



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

Biografías de científicos y actividades para el estudio de la cinemática.

Biographies of scientists and activities for the study of kinematics.

Autora

Verónica Mora Sanz

Directora

Teresa Medrano San Ildelfonso

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2017

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. JUSTIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS DURANTE EL MÁSTER INCLUIDOS EN LA MEMORIA.....	6
3. REFLEXIONES.....	18
4. CONCLUSIONES.....	27
5. CONCLUSIONES.....	30
BIBLIOGRAFÍA.....	32

1. INTRODUCCIÓN

Durante mi niñez siempre me imaginaba en la edad adulta trabajando como maestra en un colegio y este sueño se mantuvo durante mi adolescencia. Decidí cursar el Bachiller Científico porque también era una gran amante de las Ciencias, con gran espíritu crítico y curiosidad. Al finalizar el Bachiller hasta el último momento no tuve claro si estudiar Magisterio o una carrera de ciencias, decidí realizar el grado en Química porque sabía que de esta manera podría conseguir mis dos sueños, estudiar ciencia y ser docente. Durante los años de la carrera mi ilusión por dedicarme a la docencia nunca se desvaneció y siempre impartí clases particulares de física y química y de matemáticas. Tras acabar el grado en química y estudiar otro Máster sobre nanotecnología, me decidí a cursar el Máster Universitario en Profesorado E.S.O., Bachillerato, F.P. y Enseñanza de Idiomas, Artísticas y Deportivas, para en un futuro tener la oportunidad de dedicarme a la docencia.

Durante el primer cuatrimestre del Máster no me fue posible acudir a las clases presenciales por motivos laborales. En algunas asignaturas no pude acogerme a la modalidad de evaluación continua y tuve que presentarme a un examen global. El hecho de no acudir a las clases en el primer cuatrimestre hizo que se me hiciera complicado el seguimiento del máster. En la plataforma Moodle podía consultar todo el material proporcionado por los profesores, pero en ocasiones disponía de gran cantidad de información pero no sabía cómo gestionarla. Además el máster está diseñado para ser realizado presencialmente, porque se realizan muchas actividades prácticas en clase que no se pueden realizar individualmente en casa. Pero tengo que agradecer a todos mis profesores su predisposición a ayudarme siempre a resolver las dudas que me iban surgiendo vía correo electrónico o a concertar tutorías si era necesario. Si bien, hubiera sido más beneficioso para mi formación haber asistido a las clases, los obstáculos que surgieron debido a no asistir se solucionaron de manera satisfactoria.

En el primer cuatrimestre de entre todas las asignaturas optativas propuestas decidí escoger Prevención y Resolución de conflictos. Me decidí por esta asignatura porque uno de los aspectos que más respeto me daba sobre la docencia, es cómo actuar en el supuesto de que surja un conflicto, bien sea alumno-profesor o alumno-alumno. Con esta asignatura he aprendido estrategias con las cuales poder solventar los posibles problemas que surjan. También he aprendido que más importante que saber solucionar conflictos, es saber detectarlos y prevenirlos a tiempo.

En el segundo cuatrimestre sí que me fue posible asistir a las clases de manera presencial. En este cuatrimestre debíamos de elegir entre las asignaturas de Contenidos disciplinares de Química y Contenidos disciplinares de Física. Yo escogí Contenidos disciplinares de Química, en esta asignatura se realizaba un repaso a los contenidos que se dan sobre química en la ESO y Bachiller. Debido a que estudié el grado en Químicas y que lo terminé recientemente, esta asignatura, pese a que los docentes se adecuaron a lo que tenían que explicar, no me aportó nada nuevo. La asignatura se centraba en los contenidos exclusivamente, no en las dificultades que podrían tener los alumnos en su comprensión. Esta asignatura es más adecuada para las personas que no sean químicos,

si ahora tuviese que elegir, escogería Contenidos de Física, ya que los contenidos de esta materia no los recuerdo tan bien como los de química. En la asignatura de Evaluación e innovación docente e investigación educativa en Física y Química se nos propuso la realización de un Proyecto de Innovación docente. Creo que esta actividad es muy adecuada y nos animó a pensar en actividades distintas que consiguieran motivar a los alumnos. La asignatura de Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Física y Química que era la que más peso tenía por el número de créditos y que por sus contenidos creo que era una de las asignaturas más importante del curso, no estuvo correctamente organizada. Por motivos laborales no pude asistir a las clases que se impartieron por las tardes. Me hubiese gustado haber aprendido a realizar un Proyecto didáctico en clase con la ayuda de un docente. Pese a ello, las profesoras nos proporcionaron material y siempre estuvieron dispuestas a ayudarnos en todo lo que estuvo en sus manos para que aprendiéramos a realizar un Proyecto didáctico.

En el segundo cuatrimestre elegí la asignatura optativa de Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje. De entre todas las asignaturas propuestas debido a mi especialidad, pensé que era la que más podría enriquecer mi formación como docente. Actualmente en las aulas se usan muchos nuevos recursos tecnológicos, que es probable que los nuevos docentes que se incorporen a las aulas desconozcan, por tanto veo esencial que en nuestra formación se nos proporcionen recursos para poder estar a la altura de lo que nos encontraremos cuando trabajemos en un centro escolar. En esta asignatura he aprendido a realizar presentaciones, con otros programas que no son powerpoint. También se me han proporcionado varios programas para elaborar mapas mentales y conceptuales, que son muy útiles para dar a los alumnos una visión global de un tema. También a elaborar cuestionarios virtuales con gamificación, a realizar wikis, blogs, entre otras. Creo que esta asignatura me ha aportado nuevos conocimientos y recursos que desconocía y que podré usar en mi actividad docente futura.

Sin duda de todas las asignaturas las que más me han gustado y la que más me han aportado a mi formación como docente han sido los Practicum I, II y III.

El desarrollo de mis Practicum lo llevé a cabo en el colegio Escuelas Pías de Zaragoza. Este centro pertenece a las Escuelas Pías de Emaús que comprende Aragón, País Vasco y Andalucía. Esta red de comunidades está impulsada por la Provincia Emaús de la Orden Religiosa de los Escolapios y la Fraternidad Escolapia de Emaús. Pertenece a la Orden de los PP. Escolapios bajo el lema de su fundador, san José de Calasanz, "Piedad y Letras". El Colegio mantiene los principios de su fundador pero bajo una gran innovación.

El Colegio es concertado y se imparten las etapas de: Educación Infantil, Primaria, Secundaria y Bachillerato. En la etapa de Secundaria el centro cuenta con tres vías.

La metodología seguida por los docentes del centro es muy innovadora, se trata de un tipo de aprendizaje que se aleja del tradicional profesor hablando durante toda la sesión. Se usa el curriculum bimodal, el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje basado en proyectos y la evaluación auténtica. Se decidió usar este tipo de metodología dado que

en el año 2009 en el colegio se observó un inusual incremento del fracaso escolar. Este hecho fue debido, probablemente, al incremento del alumnado inmigrante que en sus países de procedencia tenían un nivel más bajo en comparación con España o que incluso no dominaban el idioma.

También se observó que los alumnos de un año a otro olvidaban muchas de las cosas que se les había explicado debido a que usaban la memoria a corto plazo. Para mejorar la situación se decidió usar otro tipo de metodología que busca que todos los alumnos alcanzasen el éxito escolar. En el año 2013 el éxito académico de los alumnos se vio incrementado considerablemente y fue comprobado por auditorías externas.

El colegio contaba con aulas temáticas para cada materia, en las cuales los docentes y alumnos podían encontrar todo el material necesario para el correcto desarrollo de las clases. Por ejemplo, las clases de Física y Química se desarrollaban en laboratorios.

Mi tutor, Óscar Alonso, impartía las asignaturas de Física y Química y de Biología y Geología a dos grupos de 4º de ESO. Durante el desarrollo de mi Practicum acompañé a mi tutor a las clases que impartía en los dos grupos y en ambas asignaturas. Mi actividad docente, impartición de clases, resolución de problemas, prácticas de laboratorio, realización de proyectos; la centré en uno de los dos grupos de 4º de ESO.

Este grupo contaba con 19 alumnos, 10 chicos y 9 chicas. Todos los alumnos eran de origen español y ninguno se encontraba repitiendo curso. Debido a su rendimiento académico se podría decir que se trata de un grupo excepcional. Tanto en el segundo como en el primer trimestre ningún alumno suspendió ninguna materia. Además, en el segundo trimestre ningún alumno del grupo obtuvo una calificación inferior a 7 y un 44,44 % de los alumnos poseían una calificación en el intervalo de 9 a 10 y la nota media fue de un 8,3. Trabajar con este grupo era muy sencillo debido a que los alumnos poseían una gran motivación y mucho interés por aprender. La mayoría de las actividades propuestas a los alumnos eran aceptadas de buen grado y se esforzaban por obtener los mejores resultados.

2. JUSTIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS DURANTE EL MÁSTER INCLUIDOS EN LA MEMORIA

Para el desarrollo de ambos trabajos se van a utilizar metodologías activas, que son estrategias que conciben el aprendizaje como un proceso integrador y constructivista y, no solo receptivo, donde la formación y construcción de conocimientos están orientados a la participación activa de los alumnos a través de oportunidades y condiciones dadas por el profesor. En este tipo de metodologías el profesor es la dínamo que arrastra, entusiasmo y contagia en la senda que lleva hacia la realización de los objetivos de la educación (Giuseppe, 1973).

