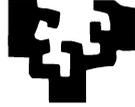


eman la zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

Métodos Estadísticos mediante Aprendizaje Basado en Proyectos

ABP-PBL



INDUSTRIA INGENIARITZA TEKNIKOKO UNIBERTSITATE ESKOLA
ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL
BILBAO

Matemática Aplicada

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial
Rafael Moreno "Pichichi", 3
48013 Bilbao

ÍNDICE

1. Definición de la actividad PBL: exposición de motivos	3
2. Contexto del PBL	6
3. Los temas del proyecto	10
4. Los resultados de aprendizaje previstos	12
5. Un proyecto ABP-PBL paso a paso	16
6. ¿Qué se va a evaluar?: los productos que se obtendrán	29

Métodos Estadísticos mediante

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

Este documento es una guía rápida para desplegar una asignatura de Métodos Estadísticos mediante una metodología activa basada en Aprendizaje Basada en Proyectos. La filosofía es: conocer al estudiante en las primeras semanas del curso mediante la correspondiente evaluación diagnóstica; usar la técnica del seminario para introducir al estudiante en la dinámica del trabajo en equipo y el desarrollo de las habilidades comunicativas; aplicar la facilitación para que un determinado grupo progrese en su desarrollo asesorando y creando semillas para que dicho progreso sea eficaz; utilizar el autoaprendizaje para profundizar en aquellos conceptos teóricos afines a la normal marcha del curso, pero esenciales para el proyecto; aplicar los diferentes modos de evaluación para que el grupo se implique global y particularmente. Se hace uso de un diagrama de Gantt y de un organigrama para observar más fácilmente cómo se interrelacionan entre sí los diferentes elementos del proceso de aprendizaje-enseñanza desde las diversas dimensiones, que intervienen.

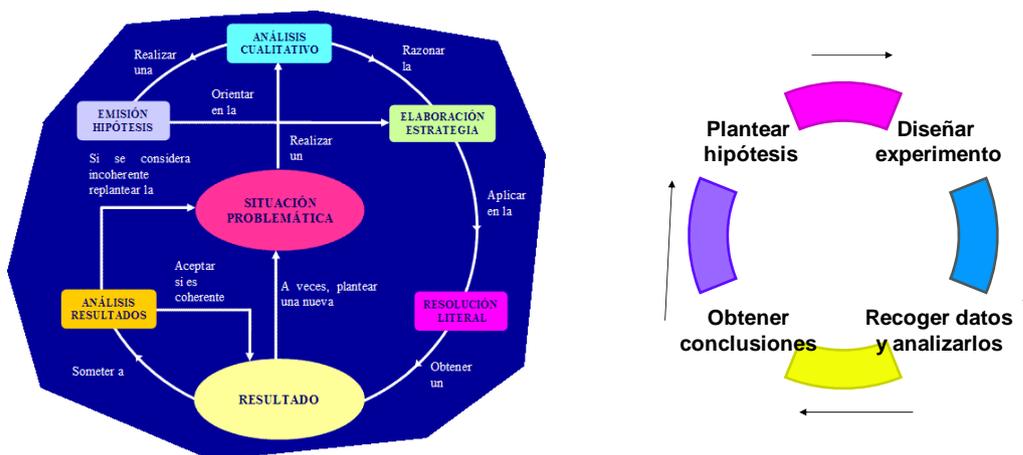
1. Definición de la actividad PBL:

exposición de motivos

A la hora de plantear el despliegue metodológico de un proceso de aprendizaje-enseñanza de una carrera completamente técnica en un primer curso (alumnos recién llegados a la universidad y con una formación muy dispar de partida) se pueden optar por diferentes estrategias. La que aquí se propone parte de dos principios reguladores básicos:

(A) No se puede dejar al estudiante libertad completa, porque debe adquirir forzosamente las competencias matemáticas mínimas el resto de la titulación. Para responder a este reto se utiliza básicamente el método científico para aplicarlo secuencialmente al reto que se le plantea. El método científico es el punto de partida, para que disponga de una metodología muy concreta, y pueda acceder al método heurístico en algún momento de los cursos que siguen.

(B) Se opta por acercar el entorno empresarial al aula en la medida de lo posible, para que el estudiante pueda comenzar a discriminar qué fortalezas posee y qué necesita mejorar para enfrentar ese futuro profesional. En este sentido implica al estudiante en una simulación para que trabaje en grupo a lo largo del curso y consiga culminar el antes mencionado reto.



1. La estrategia del método científico: el método estadístico.

El método científico es parte de un problema, que analiza y emite las hipótesis de trabajo, recoge datos, efectúa cálculos, contrasta los resultados con las hipótesis y con los datos recogidos, para emitir probablemente una teoría que englobe todo el proceso. En ocasiones, hay que proponer alternativas diferentes para optimizar el resultado. Pero en todo este proceso está presente una reflexión continuada sobre los datos y las estrategias aplicadas, sacando las correspondientes conclusiones, que deberán ser

expuestas de alguna manera, como se resume en la Figura 1. El aprendizaje basado en proyectos ayuda en esta tarea.

El **Aprendizaje Basado en Proyectos/Problemas** (ABPp/PpBL) tiene por objeto el desarrollo estratégico de las competencias de la asignatura desde un punto de vista global. Concretamente, esta **metodología activa** promueve siempre, por supuesto, en función de las características propias de la asignatura:

(A) Desarrollar competencias transversales: habilidades propias del trabajo en grupo, habilidades comunicativas, aprendizaje autónomo, aprendizaje cooperativo, ...

(B) Implicar al estudiante en la evaluación de la asignatura: tomando decisiones en su formación, desarrollando la evaluación por pares y la autoevaluación, ...

(C) Fomentar una mayor implicación, motivación y responsabilidad individuales por parte del estudiante.

(D) Relacionar la teoría con la experiencia práctica considerando el método estadístico como un todo per se y en relación con otras asignaturas de matemáticas y de la titulación, aprovechando que hay estudiantes de diversas titulaciones.

(E) Simular un entorno controlado de aplicación industrial real: diseño, planificación, implementación y análisis de los resultados, desde la interdisciplinariedad y la sostenibilidad.

(F) Fomentar el aprendizaje cooperativo para introducir al estudiante en el trabajo en equipo desde un trabajo en grupo inicial, basado en la interdependencia positiva.

(G) Desarrollar las metodologías de los grupos de trabajo en función de las propias necesidades que las personas manifiesten (ciclo PDCA (de la mejora continua) – Planificar-Hacer-Verificar-Implantar, ciclo IDEA (de la innovación) – Idear-Diseñar-Experimentar-Aprender, ciclo CNCS (de las sinergias) – Conocerse mutuamente-Negociar funciones-Complementar funciones-potenciar Sinergias, ciclo SENTIR (de la creatividad grupal) – Sentir-Empatizar-Negociar entre Todos la Interpretación de las emociones que viven las personas del equipo-Reconstruir el conocimiento emocional del equipo).

OPERACIÓN (*verbo de acción*, que refiere la conducta final buscada) + **REGULADOR** (*adverbio*)
+ **OBJETO** (*complemento directo*) + **FIN** (*evaluación*)

2. Definición de competencia.

Son algunas de las habilidades que promueve tomando al estudiante como centro del **proceso de aprendizaje-enseñanza**. En otras palabras, permite desarrollar una gran cantidad de rasgos, que se asocian a la palabra **competencia** (conocimientos,

habilidades/destrezas/aptitudes y actitudes/valores/virtudes), tanto longitudinal como verticalmente, en sus cuatro ejes (saber + saber hacer) [**competencias técnicas**] + (saber ser/estar + saber aprender + hacer saber) [**competencias sociales**]. Más aún, al estar al final del segundo cuatrimestre del primer curso se puede utilizar esta asignatura para reforzar las competencias ya trabajadas, al tiempo que se prepara al estudiante para comenzar con las que se deberán enfocar en segundo curso.

En las secciones que siguen se define la naturaleza del Proyecto Fin de Curso mediante la metodología ABPp/PpBL. En primer lugar, se enuncia el proyecto como un problema abierto: ello implica que el grupo de trabajo (GdT) deberá diseñar y planificar las correspondientes fases del proyecto. A continuación, se recorren las etapas del método estadístico para desarrollar la realización de dicho diseño mediante los seminarios, al tiempo que se despliegan las prácticas de ordenador y se progresa en los contenidos específicos de la asignatura. Paralelamente se proporcionan herramientas de trabajo en grupo/equipo para potenciar las **competencias transversales** de la asignatura. Por otra parte, este diseño ABPp/PpBL proporciona un protocolo de trabajo para el profesorado y el estudiante, junto con los correspondientes materiales, basados en fichas, donde se especifican las tareas que es necesario realizar para alcanzar los correspondientes **resultados de aprendizaje**.

Para definir las características de este protocolo se parte de qué se desea medir y se llevan a cabo las tareas correspondientes para que, a través de una adecuada evaluación diagnóstica y formativa, se invita al estudiante a recorrer el camino del PFC, apoyado en las tareas de tutoría y asesoramiento.

HORAS DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE DOCENCIA			
TIPOS DE DOCENCIA (MODALIDAD DOCENTE)	TRABAJO PRESENCIAL	TRABAJO NO PRESENCIAL (estimación)	TOTAL
MAGISTRAL (M)	30	30	60
SEMINARIOS (S)	7	20	27
PRÁCTICAS DE AULA (GA)	15	30	45
PRÁCTICAS DE LABORATORIO (GL)			
PRÁCTICAS DE ORDENADOR (PO)	8	10	18
TALLERES INDUSTRIALES (TI)			
TOTAL	60	90	150

3. Distribución de tiempos de MEI (1 ECTS = 25 horas de trabajo del estudiante).

2. Contexto del PBL

La valoración prevista para el PFC es del **33 %**, pero puede oscilar en [20 %, 35 %], dependiendo de la dinámica del curso, y sobre todo de la participación de los propios estudiantes, como se explica posteriormente. Concretamente, se iría al extremo inferior si se lleva a cabo un mero Aprendizaje Basado en Problemas, y el 35 % cuando el gran grupo es lo suficiente responsable como para dejar en sus propias manos el total de la responsabilidad de la metodología. No sigue una estructura lineal, pero sí jerárquica y secuencial, que va en función de los contenidos teóricos, de las Prácticas de Ordenador y de los Seminarios, como se deduce de la Figura 4 y del cronograma relacional del PFC (Figura 12): se espera que el estudiante invierta una media de **33 horas** (22.00 %), si bien de ellas se espera que sean unas 17 horas (11.33 %, en rojo en la Figura) de dedicación específica al desarrollo de la idea del PFC, donde además se ha previsto tiempo para el análisis tutorial de la evolución del grupo, así como un tiempo concreto para desarrollar labores de facilitación y asesoría.

