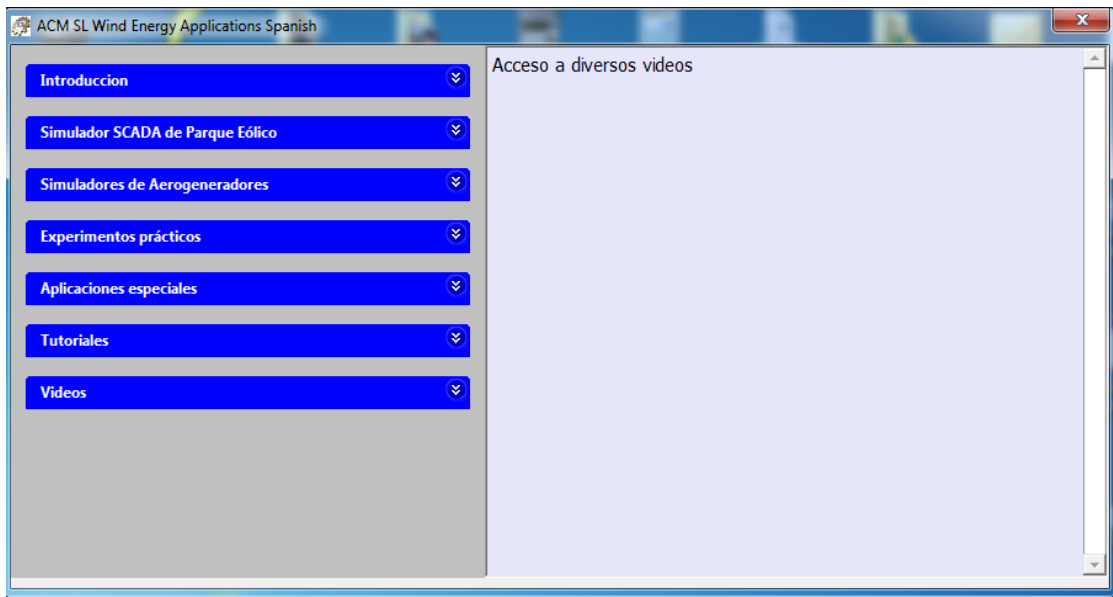


Figura 7. Ventana principal del simulador. Fuente: www.acm-sl.com

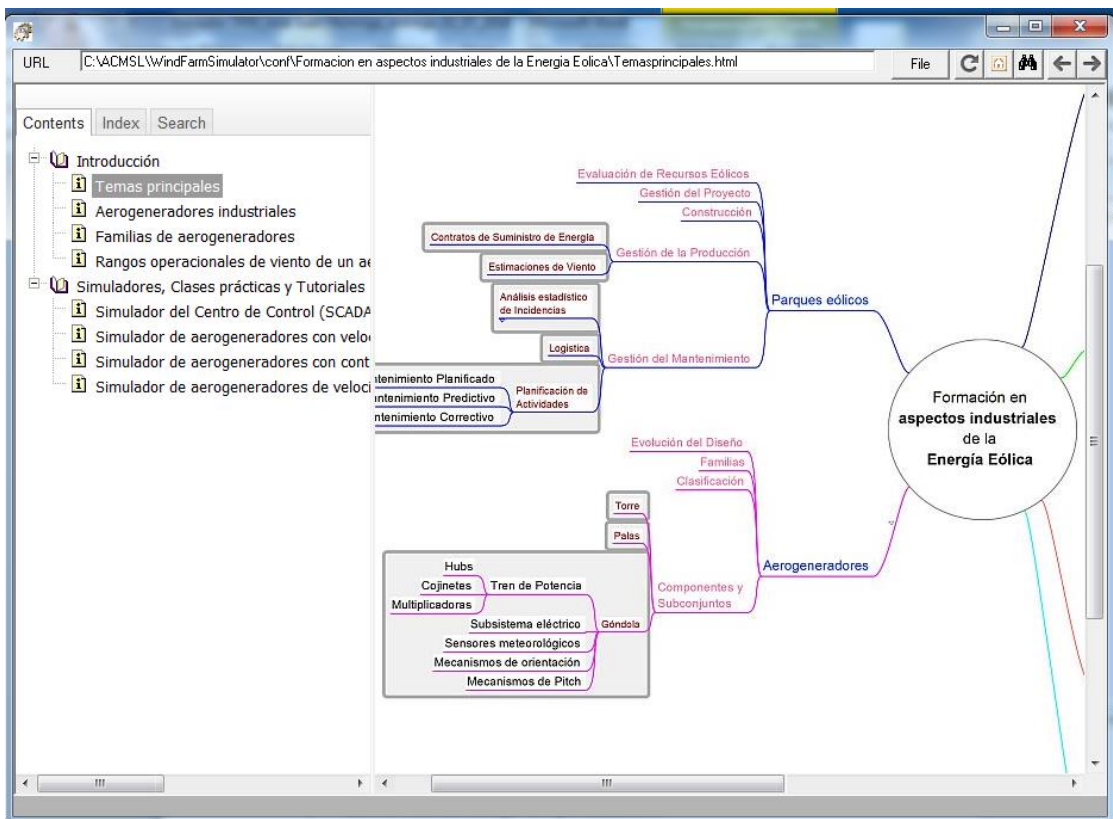