En concreto las metodologías empleadas fueron las de, trabajo cooperativo y aprendizaje basado en proyectos.

- Trabajo cooperativo: Con esta metodología se usa el trabajo en grupo para que todos los alumnos mejoren su propio aprendizaje y el del resto del grupo. Por tanto usando esta metodología se pretende alcanzar dos objetivos al mismo tiempo. En primer lugar adquirir los objetivos académicos previstos para el proyecto y además asegurarse que lo hacen todos los miembros del grupo. Este modelo se aleja de los tradicionales modelos competitivos e individualistas. Según Johnson y Johnson (1994) este tipo de modelos presentan ventajas frente a los modelos más tradicionales debido a las siguientes características:
 - Interdependencia positiva: los miembros del grupo se deben de asegurar de que se cumplen los objetivos grupales y de que cada miembro cumple las tareas que se le han sido asignadas.
 - Interacciones cara a cara de apoyo mutuo: cada componente del grupo cuenta con la ayuda del resto de sus compañeros para lograr completar su tarea.
 - Responsabilidad personal individual: cada integrante del grupo debe de realizar su parte del trabajo y además demostrárselo a sus compañeros.
 - Destrezas interpersonales y habilidades sociales: mediante esta metodología se pretende que los alumnos aprendan a trabajar en grupo, a exponer su opinión a escuchar y a respetar la del resto de sus compañeros y a aprender a resolver conflictos de forma pacífica.
 - Autoevaluación frecuente del funcionamiento del grupo: los integrantes del grupo deben de evaluar como se ha trabajado durante la sesión y que aspectos se podrían mejorar.

La elección de los componentes del grupo no es arbitraria. En cada grupo hay tanto alumnos como alumnas, el alumnado extranjero también está distribuido por todos los grupos homogéneamente. Los grupos están formados por cuatro o cinco personas, en todos ellos había un componente con carácter de líder que pudiera llevar al grupo, otro componente con menor capacidad de líder que necesitaba que le llevaran y otros dos componentes intermedios. En cada trimestre los grupos cambian para evitar que los alumnos se acomodaran y de esta manera se relacionan con más miembros de su clase. Por tanto para la

realización de ambos trabajos se usaron los grupos que ya habían sido asignados para el trimestre.

- Aprendizaje basado en proyectos: En este caso el docente adopta un rol diferente al que adopta cuando da una clase teórica, en la que es un mero transmisor de conocimiento. En este caso el docente plantea preguntas a los alumnos y los guía para que sean capaces de resolverlas por ellos mismos. Los alumnos no se dedican únicamente escuchar al profesor si no que deben de plantearse preguntas, buscar respuestas, seleccionar información, entre otras tareas.

Proyecto grandes científicos de los siglos XVI al XVIII

En el primero de los proyectos elegidos se les propuso a los alumnos realizar un proyecto de investigación sobre biografías de físicos.

El uso de la Historia de la Ciencia como recurso didáctico en ciencias es un tema controvertido y podemos encontrar autores que son detractores de su uso. Se distinguen distintos tipos de argumentos, el primero de ellos es la cuestión de la simplificación de la historia, otro trata sobre la interpretación de los hechos históricos y el último sobre la madurez de los alumnos.

En cuanto a la cuestión de la simplificación de la historia, Klein (1972) opina que para presentar los contenidos científicos es necesario seleccionar, organizar y presentar los materiales históricos no históricamente, quizás incluso antihistóricamente. Para este autor una historia simplificada y recortada es una mala historia; ante tal alternativa, prefiere prescindir totalmente de la historia. Sin embargo, la perspectiva de que la historia no es una mera recopilación de datos imparciales, si no, la elaboración de un relato coherente que permita explicar hechos del pasado, no es nueva (Hegel 1985). La visión de Hegel se puede aplicar a la historia de la ciencia. La historia usada en la enseñanza de las ciencias debe contener unos hechos seleccionados que sean relevantes y le den sentido y coherencia. No es posible que los alumnos estudien con la profundidad de un historiados los hecho que acontecieron, ya que de esta manera sería imposible avanzar más del primer contenido presentado (Lombardi 1997).

El argumento sobre la interpretación de los hechos históricos es defendido por Whitaker. Este autor sostiene que la historia utilizada en el aula consistiría, en realidad, en una historia “preparada” para su aplicación didáctica y, por tanto, no sería más que una historia distorsionada (Whitaker, 1979).

Boido (1996, pp. 41-42) distingue entre dos grandes corrientes de la Historia de la Ciencia. La historiografía *whig* (o anacrónica) y la historiografía *antiwhig* (o diacrónica). En la primera sólo se estudian los elementos que se consideran relevantes para la formación científica subsiguiente, sólo se tienen en cuenta los éxitos pero no los fracasos.

Butterfield (1951) opina que el enfoque de la historia de la ciencia *whig* que adoptan muchos textos y profesores consiste en imponer al pasado los patrones del presente y evaluar la ciencia de épocas pasadas a la luz y con referencia al conocimiento actual proporciona una visión distorsionada de la ciencia.

Los autores que defienden la visión diacrónica de la Historia de la Ciencia, sostienen que el autor debe de estudiar los hechos históricos teniendo en cuenta las creencias, teorías y métodos de la época. De esta manera se da una imagen más realista de la Historia sin ignorar los obstáculos y errores del trabajo científico (Guridi y Arriasecq 2004).

En contraposición Lombardi (1997) sostiene que la historia es una disciplina en constante desarrollo, que permite una continua relectura de los episodios ocurridos en el pasado. La existencia de multiplicidad de relatos históricos acerca de un mismo acontecimiento, lejos de ser un error, es una característica constitutiva de la propia actividad, forma parte de la naturaleza misma del conocimiento histórico.

Brush (1974) también detractor del uso de la historia de la ciencia escribió que la historia de la ciencia debería restringirse a alumnos con cierto grado de madurez, pues en caso contrario podría debilitar las convicciones científicas en alumnos aún en los primeros niveles de aprendizaje de ciencias. Además de que el significado que los educadores dan a la historia de las ciencias muchas veces difiere de lo que los filósofos e historiadores piensan. Dicho autor menciona en su artículo el caso de un material educativo en el que se critica el uso de la historia de las ciencias en la enseñanza, alegando que termina resultando monótono el hecho de repetir uno a uno todos los procesos de los científicos y realizar solo algunas pocas demostraciones.

Pero sí que hay otros autores que han reportado beneficios al usar la historia de la ciencia por ejemplo Esteban Santos (2003) considera que el estudio de la historia de la ciencia propiciaría la concepción de una ciencia menos dogmática, en evolución y relación multidireccional con otros factores y saberes. Y asimismo, se promovería la sensibilización de los alumnos hacia los problemas sociales.

Perea y Buteler opinan que una adecuada implementación de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física permitiría a los docentes no solo motivar a sus estudiantes, sino también facilitar a los mismos una comprensión más profunda de los contenidos, de los procesos de la ciencia, de los factores que influyen en el desarrollo de las investigaciones científicas (económicos, sociales, culturales, morales, etc.) y de la dimensión humana de la misma.

Perea y Buteler (2016) hacen una revisión de los distintos métodos en los que se puede usar la historia de la ciencia en el aula:

- Evocar descubrimientos y resaltar la dimensión humana de las ciencias mediante el aporte de grandes científicos: podemos encontrar varios ejemplos de este enfoque como el que realizan Martínez Navarro y E. Repetto Jiménez (2002) en el que pretenden introducir nuevos contenidos comenzando por presentar los científicos que los descubrieron y de esta manera dotar de más humanidad a la ciencia. M. Delgado Bermejo et al. (2002) optan por presentar a los alumnos el papel que han tenido las mujeres en la ciencia.
- Enseñar los procesos de las ciencias: Martínez Navarro y E. Repetto Jiménez (2002) proponen una nueva metodología en la que los contenidos vayan de la mano con la naturaleza de la ciencia, el trabajo científico, las aplicaciones de la ciencia y sus implicaciones sociales. Dentro de esta metodología V. Guridi e I. Arriasecq (2004) proponen que a la vez que se estudian los contenidos los alumnos sitúen a los científicos en su contexto socio cultural.

- Detectar las preconcepciones de los estudiantes y enseñar conceptos: se pueden encontrar ciertas similitudes entre las preconcepciones que poseían los científicos en su días y las que poseen los estudiantes actualmente. J. Piaget y R. García (1987) afirman que se puede demostrar que los mecanismos de pasaje de un período histórico al siguiente son análogos a los del pasaje de un estadio psicogenético al siguiente. M. R. Matthews (1989) sugiere que apreciar en donde las grandes mentes tenían dificultades orienta al profesor hacia las mentes inferiores pueden tener también dificultades.
- Destacar las bases culturales de las ideas y de la investigación, mediante un enfoque socio-cultural: K. Malamitsa, P. Kokkotas y E. Stamoulis (2005) investigaron sobre si el enseñar a los alumnos historia de la ciencia y controversias que surgieron a lo largo de ella contribuían a desarrollar el pensamiento crítico. Concluyeron que el dar la oportunidad a los estudiantes de comprender como las ideas científicas son aceptadas o refutadas basándose en el empirismo contribuía a desarrollar el pensamiento crítico de los alumnos.