MODALIDAD DOCENTE	TIEMPO PRESENCIAL	TIEMPO NO PRESENCIAL	TOTAL
TEORÍA		2	2
PRÁCTICAS DE AULA		2	2
PRÁCTICAS DE ORDENADOR		1	1
SEMINARIOS	6	5 (preparar seminario) + 15 (PFC)	27
EVALUACIÓN	1		1
TUTORÍA	0.5		0.5
ASESORÍA	0.5		0.5
Total	8	25	33

4. El tiempo (horas) estimado del estudiante en el PFC siguiendo ABP.

El objetivo final de esta es desarrollar las habilidades, las capacidades y los valores mencionados anteriormente, y que se pueden desplegar en un entorno ABPp, con una metódica planificación. Para ello se van a utilizar las **competencias transversales** de la asignatura (Figura 5), donde en verde aparece el peso estimado que cada una de ellas tiene en la evaluación de la asignatura). Esta actividad se propone al estudiante como complemento a las metodologías docentes básicas de la asignatura, de manera que formen un todo integral. En efecto, se pretende tender un puente entre la rigidez de las matemáticas (lo que teóricamente lleva a ser una materia árida y con una fuerte componente controladora) y la capacidad de movilizar al estudiante (es decir, usar la actividad como estrategia didáctica para motivar al estudiante hacia la calidad, la eficiencia y la excelencia), mediante la motivación, la responsabilidad y un cierto control de su propio currículum. En concreto, se utilizan los seminarios, básicamente, para desarrollar el proyecto, pero directamente en relación con las prácticas de ordenador, como se muestra en los correspondientes **resultados de aprendizaje** de la asignatura, producto del desarrollo de las dos competencias que se hallan implicadas (Figura 6).

CT1 (7 %). Planificar y desarrollar cooperativamente de una forma coherente con el método científico un sencillo trabajo de investigación sobre una serie estadística contextualizada dada, presentando oral y/o en forma escrita un ensayo científico que describa los pasos de la implementación efectuada, destacando los hechos y conclusiones más relevantes, al tiempo que se verifica la gestión de la utilización de los recursos empleados (personas, medios, programas matemáticos, tiempos, conceptos, ...), que ha necesitado el grupo de trabajo (desde una perspectiva multidisciplinar).

CT2 (5 %). Adquirir estrategias y mecanismos de trabajo que fomenten la continua necesidad de mejora de un aprendizaje significativo a lo largo de toda la vida, preocupándose por la calidad de los logros alcanzados, haciendo uso en particular del manejo del ordenador por medio de las NTICs, tomando como referencia el rigor, la precisión y la excelencia.

5. Las competencias transversales de Métodos Estadísticos de la Ingeniería.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (al acabar este curso el estudiante debería ser capaz de ...)

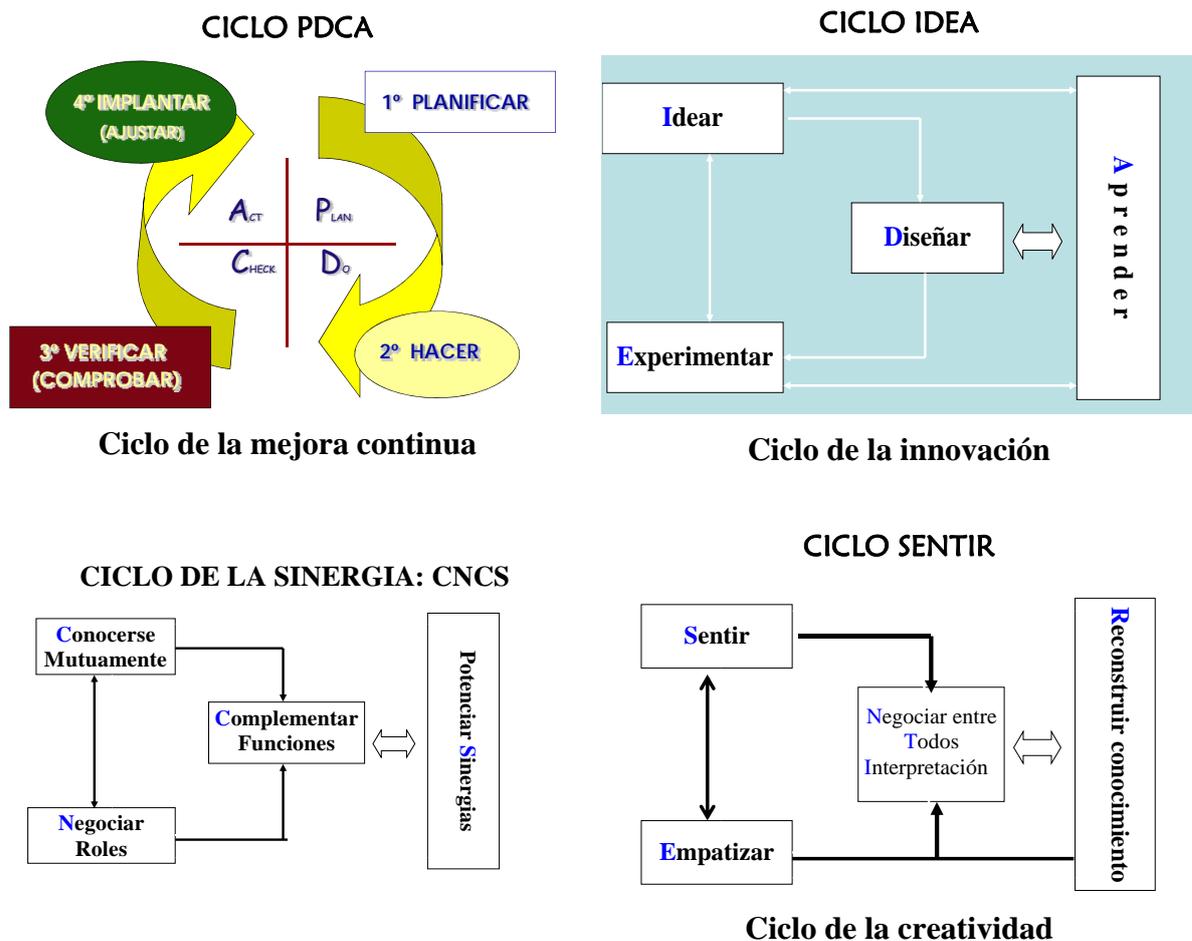
RA2	Realizar una búsqueda eficiente de la información, con la correspondiente referencia bibliográfica
RA3	Describir y analizar los pasos necesarios para resolver una situación problemática planteada, justificando razonadamente con el lenguaje apropiado al entorno en el que se esté trabajando
RA4	Dar los resultados con exactitud y precisión, utilizando las unidades adecuadas
RA7	Presentar (oral y por escrito) los resultados de una investigación estadística realizada según el método científico (informe científico)
RA8	Presentar un portafolios del historial del trabajo del grupo, que incluya: los objetivos alcanzados, las fases llevadas a cabo, las actas, las incidencias habidas, así como una reseña autoevaluadora del progreso que el propio grupo ha observado
RA9	Presentación oral (ante los demás estudiantes) de un trabajo teórico de profundización sobre alguna parte del programa, que no haya sido cubierto directamente, y siguiendo un modelo dado
RA10	Analizar la asistencia del estudiante, así como su participación, su motivación y su responsabilidad, tanto en el aula, como en el laboratorio o en el grupo. Además, se considerará cómo interacciona con sus compañeros y compañeras, al tiempo que se valorará la manera que utiliza las tutorías y los recursos telemáticos (plataforma docente, correo electrónico, foros, chats, ...) en esa interacción. La organización del tiempo y de los recursos será también considerada.

6. Resultados de aprendizaje previstos para MEI (1 ECTS = 25 horas de trabajo del estudiante).

Al ser una asignatura del segundo cuatrimestre del primer curso, cuando ya se han dado básicamente los conceptos matemáticos más importantes de álgebra y cálculo, se presta muy bien para realizar este tipo de aprendizaje. Concretamente (ver la temporalización concreta y el calendario de tareas previstas en la Figura 12):

- Es un proyecto de corta duración, que implica las **quince semanas** del curso, ya que se siguen puntualmente las etapas del método estadístico.
- Cada estudiante está previsto que, por término medio, dedique una media de **27 horas**, de las cuales seis serán de clase con el profesor (lo que supone una carga estimada del 18 % sobre el tiempo total de trabajo del estudiante, por debajo del porcentaje de la nota final que el proyecto tiene asignado en la evaluación de la

asignatura). Sin embargo, la experiencia anterior ha permitido establecer que hay una horquilla de tiempos que va de las 25 a las 40 horas de trabajo del estudiante, en función de la naturaleza del proyecto que haya sido elegido. Hay que reseñar que esta actividad está interrelacionada con las prácticas de ordenador del curso, así como con cierta parte de las prácticas de aula (que se realizan a lo largo del último tercio del curso) (ver la Figura 4).



7. Los posibles tipos de equipos que se pueden dar.

- La experiencia no es totalmente libre, porque el profesor normalmente tendrá que marcar los tiempos de la actividad a partir de la planificación inicial realizada. Pero el grupo que desee ir por su cuenta, y evolucionar de manera natural en su forma de ser como grupo o equipo de trabajo, podrá hacerlo sin dudar. De esta manera, aparecerán **entornos PDCA** (Planificar-Hacer-Comprobar-Ajustar) o *ciclo de la mejora continua* (la mayoría), **entornos IDEA** o *ciclo de la innovación* (Idear-Diseñar-Experimentar-Aprender), **entornos CNCS** o *ciclo de la sinergia* (Conocerse mutuamente-Negociar funciones-Complementar funciones-Potenciar sinergias) y **entornos SENTIR** o *ciclo de la creatividad grupal* (Sentir-Empatizar-Negociar entre Todos la Interpretación de las emociones que viven las personas-

Reconstruir el conocimiento emocional del equipo), que desarrolla la inteligencia emocional en el “grupo” (Figura 7).

- Al ser estudiantes de primer curso, su experiencia es escasa, a pesar de que ya hayan trabajado en grupo en ciclos educativos anteriores. Usualmente, los estudiantes han podido estar con el mismo profesor durante el primer cuatrimestre en la asignatura de Álgebra, con lo que ya tienen experiencia previa de este tipo de actividad, porque ya la desarrolla también allí. Los conocimientos previos que tienen los alumnos en relación con los temas del proyecto se van adquiriendo a medida que se introducen secuencialmente los conceptos y contenidos estadísticos. Con todo, para conocer las características del estudiante y del grupo de estudiantes, se realizan la siguiente evaluación diagnóstica:
 - (a) **Cuestionario de Honey-Alonso** para analizar los **estilos de aprendizaje** implicados (se realiza offline y se recogen los resultados en la plataforma docente),
 - (b) **Prueba de literacia**, para conocer el nivel de competencias básicas (lectura, comprensión, resumen, aritmética, orientación, ubicación, ...) del estudiante (se hace de manera presencial y la prueba es corregida por externos a la UPV/EHU)
 - (c) **Test de Belbin**, para conocer los **roles** que el estudiante podría desarrollar dentro de un grupo de trabajo (se hace de manera presencial en la primera sesión de seminario, aunque se puede efectuar de una manera más concienzuda por medio de una página web o de un protocolo en Excel, y el estudiante tan solo debería mandar al profesor las puntuaciones obtenidas –dando por supuesta, claro está, su honestidad).
- El tamaño de los grupos varía entre **tres y cinco personas**, dependiendo de los subgrupos naturales que se hayan formado en el proceso administrativo de matriculación. Los criterios para formarlos son variados:
 - (a) No pueden ser los mismos que en otra asignatura anterior, a no ser que se aporten razones de peso muy justificadas.
 - (b) Los estudiantes podrán formar grupos por sí mismos, si el grupo está formado por personas de diferentes titulaciones, y/o incluye mujeres y hombres, y/o de diversas culturas, y/o son de una zona geográfica “peculiar” (alejados entre sí, desean utilizar herramientas telemáticas de trabajo en equipo, ...) ...
 - (c) Usualmente se realiza una actividad específica durante la primera sesión de seminario para formar los grupos tomando como punto de partida el resultado del test de Belbin, que se ha efectuado con anterioridad.
- Dada la manera en la que está diseñada la actividad se solapa con el desarrollo de los temas de la asignatura. Es decir, el proyecto sirve al grupo de trabajo para aplicar secuencialmente cada uno de los pasos de las etapas del método estadístico, de manera que en ocasiones deberán realizar trabajo de estudio individual a partir de los conceptos desarrollados en clase, o bien realizar tareas de autoestudio para completar algunas lagunas dejadas (a propósito) en ese desarrollo presencial, pero que son necesarias para conseguir los objetivos del proyecto. Por ejemplo, para

concretar la serie estadística con la que el grupo deberá trabajar tendrán que conocer las diferentes metodologías de muestreo existentes, pero que no se desarrollan en clase en profundidad.

