



FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES

MÁSTER UNIVERSITARIO EN FORMACIÓN DEL
PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

*ANÁLISIS DE UNA EXPERIENCIA DIDÁCTICA DE
APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS EN LA
UNIDAD DE MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME DE
LA ASIGNATURA DE FÍSICA Y QUÍMICA EN 4º DE LA
ESO Y COMPARACIÓN CON LA ENSEÑANZA
TRADICIONAL.*

DIRECTOR

Víctor Javier Martínez Merino

ALUMNA

Miren Edurne Boleas Aguirre

Pamplona, Junio 2012

RESUMEN

La evolución social, científica, técnica y económica actual demanda un tipo de aprendizaje diferente del tradicional. Unos de los objetivos fundamentales de la enseñanza actual es que los alumnos *aprendan a aprender* de forma independiente y sean capaces de adoptar de forma autónoma la actitud crítica que les permita orientarse en un mundo cambiante.

En este contexto, la Educación Secundaria Obligatoria ha de ser capaz de preparar alumnos y alumnas que comiencen a responsabilizarse de su formación continua orientada a adaptarse a la demanda socio-cultural en continuo cambio. Alumnos y alumnas comprometidos con su aprendizaje como vía imprescindible para su propio desarrollo y el de su entorno. Estudiantes que descubran su capacidad de aprendizaje y disfruten en el proceso.

Además, el trabajo ha cambiado también de forma importante, son cada vez menos los profesionales que trabajan de forma aislada. En un mundo en que los conocimientos eclosionan a un ritmo acelerado los profesionales deben unir sus fuerzas y conocimientos a los de otros profesionales para ser capaces de analizar los problemas desde distintas disciplinas complementarias. En consecuencia, los futuros profesionales deben ser capaces de trabajar de forma natural y productiva en equipos multidisciplinares. Esto implica saber escuchar, entender y preguntar si no se entiende algo. Conlleva tener en cuenta y respetar otros puntos de vista, de comunicar de forma asertiva y efectiva lo que se puede aportar al trabajo del grupo de forma constructiva.

Por todo ello, en la etapa escolar, se ha de inculcar al adolescente que no es un individuo aislado sino que forma parte de una sociedad en continuo cambio y que ha de saber adaptarse. El instituto ha de formar a los adolescentes para que respondan a una demanda activa, más interdisciplinar y flexible.

En este documento se detalla una experiencia de aplicación de la metodología de aprendizaje basado en problemas, APB, en el IES BASOKO durante el curso 2011-12. En la unidad didáctica sobre Movimiento Uniforme Circular dentro de la asignatura de Física y Química de 4º de la ESO. Se implementa el escenario ABP en uno de los dos grupos de 4º ESO que cursan esta materia.

Los resultados académicos obtenidos son similares a los del grupo que no ha seguido esta metodología. El nivel de motivación, implicación y participación de los estudiantes es significativamente mayor al que muestran en la enseñanza convencional. A pesar de sus limitados conocimientos sobre la técnica de trabajo, el ABP resulta una efectiva y potente herramienta didáctica para atraerlos y conseguir un aprendizaje significativo. Resulta especialmente efectivo en el caso de los alumnos más pasivos o desinteresados. Todos los alumnos se integran activa y positivamente en la actividad que se desarrolla en el aula.

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	1
1.1. Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en proyectos	2
1.2. Historia del ABP	4
1.3. El proceso de trabajo del ABP	5
1.4. Los fundamentos del ABP	6
1.5. Tipos de proyectos ABP	8
2. MATERIAL Y MÉTODO	10
2.1. Guía del trabajo ABP	10
2.2.1. Presentación de la metodología ABP	11
2.2.2. Exposición de los objetivos de la actividad	11
2.2.3. Mapa conceptual de la unidad. Contenidos	13
2.2.4. Proyectos.	14
2.2.5. Modelo físico a construir	14
2.2.6. Equipos	15
2.2.7. Sesiones de trabajo	15
2.2.8. Evaluación	15
2.2. Sesiones de trabajo ABP movimiento circular uniforme	16
2.2.1. Sesión 1. ¿Qué es el aprendizaje basado en proyectos?	16
2.2.2. Sesión 2. ¿Con qué unidades puedes representar el mcu? ..	16
2.2.3. Sesión 3. ¿Quién provoca el mcu?	18
2.2.4. Sesión 4. ¿Quién hace de fuerza centrípeta en diferentes situaciones?	19
2.2.5. Sesión 5. ¿Qué velocidad lleva un satélite? ¿Qué pasa si es mayor? ¿Y si es menor?	19
2.2.6. Sesión 6. Entrega de informe final y exposición proyectos en clase	19
2.2.7. Evaluación tradicional	20
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
3.1. Resultados académicos	21
3.2. Habilidades o competencias	23
3.3. Implicación y motivación	23
4. CONCLUSIONES	26
4.1. Consideraciones para mejorar este ABP	26
5. BIBLIOGRAFÍA	29

ANEXOS

ANEXO I. GUÍA ABP MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME 4ºESO BASOKO

ANEXO II. ACTAS EQUIPOS ABP

ANEXO III. AUTO-EVALUACIÓN Y CO-EVALUACIÓN.

ANEXO IV. ENCUESTA VALORACIÓN EXPERIENCIA.

ANEXO V. EJERCICIOS 2ª LEY DE NEWTON 4ºESO

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

Desde hace un tiempo se evidencia que las estrategias metodológicas utilizadas en la docencia tanto de Física y Química como de otras disciplinas han de sufrir ciertos cambios. En las aulas se reflejan bajos niveles de motivación, de autonomía en el aprendizaje, de desarrollo del pensamiento crítico, de capacidad por conectar los conceptos con las aplicaciones prácticas y de la capacidad de adquirir aprendizajes significativos. Estos aspectos, además de la escasa capacidad de fomentar el desarrollo de habilidades de comunicación, de trabajo en equipo y de liderazgo, son problemas asociados al modelo de clase tradicional.

Las sesiones expositivas tradicionales, por si solas, no estimulan el pensamiento crítico. Como consecuencia del tipo de preguntas de las evaluaciones propias de la enseñanza más tradicional los estudiantes son entrenados en el pensamiento algorítmico, buscando leyes y fórmulas que aplicar ciegamente para obtener la respuesta correcta. Esto anula el atractivo de la Física y lleva al estudiante a creer que la Física es una ciencia aburrida y poco valiosa para su vida. Todo ello se traduce en un descenso progresivo de la cantidad de alumnos que cursan Física.

Este documento describe la experiencia de Aprendizaje Basado en Proyectos que se ha llevado a cabo en el IES BASOKO, aprovechando la estancia en el centro durante el Practicum II. En la unidad didáctica que incluye el Movimiento Circular Uniforme dentro de la asignatura de Física y Química de 4º de la E.S.O del curso 2011-12.

El *objetivo principal de la actividad* consiste en que el alumno sea capaz de buscar y discriminar información para integrar y aplicar unos conocimientos a través de su trabajo en equipo. Que adquiera los conocimientos básicos sobre movimiento circular uniforme, desde su base conceptual a la aplicación de los conceptos en problemas, aplicando como técnica el aprendizaje basado en proyectos: Project Based Learning (ABP) (Allen, Duch, Groh, 1997) y el correspondiente sistema de evaluación y auto evaluación. Este método de aprendizaje se ajusta a la adquisición de las competencias correspondientes en la materia de Física y Química de cuarto curso. El aprendizaje basado en problemas (ABP) es uno de los métodos que permite combinar la adquisición de conocimientos con el aprendizaje de competencias.

Por otra parte el *objetivo general de este trabajo* consiste en conocer y analizar la reacción del alumnado ante esta nueva manera de trabajar los contenidos académicos, su motivación e implicación, la disposición activa hacia el aprendizaje y los conocimientos adquiridos.

Los *objetivos específicamente académicos* de la experiencia son que el alumnado sea capaz de:

1. Reconocer en el modelo físico a fabricar las características de la velocidad angular y expresarla de diferentes formas: revoluciones, grados y radianes.

2. Relacionar velocidad, periodo y frecuencia.
3. Deducir del modelo construido la relación entre velocidad lineal y velocidad angular.
4. Identificar que la variación en la dirección de la velocidad implica aceleración.
5. Razonar que la causa de la aceleración de un cuerpo es la fuerza que actúa sobre él.
6. Extrapolar los conocimientos sobre fuerza y aceleración centrípeta en el movimiento circular uniforme al movimiento de los planetas y satélites.
7. Evaluación de los alumnos en las competencias, tanto generales como transversales, según lo establecido el DECRETO FORAL 25/2007, del 19 de marzo.

Para alcanzar estos objetivos se diseña un escenario APB específico (ver Anexo I) para ayudar al alumno a adquirir las diferentes competencias necesarias, tanto generales como específicas, de la unidad didáctica. El proceso APB se desarrolla en seis sesiones de 50 min/sesión a lo largo de tres semanas.

Finalmente, el documento incluye algunas consideraciones para mejorar la metodología seguida con el fin de optimizarla.