De entre todos los métodos nombrados anteriormente, se decidió usar el primero de ellos para la realización de este proyecto, el de evocar descubrimientos científicos y resaltar la dimensión humana de las ciencias, así como el último de ellos, sobre destaca las bases culturales de las ideas y de la investigación, mediante un enfoque socio-cultural.

Los objetivos de este trabajo, sería los mismos que lo que presentan Martínez Navarro y E. Repetto Jiménez (2002) enumeran los objetivos que se pueden llegar a conseguir con los alumnos trabajando biografías de científicos:

- Mostrar la utilización de las biografías de los científicos como un enfoque de enseñanza y como un recurso didáctico.
- Motivar al alumnado en el estudio de los temas científicos.
- Descubrir aspectos humanos y de relaciones entre los científicos.
- Ayudar a establecer las interrelaciones entre Ciencia y sociedad.

Se les propuso a los alumnos que eligiesen físico de los siglos XVI, XVII y XVIII porque fue la época en la que las visiones e ideas más antiguas sobre la ciencia, que venían de la época de medieval, fueron desterradas y dieron lugar a una Revolución Científica. Se dice que esta revolución científica comenzó en Europa al final del Renacimiento y se extendió durante todo el siglo XVIII, influyendo en el movimiento intelectual de la Ilustración.

Cómo ya he nombrado anteriormente, la metodología para la realización de este proyecto será la de trabajo cooperativo y aprendizaje basado en proyectos. Los grupos formados serán de 4 o 5 personas. Estos grupos a su vez se dividirán en historiadores y biógrafos.

Los historiadores buscarán toda la información que se precise sobre la vida, época y obra de importantes físicos para responder a las siguientes cuestiones:

- Época histórica en la que vivió el científico asignado.

- Corriente o estilo artístico que predominaba en ese momento.
- Acontecimientos históricos importantes (no menos de tres) que tuvieron lugar en el mundo en el transcurso de su vida. Alguno de ellos debe guardar relación con su país de origen.
- Avances culturales o científicos importantes (no menos de tres) que se produjeron mientras vivió.
- ¿Qué otros matemáticos y físicos famosos conoces de su época? Citar tres matemáticos y tres físicos e indicar sus principales aportaciones a la ciencia.
- ¿Qué otros artistas importantes conoces de su mismo periodo histórico? Citar dos músicos, dos pintores y dos escritores contemporáneos.

Los biógrafos buscarán toda la información que precise sobre la vida, época y obra de importantes físicos para responder a las siguientes cuestiones:

- Cuándo y dónde nació el científico asignado.
- Cuándo, dónde y cómo murió.
- Qué trabajo tenía.
- Qué acontecimientos importantes (no menos de tres) le sucedieron en su vida.
- Cuáles fueron sus aportaciones más destacables o conocidas (no menos de tres) en el campo de la física y de las matemáticas.
- En qué otros campos investigó, aparte de la física. Citar dos aportaciones tuyas importantes en alguna de esas disciplinas.

El trabajo de los historiadores se centrará en estudiar las bases culturales de las ideas y de la investigación, mediante un enfoque socio-cultural y el trabajo de los biógrafos en evocar descubrimientos científicos y resaltar la dimensión humana de las ciencias.

Se les pedirá a los alumnos que en la medida de lo posible usen un enfoque diacrónico para la realización de éste trabajo. Es decir, que tengan en cuenta tanto los trabajos exitosos que realizó el científico escogido, como los errores que cometió. Por ejemplo si eligen el estudio de la vida, obra y contexto socio-cultural que vivió Newton, sería interesante que investigaran acerca de la teoría corpuscular de la luz, pese a que actualmente es bien sabido que no es válida.

Tras la recopilación de información por parte de los alumnos se realizará una puesta en común y cada grupo elaborará un póster que posteriormente expondrán al resto de sus compañeros.

Los objetivos curriculares que se van a alcanzar con la realización de este proyecto según el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, serán los siguientes:

- a) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.
- b) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.

- c) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.
- d) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.
- e) Entender el progreso científico como un proceso en continua revisión, apreciando los grandes debates y las revoluciones científicas que han sucedido en el pasado y que en la actualidad marcan los grandes hitos sociales y tecnológicos de los siglos XX y XXI.
- f) Reconocer que la investigación en ciencia es una labor colectiva e interdisciplinar en constante evolución e influida por el contexto económico y político.
- g) Elaborar y defender un proyecto de investigación, aplicando las TIC.

Para la evaluación de este proyecto se tendrán en cuenta una serie de indicadores:

- Reconoce la relación entre ciencia y sociedad a través del contexto histórico, político y social de la época en la que vivió el científico-matemático..
- Identifica la importancia de la ciencia y sus descubrimientos en la vida cotidiana.
- Conoce los principales hechos históricos acontecidos en el periodo en el que vivió el científico-matemático estudiado.
- Realiza correctamente la biografía del científico asignado.
- Expone con fluidez el trabajo realizado.
- Muestra interés por las actividades.
- Participa activamente en clase.
- Colabora en las actividades del grupo asumiendo el papel que le corresponde.
- Realiza la presentación de la biografía siguiendo las instrucciones dadas de forma correcta.
- Mantiene una actitud crítica hacia el trabajo de los compañeros y hacia sus opiniones.
- Respeto las normas de comunicación oral.
- Busca y selecciona información bibliográfica y en internet.
- Respeto las normas de convivencia del grupo y de la clase.
- Muestra comportamientos de liderazgo positivo.

Proyecto *Motorland*

A la hora de elegir dos de los trabajos más representativos de mi experiencia de este año realizando el Máster de Profesorado, me he decantado en el análisis de la propuesta de un proyecto que se llevó a cabo durante la realización de mis Practicum II y III. Durante el periodo que estuve en el centro se impartió la unidad didáctica sobre cinemática. En el desarrollo de esta unidad didáctica pude observar las dificultades que presentaban los alumnos, que se corresponden con las que he encontrado en la bibliografía.

Chamizo y García (2010) explican que existen modelos científicos y modelos didácticos. Los científicos se encargan de proponer modelos que intenten explicar hechos empíricos, para ser capaces de predecir futuros sucesos. Los modelos didácticos son una adaptación de los modelos que los científicos proponen. Para adaptar un modelo científico o un modelo didáctico se usa la transposición didáctica. Se conoce como transposición didáctica, concepto introducido por Chevallard (1985), al proceso a partir del cual el conocimiento que los científicos proporcionan se transforma a un lenguaje más sencillo que los alumnos puedan comprender. Los estudiantes cuando aprenden a menudo tienen dificultades para comprender los modelos que utiliza la Física, para analizar fenómeno y resolver problemas (Macías y Maturano, 2004).

En esta unidad didáctica los contenidos que se abordan con los siguientes contenidos: el movimiento, movimiento rectilíneo uniforme (MRU), movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) y movimiento circular uniforme.

Durante mi estancia en el centro se siguió una metodología basada en la impartición de clases magistrales por parte del profesor, en las cuales se explicaban los conceptos teóricos, las ecuaciones de posición y velocidad, así como, la forma de las gráficas de de posición vs tiempo y velocidad vs tiempo para cada tipo de movimiento. Tras la explicación por parte del profesor, se les proponía a los alumnos una serie de cuestiones teórico-prácticas en las cuales se ponían en práctica lo anteriormente explicado. Se les proporcionaba tiempo a los alumnos en clase para que resolvieran los problemas y a continuación un alumno salía a la pizarra a resolver el problema.

Tras la observación realizada en el periodo de prácticas voy a describir las principales dificultades que presentaron los alumnos a la hora de comprender los conceptos que llevan asociados estos contenidos:

- El movimiento: en este contenido se incluyen los conceptos de posición, desplazamiento y trayectoria que a menudo son confundidos por los estudiantes.
- MRU: este tipo de movimiento es el más sencillo que se estudia y aunque *a priori* pudiera parecer que los alumnos no van a presentar dificultades en su estudio, pueden surgir obstáculos. Siendo las siguientes las ecuaciones de posición y de velocidad proporcionadas a los alumnos: $s_t = s_0 + v \cdot (t - t_0)$ y $v = cte$, las principales dificultades que los alumnos presentan según González y Ureña (2002) son:
 - La posición temporal se confunde con un intervalo de tiempo y/o la posición espacial se confunde con un desplazamiento.
 - El movimiento se inicia en s_0 (sea $s_0 = 0$, o sea $s_0 \neq 0$). No se concibe que el móvil pueda ir moviéndose antes de la posición marcada con s_0 .
 - Los valores de t_0 y de s_0 han de ir al unísono: o ambos han de ser cero, o ambos distinto de cero. Se ve contradictorio que $s_0 \neq 0$ y $t_0 = 0$.
 - La velocidad inicial no se identifica como instantánea, sino que persiste a lo largo del tiempo.

- MRUA: en este tipo de movimiento la principal dificultad de aprendizaje que presentan los alumnos está relacionada con magnitudes vectoriales, que es posible que no hayan sido explicados en la asignatura de matemáticas. Entre los alumnos es habitual asumir que las componentes de módulo, dirección y sentido de los vectores velocidad y aceleración se encuentran directamente relacionadas.