- Esta actividad se utilizará para introducir otras competencias como puede ser la sostenibilidad o la implicación de los estudiantes en la resolución o análisis de problemáticas que tengan aplicación directa en la mejora de la sociedad.

3. Los temas del proyecto

Una situación sólo puede ser concebida como un problema en la medida en que existe un reconocimiento de ella como tal problema (es decir, resulta desconocida), y en la medida en que, a priori, no disponemos de solución: una situación para la cual no hay soluciones evidentes. En consecuencia, un problema se puede definir como una situación para la cual no hay soluciones evidentes. Pero es conveniente que el alumnado aprenda a resolver problemas propuestos en el ámbito universitario, partiendo de enunciados abiertos y de interés, que incluyan aspectos CTS (Ciencia, Técnica y Sociedad). La elección de las situaciones problemáticas debe hacerse de modo que representen un reto abordable por los alumnos de tal forma que mediante la interacción y la ayuda de los demás, el alumno pueda participar en el proceso de aprendizaje. Resolver un problema consiste en encontrar un camino allí donde previamente no se conocía tal, encontrar una salida para una situación difícil, para vencer un obstáculo, para alcanzar un objetivo que no puede ser inicialmente alcanzado.

Al tratarse de la asignatura de Métodos Estadísticos de la Ingeniería se pretende realizar una introducción básica a las técnicas de análisis inferencial, siguiendo las fases del método estadístico (Figura 8). No hay grandes problemas para encontrar campos de aplicación en los que el estudiante pueda buscar ejemplos de referencia. De todas las maneras, se proponen algunas sugerencias de partida para poder comenzar a trabajar:

- ✚ Extraer información de una serie estadística obtenida con una situación experimental en el laboratorio formulando las hipótesis correspondientes y contrastando los resultados deducidos (sería conveniente que el grupo propusiera la muestra).
- ✚ Deducir la curva de calibrado de un análisis químico.
- ✚ Obtener las características de un electrodo a partir de unas medidas efectuadas en el laboratorio.
- ✚ Obtener la tendencia de una serie cronológica.
- ✚ Estudiar la correlación de diversas variables explicativas en un entorno experimental dado.
- ✚ Estudiar la precisión de un método experimental dado y su validez respecto a los métodos de referencia.
- ✚ Analizar la normalidad de una población dada.

Etapas del método estadístico

• ETAPA DESCRIPTIVA

1. Prospección
2. Especificación del dato
3. Plan general del diseño del experimento
4. Recogida y depuración de los datos
5. Elaboración de los datos

• ETAPA DE ANÁLISIS

1. Reducción de datos
2. Obtención de estadísticos

• ETAPA DE PREDICCIÓN

1. Obtención de inferencias
2. Validez de resultados
3. Deducción de modelos

Clasificación
Tabulación
Publicación



Tema 1: Introducción a la Estadística

9

8. Las fases del método estadístico.

La filosofía que se va a seguir será enunciar **problemas abiertos**, que se basen en entornos de sostenibilidad social práctica, que se caractericen por ser creativos y emprendedores (como ya se ha mencionado en la sección precedente). Un ejemplo puede ser:

Estudiar la evolución temporal de las actividades no presenciales en las diversas metodologías de trabajo de las diferentes asignaturas de los estudiantes del grupo, analizando la posible concentración de picos de intensidad teniendo en cuenta las demás asignaturas del curso.

Un enunciado más:

Analizar la preferencia del tipo de transporte que efectúan los estudiantes de la E.U.I.T.I. de Bilbao para venir al centro.

Y otro:

Estudiar cuál es la zona de Bilbao más adecuada para situar un concesionario de coches en función de diversas variables (poder adquisitivo, potencia deseada, tipo de combustible, tamaño, ...).

Y para acabar:

Estudiar la tendencia estimada para el próximo año de un cierto conjunto de índices bursátiles, analizando la posible correlación existente entre los mismos en función de diversas variables, que se deberían especificar antes de comenzar la implementación del diseño efectuado.

Es decir, no se trata de dar un listado exhaustivo, porque no conduce a nada. En la primera sesión de seminario se utiliza la **tormenta de ideas** para generar semillas, a partir de las cuales cada grupo pueda poner en marcha su proyecto específico de trabajo. El proyecto puede ser teórico o práctico, pero se animará por efectuar uno práctico, porque será donde el estudiante podrá aplicar todos los contenidos teóricos de la asignatura con mayor seguridad y garantías. Más aún, a medida que se avanza en el desarrollo de la implementación se pone a disposición de los grupos ejemplos de PFC de cursos anteriores.

4. Los resultados de aprendizaje previstos

Bien las competencias genéricas comentadas en la §1 o las competencias transversales, propias de la asignatura, especificadas en la §3 se traducen en los correspondientes resultados de aprendizaje y los consiguientes objetivos operativos (Figura 12) y las diferentes actividades que desarrollarán la planificación prevista (ver la §5). Para ello, esta actividad

(A) se presenta como elemento aglutinador de toda la asignatura porque vertebrará el despliegue metodológico y didáctico de la misma a lo largo del curso, y

(B) por ese mismo motivo, sirve para analizar globalmente el estado del estudiante respecto al marco competencial correspondiente. Es decir, permite evaluar (y calificar) de una manera gradual el progreso del estudiante, desde el mismo comienzo del curso tanto formativa como sumativamente.

Así pues, de los diez resultados de aprendizaje, que comprende la asignatura, se utilizan siete de ellos para analizar esa evolución competencial del estudiante a lo largo del proceso de aprendizaje-enseñanza. Concretamente, la secuencia de trabajo de la actividad se desarrolla en paralelo; concretamente (ver la Figura 9):

(1º) El curso comienza con los seminarios, en los que se trabaja la metodología de las reuniones eficaces y las herramientas del trabajo en grupo, para que se formen los grupos y cada uno de ellos diseñe y planifique el trabajo ABP de su Proyecto Fin de Curso. De esta manera cada grupo deberá tener realizados el enunciado y el diseño de su PFC hacia la sexta semana del curso. Se profundiza en los fundamentos del trabajo en grupo, que ya se han comenzado a trabajar en el cuatrimestre anterior.

(2º) Al mismo tiempo, se introducen los conceptos más elementales de la asignatura y las técnicas numéricas, que será necesario aplicar de inmediato, para trabajar los datos que serán necesarios para trabajar su PFC. Este trabajo se desarrolla tanto individual (porque cada estudiante deberá estudiar de manera personal) como en grupo (porque en las prácticas de aula se pide que la resolución de las situaciones problemáticas que se plantean en los ejercicios deberán ser abordadas, en diferentes ocasiones, en grupos)

(3º) En una tercera rama de trabajo se introducen los fundamentos de la herramienta informática que se utilizará para manejar la base de datos que generarán los datos que cada grupo de trabajo. En esta etapa el estudiante deberá trabajar solo en las dos primeras prácticas, aunque en las sesiones presenciales podrá consultar en cualquier momento con sus compañeros o con el profesor. Se trata de mostrarle caminos para que vea que el esfuerzo individual es necesario para alcanzar los objetivos grupales. Esto es así, porque los contenidos de las prácticas incluirán en algún momento elementos de trabajo grupal.

La estrategia que se sigue, siendo gradual, implica complejidad como se observa en la Figura 9, donde se pormenoriza la calificación de las diversas partes de la asignatura, en función de las competencias y de las metodologías docentes de la asignatura (la parte atribuible al PFC se destaca en color azul), o como se muestra en la Figura 10, donde se dan los porcentajes en función de las metodologías docentes y de las actividades más señaladas de la asignatura. Ahora bien, cada práctica de laboratorio y cada seminario tienen peso diferente (siguiendo la mencionada idea de gradualidad) (Figura 12). **Ahora bien: (A)** para que se pueda tener en cuenta la evaluación continuada será preciso sacar al menos un tres (sobre 10 puntos) en el examen final de la asignatura, y **(B)** superar la prueba de mínimos sobre el trabajo realizado por el grupo de trabajo, a lo largo del curso, para que un estudiante pueda aprovechar el trabajo de su grupo, y de esa manera pueda ser merecedor de la correspondiente calificación.

Resultados de aprendizaje (RA) del proceso de aprendizaje-enseñanza

		COMPETENCIAS					TOTAL			
		1. Deducir e interpretar el valor de parámetros poblacionales con un nivel de fiabilidad establecido usando las diversas herramientas de Estadística Inductiva, a través de la utilización de software científico comercial, a partir de la información obtenida de una muestra aleatoria significativa (ejemplo: problemas de ensayos en ingeniería y en ciencias aplicadas) mediante Estadística Descriptiva		3. Desarrollar exposiciones orales y escritas que de un modo crítico argumenten conclusiones válidas (razonadas y justificadas), basándose en una gestión eficiente de la información adquirida, a partir de los resultados producidos		4. Planificar y desarrollar un grupo de trabajo (desde la cooperación de una forma coherente un sencillo trabajo de investigación sobre un problema de la ingeniería		5. Defender evidencias de aprendizaje que demuestran y justifican la adquisición de estrategias y mecanismos de trabajo, fomentando la continua necesidad de mejorar haciendo uso en particular del manejo del ordenador por medio de las NTICs		
		RA	%	RA	%	RA	%	RA	%	
METODOLOGÍAS DOCENTES IMPLICADAS	TRABAJOS ENTREGABLES			Entregas por UT: Interrelacionar conceptos Razonamiento eficaz Justificaciones acertadas Gestión eficiente de la información	10			Lenguaje adecuado Buena presentación Limpieza de la documentación	5	15
	SEMINARIOS	Estudiar la muestra aleatoria a utilizar Planificación apropiada de las fases a seguir Selección de los instrumentos más adecuados	3	Exposición oral apropiada de los resultados obtenidos Informe científico de calidad Transferencia eficaz del conocimiento adquirido	3	Reuniones eficaces Planificación de recursos Interdependencia positiva Aprendizaje cooperativo	3	Presentación apropiada Capacidad de resumir Capacidad de autoevaluación	6	15
	PRÁCTICAS DE ORDENADOR	Informe inicial: Búsqueda rápida de conceptos teóricos Exactitud en las definiciones proporcionadas Informe en el Laboratorio Matemático: Uso del programa informático utilizado Razonar los resultados obtenidos Anticipar los pasos a dar en la práctica	5	Informe final de práctica: Justificación de las acciones tomadas Razonamiento de las conclusiones Rapidez en la entrega	5			Interdependencia positiva en el LM Liberación con sus compañeros Trabajo autónomo Uso del programa informático en el PFC	5	15
	EXÁMENES	Exámenes teóricos en clase: Conocimiento de los descriptores estadísticos Análisis de las respuestas proporcionadas Exámenes prácticos en clase: Metodología de trabajo Interdependencia positiva Aprendizaje cooperativo Examen final: Situación enunciado en la asignatura Usar las fórmulas apropiadas	5	Examen final: Planteamiento justificado y razonado Itación de las diversas fases Precisión de los cálculos Uso correcto de las unidades	10	25		Cartilla de aprendizaje/ Portafolios: Adecuación de las evidencias Razonamiento proporcionado para justificar la cartilla presentada Estudio de los tiempos empleados Profundidad de la autoevaluación llevada a cabo	5	55
	ACCIÓN TUTORIAL (2)	Asistencia a clase Participación, motivación y responsabilidad		Adecuación de las preguntas realizadas Vocabulario y lenguaje convenientes			Interdependencia positiva Aprendizaje cooperativo		Continuidad en su disponibilidad Disponibilidad por aprender Capacidad de mejorar desde la autoevaluación	
TOTAL			23		28		28		21	

(1) La ZONA marcada en AZUL corresponde al Proyecto Fin de Curso (PFC), y la ZONA en ROSA al examen final, estrictamente.
 (2) La acción tutorial se entiende como un refuerzo positivo a las aptitudes observadas en el estudiante a lo largo del curso.