Figura 8. Ventana tutorial. Aspectos industriales. Fuente: www.acm-sl.com

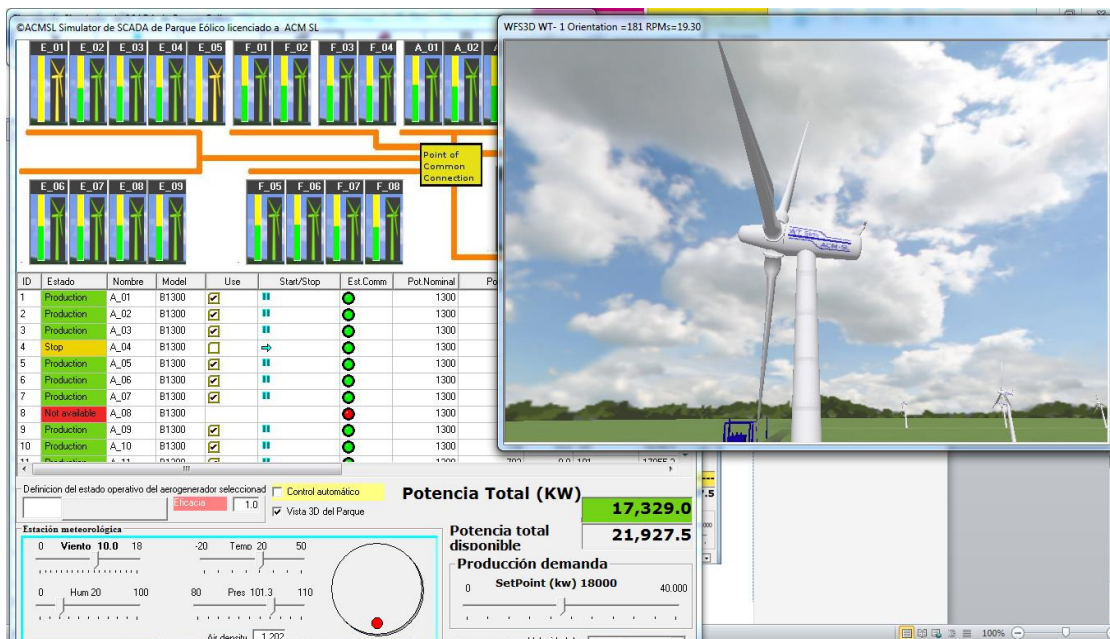


Figura 9. Ventana de control