Para ello los alumnos deben de tener en cuenta:

- Los valores positivos o negativos de posición, velocidad y aceleración dependerán del sistema de referencia escogido.
 - Los vectores posición, velocidad y aceleración son diferentes entre sí, es decir, en cada instante cada uno de ellos va a tener su módulo, dirección y sentido.
- Caída libre
 - Los alumnos poseen la idea preconcebida de que el tiempo que tardan dos objetos en llegar al suelo cayendo de la misma altura depende de su masa.
 - Criterio de signos: la aceleración siempre es negativa y la velocidad cambia de signo según el móvil se mueva hacia arriba o hacia abajo. Este criterio de signos generó dudas a los alumnos, ya que en el MRUA, se dijo que la aceleración era positiva si el móvil aceleraba y negativa si frenaba.
 - Velocidad máxima: los alumnos son capaces de comprender con facilidad que un objeto en caída libre cuando alcanza su altura máxima su velocidad es 0. Sin embargo, no entendían el concepto de que un objeto en caída libre al llegar al suelo alcanza su velocidad máxima. Muchos alumnos pensaban que cuando un objeto llegaba al suelo se "paraba" y por ellos su velocidad era 0.
- MCU: en este tipo de movimiento lo que causa más dificultades al alumnado es la existencia de la aceleración normal o centrípeta. Los estudiantes tienden extrapolar lo aprendido en los movimientos uniformes anteriormente estudiados. En el MRU no existe aceleración porque su módulo permanece constante en el tiempo y en el MRUA existe aceleración tangencial porque el módulo de la velocidad varía en el tiempo. Por tanto la idea preconcebida de los alumnos es que sólo existe aceleración cuando el módulo de la velocidad aumenta o disminuye de manera que el móvil acelera o frena. Genera confusión en los alumnos el hecho de que en el MCU el módulo de la velocidad se mantiene constante pero debido a su dirección va variando existe una aceleración normal o centrípeta.

Tras el desarrollo de la unidad didáctica se les propuso a los alumnos el desarrollo de un proyecto final basado en el circuito de motos de *Motorland*.

Los objetivos que se pretendían conseguir con la realización de este proyecto son los siguientes:

- Afianzar los contenidos adquiridos, haciendo principal hincapié en las dificultades observadas en los alumnos, en los movimientos de MRU y MRUA. Incidir en las expresiones de la posición y la velocidad, así como, las gráficas posición vs tiempo y velocidad vs tiempo.
- Aumentar la motivación y el interés de los alumnos en el estudio de la cinemática, usando el tema de las carreras de motos.
- Introducir la seguridad vial como tema transversal.

Se les proporcionó a los alumnos el siguiente esquema del circuito de *Motorland* (Figura 1) con sus correspondientes medidas.

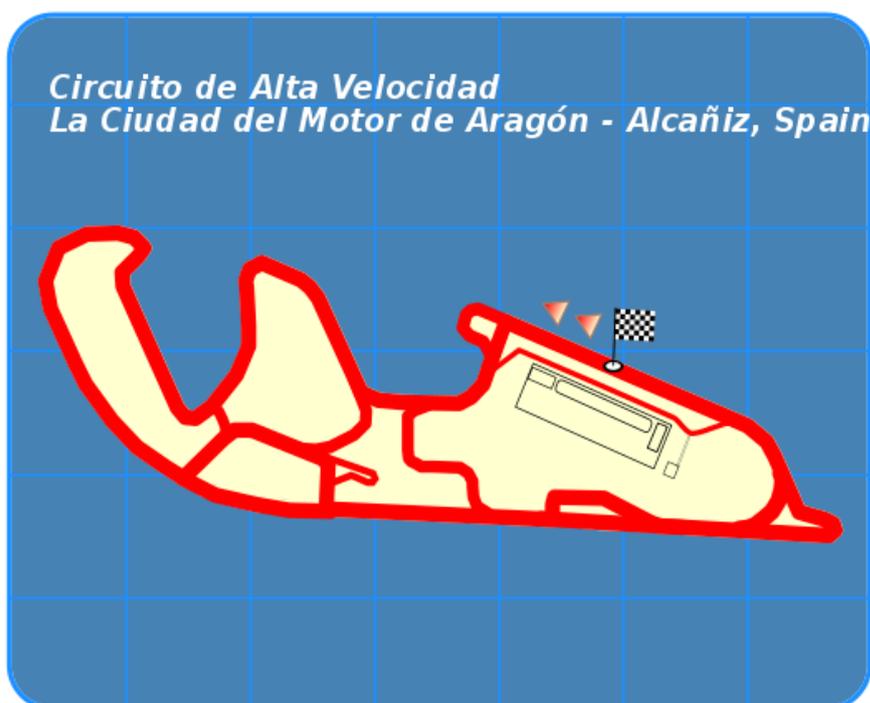


Figura 1. Esquema circuito de *Motorland*.

Se les pedirá a los alumnos que diseñen la carrera perfecta. La carrera perfecta consistirá en 10 vueltas, los alumnos deberán de diseñar 3 vueltas e ir combinándolas. Se les darán a los alumnos algunas condiciones para diseñar la carrera. Las velocidades que alcancen las motos deben de ser realistas, tienen que tener en cuenta que no se alcanza la misma velocidad en las rectas que en las curvas, aunque por simplicidad los cálculos se llevarán a cabo usando únicamente el MRU y el MRUA, por simplicidad. También tienen que tener en cuenta que a mitad de carrera empieza a llover, por tanto no se pueden alcanzar las mismas velocidades y que también se deberá de realizar un cambio de moto porque el motor sufre una avería.

Con todas las anteriores indicaciones se les pide a los alumnos que calculen velocidades, aceleraciones, espacios y tiempos. y que dibujen las correspondientes graficas de espacio/tiempo, velocidad/tiempo y aceleración/tiempo.

La educación vial se introduce explicándoles a los alumnos en fenómeno del *aquaplaning* y de la existencia de los peraltes de las carreteras.

Para explicar el *aquaplaning* se les proporciona el siguiente texto y la siguiente figura (Figura 3):

Cuando se conduce con lluvia aparecen ciertos riesgos asociados a ella. Además de la evidente reducción de visibilidad, aparece otro fenómeno no tan evidente conocido como *aquaplaning*. Cuando un vehículo atraviesa una superficie cubierta con agua se produce una pérdida de tracción en las ruedas que si tiene lugar en todas ellas puede provocar la pérdida de control del vehículo por parte del conductor.

Las ruedas de los vehículos cuentan con surcos en la superficie que sirven para desalojar el agua y aumentar la fricción entre el vehículo y el suelo. Cuando los surcos no son capaces de evacuar la totalidad del agua que encuentra a su paso, se forma un colchón de agua entre la rueda del coche y el suelo, haciendo que se pierda parcial o totalmente el contacto entre ambos. El vehículo comenzará a patinar y se perderá el control sobre el mismo. Esta situación continuará hasta que el vehículo colisione con algún obstáculo o la velocidad disminuya lo suficiente para que se restablezca el contacto entre las ruedas del coche y la superficie del suelo.

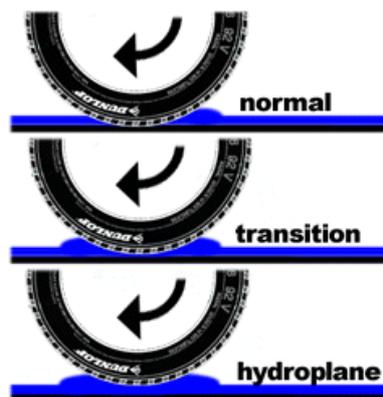


Figura 2. Fenómeno de *aquaplaning*.

A partir del texto proporcionado se les propone a los alumnos la resolución de las siguientes cuestiones:

1. Explica con tus propias palabras en qué consiste el fenómeno del *aquaplaning*.

2. ¿ Por qué es importante revisar con frecuencia el desgaste del dibujo del neumático de nuestros vehículos? Investiga que profundidad del dibujo del neumático es la adecuada.
3. Investiga cómo afectan los siguientes factores al efecto del *aquaplaning*: estado del neumático (profundidad del dibujo, presión de inflado de las ruedas, superficie de contacto entre las ruedas y el suelo), masa del vehículo, velocidad del vehículo y estado del pavimento (textura y surcos).
4. Basándote en el apartado anterior contesta razonadamente a la siguiente pregunta:
Lloviendo con la misma intensidad que vehículo y en qué situación es más probable que se produzca el fenómeno de *aquaplaning*: una moto que compite en *Motorland* o un camión circulando por un camino de tierra.

Con la pregunta 1 y la primera parte de la pregunta 2 se pretende evaluar su comprensión lectora y sintética tras la lectura de un texto. La segunda parte de la pregunta 2 y la pregunta 3 tienen como objetivo evaluar la capacidad de los alumnos para buscar información en la web de manera eficiente. La pregunta 4 sirve para evaluar si los alumnos son capaces de argumentar y razonar con la información obtenida de las anteriores preguntas.