9. La distribución de los porcentajes de la evaluación de las competencias.

CONTEXTO	MODALIDAD DOCENTE	CUBRE	%
EXÁMENES 45 %	MAGISTRAL PRÁCTICA DE AULA PRÁCTICA DE ORDENADOR SEMINARIOS TUTORÍA	Examen final	40
		Pruebas en el aula	5
ENTREGABLES 25 %	MAGISTRAL PRÁCTICA DE AULA TUTORÍA	Entregas por UT	12
		Pruebas en el aula	10
		Exposición del PFC	3
PROYECTO FIN DE CURSO 30 %	PRÁCTICAS DE ORDENADOR	Informe de laboratorio	8
		Trabajo en el Laboratorio	2
		Sesiones presenciales	5
	SEMINARIOS	Informe del PFC	9
		Reuniones eficaces	3
		Presentación del PFC	3
TUTORÍA			

10. La distribución de los porcentajes de la evaluación en función de las principales actividades.

Destacar, por otra parte, que si responde a la encuesta sobre los criterios de evaluación para valorar el PFC una importante cantidad de los estudiantes que, en promedio, asisten diariamente a clase (concretamente, al menos un 70 %), entonces la calificación del PFC que el estudiante podrá valorar a los diferentes grupos será sobre **9 %** de la calificación de la asignatura.

PRÁCTICA DE LABORATORIO	%
PRÁCTICA 1	10
PRÁCTICA 2	20
PRÁCTICA 3	30
PRÁCTICA 4	40

TIPO DE INFORME	%
ANTES DE ...	15
AL FINAL DE ...	30
INFORME DE LA PRÁCTICA	55

SESIÓN DE SEMINARIO	%
PRIMERA SESIÓN	30
SEGUNDA SESIÓN	30
TERCERA SESIÓN	40

11. Los pesos de cada uno de las tareas implicadas en seminarios y prácticas de laboratorio.

Se observa, en consecuencia, que el peso real del PFC en la evaluación final de la asignatura es de (23 / 30) puntos; es decir, un **69.70 %**.

5. El proyecto ABP-PBL paso a paso

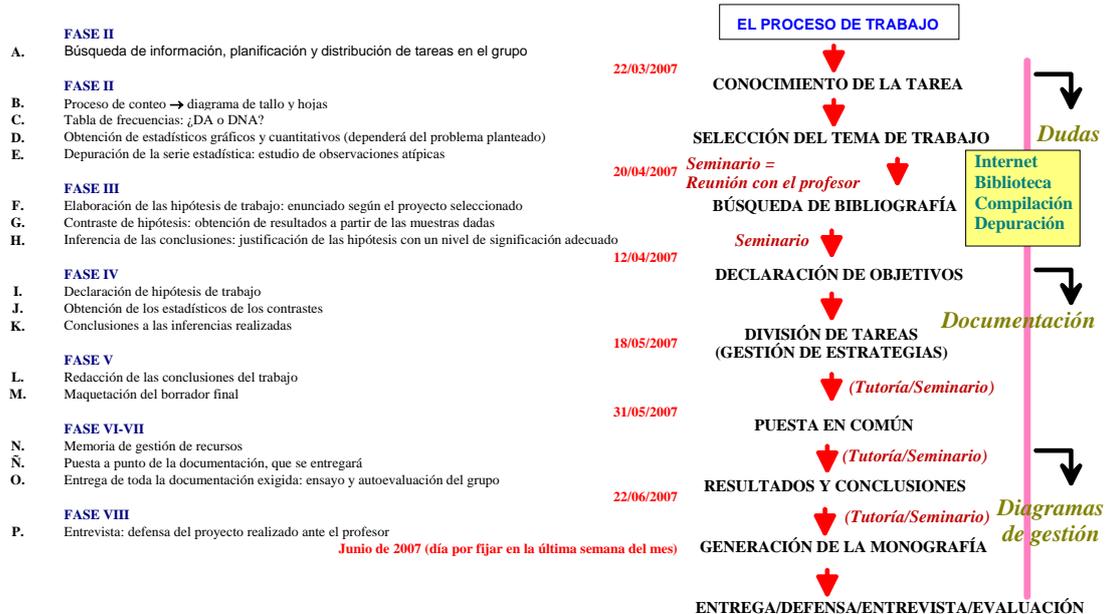
El **Proyecto Fin de Curso (PFC)** es la culminación del trabajo de todo el curso: pretende ser un punto de evaluación y de reflexión sobre los conocimientos, las habilidades y los valores (**¿te recuerda algo?** –revisa el concepto de competencia y todo lo que ello implica) del estudiante, individualmente y desde la interacción con un conjunto de personas. Esta sección está dedicada a explicar las diversas facetas de la actividad PFC, que se considera como una unidad temática más (de la asignatura, como se muestra en su correspondiente Plan Docente) está destinada a dar instrucciones, y realizar actividades, para que el estudiante, trabajando con otros compañeros y compañeras, adquiera consciencia de lo que significa **trabajar en grupo/equipo**. Es decir, el objetivo es que el estudiante, como persona con cultura universitaria, entre en contacto con términos, tales como: interdependencia positiva, trabajo cooperativo, resolución de conflictos, autoevaluación, distribución de roles, sinergias, ... Para ello se dispone (como ya se ha mencionado) de la metodología docente del **seminario**, del asesoramiento por medio de la **acción tutorial**, y sobre todo del **trabajo no presencial** y el **autoaprendizaje** de las personas del grupo. Es, básicamente, una actividad no presencial.

Como se observa en el diagrama de Gantt de la Figura 12, el proyecto ABP PBL se diseña, se planifica y se desarrolla a lo largo de diversos ejes principales tomando como base la unidad temporal (la semana) de trabajo. Para ello, en el eje horizontal se han agrupado los siguientes criterios de trabajo implicados:

- a) la fase del método científico abordada y la correspondiente fase del método estadístico (Figura 1), relacionada con el momento “**Resolución De Problemas**”,
- b) la metodología docente a trabajar en función de los contenidos del temario, que hay que abordar (como se ha comentado los seminarios y las prácticas de ordenador van ligadas al eficaz desarrollo del PFC),
- c) el objetivo operativo de la metodología ABP-PBL que hay que implementar, como se describe después en esta misma sección,
- d) la competencia transversal que se aborda en la planificación prevista, y
- e) el producto que se ha de realizar para medir los correspondientes resultados de aprendizaje, bien por evaluación formativa (en *verde* en la Figura 12), bien por evaluación sumativa (en *rojo* en la Figura 12), y en relación con la asignatura como un todo (ya sea individualmente (una “i” en la Figura 12) o como trabajo en parejas/grupo (una “g” en la Figura 12), con indicación explícita si se tratará de una tarea presencial (“P”) o no presencial (“NP”). Dada su importancia se dedica la sección §6 para detallar las características de tales productos.

A continuación se identifican las fases secuenciales y las actividades necesarias para desplegar las competencias, los objetivos didácticos y los resultados de aprendizaje, que

se espera alcance el estudiante, junto con los materiales necesarios. Son tres sesiones de seminario, apoyadas en las sesiones adicionales de asesoramiento, que puedan ser necesarias en opinión del propio grupo de trabajo (Figura 13, donde las fechas son meramente informativas, ya que los momentos correctos se definen en la Figura 12).



13. Fases en el diseño de un proyecto.

Las etapas por las que debe pasar todo proyecto son básicamente (la Figura 14 muestra un organigrama del proyecto, donde se indican la acción didáctica que aplicará el profesorado, la documentación que se va a generar, junto con el momento en que será entregada al estudiante, y el momento que se recogerá el producto correspondiente, siempre que sea pertinente):

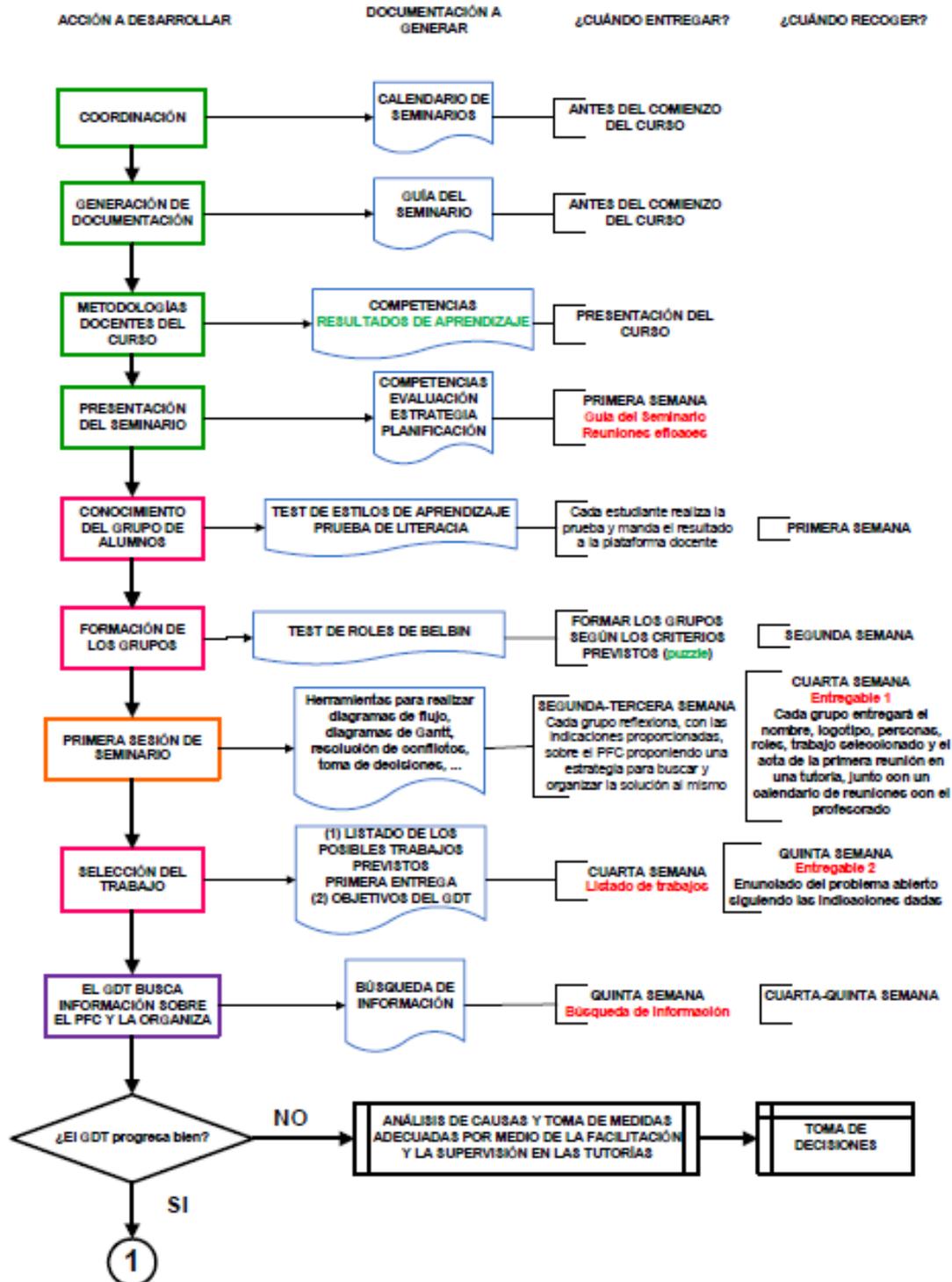
FASE 0 (evaluación diagnóstica):