SCADA. Fuente: www.acm-sl.com

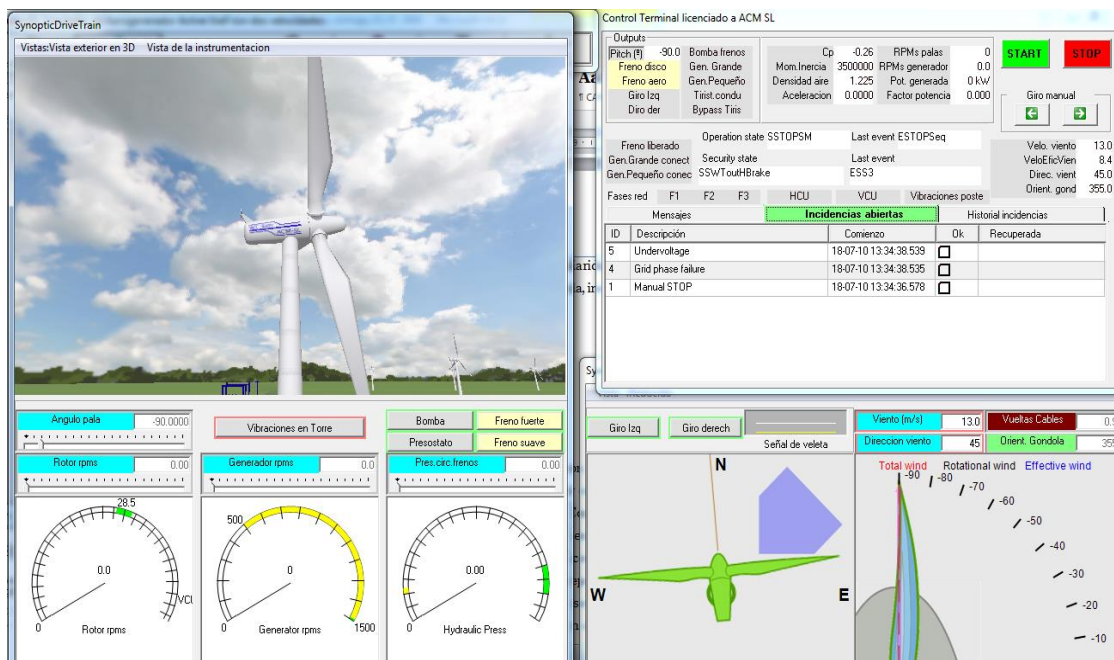


Figura 10. Ventana de control. Aerogenerador (Active Stall). Fuente: www.acm-sl.com