1.1. QUÉ ES Y CÓMO FUNCIONA EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

El aprendizaje basado en problemas (ABP) es una metodología de aprendizaje en la cual el punto de partida es un problema o situación que permite al estudiante identificar necesidades para comprender mejor ese problema o situación. Es una estrategia de enseñanza en la que se invierte la organización tradicional de los procesos de aprendizaje. Existen marcadas diferencias respecto al sistema de aprendizaje tradicional.

Si los métodos de enseñanza tradicionales se basan en la transmisión-adquisición de conocimiento, la metodología ABP pretende que el alumno aprenda a desenvolverse como un profesional capaz de identificar y resolver problemas, capaz de interpretar datos y de diseñar estrategias. En relación con todo esto, ha de ser capaz de movilizar, de poner en juego, el conocimiento teórico que está adquiriendo en su formación.

Aprender a aprender

En el trabajo mediante ABP los estudiantes adquieren conocimientos al tiempo que aprenden a aprender de forma progresivamente independiente, aunque guiados por un tutor. Aprenden también a aplicar los conocimientos en la resolución de distintos problemas similares a los que se les presentarán en el desempeño de su trabajo, a trabajar en equipo de forma supervisada y

progresivamente autónoma, a identificar sus objetivos de aprendizaje, a gestionar su tiempo de forma eficaz, a identificar qué aspectos del problema desconocen o necesitan explorar con más profundidad, a investigarlos por su cuenta, dirigiendo su propio aprendizaje. Y además, beneficiándose en este proceso de la colaboración de sus compañeros, que aportan el contraste necesario a sus indagaciones y formas de entender lo que están estudiando. El trabajo ABP permite superar además los límites, muchas veces artificiales, de las asignaturas tradicionales.

El valor de esta estrategia radica en que se reproducen los pasos que se siguen en los procesos de aprendizaje informal, aquellos que se aprenden de forma autónoma al margen del entorno académico. En consecuencia el alumno se adiestra, aprende y desarrolla un conjunto de habilidades que pueden ser de especial importancia en su autoformación necesaria a lo largo de la vida.

Motivación y participación

Además, a pesar de no ser su finalidad principal, el aprendizaje basado en problemas se utiliza como alternativa a situaciones de la enseñanza caracterizadas por la desmotivación o para combatir la pasividad en los procesos de enseñanza-aprendizaje. En el ABP se parte de situaciones relevantes para el alumno. Exige su implicación y proporciona momentos de reflexión individual y colectiva, obligando al alumno a tomar decisiones relacionadas con las necesidades de su aprendizaje y a participar en la organización y ejecución de un proceso de investigación.

Aprendizaje colaborativo

La organización que el profesor da a la actividad global favorece que las tareas se realicen trabajando en grupo cooperativo. Uno de los ejes principales de esta estrategia es que el alumno trabaje con autonomía y de forma colaborativa, siendo capaz de generar y compartir ideas, de discutir y analizar su viabilidad, de ayudarse para localizar recursos y de proponer respuestas al problema planteado. Se trata de promover estrategias de enseñanza de carácter interactivo y dar una organización en el aula que evite la centralización en las acciones del profesor.

Desarrollo de competencias

Durante el proceso de interacción que mantiene el alumnado para analizar, entender y resolver el problema se intenta conseguir, junto al aprendizaje conceptual propio de la materia, el desarrollo de la capacidad de hacer un diagnóstico de sus necesidades, la toma de conciencia sobre la necesidad de trabajar en equipo y el desarrollo de las habilidades de análisis, síntesis y comunicación de la información.

Aprendizaje significativo y contextualizado

Así, el aprendizaje basado en problemas persigue que los conocimientos se adquieran o se aprendan a lo largo del proceso de resolución del problema y tome sentido en el contexto de la actividad que se realiza. El aprendizaje se obtiene en relación directa al problema y no de una forma aislada o parcial sin relacionarse a un contexto (Branda, 1997).

Autonomía y responsabilidad en el aprendizaje

Esta metodología requiere cambios importantes, en la forma como se concibe el aprendizaje y, por tanto, la docencia, así como en las relaciones entre profesores y estudiantes. Especialmente en la asignación de responsabilidades del aprendizaje. El profesor tiene la obligación de crear problemas significativos y relevantes, dirigir la discusión de un grupo en torno a los mismos y apoyar la exploración y el trabajo de los estudiantes. Sin embargo, la responsabilidad del aprendizaje corresponde a los estudiantes. Es el estudiante el que se responsabiliza del esfuerzo de buscar, comprender y trabajar para alcanzar sus objetivos. De hecho, las explicaciones del profesor son mucho más puntuales que en un planteamiento tradicional. Con todo, quizá la característica más llamativa de esta metodología es la relación entre profesores y estudiantes basadas en la igualdad y el mutuo respeto.

1.2. HISTORIA DEL ABP

El ABP surgió en la Escuela de Medicina de la Universidad de McMaster en Canadá en la década de los 60 tratando de instituir un sistema de enseñanza de la medicina que corrigiese algunas de las deficiencias del sistema de asistencia médica (Walsh, 1978) y, concretamente, la observación de que los estudiantes con buenos conocimientos en diversas materias médicas no eran capaces de aplicarlos cuando se enfrentaban a un problema real o simulado.

Variables principales

Al ser adoptado por otras instituciones, el método experimentó algunos cambios, de manera que en estos momentos se pueden encontrar distintas versiones (la adoptada por la universidad de Maastricht, por ejemplo, es una de las más extendidas, especialmente en Europa). Tal y como Barrows (1986) indica, las dos variables principales que determinan estos distintos tipos de ABP son:

1. *El grado de estructuración del problema.* Puede haber desde problemas rígidamente estructurados y con alto grado de detalles, hasta problemas abiertos o mal definidos que no presentan datos y en los que queda en manos del estudiante la investigación del problema y, en cierta medida, su definición.

2. *El grado de dirección del profesor.* En este aspecto se pueden encontrar casos en los que el profesor controla todo el flujo de información y él mismo se encarga de comentar los problemas en clase, o casos en los que se ocupa de orientar los procesos de reflexión y selección de la información que han de ir explorando y descubriendo los propios estudiantes.

Objetivos

En cualquier caso, cualquier versión de ABP se orienta a los siguientes objetivos señalados por Barrows (1986):

1. *Estructurar el conocimiento para utilizarlo en contextos clínicos.* A pesar de esta formulación clínica, se trata de orientar el trabajo a construir el

conocimiento que hay que poner en práctica, es decir, el conocimiento funcional (en la acepción de Biggs, 1999) característico de cada profesión.

2. *Desarrollar procesos eficaces de razonamiento clínico.* De nuevo enunciado en términos médicos, se refiere a las actividades cognitivas necesarias en el campo profesional de referencia: resolución de problemas, toma de decisiones, generación de hipótesis, etc.

3. *Desarrollar destrezas de aprendizaje auto-dirigido.* Hace referencia a estrategias de aprendizaje de autodirección centradas en contextos nuevos (Biggs, 2004)

4. *Motivación para el aprendizaje.* El hecho de que la propuesta de trabajo sitúe a los estudiantes en el contexto de un problema desafiante, que requiere su participación inmediata y que debe explorar de forma auto-dirigida aumenta de forma sustancial la motivación de los estudiantes, que superan la actitud pasiva característica de las aulas tradicionales.

A estos cuatro se le puede añadir un quinto objetivo:

5. *Desarrollar la capacidad para trabajar en grupo con los compañeros* (Biggs, 2004), lo que implica también otras capacidades como la comunicación, la confrontación constructiva de ideas y puntos de vista o la atención a los procesos del propio grupo.

1.3. EL PROCESO DE TRABAJO DEL ABP

En la versión utilizada por la Universidad de Maastricht, los estudiantes siguen un proceso de 7 pasos (ver Cuadro 1) para la resolución del problema (Moust, Bouhuijs y Schmidt, 2007; Schmidt, 1983):

1. *Aclarar conceptos y términos:* Se trata de aclarar posibles términos del texto del problema que resulten difíciles o confusos, de manera que todo el grupo comparta su significado.

2. *Definir el problema:* Es un primer intento de identificar el problema que el texto plantea. Posteriormente, tras los pasos 3 y 4, se puede volver sobre esta primera definición si se considera necesario.

3. *Analizar el problema:* En esta fase, los estudiantes aportan todos los conocimientos que poseen sobre el problema tal como ha sido formulado. La importancia de esta fase reside en la lluvia de ideas, es más importante la cantidad de ideas que su veracidad.

4. *Realizar un resumen sistemático con varias explicaciones al análisis del paso anterior:* Una vez generado el mayor número de ideas sobre el problema, el grupo trata de sistematizarlas y organizarlas resaltando las relaciones que existen entre ellas.