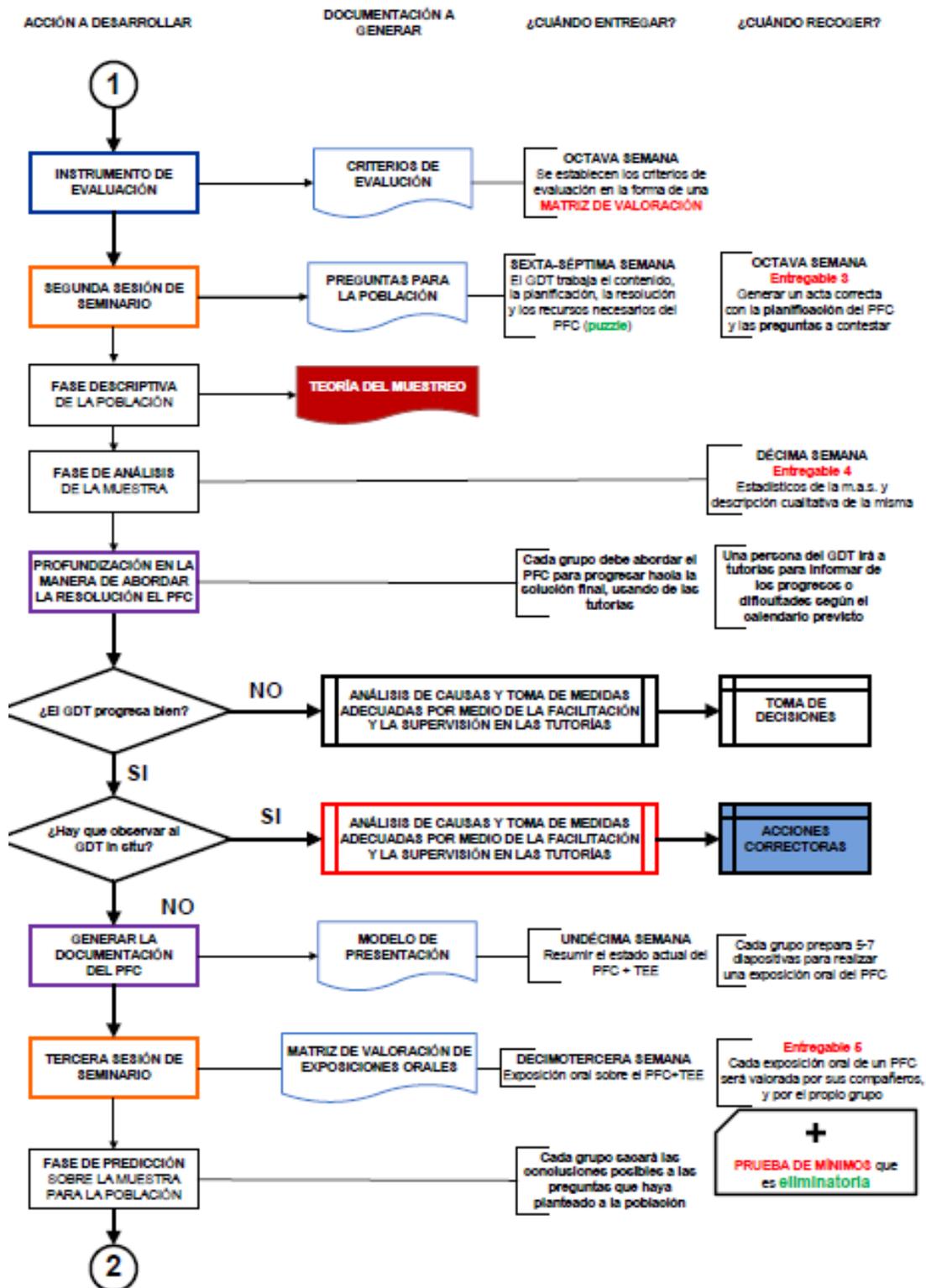
(1º) Estudiar a fondo el **organigrama del proyecto** (Figura 14).

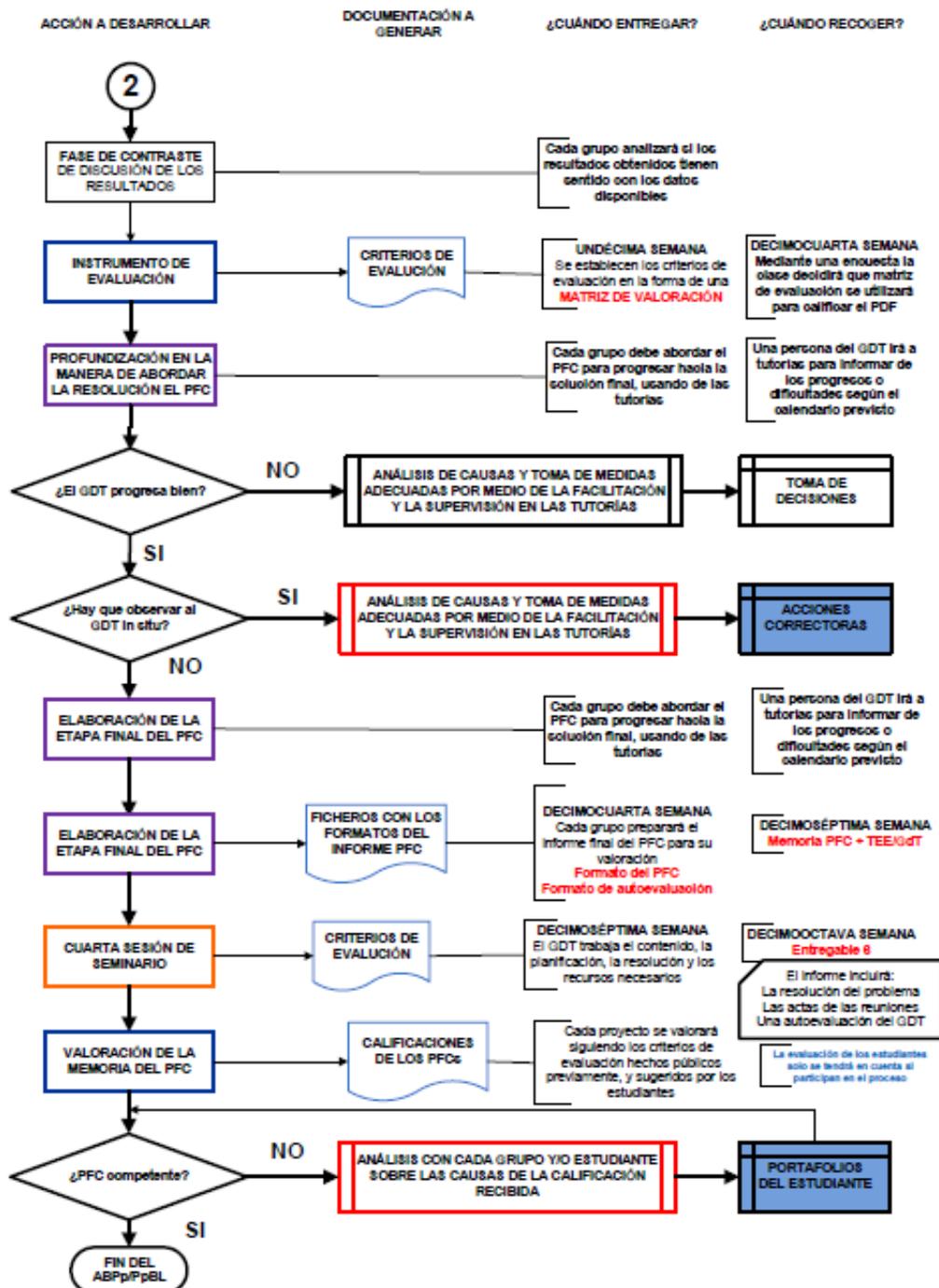
(2º) Para conocer los rasgos del grupo clase se efectúa la evaluación diagnóstica (**test de estilos de aprendizaje**), ya mencionada anteriormente, que está directamente relacionada con el resto de instrumentos que se utilizan en la asignatura (**prueba de literacia y prueba de conocimientos/habilidades matemáticas**).

FASE I (iniciación /puesta en marcha del GdT):

(3º) Hay que seleccionar las personas de los grupos de trabajo, para lo cual es conveniente reflexionar sobre los posibles roles de cada persona del grupo (**test de Belbin**).







14. Organigrama del despliegue de un proyecto basado en ABP-PBL.

(4º) Lo primero que debe dominar el grupo es la **técnica de las reuniones eficaces** (metodología del trabajo en grupo), ya que ello le va aportar disciplina, lo que es fundamental para personas que comienzan su andadura en este tipo de herramientas didácticas. Además, mediante esta actividad el grupo deberá diseñar, planificar y poner en marcha la **viabilidad de su proyecto**, a partir de un **problema** enunciado de manera **abierto**. Será el objetivo de la **primera sesión de seminario** del curso convencional. En

pocas palabras, el grupo de trabajo (GDT) deberá formarse y conocerse, al tiempo que comenzará a bosquejar un diseño, una planificación y una implementación sobre un posible experimento aleatorio siguiendo las etapas del método científico aplicado a la estadística con los temas generales de la asignatura. Todo ello se plasmará en la **primera acta** del grupo, junto con la correspondiente evaluación y plan de mejora para las reuniones sucesivas. La actividad que se utiliza es un juego (de roles, sombreros, árboles, ...) para autoevaluar la personalidad de cada estudiante en un grupo, junto con la comprensión de los materiales de reuniones eficaces. Además, se realiza una tormenta de ideas para comenzar a disponer de posibles semillas para el enunciado del problema abierto, que definirá el PFC del grupo.

Además, se deberá comenzar a recopilar información (tanto de teoría como de las dificultades que se observan) por parte del grupo para el enunciado de su problema, de manera que se tenga una idea más clara sobre qué se pide y puedan surgir ideas para comenzar a abordar las exigencias de esta actividad. De esta manera el grupo podrá refinar y clarificar mejor el enunciado y los objetivos que perseguirá.