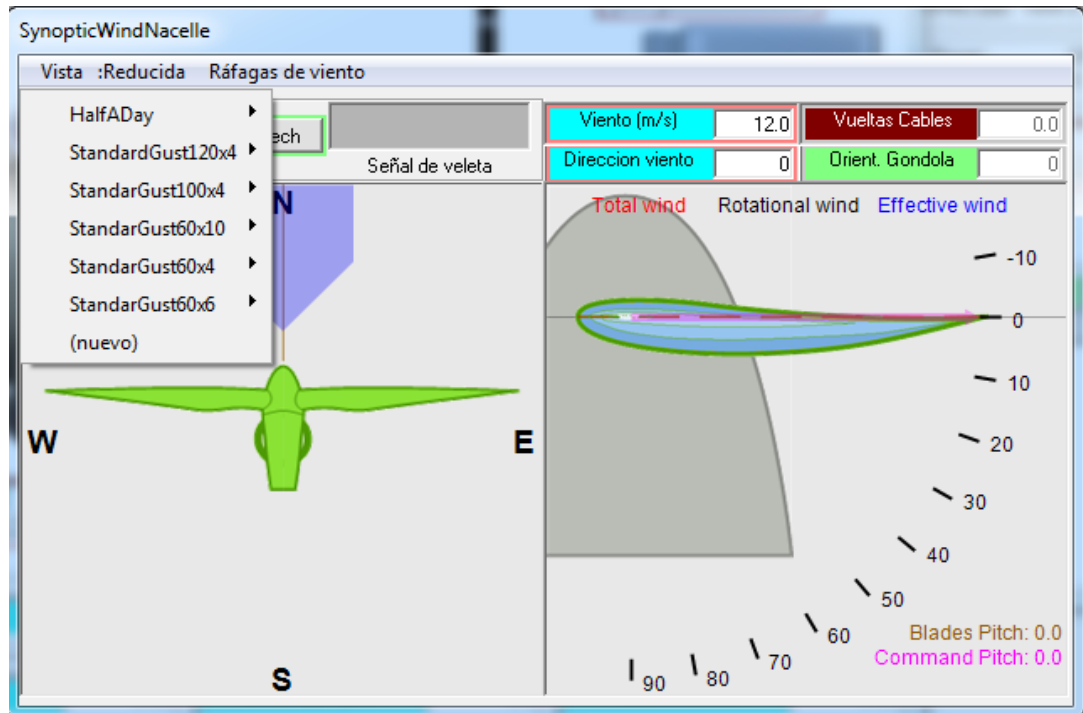


Figura 12. Ventana de pruebas para ráfagas de viento. Fuente: www.acm-sl.com

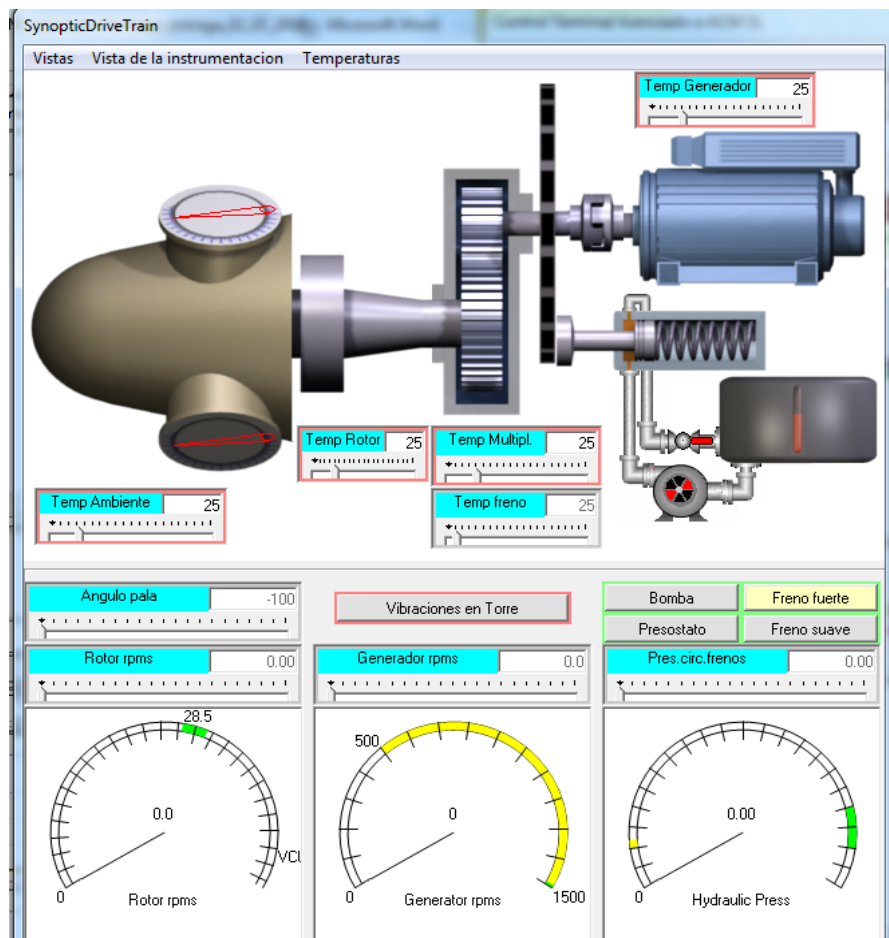


Figura 11. Ventana de tren de potencia. Fuente: www.acm-sl.com