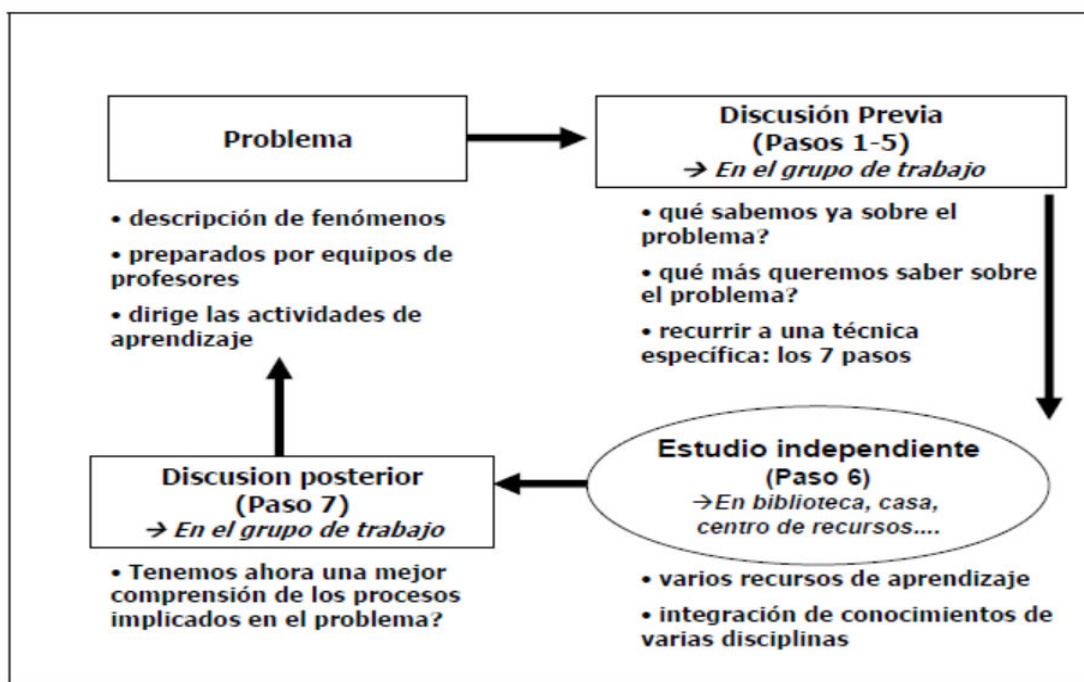
5. *Formular objetivos de aprendizaje*: En este momento, los estudiantes deciden qué aspectos del problema requieren ser indagados y comprendidos mejor, esto constituye los objetivos de aprendizaje que guían la siguiente fase.

6. *Buscar información adicional fuera del grupo o estudio individual*: Con los objetivos de aprendizaje del grupo, los estudiantes buscan y estudian la información que les falta. Pueden distribuirse los objetivos de aprendizaje o bien trabajarlos todos, según se haya acordado con el tutor.

7. *Síntesis de la información recogida y elaboración del informe sobre los conocimientos adquiridos*: La información aportada por los distintos miembros del grupo se discute, se contrasta y, finalmente, se extraen las conclusiones pertinentes para el problema.

Generalmente, los pasos 1-5 se llevan a cabo en una primera sesión de trabajo del grupo con el tutor. La fase 6 puede llevar 3 ó 4 días y la última fase se realiza en una segunda reunión del grupo con el tutor.

Cuadro 1. El proceso del ABP.
(Carmen Vizcarro y Elvira Juárez. Universidad Autónoma de Madrid)



1.4. LOS FUNDAMENTOS DEL ABP

El proyecto

El proyecto o problema planteado a los estudiantes es un elemento crucial en esta metodología. Este proyecto significativo e interesante para ellos por ser actual o por ser próximo a su experiencia, crea el contexto en el que los estudiantes van a trabajar.

La discusión

Posteriormente, la discusión en grupo sirve al propósito de activar los conocimientos previos que los estudiantes tienen sobre el problema, permitiéndoles tanto contrastarlos con los de otros como sumarlos para tener una mejor comprensión inicial del problema. Esto supone una primera estructuración del problema que guiará la indagación posterior, durante la fase de estudio individual. Esta fase es similar al estudio individual tradicional, pero en este caso está guiado por la pregunta directora, por el proyecto o problema. Para acabar, la discusión en grupo final permite de nuevo compartir y contrastar conocimientos y formas de entenderlos teniendo siempre presente una forma de aplicación de los conocimientos adquiridos: su aportación para resolver el problema inicial, lo que implica su síntesis e integración.

La discusión en grupo cumple varios objetivos, de naturaleza intelectual, social y afectiva.

El interés intelectual

El interés intelectual, como muchos autores han demostrado, se deriva fundamentalmente de que estimula a los estudiantes a explorar diversas perspectivas, resalta la complejidad de las cuestiones, les obliga a organizar su discurso y en el proceso revisar y quizá reformular sus ideas y ayuda a construir su sentido crítico al contrastar sus ideas con las de otros.

El interés social

En el ámbito social, el grupo ayuda a adoptar y reforzar hábitos democráticos y de respeto por el otro, así como a desarrollar la identidad del grupo y, de forma general, a aprender a trabajar en equipo.

Los resultados afectivos

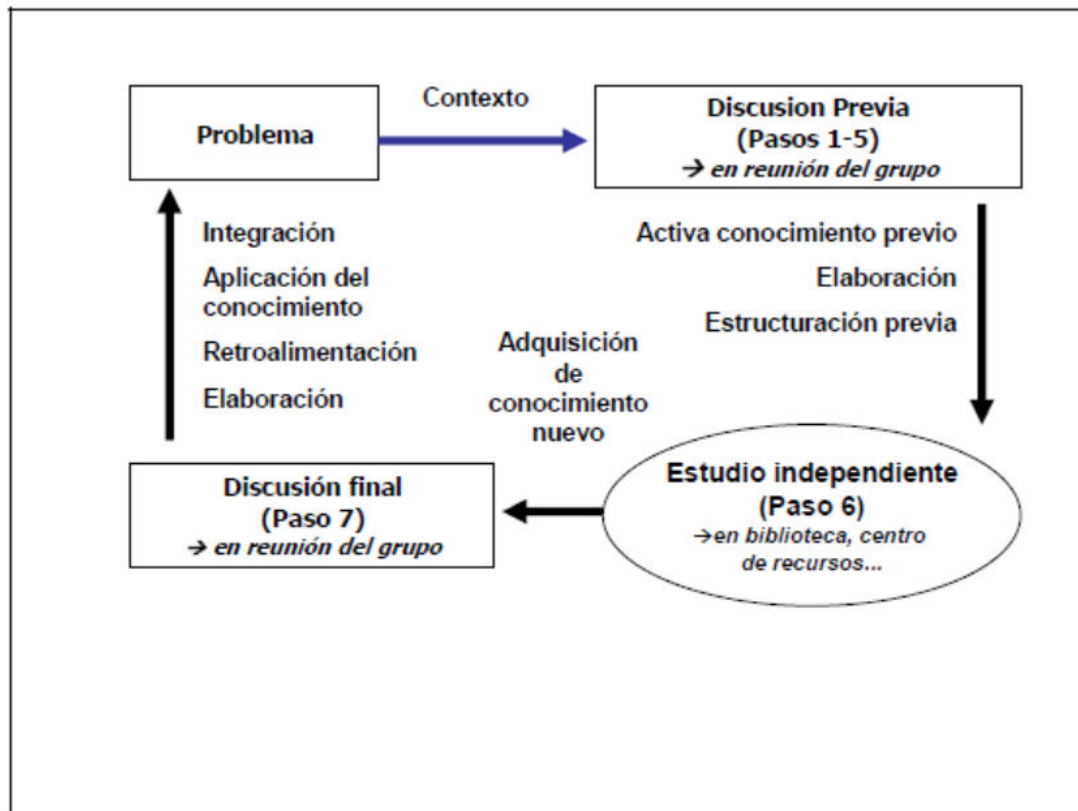
Finalmente, los resultados afectivos tienen que ver, en primer lugar, con el apoyo que supone el grupo, lo que incrementa significativamente la motivación y el interés por el problema y en algunos momentos favorece la persistencia en la tarea y la tolerancia a la frustración y a la ambigüedad de la situación. Estos procesos positivos se producen en el seno de grupos que reciben la suficiente atención a su funcionamiento y no hay que esperarlos espontáneamente sin los cuidados necesarios.

La guía didáctica

La organización de todo el trabajo tiene lugar mediante una guía didáctica que se entrega a los alumnos una vez se les ha presentado el proyecto. En la guía deben quedar reflejados al menos los siguientes aspectos:

1. Los objetivos del proyecto.
2. El enunciado del proyecto.
3. La relación de entregables y resultados parciales.
4. Los criterios de calidad y los criterios de calificación.
5. Las referencias a los materiales que necesitarán.
6. Los detalles del plan de cada semana.

Cuadro 2. Proceso de aprendizaje ABP.
(Carmen Vizcarro y Elvira Juárez. Universidad Autónoma de Madrid)



1.5. TIPOS DE PROYECTOS ABP

En la elaboración de un proyecto ABP se deben determinar:

1. Los objetivos de aprendizaje que se persiguen.
2. El tipo de tarea más adecuada para alcanzar estos objetivos
3. El formato que se propondrá a los estudiantes: relato, representación, vídeo, muestra de trabajo, etc.

Las principales variantes de tareas (Dolmans y Snellen-Balendong, 1995; Moust, Boujuijs y Schmidt, 2007) que se pueden plantear son:

1. Tareas de discusión. En estos casos, el estudiante puede adquirir nociones de diferentes puntos de vista sobre un determinado tema y de este modo se le anima a reflexionar críticamente. En este tipo de tarea, los estudiantes no deben encontrar una solución para el problema descrito. Con frecuencia se utiliza como última tarea de bloque porque no lleva a la formulación de objetivos de aprendizaje que tienen que ser discutidos en la siguiente reunión. Puede causar cierta insatisfacción porque, después de la discusión, los estudiantes no encuentran necesariamente una solución para el problema. En estas tareas es muy importante incorporar a la formulación puntos de vista que susciten discrepancia, incluso diseñar un juego de roles y, en cualquier caso,

explicar con claridad qué es lo que tienen que discutir en el grupo de aprendizaje.