(5º) Para definir correctamente cada grupo deberá estudiar las diferentes **técnicas de muestreo** existentes para definir apropiadamente la muestra aleatoria significativa que deberán abordar para estudiar el problema que han previsto. Además, deberán comenzar a preparar los recursos que van a necesitar para realizar la correspondiente recogida de datos (encuesta, escala, test, entrevista estructurada, ...).

(6º) Cada cierto tiempo se publicará en la plataforma docente de la asignatura algún mensaje para recordar a los grupos qué deberían estar haciendo, en función de una planificación estándar de la metodología ABP-PBL. Sin embargo, cada grupo de trabajo deberá tener claro que es el único responsable de la evolución que tenga, en función de la planificación establecida. Es fundamental que hagan uso de las sesiones de tutoría, de facilitación y/o de asesoramiento establecidas. Una información de ese tipo puede ser: los conflictos que aparecen en el grupo, herramientas para optimizar la eficiencia y la eficacia de los resultados del grupo, la autoevaluación del grupo, ... Así, el grupo deberá seguir el organigrama/diagrama de Gantt general para establecer cuándo aplicar la Estadística Deductiva o la Inductiva para llegar a lo fines previstos. En otras ocasiones, y en función de las observaciones efectuadas a los grupos (de las necesidades apuntadas por los grupos, de las evoluciones individuales de los estudiantes de los grupos, de la necesidad de introducir determinados o nuevos materiales y/o herramientas sobre material de trabajo, etc.), se puede proporcionar información adicional: los conflictos que aparecen en el grupo, herramientas para optimizar la eficiencia y la eficacia de los resultados del grupo, la posible tipología de los grupos/equipos, la autoevaluación del grupo, ...

En esta etapa los grupos deberán tener un enunciado de PFC claro y una idea de partida para su planificación. Es por ello necesario que vayan buscando información referente a ese enunciado, junto con las posibles necesidades y recursos que estimen necesarios. La tormenta de ideas individual y en grupo (en una reunión) servirá para preparar la siguiente sesión de seminario, al tiempo que les dará confianza para mejorar su eficiencia y optimizar sus tiempos de trabajo. La labor de tutoría (que debe programar el

profesorado) y de asesoría (que debe buscar el estudiante y/o el grupo) es fundamental a lo largo de toda la existencia del proyecto en una metodología ABP-PBL, para lo cual las escalas Lickert sirven de gran ayuda para concretar las observaciones correspondientes y adoptar las acciones consiguientes.

FASE II (planificación del trabajo del PFC):

(7º) La **segunda sesión** consiste en profundizar sobre las necesidades que surgen del problema que debe abordar el grupo, y que se han comenzado a definir en la primera sesión, y a lo largo del intervalo de tiempo entre ambas sesiones de seminario. El estudiante debe dominar ya en este momento la técnica de las reuniones eficaces. Ha llegado el tiempo de profundizar en el **aprendizaje cooperativo** (o sea, aprender a trabajar de manera cooperativa), identificando cada una de las diferentes habilidades que cubre: **interdependencia positiva, exigibilidad individual, interacción cara a cara, habilidades personales y de trabajo en grupo, y reflexión del grupo**. Además, se profundiza en la técnica del grupo, mediante el análisis de algunas de las tipologías características que suelen aparecer, y contar con herramientas para abordarlas. Las tareas que incluye esta actividad se desarrollarán a través de la técnica del puzle, mediante la cual se deberá fijar las bases teóricas del proyecto del grupo, al tiempo que se discriminan las características (ya mencionadas) del aprendizaje cooperativo, que cada GdT deberá demostrar al final del curso que ha puesto de manifiesto en la realización de su PFC. Como resultado de este seminario se deberá entregar una nueva acta de grupo donde se recogerá el diseño, la planificación y el despliegue, que el GdT espera llevar a cabo del PFC, junto con el enunciado definitivo del mismo de manera que adopte las características de un problema abierto.

FASE III (despliegue del trabajo del PFC):

(7º) Una vez que el diseño del PFC está dispuesto, hay que ponerse a trabajar. El grupo tendrá que aplicar la teoría del muestreo para caracterizar la serie estadística hipotética que debería definir para su experimento aleatorio del PFC. Además, deberá preparar los materiales correspondientes (encuesta, escala, búsqueda bibliográfica, entrevista personal, ...) para obtener dicha información, y analizar qué información es correcta para disponer de una muestra aleatoria significativa, que cumpla con las expectativas previstas por el grupo.

(8º) Las labores de facilitación (tutoría y asesoría) serán continuas: ¿tiene el grupo una idea clara sobre qué consiste el proyecto PBL-ABP: objetivos, necesidades, recursos, la evaluación, ...?; ¿está en condiciones de planificar el diseño definitivo de vuestro proyecto?; más aún, ¿está en condiciones de comenzar a caminar solo de manera autónoma?, si bien contará siempre con la ayuda del profesorado, y de los demás grupos, pero deberá ser el propio grupo la mayor parte de las veces quien tenga que buscar la ayuda (con preguntas concretas, específicas y concisas). Ha llegado el tiempo de que el grupo use los recursos de los que dispone, y busque aquellos que pueda llegar a necesitar. De todas las maneras no estarán solos en este camino. En efecto, en esta fase del proyecto el grupo podrá encontrar comentarios para desarrollar su proyecto,

herramientas para realizar alguna tarea específica, puntos de control para efectuar la autoevaluación como grupo y/o como miembro del grupo, etc., que se irán desplegando a lo largo del desarrollo del PFC. Por ejemplo, algunas de las recomendaciones serán:

(A) Recuerda que cada reunión que se lleve a cabo deberá tener su correspondiente acta, junto con la evaluación individual y anónima de todas las personas que hayan acudido a dicha sesión de trabajo. Se trata de adquirir las herramientas de las **reuniones eficaces**.

(B) Cada evaluación es conveniente que se pase al histórico correspondiente, y que está disponible como fichero EXCEL con la documentación de "reuniones eficaces" desde la primera sesión de seminario. Esa herramienta ayudará a observar y evaluar vuestro progreso como grupo (si la habéis llevado al día y habéis sido estrictos).

(C) Lo primero que se deberá hacer es concretar la **planificación definitiva del diseño** de vuestro proyecto; en otras palabras, decir clara y concisamente qué y cómo deseáis hacer para cumplir con las expectativas de este proyecto. O sea, qué objetivos se han marcado, qué fases se prevén para el proyecto, que tiempos serán necesarios, que recursos estarán disponibles (no olvidar la búsqueda bibliográfica que ya habéis llevado a cabo), quiénes serán los responsables correspondientes, cuándo se harán las reuniones con el profesor (según las exigencias que se explicitaron en la segunda sesión de seminario), ...

(9º) Llega el proceso de preparación de la información de la serie estadística para conseguir la tabla de frecuencias, mediante algún proceso de conteo. Seguirá la realización de alguna representación gráfica, acorde con la naturaleza de la información que se esté trabajando. Se obtendrán los diversos estadísticos para finalizar con la posible depuración de la muestra, de manera que sea homogénea.

FASE IV (desarrollo del PFC):

(10º) El GdT tendrá una idea de qué tipo de respuestas va buscando al enunciado de su PFC. Pero llega el momento de darle la forma de hipótesis de trabajo, que al mismo tiempo serán parte de los objetivos del grupo. Dichas hipótesis deberán declararse (escribirse) como preguntas para después darle respuesta mediante la Estadística. Paralelamente, cada estudiante deberá estudiar contenidos teóricos correspondientes de la asignatura, y el grupo deberá analizar, estimar y prever qué necesidades teóricas podrá llegar a necesitar.

(11º) En esta fase final se deberán aplicar las técnicas apropiadas de inferencia estadística para responder a las hipótesis de trabajo del PFC. A partir de la serie estadística se obtendrán los resultados, cuya adecuada discusión afirmará o desmentirá las expectativas del PFC. O sea, se deducirán las conclusiones finales, que deberán ir justificadas con las argumentaciones teóricas correspondientes. Además, los resultados finales deberán darse con el correspondiente nivel de fiabilidad.

FASE V (*conclusiones del PFC*):

(12º) En El curso acaba ya, y se ha de pensar en la evaluación y en la valoración del PFC. Se trata de animar al estudiante a que forme parte en la evaluación del PFC. Se hace en dos etapas: en la primera, se abre un foro sobre las posibles maneras de evaluar un Proyecto Fin de Curso; en la segunda, se realiza una encuesta, en la que el estudiante deberá contestar en qué curso hay que considerar, y qué importancia tiene, cada uno de los criterios de evaluación (relacionados con el trabajo en equipo) que se presentan. Si el 65 % de los estudiantes que acuden regularmente a las sesiones magistrales contestan válidamente la encuesta, se seleccionan aquellos ítems que se han atribuido a primero y se les ha atribuido un peso medio superior a 1.9 / 3 puntos. Se confecciona la matriz de valoración correspondiente, que está estandarizada para todos los ítems, y se da un tiempo para que el estudiante efectúe sus probables aportaciones. Finalmente, dicha matriz se utiliza para evaluar las presentaciones orales de los PFC, así como para que cada grupo califique su propio proyecto, y teniendo las calificaciones de sus compañeros de otros grupos, pueda efectuar la evaluación correspondiente de su trabajo (ver la siguiente sección para un mayor detalle). Se ha demostrado que esta iniciativa favorece la motivación, la responsabilidad, la participación y la implicación del estudiante.

(13º) El GdT tiene que resumir las conclusiones de su PFC y saber expresarlas por escrito y de manera oral, diseñando un posible borrador de su informe escrito del proyecto.

(14º) La **tercera sesión** consiste en analizar el estado del estudiante respecto del nivel de mínimos que se espera alcance en las competencias transversales implicadas, y preparar una presentación oral del resumen de los resultados alcanzados en el PFC (como preparación para la exposición del final de curso), teniendo en cuenta la posible realimentación que se reciba de otros grupos y del asesoramiento de profesor. Para ello cada grupo preparará un resumen escrito (de una hoja DIN A4 de extensión máxima) y una presentación PPT (de a lo sumo seis diapositivas), dejando modelos de ambos documentos de trabajo.

(15º) En esta etapa final del curso se anima a los estudiantes, mediante una encuesta, a seleccionar los criterios de evaluación que serán utilizados en la calificación de la presentación oral del proyecto, y que se plasmarán en la correspondiente matriz de valoración. Se ha demostrado que esta iniciativa favorece la motivación, la responsabilidad, la participación y la implicación del estudiante.

FASE VI (*evaluación del PFC*):

(16º) Llega la entrega de los productos de esta actividad PBL-ABP: informe escrito del proyecto, memoria del trabajo en grupo y memoria de la gestión de los recursos utilizados (junto con la autoevaluación del esfuerzo realizado frente a las exigencias del profesorado y los resultados de aprendizaje previstos), y el fichero con la presentación PPT, que será la base de la correspondiente defensa oral, en el día que se indique. El

estudiante dispone de ficheros con los modelos y los materiales que se deberán utilizar para estandarizar las maquetaciones y las presentaciones a llevar a cabo. Se les dan guías para optimizar de una manera eficiente las presentaciones en función de los resultados de aprendizaje previstos, y de los aspectos que deben recalcar, como culminación de la aplicación del método científico. No se trata de entregar mucho material, sino entregar las evidencias de aprendizaje justas, que demuestren que el GdT ha funcionado bien y ha conseguido al menos los objetivos que se proponía inicialmente. A lo largo del cuatrimestre se ha ido sugiriendo que se vaya realizando una agenda con la evolución del trabajo del GdT, para que llegado este momento se trate de una mera puesta a punto de la documentación. Finalmente, se entregan los documentos generados, dentro de las extensiones previstas, en las fechas previstas, y que previamente han sido consensuadas con el gran grupo (y que normalmente difieren de las fechas exigidas en la presentación del comienzo del curso).