Con el estudio de los peraltes de las carreteras se pretende repasar la existencia de la aceleración normal en la MCU, así como introducir el concepto de fuerzas que se pretendía estudiar en la siguiente unidad didáctica. A continuación se muestra el texto, esquema de un peralte (Figura 3) y las cuestiones propuestas a los alumnos:

Como vimos en clase en el MCU la velocidad no varía su módulo pero varía constantemente su dirección. En este tipo de movimiento, al no producirse variación del módulo de la velocidad la aceleración tangencial es 0, sin embargo aparece otro tipo de aceleración que se denomina aceleración normal o centrípeta cuya dirección está dirigida hacia el centro de la trayectoria. Debido a esta aceleración normal o centrípeta aparece una fuerza denominada centrípeta con dirección hacia el centro de la trayectoria. Además de esta fuerza centrípeta aparece otra fuerza llamada fuerza centrífuga. La palabra centrífuga significa que huye del centro, esta fuerza hace que los objetos se alejen del eje alrededor del cual se encuentran girando. En la conducción esta fuerza centrífuga es capaz de sacar a los vehículos fuera de las curvas cuando se encuentran girando describiendo un MCU. Es por ello que las motos en Motorland deben de reducir su velocidad al entrar en una curva. Para tratar de compensar la fuerza centrífuga, las curvas tanto de los circuitos de competición como de las carreteras convencionales poseen cierta inclinación dirigida hacia el centro de la curva que se denomina peralte. Esta inclinación además de compensar la fuerza centrífuga también ayuda a desalojar agua y a evitar el *aquaplaning*.

La fórmula teórica del peralte para una velocidad v y un radio de giro R , siendo g la aceleración de la gravedad y α el ángulo de inclinación es la siguiente: $\text{tg}(\alpha) = \frac{v^2}{g \cdot R^2}$

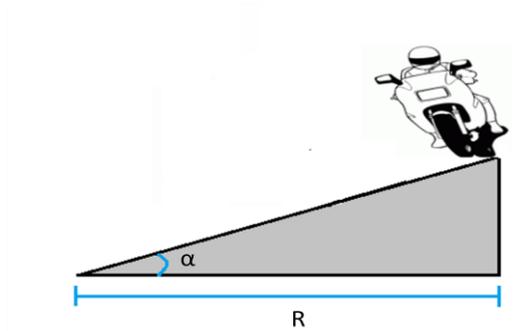


Figura 3. Esquema del peralte de la curva de una carretera.

1. Investiga que ángulos de peralte se pueden encontrar en carreteras convencionales y en circuitos de carrera. En el caso de que existan diferencias entre ambos razona el motivo.
2. Sabiendo que el radio de las curvas en el circuito de Motorland es de 10 m y conociendo también la velocidad a la que circulan las motos, calcula el ángulo de inclinación que debe de tener las curvas para que las motos no se salgan. Compara con los ángulos de peralte que has encontrado en el apartado 1 con los que has obtenido.

3. REFLEXIONES

Proyecto grades científicos de los siglos XVI al XVIII

Los alumnos debido a la dinámica del colegio están muy acostumbrados a realizar proyectos de manera cooperativa, por tanto son capaces de trabajar de manera eficaz usando esta metodología. A continuación muestro, a modo de ejemplo uno de los póster (Figura 4) realizados por los alumnos:



Figura 4. Póster final del proyecto grandes científicos de los siglos XVI al XVIII.

En este póster se puede ver como los objetivos establecidos se cumplen. En el contexto histórico, los alumnos han buscado músicos, pintores y otros matemáticos y físicos contemporáneos a Euler, de esta manera se establecen relaciones entre los científicos. En el póster también aparece la biografía de Euler que se relaciona con hechos históricos que tuvieron lugar al mismo tiempo, de esta manera se descubren aspectos humanos del científico y a su vez ayuda a establecer interrelaciones entre Ciencia y sociedad. También aparecen las aportaciones que Euler hizo a distintas disciplinas científicas como las matemáticas, la física y la astronomía, así que también se cumplió el objetivo de usar las biografías de científicos como recurso didáctico. También se vio incrementada la motivación de los alumnos en el estudio de temas científicos, ya que mostraron mucho interés en la realización de este trabajo.

En general estoy satisfecha con los resultados obtenidos de este proyecto, pero tras llevarlo a cabo hay aspectos que son mejorables y que se podrían cambiar para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El uso de las biografías de científicos no está limitado sólo a la asignatura de Física y Química. El mismo enfoque que se usó, también podría aprovecharse en otras materias para realizar un proyecto más integrador. Para ello es importante conocer las distintas metodologías que se pueden utilizar para llevar a cabo un proyecto, atendiendo al número de disciplinas que participen y su cooperación.

Un proyecto trabajado desde sólo una disciplina es un trabajo disciplinar que representa especialización en aislamiento (Max-Neef, 2005).

Un poco más cooperativo es el trabajo multidisciplinar, que según Rodríguez (s.f.) es una mezcla no integradora de varias disciplinas, en la que cada una conserva sus métodos y suposiciones sin cambio o desarrollo de otras disciplinas. Sotolongo y Delgado (2006) lo entienden como el trabajo indagatorio concurrente de varias disciplinas diferentes, hacia el encuentro de un mismo problema con otras disciplinas. Los investigadores realizan su análisis independiente y el resultado final no presenta un resumen integrador. Posada (2004) afirma que se trata del nivel inferior de integración cuando alrededor de una pregunta se busca información en varias disciplinas, sin que dicha interacción contribuya a modificarlas o enriquecerlas.

Otros concepto sería la pluridisciplinariedad que implica cooperación entre disciplinas, habitualmente entre áreas de conocimiento compatibles entre sí y de un mismo nivel jerárquico (Max-Neef, 2005). Torres (1994) la define como la unión no-integrativa de dos o más disciplinas, más o menos cercanas y por lo general dentro de un campo de conocimientos, que conservan sus métodos y modelos propios, como ocurre con la multidisciplinariedad.

La interdisciplinariedad se puede entender, según Van del Linde (2007) como una estrategia pedagógica que implica la interacción de varias disciplinas, entendida como el diálogo y la colaboración de éstas para lograr la meta de un nuevo conocimiento. Posada (2004) la define como el segundo nivel de integración disciplinar, en el cual la cooperación entre disciplinas conlleva interacciones reales; es decir, reciprocidad en los intercambios y, por consiguiente, un enriquecimiento mutuo.

Existe una etapa superior de integración disciplinar, llamada transdisciplinariedad en la cual se llega a la construcción de sistemas teóricos totales, sin fronteras sólidas entre las disciplinas, fundamentadas en objetivos comunes y en la unificación epistemológica y cultural (Posada, 2004).

Para mejorar el proyecto se podría pasar de trabajar con una metodología disciplinar, desde el punto de vista de la física y la química; a una metodología interdisciplinar que englobara más materias. Las materias que a mi parecer podrían sumarse a este proyecto además de la materia de Física y Química serían Geografía e Historia, Lengua Castellana y Literatura, Matemáticas Académicas, Biología y Geología, Educación Plástica, visual y audiovisual y Música.

La asignatura de Geografía e Historia sería la disciplina conductora desde la cual se estudiaría el contexto socio-cultural en el cuál han vivido las personas ilustres que se estudiarán las distintas materias. Habría que tener en cuenta la época, así como el lugar en el que vivieron. Sería necesario acotar ambos factores, ya que si no, el proyecto sería muy amplio y muy difícil de abordar desde esta asignatura.

Las asignaturas de Biología y Geología y Matemáticas participarían en el proyecto de la misma manera de la cual se ha trabajado en el proyecto original desde la asignatura de Física y Química. Los alumnos seleccionarían científicos que hayan contribuido al avance de la ciencia en estos campos.

Desde la asignatura de Lengua y Literatura se podría estudiar para cada una de las épocas estudiadas desde la asignatura de Geografía e Historia las distintas corrientes literarias, así como los autores más influyentes de la época.

Desde las materias de Música y de Educación Plástica, visual y audiovisual se estudiarían las corrientes artísticas de la época, así como músicos y pintores relevantes.

Con la participación de todas estas asignaturas se tendría una visión global y completa de cada época. Este proyecto interdisciplinar permitirá relacionar los conocimientos que se han adquirido en distintas asignaturas a partir de un tema central que se convierte en el proyecto a realizar y favorece que el alumno descubra la aplicación del proyecto y que lo pueda aplicar en distintos contextos.

Se trata de un proyecto muy ambicioso y que requeriría el trabajo conjunto y coordinado de muchos profesores. En el centro en el que realicé las prácticas creo que sería factible el poder ser realizado. El centro se encontraba inmerso en un proyecto dividido en niveles que se debían de ir adquiriendo año a año. En el Nivel A se parten de conocimientos previos y se estimula la creatividad, el trabajo cooperativo, se introduce la evaluación auténtica con rúbricas. Las rúbricas se diseñan con los alumnos y también se llevan procesos de autoevaluación y coevaluación. En el Nivel B se pretende compartir espacios con grupos de igual o distinto nivel, se implanta el diario del profesor y se empieza a tener relaciones con otras disciplinas. En el nivel C se pretende desarrollar proyectos interdisciplinares reales con objetivos comunes para varias materias. Por tanto el proyecto que yo propongo ahora, sería de nivel C, el último que se pretende alcanzar.

Centrándonos a partir de ahora en la asignatura de Física y Química, en el proyecto original se les dejaba a los alumnos total libertad para que estudiaran el científico que ellos eligieran. Aunque esta propuesta es interesante ya que al elegir los alumnos el científico que ellos elijan su motivación se ve aumentada, creo que sería más interesante guiar a los alumnos en la elección del científico. El listado de científicos propuestos estaría relacionado con los contenidos oficiales que los alumnos deben de elegir. A continuación se va a llevar a cabo una propuesta de científicos en relación con el currículo oficial.