2. *Tareas estratégicas.* El objetivo de las tareas estratégicas es enseñar a los estudiantes a tomar decisiones racionales sobre la base del conocimiento y la comprensión de procesos y situaciones. El énfasis se encuentra más en la toma de decisiones que en la explicación de los procesos.

3. *Tareas de estudio.* El objetivo consiste en que el estudiante asimile determinada materia de forma independiente y suele consistir en formular una tarea concreta para que el alumno estudie determinados temas. Es importante discutir la tarea en el grupo de aprendizaje porque aquí también es importante la activación del conocimiento previo. Se pone el énfasis en la discusión posterior a la realización de la tarea, de manera que los miembros del grupo están obligados a dar explicaciones unos a los otros y aclararse la materia mutuamente. Puede utilizarse como introducción a un tema, para facilitar la adquisición de nuevos conocimientos o activar conocimientos ya adquiridos, aunque con frecuencia los estudiantes lo consideran aburrido y poco interesante.

4. *Tareas de aplicación.* En las tareas de aplicación se pretende que el estudiante aplique los contenidos adquiridos previamente en un contexto diferente. Resulta útil como tarea de autoevaluación individual, así como para el propio grupo de aprendizaje y también puede resultar estimulante para estudiar un tema determinado. Sin embargo, esta tarea no invita al estudiante a discriminar lo que es relevante en un problema, ya que se trata de tareas estructuradas y dirigidas.

Estos diferentes tipos de tareas deben cumplir una serie de condiciones para ser apropiados a un proyecto ABP:

1. Guardar relación con los conocimientos previos de los estudiantes y, al mismo tiempo, comprender una serie de elementos desconocidos que demanden más información. El equilibrio entre lo que el estudiante sabe y lo que no resulta fundamental, ya que si se trata de cuestiones ya conocidas, no se sentirá estimulado y, por otra parte, si es demasiado desconocido, puede verse tentado a abandonar debido a la dificultad.

2. Por otra parte, el problema debe ser interesante y relevante para los estudiantes, de manera que capte su atención y la dirija a las materias involucradas por el mismo.

3. Es aconsejable que la tarea guíe a que los estudiantes formulen objetivos de aprendizaje sobre la materia deseada.

4. Finalmente, los problemas deben reflejar la complejidad de la vida real. Deben ser acordes al contexto académico.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Se inicia este proyecto con la elección del curso, del grupo y de la unidad didáctica más apropiada para la implantación de este experimento sobre ABP dadas las circunstancias y características del centro en el momento de su realización.

Se determina la aplicación del ABP en el grupo 4ºB. Se trata de un grupo de 17 alumnos en total, 8 chicas y 9 chicos. El entorno socio-económico y familiar de cada uno de ellos es muy diferente. Siendo en algunos casos muy complicado; alumnos repetidores, alumnos inmigrantes que inician el curso comenzado hacia mitad del año académico, estudiante viviendo en piso de acogida, estudiante fugado durante cierto periodo de tiempo, estudiante con conocidos problemas familiares graves, etc.

Se elige este grupo frente al otro más destacado académicamente para poder valorar el resultado de la metodología en cuanto a implicación y participación de los alumnos más pasivos.

De acuerdo al período de estancia en el centro se determina para la experiencia la unidad didáctica correspondiente al Movimiento Circular Uniforme ya que por experiencia se conoce que los alumnos no integran significativamente estos conocimientos.

Se especifican los contenidos referentes al movimiento uniforme circular de acuerdo a lo establecido en el Decreto Foral 25/2007. Los contenidos académicos implicados en la experiencia son: velocidad lineal, periodo y frecuencia, ángulo y radian, aceleración y fuerza centrípeta y gravitación.

2.1. GUÍA DEL TRABAJO ABP

En base a los fundamentos sobre ABP, expuestos en el apartado anterior, se desarrolla la Guía ABP de la unidad académica adaptada a las seis sesiones de trabajo de las que se dispone (ver Anexo I). La guía consta de las siguientes partes:

1. Presentación de la metodología ABP.
2. Exposición de los objetivos de la actividad.
3. Mapa conceptual a modo de recordatorio de los conocimientos teóricos relacionados con el proyecto.
4. Presentación de los proyectos.
5. Presentación del modelo físico a construir en el que están implicados los conceptos a trabajar para resolver el proyecto.
6. Grupos de trabajo.
7. Temporización y contenido de las seis sesiones de trabajo.
8. Pautas de evaluación y auto evaluación.
9. Encuesta anónima de los estudiantes sobre la actividad realizada.

2.1.1. PRESENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA ABP

Debido a que es el primer contacto de los alumnos con la metodología ABP se considera necesario incluir en la Guía una breve explicación sobre la misma. Se destacan los puntos principales en los que la metodología ABP difiere de las clases expositivas más tradicionales.

Se exponen los diferentes roles a adoptar en cada sesión por los alumnos. La finalidad es que todos los alumnos participen en la actividad responsabilizándose de su cometido correspondiente en cada sesión. De este modo se evitan las inercias propias de cada alumno. Se evita que sólo los alumnos más activos sean los que se impliquen en el aprendizaje.

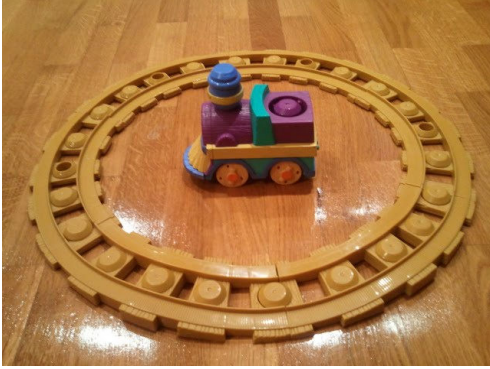
Se planifica una dinámica para explicitar el mayor y mejor rendimiento de cualquier actividad realizada en equipo. Se trata de mostrar que si bien en toda disciplina existe un especialista, el beneficio que se obtiene de unir la labor del especialista con la del resto el equipo es mucho mayor que el obtenido únicamente por el primero.

La dinámica consiste en que cada estudiante escribe durante un minuto las palabras que se le ocurran que empiecen por una sílaba y terminen por una letra concretas. En este caso se eligen palabras que empiecen por la sílaba “ca” y finalicen por la letra “o”. Se pregunta qué alumno ha escrito más palabras, él es el especialista, y se anotan en la pizarra. Seguidamente se van copiando, junto a la lista del especialista, las palabras diferentes aportadas por el resto de los alumnos. Rápidamente se constata que entre todos se obtienen muchas más palabras que las de la lista del especialista. Esta dinámica refleja claramente que todos los componentes del equipo aportan al resultado del trabajo. Y que todo experto en cualquier disciplina requiere de un equipo.

2.1.2. EXPOSICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD

Para presentar los objetivos y contenidos académicos de la unidad, a partir de diferentes recursos consultados, se preparan varias prácticas motivadoras e introductorias:

1. *Tren a pilas con y sin vía.* Sin vía, el tren avanza en línea recta a velocidad constante. Si se obliga al tren a circular sobre la vía describe la trayectoria determinada por ella. Si rompemos la vía vuelve a circular en línea recta. Se persigue que los alumnos reflexionen sobre el hecho enunciado en la primera Ley de Newton.



2. *Coche azul libre o sujeto a un cordón.* En la misma línea que en el ejemplo anterior pero tratando de constatar que quien realiza la fuerza centrípeta varía según el sistema físico concreto. Mientras la cuerda no está tensa el coche avanza en línea recta. Cuando se tensa la cuerda comienza a girar con una trayectoria circular de radio igual a la longitud de la cuerda.



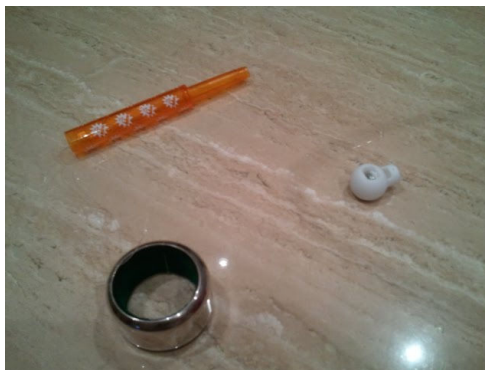
3. *Pelota girando dentro de tapa circular.* De nuevo demostración de la primera ley de Newton y de la dirección de la velocidad lineal tangente a la trayectoria circular en cada punto. Al levantar la tapa la pelota sigue una trayectoria en línea recta tangente al círculo en ese momento.



4. *Vela encendida girando.* Llama hacia el interior. Prueba de la fuerza centrípeta, de su dirección y sentido. Al hacer girar una vela encendida se aprecia que la llama se inclina hacia el interior de la trayectoria circular.