(17º) Llega la **cuarta sesión** de seminario: la más corta, y la más larga. Hay que presentar y defender (ante la clase) los resultados más importantes del PFC del grupo. Los informes ya se han entregado, pero la **exposición (oral, en forma de congreso, en forma de póster, puzle, world café, ...)** del trabajo desarrollado será el penúltimo escalón, aunque ya se haya realizado una prueba con anterioridad. Esta es fundamental, y ya se cuenta con esa experiencia previa. Se utilizarán en todo momento matrices de valoración para calificar estos productos. Los estudiantes intervienen directamente tanto en la valoración de su propio trabajo como en el de sus compañeros, y sus calificaciones (que serán las únicas válidas) se contrastarán con las que asigne el profesor. Esta información podrá ser utilizada para realizar la autoevaluación del trabajo llevado a cabo, y que se incorporará al portafolio del estudiante.

(18º) Calificación provisional del trabajo realizado por cada GdT y de la documentación presentada.

(19º) Se realiza una entrevista con cada grupo del curso para comentar (desde el punto de vista del GdT y del profesorado) los resultados alcanzados, y exponer las diferencias detectadas, así como para comentar el plan de mejora que se haya propuesto. Es el momento en el que se comparan las calificaciones de ambas partes, y se decide la nota definitiva del GdT, que deberá ser incorporada al expediente individual de cada estudiante (suponiendo que esté en condiciones de que así sea)

La Figura 15 muestra el detalle del este despliegue del ABP-PBL, pero es necesario efectuar algunas consideraciones y puntuaciones que se acompañan en la Figura 14, donde los tiempos que se indican son estimaciones de tiempos mínimos que el estudiante (si optimiza su estudio) debería utilizar para la acción propuesta, en relación con los tiempos previstos en la Figura 4. La tabla se dirige al estudiante para que se conciencie que su esfuerzo individual dentro del grupo es básico para que el GdT funcione con mínimas garantías. Finalmente, en la Figura 16 se proporcionan los elementos más importantes en los que se hace hincapié a lo largo del despliegue del PFC, y que se ha observado históricamente en el comportamiento de los grupos.

Métodos Estadísticos mediante

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

15. Organigrama del conocimiento procedimental en RDP en la implementación del PFC (*en azul los elementos que intervienen en proceso de evaluación formativa y/o sumativa*).

CÓDIGO PDCA	TAREA	ACTIVIDADES	RESULTADO OBJETIVABLE/MEDIBLE	TIEMPO ESTIMADO (horas)		DIFICULTADES OBSERVADAS
				PRESENCIAL	NO PRESENCIAL	
1	<ul style="list-style-type: none"> - Presentación del PD de la asignatura - Explicación de la metodología docente basada en el PFC - Se proporciona el enunciado del PFC <p><i>Esta tarea se recuerda cada cierto tiempo al alumnado para que se concencie de lo que implica realmente</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Enunciado de las competencias involucradas en el PFC - Utilización de ejemplos sencillos para desarrollar la explicación - Definición de los objetivos - Influencia en la evaluación 	<ul style="list-style-type: none"> - Preguntas concretas en tutorías y/o en clase - Usar un diario de campo llevar el correspondiente registro 	0.25		<ul style="list-style-type: none"> - El alumnado considera que es excesiva la documentación que se le entrega el primer día de clase - La guía de la asignatura puede resultar útil para superar esta dificultad., Siempre y cuando esté muy bien diseñada
2	Búsqueda de información en libros, revistas, enciclopedias y/o Internet, consultar a otros profesores atendiendo a los descriptores de la asignatura, que se dan el primera día de clase	El estudiante buscará información en las fuentes sugeridas	<ul style="list-style-type: none"> - El alumno entregará el enunciado del problema en su forma más abierta posible que va a trabajar - Lista de las referencias utilizadas según el método de Harvard (servirá de modelo el que se da con la bibliografía en el PD de la asignatura) 		0.50	<ul style="list-style-type: none"> - Es normal que el alumno se muestre desorientado ya que no está acostumbrado a trabajar siguiendo el método científico - Se entrega la documentación a mano - No es normal que se entregue nada tan temprano
3	Nueva reformulación de los criterios de búsqueda	Se proporcionan descriptores muy específicos para generar la búsqueda: sistema dinámico, sistema lineal, aproximación lineal, controlabilidad, robustez, resonancia en sistemas, ...	<ul style="list-style-type: none"> - En una fase posterior, se puede intentar darle un enfoque RDP completo, usando para ello la formulación que se haya propuesto para la implementación de la solución 	0.17	0.50	<ul style="list-style-type: none"> - En esta fase es preciso realizar una acción tutorial para encaminar al estudiante en la dirección apropiada - Hay que hacer, a menudo, acciones correctoras en tiempo real, bien sea porque el alumnado reacciona de una forma no prevista, bien porque el progreso esperado no se materializa en pasos
4	Nueva reformulación de los criterios de búsqueda	Se indica al estudiante los temas más productivos de la asignatura			0.25	
5	Formulación abierta del problema concreto que se habrá de resolver según la metodología RDP, incorporando claramente las relaciones que ligan la propuesta con otras asignaturas de la titulación	El estudiante tendrá que desarrollar la teoría en la que se basa el modelo que presenta, fuera del ámbito que	<ul style="list-style-type: none"> - El enunciado propuesto deberá manifestar claramente las relaciones de contenidos y descriptores con la asignatura - Análisis del modelo: la teoría expuesta deberá ser sucinta y directa 		2.00	<ul style="list-style-type: none"> - El estudiante suele mostrar dificultad en verbalizar la experiencia de su trabajo - Hay que poner por escrito las dificultades que puede entrañar el futuro desarrollo del proyecto
6	Diseño de la forma en que se va a abordar la implementación de la solución que se busca	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis del problema - Análisis de las herramientas que se podrán utilizar - Situar los recursos que se necesitarán 	<ul style="list-style-type: none"> - Lista de variables, que intervienen - El estudiante habrá de preparar un mapa conceptual, organigrama o similar, en el que se proponga una estrategia de trabajo y de cálculo, razonando los puntos clave del mismo 	0.50	1.00	<ul style="list-style-type: none"> - No se tiene una idea clara de las herramientas para trabajar diseño top-down - El estudiante no relaciona de forma adecuada los conceptos clave de la asignatura con la experiencia que tiene en el PFC: hay que recordarle los mapas conceptuales de las unidades temáticas de la asignatura

Métodos Estadísticos mediante

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

CÓDIGO PDCA	TAREA	ACTIVIDADES	RESULTADO OBJETIVABLE/MEDIBLE	TIEMPO ESTIMADO (horas)		DIFICULTADES OBSERVADAS
				PRESENCIAL	NO PRESENCIAL	
7	Recordar los conceptos teóricos que intervienen	Resumen de los descriptores más necesarios para desarrollar el PFC	Mapa conceptual de contenidos	0.17	0.50	Hay que llamar la atención al estudiante para que estudie al día
8	Deducción del modelo de trabajo a partir de la representación gráfica	Analizar si se trata de un problema discreto o continuo, aclarando cuáles son las variables, así como la relación que existe entre ellas	- Deducción del modelo teórico - Enunciado justificado y razonado de las hipótesis de trabajo, necesarias para implementar la resolución del problema		0.50	- Problemas a la hora de discriminar los datos y los resultados - No se discuten las variables de la forma adecuada - No se expresan de forma correcta los descriptores y las palabras clave
9	Refinamiento del análisis cualitativo	Dar un repaso general a todo el planteamiento para ver si se han cometido errores	Listado justificado de los errores encontrados		0.50	- Le cuesta al alumno dedicar un tiempo a repasar y reflexionar
10	Análisis de las debilidades del planteamiento por parte del profesor	Seguimiento, normalmente autorizado, del estudiante		0.50		Hay que quedar con el estudiante, porque de otra forma no se acercaría de forma voluntaria
11	Aplicación de la metodología de resolución aproximada de sistemas de ecuaciones lineales en el sentido de mínimos cuadrados	Calcular los parámetros que intervienen en el PFC	Coherencia de los valores obtenidos	0.17	1.50	- El estudiante suele utilizar tan solo el lápiz y el papel, no haciendo uso de las TIC para aumentar su productividad general
12	Deducción de conclusiones	Contestar de una manera justificada a las preguntas planteadas en el PFC	Los resultados son correctos y las explicaciones están justificadas		0.50	Se dan los números, no se proporcionan las unidades, y normalmente no se comentan los resultados obtenidos
13	Presentación oral y/o escrita del informe correspondiente al PFC	Realizar una presentación PowerPoint que resuma todo lo esencial del PFC	Calidad de la documentación/presentación efectuadas atendiendo a los criterios establecidos en las matrices de valoración correspondientes		1.00	- No se pone el suficiente interés para generar un documento con la suficiente prestancia para el nivel universitario - No se observa autonomía para trabajar el documento correspondiente
14	Evolución de la marcha del alumnado en el progreso del dominio de las técnicas del PFC	Entrevista (3 sesiones de 10 minutos) con el profesor de la asignatura de forma individual y con los demás miembros del grupo	Diario de registros	0.50		Las normales al tener que verbalizar los sentimientos y las emociones delante de un profesor, y más si se hace delante de otros compañeros y compañeras, aunque sea en un grupo pequeño.
15	Evaluación final del trabajo realizado con el PFC	Entrevista personal Entrevista al grupo Análisis de la ficha del grupo y del alumnado	Calificación final del PFC junto con el seguimiento efectuado, y la opinión de cada miembro del grupo	0.25		Al principio, el alumnado es reticente a evaluar a sus compañeros de trabajo, siempre que no haya mentalidad de grupo
16	Siguiendo la filosofía REDER el PEA del PFC se revisa de forma continua, para lo que cuenta con los mecanismos de control correspondiente	Calidad del informe del PFC Presentación oral del PFC Autoevaluación del alumnado	Método de Lejk para evaluar el trabajo guiado del grupo que realiza el PFC			El alumnado ve favorable que se comente con ellas/ellos el resultado de la evaluación