Bloque 2: La materia

Contenidos

Modelos atómicos. Sistema Periódico y configuración electrónica. Enlace químico: iónico, covalente y metálico. Fuerzas intermoleculares. Formulación y nomenclatura de compuestos inorgánicos según las normas de la IUPAC. Introducción a la química de los compuestos del carbono.

Científicos

En este bloque se propondría el estudio de científicos que contribuyeron al entendimiento del ordenamiento de la materia a nivel atómico tal y como la conocemos actualmente a través de distintas propuestas de modelos atómicos. Entre ellos, John Dalton, Joseph John Thomson, Ernest Rutherford, Niels Bohr y Edwin Schrödinger. En este mismo bloque también sería interesante estudiar a Dmitri Ivánovich Mendeléyev que contribuyó al ordenamiento de la tabla periódica.

Bloque 3: Los cambios químicos

Contenidos

Reacciones y ecuaciones químicas. Mecanismo, velocidad y energía de las reacciones. Cantidad de sustancia: el mol. Concentración en mol/L. Cálculos estequiométricos. Reacciones de especial interés.

Científicos

En este bloque sería interesante estudiar a los científicos Max Trautz y William Lewis que propusieron la teoría de colisiones. También al químico Amedeo Avogadro que propuso que un mol hay siempre el mismo número de partículas y al físico británico John W. Rayleigh que determinó el número exacto que actualmente conocemos como número de Avogadro.

Bloque 4: El movimiento y las fuerzas

Contenidos

El movimiento. Movimientos rectilíneo uniforme, rectilíneo uniformemente acelerado y circular uniforme. Naturaleza vectorial de las fuerzas. Leyes de Newton. Fuerzas de especial interés: peso, normal, rozamiento, centrípeta. Ley de la gravitación universal. Presión. Principios de la hidrostática. Física de la atmósfera.

Científicos

Dentro de este bloque sería interesante estudiar al pisano Galileo Galilei por sus aportaciones al estudio sobre el movimiento de caída libre de los cuerpos, la enunciación del principio de inercia y sus descubrimientos en el campo de la astronomía que apoyaban el modelo heliocéntrico de Copérnico. Johannes Kepler que enunció las conocidas leyes de Kepler que describen el movimiento de los astros. También a Isaac Newton que completó los estudios de Galileo llegando a enunciar los tres principios de la dinámica y que partiendo de los estudios de Kepler enunció la ley de la gravitación universal.

Bloque 5: La energía

Contenidos

Energías cinética y potencial. Energía mecánica. Principio de conservación. Formas de intercambio de energía: el trabajo y el calor. Trabajo y potencia. Efectos del calor sobre los cuerpos. Máquinas térmicas.

Científicos

Se propone investigar acerca del científico James Prescott Joule por sus aportaciones al campo de la electricidad, la termodinámica y la energía. También al científico experimental Robert Hooke por sus estudios sobre la mecánica de sólidos deformables.

Proyecto *Motorland*

Tras mi experiencia en el periodo de prácticas cambiaría el proyecto propuesto correspondiente a la unidad didáctica de cinemática debido a distintos factores. Con el proyecto de *Motorland* no es posible abarcar todo los contenidos que se proponen para la unidad didáctica, sólo es posible estudiar el MRU y el MRUA. El movimiento de caída libre y el MCU quedan fuera del alcance del proyecto. Además, los alumnos tuvieron dificultades para realizar los cálculos sobre todo al comienzo del proyecto. Hubo que proporcionarles referencias de espacios y tiempos. Debido a estas dificultades fue necesario reducir las expectativas iniciales del proyecto. En vez de diseñar tres vueltas, los alumnos sólo realizaron los cálculos para una vuelta y también se eliminó la parada en boxes.

El contenido transversal de seguridad vial sobre el *aquaplaning* lo mantendría, pero el contenido sobre los peraltes, excede los contenidos que se han visto en la unidad didáctica. Implica conceptos de fuerzas y puede dar lugar a confusión, al no poder dedicarle el tiempo que se necesitaría para una correcta comprensión. Además se introduce el concepto de fuerza centrífuga que queda completamente fuera de lo que los alumnos de este curso deben de aprender.

Para solucionar las carencias del proyecto y que los alumnos lleguen a comprender los modelos explicados para el estudio de la cinética, voy a realizar una nueva propuesta apoyándome en el uso de las TICs.

Podemos encontrar muchos autores que opinan que el uso de las TICs puede facilitar la comprensión de contenidos en asignaturas de ciencias. Para favorecer el aprendizaje sobre modelos de los estudiantes es interesante usar simulaciones que consisten en la puesta en funcionamiento de un modelo científico (Gutierrez y Pintó, 2005). Las simulaciones ofrecen al estudiante la posibilidad de tratar varios aspectos del modelo representado a través del ordenador (Kofman, 2000). Por ello es interesante incluir en las clases de Ciencias propuestas que utilicen recursos didácticos que ofrecen los nuevos medios (Aguilar, Maturano y Núñez, 2011). Según Ragel y Peñalosa (2013), los entornos virtuales son una posibilidad de innovación pedagógica que favorece la capacidad de aprender, la creatividad y el trabajo en equipo. Los recursos TIC son un elemento clave en el cambio del trabajo de los estudiantes y permite que los docentes lo integren en su modelo pedagógico como elemento curricular para el logro de las competencias generales y específicas (Cacheiro, 2011).

Según (Bohigas, Jaén y Novell, 2000) se pueden distinguir tres grandes grupos según como se usen las TIC en el aula:

1. Empleo de software de propósito general: Son aquellas herramientas que no están diseñadas para un propósito concreto. Los estudiantes pueden con ellas realizar cálculos, gráficas o redactar textos (Bacon, 1993). Son las hojas de cálculo, procesadores de texto o bases de datos.

2. Obtención de datos experimentales: en este caso el ordenador se utilizaría para recoger datos o como elemento de control del experimento.
3. Aplicaciones específicas: este tipo de aplicaciones buscan la adquisición de nuevos contenidos por parte del alumno. Se puede distinguir a su vez en softwares que usan el modelo conductista de la enseñanza en la que el alumno actúa como receptor de la información. Otros usan el modelo constructivista en las que los alumnos usan simulaciones en las que trabaja de forma interactiva.

Dentro de estas aplicaciones específicas podemos encontrar:

- Applets: programas informáticos realizados en lenguaje JAVA. Poseen la ventaja de que se pueden ejecutar directamente desde la página web en la que está incrustado. Se ha acuñado un nuevo término para designar a las applet relacionadas con la física, las physlets, que se obtiene de la contracción de physics y applet (Christian, 2001).
- Vídeos: con este tipo de herramientas podemos reproducir todas las veces que queramos los fenómenos estudiados y detener su visualización cuando consideremos oportuno.
- Laboratorios virtuales: se trata de sistemas computacionales que se pretenden aproximar al ambiente de un laboratorio tradicional. Los experimentos se realizan paso a paso como en un laboratorio tradicional, se visualizan objetos y fenómenos mediante objetos dinámicos. Presentan ventajas como que un mayor número de alumnos pueden acceder a la realización de experiencias, se reducen los costes de un laboratorio tradicional, los estudiantes aprenden mediante prueba y error, sin miedo a sufrir o provocar un accidente, entre otras ventajas. Aunque también presentan desventajas como que se corre el riesgo que el alumno se convierta en mero espectador, el alumno no utiliza elementos reales, por lo que se produce una pérdida de conexión con la realidad. Los laboratorios virtuales no pueden sustituir la experiencia práctica, sino complementarla (Rosado y Herreros, 2009).
- Laboratorios remotos: se trata de sistemas basados en instrumentación real de laboratorio, que permiten realizar actividades prácticas de forma local o remota, transfiriendo la información entre el proceso y el estudiante de manera uni o bidireccional. El estudiante puede controlar los recursos disponibles en el laboratorio bien con estaciones de trabajo de una red local (Intranet) o a través de Internet. La principal diferencia entre un laboratorio virtual y un laboratorio remoto es que el remoto se basa en instrumentos reales mientras que en el virtual sólo existen procesos de computación basado en simulaciones (Rosado y Herreros, 2002).
- Laboratorios asistidos por ordenador: son equipos captadores de datos que permiten ver el gráfico del fenómeno estudiado, al mismo tiempo que se está produciendo. Se trata de sensores de medida de diversas magnitudes físicas (posición, fuerza, temperatura...) que las transforman en señales eléctricas. Un sensor traduce las medidas eléctricas a lenguaje de ordenador (Torres, 2010).

Algunas de las ventajas de los laboratorios asistidos por ordenador son que deja más tiempo para valorar los datos, las repeticiones de medidas son sencillas, se elimina el error manual, proporciona de manera inmediata tablas de valores y tablas (Herrán y Parrilla, 1994).

- Softwares específicos: herramientas de dibujo o programas de cálculo con aplicaciones específicas.

De entre todas las posibilidades anteriormente nombradas, he pensado que sería adecuado el uso de un software específico llamado *Tracker*, muy útil en el estudio de la cinemática. Conozco este software porque cuando cursaba 1º de Bachiller en el curso académico 2009-2010, mi profesor de Física y Química, nos propuso una actividad en la que se usaba este software para el estudio del movimiento que experimentaba una pelota de baloncesto que se dejaba caer desde una ventana.

A continuación voy a proponer un nuevo proyecto basado en Los Juegos Olímpicos, usando el software *Tracker*.