5. *Giro de pesa que evidencia la existencia de la fuerza centrípeta.* A partir de una especie de balanza descompensada se hace girar la pesa menor y queda patente la fuerza centrípeta ya que el sistema “balanza” se equilibra o incluso, variando la velocidad de giro, se eleva el cuerpo de mayor peso. Este último experimento es el modelo físico a construir ya que engloba todos los contenidos académicos de la unidad.



2.1.3. MAPA CONCEPTUAL DE LA UNIDAD. CONTENIDOS

Se elabora un mapa conceptual con los contenidos académicos a trabajar para facilitar al alumnado la comprensión del vínculo existente entre todas las magnitudes implicadas. (Ver Anexo 1).

Al ser la primera vez que aparecen varios de los conceptos a tratar, como por ejemplo radian y aceleración y fuerza centrípeta, se considera oportuno presentar los contenidos de este modo para que los alumnos dispongan de un esquema de las magnitudes relativas al movimiento circular uniforme.

Se aprovecha además para presentar este potente recurso educativo que constituye el mapa conceptual.

En vez de plantear un único problema se proponen tres proyectos diferentes para permitir mayor margen de acción al alumnado y que disponga de libertad para elegir el tema a resolver.

Se ofrece a los alumnos esta múltiple propuesta de proyecto para enfatizar la importancia de su protagonismo en el proceso de aprendizaje. Al ser la primera vez que los alumnos trabajan mediante esta metodología y por ser la experiencia objeto de estudio y análisis se prefiere ampliar las opciones y conocer la reacción de los estudiantes.

Los proyectos planteados se han elegido atendiendo a las características, ya mencionadas en los apartados 1.4 y 1.5, que ha de cumplir un problema ABP. Se ha tenido especial cuidado en que los proyectos respondieran a los intereses propios de la edad de los alumnos actuales de 4º de la ESO y a su entorno más inmediato (ver Anexo I).

2.1.5. MODELO FÍSICO A CONSTRUIR

Al tratarse de una unidad de Física se estima oportuno que los alumnos se apoyen en un modelo construido por ellos mismos para defender y exponer el resultado de su proyecto. Además con esta actividad se desarrollan las competencias propias de las prácticas de laboratorio, siendo en este caso los alumnos los que marcan el guión. Al igual que en el apartado referente al proyecto, en este caso se propone un determinado modelo pero se deja opción a los estudiantes a elegir otro diferente si lo consideran oportuno.

El modelo propuesto consiste en la fabricación, con el material que ellos juzguen necesario, de una maqueta basada en el fundamento del apartado 2.1.2. Con antelación a la implementación de la unidad mediante ABP se preparan modelos con diferentes materiales. La finalidad es experimentar los obstáculos con los que se van a encontrar los alumnos y valorar el grado de dificultad o exigencia de la práctica. No se proyecta dar pistas sobre el modelo a los estudiantes más allá de la maqueta presentada en el apartado 2.1.2. y de los recursos audiovisuales facilitados en la Guía.

Se pretende que los alumnos indaguen sobre los materiales más adecuados a su alcance; por ejemplo: piezas de juguetes, comidas de las que conozcan el peso como por ejemplo pastillas de caldo, tubos de bolígrafo, pajitas, hilo, etc. Se estima que para los estudiantes no es difícil fabricar la maqueta por no requerir un nivel de precisión elevado ni materiales poco accesibles. El modelo sí requiere una actitud activa, una fase de indagación, un proceso de ensayo y error, una discusión sobre ventajas e inconvenientes, etc. En definitiva toda una serie de conductas orientadas a la resolución de un problema o proyecto y en definitiva al aprendizaje tanto de los contenidos académicos como del proceso desarrollado.

Se desea averiguar cómo los alumnos discuten, intercambian opiniones, discriminan posibles soluciones y concluyen sobre el objetivo a conseguir,

sobre los mejores materiales a utilizar en la fabricación del modelo y sobre cómo se reparten las tareas.

2.1.6. EQUIPOS

Se forman los equipos de trabajo tratando que sean lo más diversos posible. Con esta finalidad y en base a la experiencia de la profesora titular del grupo se distribuye a los cinco estudiantes con mejor expediente académico en cada uno de los cinco grupos. Se procura que los grupos sean heterogéneos. Esta diversidad unida al sistema de roles que cada día deben rotar los alumnos asegura la participación e implicación en el aprendizaje de todos los componentes del equipo. Además de promover habilidades positivas para el trabajo en equipo.

2.1.7. SESIONES DE TRABAJO

Para cada sesión y en función de los contenidos académicos correspondientes a desarrollar se define una pregunta directora, los recursos de consulta y los entregables. (Ver Anexo 1: Guía unidad).

La pregunta directora es el eje entorno al que gira toda la sesión. Respondiendo a la pregunta directora se alcanzan los aprendizajes requeridos.

Se presentan diferentes recursos de consulta correspondientes a cada sesión. En general los recursos son la propia Guía de la unidad, el libro de texto y diferentes enlaces de páginas web adecuadas y orientadas a la resolución de cada pregunta directora.

Se detallan así mismo los entregables de cada sesión. La finalidad es marcar a los alumnos unas metas parciales durante el proyecto para facilitar la planificación y el proceso de aprendizaje. Además resulta una herramienta útil para lograr la participación proactiva.

2.1.8. EVALUACIÓN

Se elabora la rúbrica con los criterios de evaluación, autoevaluación y co-evaluación de la unidad. Los alumnos conocen desde un principio cómo van a ser examinados. Comprenden que han de evaluarse a ellos mismos y a sus compañeros de equipo con los mismos criterios que emplea el docente para su calificación. La rúbrica (ver Anexo I) abarca consideraciones sobre el conocimiento y comprensión del contenido de la unidad, sobre la capacidad para analizar, argumentar y buscar información, sobre la participación, iniciativa y autonomía en el aprendizaje y sobre el compromiso con el equipo. A diferencia del tipo de examen convencional se valoran procesos cognitivos superiores a la memorización, comprensión y aplicación. Y se evalúan diferentes competencias.

2.2. SESIONES DE TRABAJO ABP MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME

Se detalla a continuación el proceso seguido en cada una de las sesiones de trabajo planificadas y las adaptaciones respecto a la Guía inicial que se han requerido.

2.2.1. SESIÓN 1. ¿QUÉ ES EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS?

Para la primera sesión de trabajo se cambia la disposición habitual de los pupitres (de dos en dos) y se forma un círculo entorno a una mesa donde se presentan los experimentos o prácticas introductorias al movimiento circular uniforme.

Los alumnos muestran sorpresa e interés en el nuevo método. La dinámica de trabajo en grupo ha sido muy efectiva y experimentan los beneficios del trabajo en equipo. Rápidamente entienden el procedimiento de trabajo y se reparten los roles. Por contra demuestran poca autonomía, en sus comentarios manifiestan mucha costumbre en proceder siempre según se les indica.

En cuanto a los proyectos propuestos, les resultan atractivos. Casi todos los grupos se decantan por la entrevista de Fórmula 1.

Aunque en la guía no se detalla como entregable el acta del primer día, casi todos los grupos la entregan reflejando en ella los roles de cada componente del equipo, el proyecto elegido, el material que consideran necesario para fabricar el modelo y una frase resumen sobre la metodología ABP. Se recuerda al finalizar la sesión que en la próxima tendrán que construir la maqueta.

La profesora titular comenta que el otro grupo de 4º ESO en el que se sigue la enseñanza tradicional también reclama trabajar mediante la metodología ABP. Se constata que el proyecto les ha motivado e ilusionado.

Tras analizar el desarrollo de la sesión se decide dirigir la siguiente sesión hacia los contenidos concretos de periodo, frecuencia y velocidad lineal en el movimiento circular uniforme.

2.2.2. SESIÓN 2. ¿CON QUÉ UNIDADES PUEDES REPRESENTAR UN MCU?

Se inicia la sesión proyectando en clase unos fragmentos seleccionados de dos vídeos de los recursos indicados en la Guía. Apenas 10 minutos en total para introducir los conceptos de periodo y frecuencia por un lado y por otro para que los alumnos reflexionen sobre la diferencia de vivir en puntos de latitudes diferentes; sobre qué varía en cuanto a términos de velocidad al vivir en el polo norte o en el ecuador.

Durante la proyección los alumnos apenas prestan atención, se entretienen jugando a sombras o hablando entre ellos. En consecuencia y para transmitir lo que se desea en esta sesión se recurre a la pizarra y a lanzarles preguntas

evitando lo que sería una sesión expositiva convencional. Tras estas indicaciones se tienen que ponerse a trabajar.

Se pone a disposición de los alumnos un ordenador portátil y la posibilidad de ir al aula de informática a consultar los recursos de la red si consideran necesario. Ningún alumno ha llevado al aula material para comenzar a construir el modelo con el que analizar las magnitudes del movimiento circular uniforme. Previendo esto se ha llevado al aula material del laboratorio del centro pero nadie lo solicita.