Métodos Estadísticos mediante

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

ACCIÓN QUE SE EVALÚA		COMPETENCIA	APTITUD CUBIERTA	PREGUNTA REALIZADA/ENFOQUE CUBIERTO
Búsqueda de información de una manera óptima	EF	CE1, CT2	Individualización del PEA: división de tareas	Fuentes consultadas y constructores usados Tiempo que se ha empleado en realizar la búsqueda
Definición del problema abierto según estándares	ES	CE1, CE2, CT1	Participación proactiva del alumno	Rigor y precisión del planteamiento propuesto Forma en la que se declara la definición del PFC Justificación de la elección planteada
Distribución de roles dentro del grupo	EF	CT1	Contribuir al espíritu colaborativo del grupo	Razonar la propuesta de distribución de roles realizada ¿Cómo se ha realizado la carga de trabajo en el grupo? ¿Se ha hecho un seguimiento de la productividad?
Previsión de las dificultades que han de surgir	EF	CE2, CT2	Análisis cualitativo de la solución buscada	¿Cómo se interpreta la resolución de forma aproximada de un SEAL? ¿Existe un análisis cualitativo del problema?
Buscar valores para fijar el problema numérico	EF	CE2, CE3, CT2	Coordinación con otras asignaturas	¿Cómo disponer los datos para la teoría algebraica? ¿Qué tipo de metodología se aplica?
Planteamiento de la resolución	EF	CE2, CT1	Organización de tareas	¿Cómo se distribuye el trabajo entre los miembros? ¿Existe un mapa conceptual de la implementación? ¿Se ha presentado un diagrama Gantt de tiempos?
Contraste de resultados	ES	CE3	Coherencia de los resultados con la teoría	¿Se han obtenido los resultados buscados? ¿Se justifican los valores obtenidos?
Análisis de las dificultades encontradas	EF	CE2, CE3	Aportaciones de interés	¿Cómo han resuelto las dificultades que han surgido? ¿Cómo se han gestionado los recursos empleados? Proponer al alumnado una situación problemática, que sea consecuencia directa del PFC trabajado
Coste computacional de la implementación	EF	CE3	Contraste de resultados	¿Cómo se mide el coste del método utilizado?
Métodos de trabajo en grupo aplicados	ES	CT1	Capacidad de autoevaluación	Calidad del informe de autoevaluación presentado ¿Qué valores destacan sus compañeros de trabajo?
Informe científico de la experiencia en el PFC	ES	CT1	Favorecer el uso de la estructura adecuada	¿Qué uso se hace del lenguaje matemáticas y las relaciones formales? ¿Cómo se razona?
Presentación oral del informe	ES	CT1	Coherencia de la defensa realizada	Justificación razonada de la memoria llevada a cabo
Entrevista final	EF	CT1, CT2	Uso del conocimiento procedimental	¿Cómo responde el alumnado a las preguntas hechas?
Actitud en la tutoría	EF	CT1, CT2	Relación más empática entre alumnado/ profesorado	¿Actitud positiva dentro de la estructura del grupo? ¿Se muestra abierto, activo, productivo, eficiente, eficaz, ...? ¿Cuál es la postura adopta ante sus compañeros?

16. Listado de problemas típicos que aparecen en un proceso ABP-PBL.

6. ¿Qué se va a evaluar?:

Los productos que se obtendrán

El desarrollo del PFC con metodología ABP-PBL generará los siguientes productos, atendiendo a todas las metodologías docentes implicadas:

(1º) El **portafolio del estudiante** tiene que ser el historial del estudiante en la asignatura a lo largo de todo el curso en todas las metodologías docentes previstas, que se comparará (al final) del curso con el expediente académico del profesor. Incluye todas las **evidencias de aprendizaje** relevantes que el estudiante considere necesarias para mostrar su evolución competencial en función de los resultados de aprendizaje previstos.

Así pues, debe incluir todo aquello que muestre la “excelencia” del estudiante; es decir, lo mejor de: sus entregas, sus pruebas, sus ejercicios, sus prácticas de laboratorio, su contribución al trabajo del grupo, sus calificaciones, sus esfuerzos, etc.

No obstante, el estudiante deberá dar argumentos para comprobar que tales documentos son adecuados a los niveles de exigencia que se piden en las diferentes matrices de valoración de la asignatura. Con otras palabras, cada estudiante deberá razonar sus evidencias, pero recordando que se debe autovalorar y cuestionarse lo bueno o malo del trabajo que haya realizado. En consecuencia, es preciso que acompañe las evidencias con la planificación llevada a cabo y la temporalización ejecutada. Desde el comienzo del curso se anima a guardar los resultados de su evolución en la **ficha del estudiante** (contrato académico del estudiante en la asignatura), que se proporciona al comienzo del curso, y que puede ser el resumen de este documento. La prueba de mínimos que cada estudiante deberá realizar, para contrastar su conocimiento competencial con los mínimos de la asignatura, de los que ya tiene idea. Es eliminatoria, y se repetirá tres veces a lo largo de los dos últimos meses del curso académico.

(2º) El **Cuaderno de Laboratorio** es el documento que muestra la evolución del estudiante con la herramienta matemática para resolver de una manera práctica problemas algebraicos al tiempo que se presta más atención a la interpretación de los contenidos. Como se puede ver en la Figura 17, la estructura de las sesiones de laboratorio tiene seis principios básicos:

- ✚ el estudio previo del estudiante para llegar al laboratorio en condiciones de sacar el máximo partido de dicha sesión,
- ✚ la gradualidad de la dificultad, yendo de menos a más, al tiempo que se aprovecha cada sesión para repasar los contenidos teóricos correspondientes,
- ✚ la evolución competencial, ya que cada práctica cubre a las precedentes, y con las aportaciones de cada realimentación se pueden analizar los puntos débiles de la evolución del estudiante

- ✚ recordar la importancia de alcanzar unos mínimos, que garantizarán que se alcanzarán básicamente las competencias de la asignatura.
- ✚ Trabajar en parejas o en grupos mientras se está en el laboratorio, pero el trabajo final del informe de cada práctica será individual, y que deberá reflejarse en el CdL, y
- ✚ servir de apoyo gradual a las necesidades de cálculo que podrá llegar a tener el GdT en su PFC.

En consecuencia, cada estudiante deberá ser consciente que tiene que hacer un buen CdL porque será su expediente del laboratorio. Cada práctica consta de tres momentos (ver la Figura 11): **(a)** antes del laboratorio (que se recoge antes de entrar en el laboratorio, de modo que la persona que no lo haya realizado no realizará esa sesión, si bien la puede realizar a la misma hora en la sala de ordenadores, pero por su cuenta), **(b)** durante el laboratorio (se presentan someramente los elementos clave de esa sesión y cada estudiante deberá realizar la consiguiente serie de ejercicios, donde puede contar con la ayuda de sus compañeros), y **(c)** el **informe de la práctica** (cada estudiante deberá realizar una serie de ejercicios de repaso relacionado con las tareas realizadas en el laboratorio y con las prácticas precedentes). Las primeras prácticas tienen más valor formativo que calificador, pero son igual de importantes. Los ejercicios que se proponen tienen mayor complejidad de cálculo que los que se realizan en las clases de problemas, porque se trata de utilizar una herramienta para hacer los cálculos y centrar el trabajo en la discusión de la metodología y de los cálculos, al tiempo que la reflexión se espera proporcione ideas para ayudar en la evolución de PFC del GdT.

Los dos productos anteriores definen la componente individual del estudiante, mientras los que siguen se refieren al trabajo en grupo.

(3º) La **Memoria del PFC** es el portafolio del GdT en la experiencia ABP-PBL en el curso. Consta de los siguientes documentos:

(3A) La **memoria del grupo**: las actas de las reuniones y las correspondientes evaluaciones, el resumen de la autoevaluación del grupo (el histórico de las evaluaciones de las diversas sesiones, que ayudará a analizar la evolución del grupo de trabajo y enfrentarlo a los diversos tipos posibles de ciclos de grupo existentes), el diagrama de Gantt del diseño y planificación de su trabajo (en relación con los objetivos iniciales previstos) y el plan de mejora que han concluido de su experiencia personal.

(3B) El **informe escrito** (con estructura de artículo científico) del proyecto realizado.

(3C) Una **presentación oral** con los resultados más importantes de la experiencia del grupo, y de las personas que lo componen.

Cada uno de dichos productos se evalúa y califica por medio de matrices de valoración, que se adjuntan en el anexo de este documento. Para ello es fundamental que el estudiante tenga a su disposición un ejemplar de referencia con las instrucciones y los requisitos que debe satisfacer el documento correspondiente, y al menos un modelo completo, para tomarlo como referencia.

Métodos Estadísticos mediante

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

TIPO	DOCUMENTO	¿DÓNDE SE PUEDE ENCONTRAR?	ITINERARIO DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA	PRODUCTO
BASE	Plan de Estudios de la Titulación	Página web del Centro		Ficha del estudiante
	Guía GAUR de la asignatura	Aplicación GAUR Página web del Centro		
	Plan Docente de la asignatura La metodología ABP-PBL	Plataforma docente		
	Evaluaciones formativas/sumativas		Matrices de valoración Toma de referencia: realimentación Instantánea del estudiante	
	Referencias de apoyo Recursos de apoyo			
	Material de apoyo		Cada metodología docente tendrá unos materiales específicos	
	One Minute Paper		Conocer el conocimiento aprehendido por el estudiante sobre una actividad dada	
	Ficha de cada actividad a realizar	El profesor programa la estrategia a desarrollar en cada sesión		
EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA	Estilos de aprendizaje CHAEA	Plataforma docente	Conocer el tipo de estudiante	Ficha del estudiante
	Literacia	Presencial	Nivel competencial del estudiante	
	Roles de Belbin	Presencial	Perfil del estudiante en un grupo de trabajo	
ENTREGABLES	Pruebas de teoría	Presencial		Portafolio del estudiante
	Listados de ejercicios	Plataforma docente	Ejercicios para realizar en clase Ejercicios de refuerzo Ejercicios de ampliación Ejercicios de examen	
	Pruebas prácticas	Presencial	Ejercicios de repaso de los conceptos de esa semana	
SEMINARIO	Acta de la sesión	Plataforma docente	Reuniones eficaces Aprendizaje cooperativo	Memoria del PFC
	Diseño y planificación del proyecto	Presencial	Diagrama de Gantt de los recursos del PFC	
	Informe del PFC		Resultados obtenidos en la investigación PFC	
	Presentación oral de la experiencia ABP	Presencial	Resumen de la memoria PFC del GdT	

Métodos Estadísticos mediante

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

TIPO	DOCUMENTO	¿DÓNDE SE PUEDE ENCONTRAR?	ITINERARIO DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA	PRODUCTO
LABORATORIO	Antes de comenzar la sesión de trabajo	Plataforma docente Presencial	Preparar la práctica Aprendizaje autónomo del estudiante	Cuaderno de Laboratorio
	Durante la sesión de trabajo	Presencial Plataforma docente	Uso del programa informático Trabajar el aprendizaje cooperativo Trabajar los contenidos teóricos	
	Informe de la práctica de laboratorio	Plataforma docente	Uso del programa informático Refuerzo de los contenidos teóricos	
	Realimentación del informe	Presencial Plataforma docente	Mejorar los puntos débiles del informe Razonar las causas de esas debilidades	

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS				
SESIÓN	ACTIVIDAD	ANTES DE	DURANTE	DESPUÉS DE
SEMINARIO 1	Ficha de la actividad para el profesorado (presencial) Ficha de la actividad para el estudiante (plataforma docente)	Reuniones eficaces Roles de Belbin	Formación de grupo Misión y visión del GdT	Acta de una sesión
SEMINARIO 2		Diseño del PFC Planificación del PFC Objetivos del PFC	Aprendizaje cooperativo Herramientas para TEE	Acta de una sesión Autoevaluación
SEMINARIO 3		Resumen del PFC	Prueba de mínimos Presentación oral Evaluación cruzada de PFCs	DAFO del grupo
SEMINARIO 4		Informe del PFC Memoria del GdT	Presentación oral Problemas planteados Evaluación cruzada de PFCs	Autoevaluación de PFCs Entrevista al GdT

17. Elementos que definen cada producto final de la asignatura.