En primer lugar, voy a comenzar describiendo en qué consiste este software. *Tracker* es un software gratuito que los alumnos pueden descargar y trabajar con él desde su casa, también se puede descargar en los ordenadores del instituto y en la sala de ordenadores trabajar con ayuda del profesor. Portolés, García, García, Querol y Sabater (2009) explican que se trata de un software libre y gratuito que posibilita estudiar conceptos de Cinemática mediante un entorno Java, seleccionando el fragmento de interés de cualquier vídeo que contenga un movimiento real filmado. Este software se limita al estudio de movimiento que tengan lugar en un plano, en una o dos dimensiones.

Mientras el movimiento está teniendo lugar, el programa recoge datos y realiza tablas y gráficas, siendo posible realizar un ajuste a una función y relacionar el movimiento con sus correspondientes fórmulas. Los estudiantes pueden así, entender su sentido físico.

En el proyecto, se les propondrá a los alumnos el estudio de todos los movimiento vistos en la unidad: MRU, MRUA, caída libre y MCU, con la temática de los Juegos Olímpicos. Para ello los alumnos deberán de buscar vídeos de deportistas en los que esos movimientos se vean representados:

- MRU y MRUA: pueden usar una carrera de atletismo o una carrera de natación (Figura 5). En este tipo de deportes el movimiento de los deportistas suele ser MRUA, pero se les pedirá a los alumnos que analicen ellos mismos el vídeo y que determinen el tipo de movimiento que está teniendo lugar.



Figura 5. Ejemplo de deportes que se pueden usar para el estudio del MRUA. (a) Carrera de natación. (b) Carrera de atletismo.

- Caída libre: un ejemplo sería el saque inicial (Figura 6) que realiza el árbitro de los partidos de baloncesto.



Figura 6. Ejemplo de deportes que se pueden usar para el estudio de la caída libre. Saque inicial de partido de baloncesto.

- MCU: para el estudio del movimiento circular se puede usar el vídeo de un patinador dando vueltas o el tiro de martillo (Figura 7).

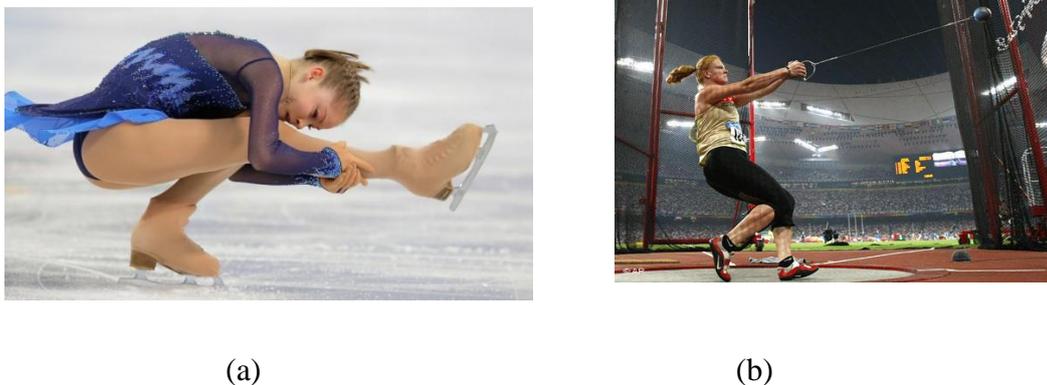


Figura 7. Ejemplo de deportes que se pueden usar para el estudio del MCU. (a) Patinaje artístico. (b) Tiro de martillo.

Además de los deportes propuestos los alumnos pueden proponer otro tipo de deportes. Es muy importante que los vídeos seleccionados por los alumnos reúnan las siguientes características:

- El vídeo debe de mostrar el movimiento objeto de estudio. Además no es necesario obtener un fragmento muy largo.
- El vídeo debe de mostrar el movimiento en un plano perpendicular a la trayectoria del objeto. Este requisito puede dificultar la búsqueda del vídeo, pero como he dicho anteriormente no es necesario un fragmento demasiado largo del mismo.
- Es necesario una medida de referencia, es decir, un objeto que aparezca en el vídeo del cual conozcamos su longitud real, para que los datos que proporcione el programa sean reales y proporcionales.
Este requisito es fácil de superar. En el caso de la carrera de atletismo se puede buscar la longitud de una pista de atletismo, al igual que la longitud de una piscina Olímpica. En el caso del saque inicial baloncesto, con conocer quien es uno de los dos jugadores que aparece en el vídeo, el problema es fácilmente solventado, ya que la altura de los jugadores de baloncesto se puede encontrar con facilidad en Internet. En el caso del MCU se necesita conocer el radio, se puede buscar lo que mide la cuerda que se ata al martillo. En el caso del patinaje sería tan sencillo como medir la longitud de la pierna de una complexión similar a la del patinador.
- Es preferible que el vídeo esté grabado en horizontal, porque los vídeos verticales pueden sufrir incompatibilidades con el software.

4. CONCLUSIONES

La elaboración de los dos proyectos presentados en esta memoria me han servido para iniciarme en la innovación en la docencia. Creo que es importante que los profesores busquen actividades que hagan que los alumnos se impliquen y que verdaderamente les motiven.

Como he comentado en la introducción el grupo con el que elaboré estos proyectos, era un grupo con un rendimiento excelente y mostraban interés y se implicaba en todas las actividades que se les proponían. Algunos de los alumnos poseían una motivación intrínseca debido a que sentían placer por aprender sobre ciencia, ya que en el curso de 4º de E.S.O. la asignatura de Física y Química es optativa. También es cierto que otros de los alumnos poseían la motivación extrínseca de simplemente obtener buenas calificaciones. El haber trabajado con este grupo al que podemos calificar como modélico, quizás me proporcionó una visión idealizada de lo que es el trabajo de docente. Pese a que eran alumnos algo habladores, nunca tuvieron ninguna falta de respeto hacia el profesor ni entre alumnos. De hecho, la relación de mi tutor de prácticas con sus alumnos era muy estrecha, los alumnos entre ellos también se llevaban muy bien, por lo que podríamos calificar el clima del aula como excelente. Para tener un primer contacto con la actividad docente este grupo es estupendo, porque es muy fácil trabajar con ellos pero no refleja la realidad de los centros escolares.

En el trabajo de las biografías de científicos con el proyecto inicial, se consiguió que los alumnos mostraran interés por la vida, descubrimientos, aportaciones a la ciencia e inventos de los científicos. El posible motivo por el cual los alumnos mostraron interés es que pudieron elegir al científico ellos mismos. Los alumnos por grupo seleccionaron unos cuantos científicos cuyas aportaciones a la ciencia les parecieron relevantes y entre todos escogieron al que más les despertó la curiosidad.

Con las mejoras propuestas para este proyecto la motivación que pudiera derivar de elegir ellos mismos desaparece, ya que se les van a proponer una lista de científicos y deberán elegir de ahí uno o varios. Creo que pese a que la motivación se verá disminuida es preferible realizarlo así. Algunos de los grupos escogieron científicos que sí que guardaban relación con los contenidos curriculares como Isaac Newton, sin embargo otros escogieron a científicos como Leonhard Euler que pese a que hizo aportaciones muy importante a la ciencia, su trabajo no posee mucha relación con los contenidos curriculares de Física y Química de 4º de E.S.O.

Soy consciente de que la propuesta de realizar este proyecto, trabajándolo desde varias asignaturas es muy ambicioso y difícil de poner en marcha, ya que requiere el trabajo coordinado de varias asignaturas y profesores. Como he explicado está pensado para ser realizado en el centro en el que realice las prácticas y tienen como objetivo en cursos posteriores realizar proyectos interdisciplinares con asiduidad, ya que alguno ya han realizado. En otro tipo de centros que no usen este tipo de metodologías activas y sean más tradicionales, probablemente no sería posible realizar este proyecto.

Al estudiar el contexto histórico en el que vivieron los científicos desde la asignatura de historia los alumnos obtendrán una visión más amplia y detallada del momento histórico que vivían los científicos y como éste influyo en sus investigaciones. Al estudiar también científicos contemporáneos desde las disciplinas de Matemáticas y Biología y Geología podrán relacionar como los descubrimientos de unos científicos influían en las investigaciones. Para completar el proyecto que los alumnos trabajen las corrientes artísticas, tanto en pintura como en música de la época acabará por dar una visión global del contexto en el que los científicos vivieron.

El proyecto de Motorland inicial resultó muy estimulante a los alumnos, ya que muchos de los alumnos eran seguidores de las carreras de motos. En la figura 8. podemos ver uno de los proyectos realizados por los alumnos.