En esta sesión la mayoría de los alumnos muestran confusión, reclaman el estilo de clase más tradicional a la que están acostumbrados. No saben qué tienen que hacer ni cómo hacerlo. Se recuerda para todos la pregunta directora de la sesión, se insiste en que se apoyen en la guía y en los recursos indicados, y se alude al objetivo final que es la exposición del proyecto elegido en base al modelo previamente fabricado y estudiado. Sin embargo, los estudiantes se bloquean en el momento que tienen que hacer algo por ellos mismos sin contar hasta con la más mínima indicación del docente. Carecen de iniciativa, ni consultan los recursos si no se les comenta esa opción. Mantienen una actitud expectante en vez de emprendedora. Continuamente se pasa por los grupos guiándoles y contestando a sus preguntas si bien estas se centran en qué hay que hacer en vez de versar sobre lo que tienen que resolver; la fabricación del modelo para explicar el proyecto elegido. No muestran ningún tipo de autonomía y evidencian su disgusto con comentarios del tipo “no nos podéis dejar así”, “esto es una pérdida de tiempo”, “tenéis que explicar en la pizarra y nosotros copiamos” y críticas similares. No reconocen su responsabilidad en el aprendizaje, no se consideran los protagonistas activos del mismo.

Curiosamente se muestran más beligerantes los alumnos con los mejores expedientes académicos. A pesar de la gran resistencia al cambio que en general manifiestan se constata que la totalidad de los alumnos están inmersos en lo que se discute y delibera en el aula. No hay alumnos desconectados. Se percibe que los alumnos tradicionalmente menos motivados participan igual que el resto. Así, la pasividad que muestran no es solo del nivel de madurez o desarrollo propio de la edad del adolescente de 4º de la ESO, sino que responde a la falta de entrenamiento en sentido contrario. O lo que es lo mismo, al modelo educativo recibido basado en un alumno pasivo-receptor.

El tiempo de la sesión es limitado y se evidencia que el equipo que más reclama las indicaciones del docente es el equipo que más progresa. Las diferencias en las actas de unos grupos y otros evidencian la desigualdad. Es difícil compensar esta desventaja ya que exigiría unas explicaciones generales a toda el aula alejándose del fundamento de la metodología ABP.

La sesión finaliza sin haber logrado mucho avance en los proyectos. Únicamente un grupo refleja autonomía y responsabilidad en su aprendizaje. Aunque la iniciativa debe partir de los estudiantes, se plantea para la siguiente sesión obligarles a fabricar la maqueta sobre la que estudiar los contenidos académicos. En concreto deducir la relación entre aceleración o fuerza

centrípeta y la velocidad o el radio de la trayectoria. En caso contrario se corre el riesgo de no aprovechar la sesión exitosamente.

Con todo, los alumnos en general se muestran satisfechos con la experiencia. Un poco desorientados pero interesados. No surgen conflictos en los equipos y todos colaboran dentro del mismo, a pesar de que se constata en varios grupos que se mantienen los roles, no se alternan las responsabilidades en cada sesión.

Se recuerda de nuevo que deben buscar material para la fabricación del modelo.

2.2.3. SESIÓN 3. ¿QUIÉN PROVOCA EL MCU?

Para esta tercera sesión tampoco han traído material por lo que se reparte en cada grupo pesas de 25 g, porta pesas, tubos y pita. Construyen la maqueta y toman valores a partir de los cuales deducen el periodo y frecuencia del movimiento y la velocidad lineal de la pesa que gira.

El objetivo de esta sesión consiste en deducir la relación entre aceleración centrípeta y velocidad; a partir de la expresión de La segunda Ley de Newton y fijando el radio para distintos pesos.

El hecho de no haber progresado lo suficiente en la sesión anterior provoca que no dé tiempo en todos los grupos de llegar a deducir la expresión matemática que refleja la relación entre aceleración centrípeta y velocidad. Hay alumnos que solicitan llevarse a casa el material para acabar por su cuenta la actividad. Se constata que los alumnos están implicados en el proceso de aprendizaje.

Esta actividad evidencia la importancia de desarrollar en la etapa escolar otras habilidades más allá de las puramente académicas. Hay alumnos de los considerados “no buenos estudiantes” que construyen el modelo sin dificultad e improvisan soluciones para determinar lo que necesitan. Ejemplo: En la maqueta deben asegurarse de que hacen girar el sistema manteniendo el radio de giro constante. Hay alumnos que discurren hacer un nudo, atar un clip, marcar con rotulador, etc. Finalmente se les facilita una goma elástica para que la aten a la distancia que quieran como referencia. Sin embargo hay otros alumnos de buenas notas que no ingenian ninguna solución, ni siquiera saben cómo colocar la goma elástica. Como digo este tipo de actividades ponen de relieve la necesidad de complementar los conocimientos académicos de los adolescentes con otro tipo de destrezas o habilidades más necesarias si cabe para su desarrollo integral como ciudadanos activos.

Se observa que trabajan y que adquieren los conceptos por sí mismos. Describen con sus propias palabras las magnitudes del movimiento circular uniforme.

2.2.4. SESIÓN 4. ¿QUIÉN HACE DE FUERZA CENTRÍPETA EN DIFERENTES SITUACIONES?

En la cuarta sesión para afianzar los conocimientos adquiridos en la sesión anterior se entrega a los alumnos una hoja de ejercicios relativos a la unidad. Estos ejercicios están directamente relacionados con la pregunta directora. Se distribuyen los ejercicios para cada grupo de modo que todos los grupos tienen que resolver dos problemas y responder a la pregunta directora detallando quién ejerce de fuerza centrípeta en las situaciones descritas en la hoja. El primero de los problemas deben resolverlo en equipo en clase y el segundo por su cuenta para la próxima sesión.

El ponente de cada grupo sale a la pizarra a resolver el problema correspondiente. Todos los alumnos están implicados en la actividad del aula.

2.2.5. SESIÓN 5. ¿QUÉ VELOCIDAD LLEVA UN SATÉLITE? ¿QUÉ PASA SI ES MAYOR? ¿Y SI ES MENOR?

Esta sesión está orientada a extrapolar el movimiento circular uniforme a gravitación. Se plantea a los alumnos si ven alguna similitud de lo trabajado hasta el momento con el movimiento de los planetas. Se introduce la expresión de gravitación terrestre y se deduce la velocidad de los satélites.

Además del tema principal de la sesión, se considera necesario afianzar el concepto de radián ya que se constata que los alumnos no lo han comprendido. Se recurre a una exposición de los contenidos de la unidad más convencional a modo de resumen haciendo hincapié en la equivalencia entre velocidad lineal y velocidad angular a través del concepto radián.

Se aprecia que los alumnos no son conscientes de estar aprendiendo. Al no seguir el proceso tradicional de clase consideran que no están adquiriendo conocimientos sin embargo muestran lo contrario. Revelan estar interiorizando los conceptos, los reproducen con sus palabras generando sus propias definiciones. A parte de las habilidades para el aprender a aprender que están desarrollando.

2.2.6. SESIÓN 6. ENTREGA INFORME FINAL Y EXPOSICIÓN DE PROYECTOS

La exposición del proyecto ABP es muy desigual de unos equipos a otros. Cada equipo expone el resultado de su proyecto y conocen que esta defensa sustituye al examen tradicional de la unidad. Se percibe poca autonomía en el proceso de aprendizaje. No han trabajado más allá de lo realizado en las sesiones de aula.

Los equipos que han elegido el proyecto de preparar un problema como si fueran profesores se limitan a explicar los datos obtenidos del modelo físico fabricado. No han generado por sí mismos un problema original que englobe los conceptos de la unidad.

Los equipos que han elegido la pregunta sobre Fórmula 1 responden superficialmente o de forma incorrecta. Solamente un grupo lo resuelve del todo bien.

2.2.7. EVALUACIÓN TRADICIONAL

Además de la exposición de los proyectos en clase se decide incluir la unidad de movimiento circular uniforme en el examen del resto de temario del trimestre. Se trata de comparar los resultados obtenidos entre los alumnos que han seguido la enseñanza convencional y los alumnos que han desarrollado en trabajo mediante la metodología ABP.

Los alumnos del grupo ABP saben que en el examen aparecen cuestiones sobre movimiento circular uniforme pero que no se les califica sobre estos problemas si no sobre la presentación del proyecto que realizaron en la última sesión. Esta decisión permite por un lado comprobar los conocimientos adquiridos en la actividad ABP orientada al propio aprendizaje para la defensa del proyecto en vez de a la superación de un examen tipo. Pero por otro lado, puede llevar a error si no se tiene en cuenta la posible menor motivación de los estudiantes a la hora de realizar el examen convencional al saber que no se les evalúa sobre los resultados de los problemas de movimiento circular uniforme.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del trabajo de cada sesión es muy desigual, tanto de unos equipos a otros como de una sesión a otra. Los alumnos muestran un nivel de atención e implicación muy diferente sobre todo en las primeras sesiones.

El análisis de la experiencia se realiza desde varios puntos de vista. Por un lado se estudia el resultado académico de los conceptos de la unidad de movimiento circular uniforme. Por otro lado se consideran las habilidades o competencias desarrolladas en el proceso de aprendizaje mediante la metodología ABP. Y finalmente se observa el nivel de implicación y motivación de los alumnos. Se toma como referencia con la que comparar el grupo del mismo que ha recibido unas clases expositivas convencionales y una enseñanza de resolución de problemas más mecánica.

Se incluye además un apartado con consideraciones para mejorar este ABP.

3.1. RESULTADOS ACADÉMICOS

La evaluación del aprendizaje meramente académico alcanzado por los alumnos se realiza a través de la resolución del proyecto ABP propio de la metodología llevada a cabo y mediante el examen convencional.

Examen tradicional

El resultado del examen tradicional es similar al grupo que no ha seguido la metodología ABP. No se aprecian grandes diferencias. En el examen se incluyen dos ejercicios correspondientes a la unidad:

1. *Primer ejercicio:* Consiste básicamente en pasar de vueltas a espacio y viceversa.
2. *Segundo ejercicio:* En el que se debe explicar cualitativamente qué moneda de las situadas sobre un disco sale disparada y porqué.

Hay que tener en cuenta que los alumnos del grupo ABP saben que no se les califica mediante el examen de modo que no se puede comparar exactamente los resultados de un grupo con los del otro. Esta es la razón que puede explicar el hecho de que por ejemplo un alumno deje en blanco los problemas del examen cuando durante las sesiones de ABP participada y demostraba que estaba adquiriendo los conceptos. Además está el hecho de que los objetivos de aprendizaje en los dos grupos han sido distintos. El grupo de enseñanza tradicional ha aprendido a resolver el problema tipo, si bien esto no significa necesariamente haber alcanzado un aprendizaje significativo. Los alumnos ABP resuelven los problemas de maneras diferentes, sin seguir el mismo proceso de resolución enseñado en el otro grupo. Unos alumnos se apoyan en el periodo, otros en la frecuencia y otros en la velocidad.

Se incluye la comparación de los resultados del examen tradicional. Hay que tener en cuenta que esta comparación no constituye una referencia adecuada para la valoración del resultado del ABP. Tampoco los alumnos del grupo

estudiado se preparan para superar este examen si no para la defensa del proyecto en equipo.

		Grupo ABP	Grupo no ABP
Ejercicio 1	Total alumnos	16	26
	+	7	18
	-	9	8
	% positivo	44%	70%

		Grupo ABP	Grupo no ABP
Ejercicio 2	Total alumnos	16	26
	+	8	8
	-	8	12
	% positivo	50%	46%

No se puede valorar la actividad en base a la comparación de estos resultados. A pesar de ello es llamativo que en el caso del Ejercicio 2, que requiere un análisis de los conceptos en vez de la mera aplicación de los mismos, se obtiene mejor resultado en el grupo de ABP, aún siendo este el grupo más desmotivado académicamente. Se puede leer de los resultados del examen que el aprender a resolver mecánicamente un tipo de problema determinado no asegura la comprensión o asimilación de los contenidos trabajados.

Evaluación ABP

Respecto a la evaluación ABP, el resultado de la defensa de los proyectos es bastante desigual de unos equipos a otros. Se aprecia que los equipos que les toca salir de los últimos van incorporando mejoras respecto a la exposición de los primeros grupos. Este es un punto importante de la metodología. Se aprende en el proceso de preparar el proyecto y se aprende con la exposición de los proyectos por parte del resto de equipos.

Ha faltado trabajo en equipo para la preparación final del proyecto. Es la primera vez que trabajan de este modo y no han sabido coordinarse bien entre ellos para preparar la defensa en común. Todos los miembros de cada equipo participan en la defensa, pero en casi todas las exposiciones destaca un líder que marca la actividad.

Tras la exposición se plantea a los estudiantes preguntas sobre los contenidos y responden recurriendo a las experiencias vividas en las sesiones de trabajo. No citando definiciones concretas. Demuestran que han aprendido durante el proceso de resolución del proyecto. Esto pone de relieve que efectivamente en el ABP se reproducen los mismos pasos que en los procesos de aprendizaje informal.

Los alumnos aprecian que el proceso de aprendizaje requiere una cierta autonomía y que es responsabilidad suya. Experimentan que lo de menos es el tipo de prueba con la que se valoren los conocimientos adquiridos. Se sorprenden al experimentar que sí han interiorizado conceptos sin seguir el proceso habitual.

3.2. HABILIDADES O COMPETENCIAS

Se desarrollan habilidades para el trabajo en equipo necesarias para el desempeño de cualquier función dentro de la sociedad. Además se fomenta la adquisición de las competencias conforme a lo establecido en el Decreto Foral 25/2007 más que mediante el sistema exclusivo de clases expositivas:

1. *Competencia en comunicación lingüística.* Resulta inevitable poner en práctica esta destreza tanto en el trabajo en equipo como en la exposición final del proyecto delante de todos los compañeros. Los miembros de cada equipo están continuamente dialogando, decidiendo y organizando el proceso de trabajo. El ABP requiere expresar pensamientos, vivencias y opiniones. Exige generar ideas y dan coherencia al discurso. Además fomenta la escucha y las habilidades para establecer vínculos y relaciones constructivas con los demás. Favorece la eliminación de barreras culturales o de otro tipo dentro del aula potenciando la capacidad empática de ponerse en el lugar de otras personas. De hecho los equipos formados son muy diversos y esto sin duda ha contribuido a la integración en el aula de los estudiantes menos populares.

2. *Competencia matemática.* Los alumnos se enfrentan autónomamente al reto que supone el proyecto. A partir del modelo físico construido utilizan y relacionan los números, unidades y símbolos de las magnitudes que definen el movimiento circular uniforme. La realización de las actas exige desarrollar cierta habilidad para interpretar y expresar información, datos y argumentaciones. Además el ABP integra estas habilidades en un contexto cercano a su vida real, esto favorece en un futuro que los estudiantes sean capaces de aplicar los conocimientos a una mayor variedad de situaciones de la vida cotidiana. Esta competencia incluye también la habilidad para seguir procesos de pensamiento como la inducción y la deducción. Estos procesos se ponen de manifiesto tanto a la hora de encontrar la relación entre velocidad y aceleración centrípeta como a la hora de argumentar la defensa del proyecto. Los alumnos toman decisiones razonándolas matemáticamente.

3. *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.* Al englobarse el proyecto ABP en el contexto cercano y cotidiano del grupo, se pone de manifiesto la habilidad para comprender los sucesos, la predicción de las consecuencias y la actividad dirigida a la mejora y preservación de las condiciones de vida de las personas y seres vivos del entorno. El alumno a través del proyecto elegido se plantea cuestiones que de otra manera no haría. Por ejemplo, en el caso del proyecto de Fórmula 1 la solución se relaciona además con la seguridad vial. Averiguar cuál es la velocidad de un satélite y que sucede si es mayor o menor también desarrolla el espíritu crítico en la observación de la realidad y la conciencia de la influencia de las personas y su

actividad en el espacio. La técnica ABP requiere destrezas asociadas a la planificación y manejo de soluciones que suponen el pensamiento científico-técnico. Resolviendo un ejercicio tradicional desconectado de vida cotidiana del alumno es más difícil que llegue a desarrollar estas habilidades.

4. Tratamiento de la información y competencia digital. El hecho en sí de plantear un reto a los alumnos y que tengan que responsabilizarse de su resolución implica poner en funcionamiento habilidades para buscar, obtener, procesar y comunicar información. Además el tener que exponer el proyecto exige destrezas de razonamiento para organizar, analizar, relacionar y sintetizar dicha información para integrarla como conocimiento. Proponer diferentes recursos a los estudiantes y la necesidad de responsabilizarse autónomamente en el aprendizaje contribuyen a lograr habilidades para la competencia digital. Los estudiantes van adquiriendo capacidad crítica y reflexiva al seleccionar información, sus fuentes y las distintas herramientas tecnológicas.

5. Competencia social y ciudadana. El trabajo en equipo o aprendizaje colaborativo propio del ABP facilita el desarrollo de esta competencia. Exige la práctica del diálogo y de la negociación para llegar a acuerdos como forma de resolver los conflictos de intereses que forman parte de la convivencia. Se favorece la valoración conjunta de los intereses individuales y los del grupo como habilidad para la ciudadanía democrática. Los estudiantes dejan de ser ciudadanos individuales para pasar a ser miembros responsables de un equipo, desarrollan el sentimiento de pertenencia al grupo. Además de comprender la realidad social en la que viven, participan en la toma de decisiones y se responsabilizan de las decisiones tomadas. Globalmente esto se traduce en una mayor conciencia de sociedad y supone entender la creciente pluralidad de la misma.

La co-evaluación es otra característica de la técnica ABP que contribuye a la adquisición de esta competencia.

6. Competencia para aprender a aprender. Como se indica en el apartado 1.1 el aprendizaje basado en proyectos está orientado a que los estudiantes desarrollen la capacidad de aprender a aprender. Por tanto, todas las habilidades que engloba esta competencia se trabajan en los escenarios de ABP. Por un lado el estudiante adquiere conciencia de sus capacidades y por otro lado experimenta el gusto por aprender. Los alumnos aprenden por ellos mismo y esto les resulta muy motivador. De hecho, en la valoración anónima, destacan como aspectos positivos el “aprender por uno mismo”. Y es curiosa esta puntualización de “por uno mismo” ya que pretende que hay otro modo de aprender, como si fuera ajeno a uno mismo el agente que permite el aprendizaje.

7. Autonomía e iniciativa personal. El propio fundamento de la metodología ABP requiere de la autonomía de los estudiantes. Además del compromiso responsable con el equipo y el proceso de aprendizaje. La mayor libertad de la que dispone el alumno promueve la capacidad para elegir, para afrontar problemas y para aprender de los errores. La técnica ABP requiere capacidad para transformar las ideas en acciones, es decir, proponer objetivos y planificar

para resolver el proyecto. Esta competencia hace referencia a la evaluación y autoevaluación, que por otra parte son características propias del ABP. También comporta una actitud positiva hacia el cambio y la innovación, el propio escenario ABP trabajado supone en sí mismo un motivador cambio y una necesidad de flexibilidad de planteamientos tanto en cuanto a ideas como a disponer de habilidades de liderazgo, de organización de tiempos, de relacionarse, de cooperar y de trabajar en equipo.

3.3. IMPLICACIÓN Y MOTIVACIÓN

El desarrollo de la unidad obliga a los alumnos a estar activos. Se evita que haya alumnos que no atiendan o que copien lo que se expone en la pizarra sin comprender los conceptos. Los alumnos más pasivos en la metodología convencional no pueden evitar participar e implicarse. Los alumnos se muestran interesados y motivados. Mediante esta metodología se consiguen niveles de motivación más elevados que en la tradicional. Al ser los estudiantes protagonistas de la actividad del aula se muestran partícipes.

Este aspecto es una de las mayores ventajas del ABP. En esta experiencia todos los alumnos se han mostrado activos. En el otro grupo la sola observación de las posturas y actitudes son suficientes para conocer qué alumnos están implicados en el aprendizaje y cuáles no. Hay alumnos que no toman apuntes o que se dedican a otras actividades que nada tienen que ver con la unidad didáctica. En el escenario ABP todos los alumnos participan, no se distinguen los alumnos por su motivación. A esto contribuye el hecho de que los grupos sean lo más diversos posibles.

4. CONCLUSIONES

La metodología resulta muy efectiva para lograr el aprendizaje significativo de los contenidos académicos y de las competencias deseadas para el nivel de 4º de la ESO. Especialmente, en el caso de los alumnos más pasivos y desmotivados. El aprendizaje basado en proyectos constituye una herramienta muy potente para lograr atraer e implicar a todos los estudiantes.

El resultado ha sido positivo a pesar de mi escasa experiencia en la preparación de escenarios ABP, de la falta de costumbre de los alumnos a trabajar en equipo de forma activa y autónoma. La potencialidad de la técnica compensa la ineficacia en el método debido a la falta de destreza en la preparación y ejecución del experimento. Además de los conocimientos adquiridos los estudiantes ponen en práctica multitud de habilidades orientadas a adquirir las competencias requeridas.

Los alumnos se muestran satisfechos con la experiencia. Para ellos es un modo más divertido y real de aprender. En el trabajo en equipo encuentran mucho apoyo. Intercambian opiniones y aclaran dudas en un ambiente distendido. Los estudiantes participan responsablemente y contribuyen al trabajo común.

4.4. CONSIDERACIONES PARA MEJORAR ESTE ABP

Todo escenario ABP se diseña conforme al contexto del grupo, curso, centro, entorno, etc. Pero dado que es la primera vez que se realiza una actividad de este tipo y tras el análisis de la experiencia se aprecian varios puntos de mejora.

El periodo de trabajo ha sido demasiado breve como para que los alumnos hayan interiorizado significativamente los fundamentos de la metodología ABP. En un contexto de aplicación frecuente de ABP el tiempo disponible sí que sería adecuado pues se eliminaría todo el período dedicado al conocimiento del método.

Los alumnos enfrentados por primera vez a esta metodología muestran inicialmente confusión a la hora de responsabilizarse de su aprendizaje. De las encuestas recibidas se deduce que los alumnos requieren más guía aunque sea a expensas de su autonomía en el aprendizaje característico del método de enseñanza ABP.

En cuanto a la reproducción en el aula de vídeos se concluye que ha sido prescindible, esta no deja de ser una variante de sesión expositiva. No se dan las condiciones adecuadas en clase para que esta actividad sea efectiva.

Por novedad, los alumnos no acaban de tomarse demasiado en serio la experiencia. Este trabajo es fruto de la colaboración puntual con el docente titular del aula. Por tanto, los estudiantes conocen que se trata de un experimento y por esto no se muestran muy cumplidores en cuanto a lo

exigido. A penas cuatro alumnos entregan la encuesta anónima y nueve la autoevaluación y co-evaluación. Es necesario implantar este tipo de escenarios ABP dentro de la programación anual de la asignatura, planificada desde el comienzo del curso y siendo los alumnos informados desde un principio en la presentación de la asignatura.

5. BIBLIOGRAFIA

- Allen, D.E.; Duch, B.J.; Groh, S.E. (1997). *The power of problem-based learning teaching introductory science courses*. En L.Wilkerson y W.H. Gijssels. *Bringing problem based learning to higher education: Theory and practice* (pp 43-52). San Francisco: Jossey-Bass.
- Barrows, H. S. (1986). *A Taxonomy of problem-based learning methods*. *Medical Education*, 20, pp. 481-486.
- Branda, L.A. (1997) *Implementing problem based learning*. *J.Dent. Educ.*, 54 (pp 548-549)
- Branda, L.A. (2009) *El Aprendizaje Basado en Problemas. ¿Un inicio del aprendizaje a lo largo de la vida?*. DPM Avances en Desarrollo Profesional Continuo en Medicina. Vol. 2. Nº4. Octubre-Diciembre 2009
- Biggs, J. (1999). *Teaching for Quality Learning at University: What the Student Does*. *Higher Education*. Volume 40, Number 3 (2000), 374-376, DOI: 10.1023/A: 1004049006757.
- Biggs, J.; Burville, J. (2004). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: NARCEA, ISBN 9788427713987
- Dolmans, D.; Snellen-Balendong, H.; Stroobandt, M.; (1995) *Construcción de tareas. Volumen 1 de Serie para la Educación Médica Basada en Problemas*. Departamento de Educación Investigación, Universidad de Maastricht, 1995. ISBN: 9053980431, 9789053980439
- García Sevilla, J. *La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas en la Enseñanza Universitaria*. Universidad de Murcia 2008. ISBN 9788483717783.
- Moust, J. H. C., Bouhuijs, P. A. J., & Schmidt, H. G. (2007). *Introduction to problem-based learning. A guide for students*. Groningen/Houten, The Netherlands: Wolters-Noordhoff.
- Planella, J.; Escoda, Ll.; Suñol, J. *Análisis de una experiencia de Aprendizaje Basado en Problemas en la asignatura de Fundamentos de Física*. . *Revista de Docencia Universitaria* Nº3 2009.
- Schmidt, H. G. (1983). *Problem-based learning: Rationale and description*. *Medical Education*, 17, 11-16. [doi:10.1111/j.1365-2923.1983.tb01086.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.1983.tb01086.x)
- Vizcarro, C.; Juárez, E.; *¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en problemas?*. La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas. Capítulo 1. Universidad de Murcia.
- Libro de texto Física y Química. 4º ESO. Oxford Educación

REVISTAS Y ENLACES WEB

New Directions in the Teaching of Physical Sciences. Issue 7. July 2011. ISSN 1740-9888

Tecnológico de Monterrey

http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/abp/disenop.htm

Acta equipo y co-evaluación

http://www.deciencias.net/convivir/1.documentacion/D.cooperativo/AC_Algunas_practicas_Pujolas_21p.pdf

Eureka: applets mcu

<http://blog.educastur.es/eureka/4%C2%BA-fyg/movimiento-circular-uniforme-mcu/>

<http://web.educastur.princast.es/proyectos/fisquiweb/Apuntes/Apuntes1Bach/FuerzasRoz.pdf>

Concepto fuerza centrípeta

http://vicente1064.blogspot.com.es/2006_11_01_archive.html

http://fisica.usach.cl/~didactic/aceler_fuerzacentripeta.pdf

http://modeling.la.asu.edu/modeling/McLaughlinS_CircularMotion.pdf

Diferentes vídeos consultados para la preparación de la introducción de la unidad.

<http://www.youtube.com/watch?NR=1&v=nX8AmJW0Ows&feature=endscreen>

<http://www.youtube.com/watch?v=oVCKVmrRutk&feature=endscreen&NR=1>

<http://www.youtube.com/watch?v=U0wAMmkuJ54&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=0x9U4tghkfE&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=WkYh1qEuf-I&feature=fvsr>

<http://www.youtube.com/watch?v=EPfT31qFmGY>

<http://www.youtube.com/watch?v=B22446MeVTg&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=Ev9NeJU87f4&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=-G7tjiMNVlc>

<http://www.youtube.com/watch?v=j6Hs7hilCAU&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=xZIH2Ru2U84&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=h4JR1o6pfMY&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=IYxyUm51Vj8&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=neh7I9dHNXc&feature=related>

ANEXOS

**ANEXO I. GUIA ABP MOVIMIENTO CIRCULAR
UNIFORME**

ANEXO II. ACTAS DE EQUIPOS ABP

ANEXO III. AUTO-EVALUACIÓN Y CO-EVALUACIÓN

ANEXO IV. ENCUESTA VALORACIÓN EXPERIENCIA

**ANEXO V. EJERCICIOS 2ª LEY DE NEWTON
4ºESO**