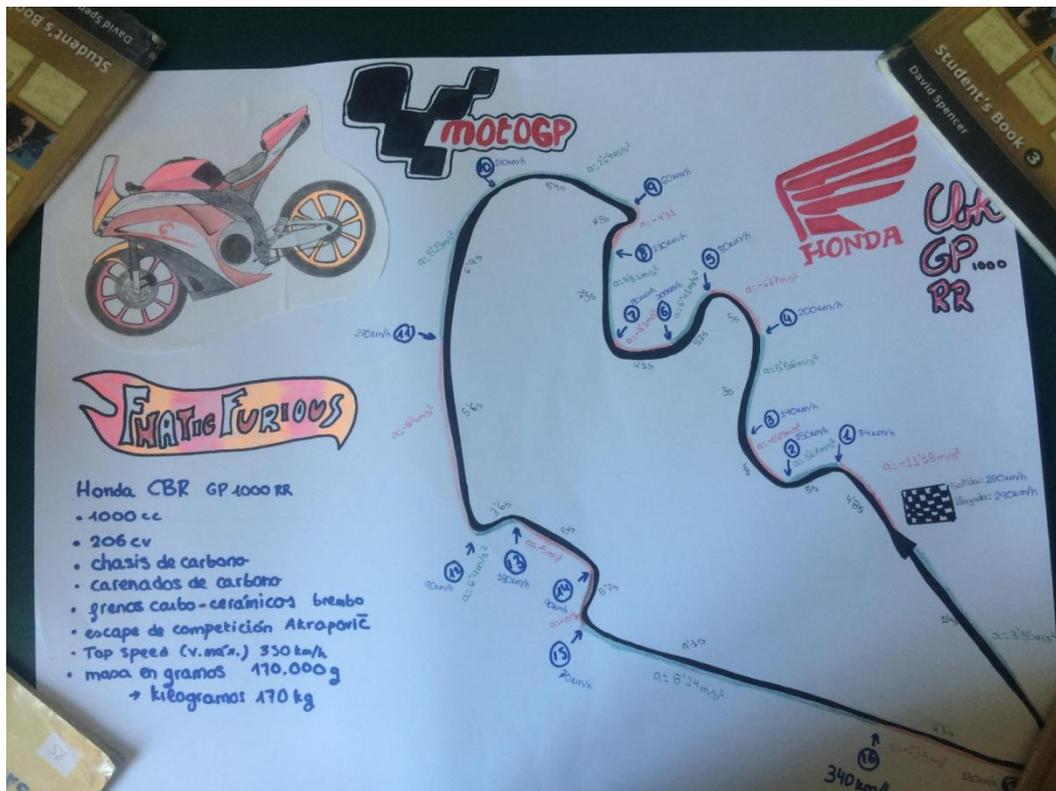


Figura 8. Proyecto de *Motorland* realizado por uno de los grupos.

Podemos ver que los alumnos utilizaron su imaginación y diseñaron una moto y una escudería para el proyecto. Realizaron los cálculos de velocidad para cada uno de los tramos con las longitudes del circuito que fueron proporcionadas. Creo que este

proyecto se adecuaría mejor al curso siguiente 1° de Bachiller ya que su nivel de conocimientos será mayor.

Dentro de una unidad didáctica de cinemática, creo que el proyecto inicial que propuse es interesante que sea realizado para el estudio del MRUA. Creo que sería una propuesta interesante realizar menos ejercicios convencionales de este movimiento y permitir a los alumnos el descubrimiento y aprendizaje de este tipo de movimiento realizando este proyecto.

El nuevo proyecto que propongo sobre los Juegos Olímpicos como proyecto final sobre la unidad didáctica va a permitir a los alumnos estudiar todos los tipos de movimientos y comprender mejor las gráficas velocidad- tiempo y posición-tiempo, ya que irán viendo la tendencia que tienen a medida que en el vídeo tiene lugar el movimiento. Debido a la gran capacidad de la clase sería posible introducirles a los alumnos un nuevo tipo de movimiento, el tiro parabólico. En los Juegos Olímpicos podemos encontrar ejemplos de tiros parabólicos, como el salto de trampolín o el tiro a canasta en baloncesto. De esta manera se les puede introducir a los alumnos el concepto de movimientos compuestos y estudiar al mismo tiempo el MRU y el MRUA.

5. CONCLUSIONES

En los proyectos que he propuesto se utilizan metodologías activas de trabajo cooperativo y de aprendizaje basado en proyectos. Aunque no se pueden realizar todas las actividades en el aula usando este tipo de actividades, creo que es importante maximizar el número de ellas que se realizan con estas metodologías. Trabajando así, los alumnos se convierten en verdaderos protagonistas del proceso de enseñanza. Este tipo de metodologías presentan ventajas como:

- Los conocimientos prácticos y teóricos se unen permitiendo a los alumnos la resolución de un problema trabajando cooperativamente.
- Los alumnos desarrollan su sentido crítico, buscando, analizando y seleccionando distintas fuentes de información.
- Los alumnos ven una conexión entre lo que estudian y la realidad.
- Se pueden detectar necesidades de aprendizaje.
- Los hechos sociales, culturales e históricos presentes y pasados son más fáciles de comprender y se pueden adaptar a la realidad actual de una manera simplificada.
- Se fomenta la cultura del esfuerzo, la creatividad y la comunicación.

La aplicación en el aula de los dos trabajos planteados no resulta demasiado compleja pero sí que el docente debe de realizar un esfuerzo mayor que si se realizasen clases convencionales. Este es el principal inconveniente que presenta una nueva metodología o un nuevo proyecto. Pero creo que un profesor con interés por sus alumnos siempre va a buscar nuevas estrategias para motivarlos. Ser profesor es una profesión muy vocacional en la que se ponen al alza valores de dimensión social y humano donde el verdadero objetivo es que los alumnos obtengan el éxito académico.

Sin duda, la realización de este Máster ha contribuido a afianzar mi vocación para ser docente. Durante el desarrollo de los Practicums he podido experimentar como sería mi día a día si me dedicase a la enseñanza y fue una experiencia muy positiva. Me sentí muy integrada en el centro gracias al apoyo que nos dábamos los alumnos que nos encontrábamos de prácticas. También los alumnos eran conscientes de que se trataba nuestra primera experiencia como docentes y los tenían en cuenta. El resto de claustro de profesores, así como el equipo directivo del centro siempre estaban pendientes de los alumnos de prácticas y nos daban consejos extraídos de su experiencia como docentes. Pero, de la persona que más aprendí fue de mi tutor de prácticas, Óscar Alonso. A pesar de que no es un docente veterano, observándole trabajar daba la sensación de que tenía más experiencia que el docente más antiguo del centro. Óscar me enseñó a mí y a mi compañera de prácticas lo importante que es interesarte por tus alumnos y empatizar con ellos. Muchos de los alumnos de Óscar acudían a él a pedirle consejo sobre temas variados, demostrando así la confianza que tenían depositada en él.

El colegio Escuelas Pías es un centro concertado, elegí un centro concertado en vez de un centro público porque toda mi escolarización la he llevado a cabo en centros públicos

y quería observar cómo se trabaja en un centro concertado. El centro posee una marcada influencia de la religión católica, llevándose a cabo todas las mañanas una breve lectura del evangelio y una oración. Pese a la influencia católica todos los alumnos, sin importar su religión eran bienvenidos al centro y respetados. Las principales diferencias que encontré en este centro en comparación con los centros públicos en los que he estado como alumna son que este centro concertado posee un ambiente más familiar. Se podía ver que los profesores entre ellos poseían una relación excelente y se ayudaban y apoyaban entre ellos. También los alumnos con los profesores tenían una relación más cercana que la había en los centros en los que yo estudié. El centro usaba metodologías innovadoras y activas y los docentes se esforzaban por salir del convencional libro de texto. Los alumnos estaban muy motivados y habían aprendido a trabajar en grupo de manera muy eficaz. En su vida futura esta capacidad de trabajar en equipo les será muy útil a los alumnos.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, S., Maturano, C. & Núñez, G. (2011). ¿De qué manera podemos usar simulaciones de experimentos en el aula de Ciencias Naturales? Una propuesta referida a las leyes de los gases. En Comp. De Maquilón Sánchez, J.J., García Sanz, M.P. & Belmonte Almagro, M.L. *Innovación educativa en la enseñanza formal*. (pp. 261-269). España: Universidad de Murcia.

Bacon, R.A. (1993). The Computers in Teaching Initiative: a view from the Physics Centre. *Physics Education*, 28.

Bohigas, X., Jaén, X., Novell, M. (2003). Applets en la enseñanza de la Física. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (3), 463-472.

Butterfield, H. (1951). *The Whig Interpretation of History*. Nueva York: Charles Scribner's Sons.

Brush, S.G. (1974). Should the History of Science be Rated X? *Science*, 19, 1164-1172.

Cacheiro, M.L. (2011). Recursos educativos TIC de información, colaboración y aprendizaje. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 39, 69-81.

Chamizo, J.A., García, Alejandra. (2010). Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias naturales. Universidad Nacional Autónoma de México. México DF: Artículo propio.

Chevallard, Y. (1985). La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné. *Revue française de pédagogie*, 76, 89-91.

Christian, W. y Belloni, M. (2001). *Physlets: Teaching Physics with interactive curricular material*. Nueva Jersey: Prentice-Hall.

Delgado, M., Martínez, F., Morera, P., Perdomo, T.Y., López, P., LLamas, C. y Botín P. Ciencia y género. La mujer en la historia de la ciencia. Mujeres en la sombra. Una propuesta de enseñanza y aprendizaje para la física y química de la ESO y bachillerato. Análisis de una experiencia. *XX Encuentros de didáctica de las ciencias experimentales*. Disponible en < <http://apice.webs.ull.es/pdf/123-070.pdf>>. Visitado en: 2, mayo, 2017.

Esteban Santos, S. (2003) La perspectiva histórica de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad y su papel en la enseñanza de las ciencias. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3).

Giuseppe Nerici I. (1973). *Hacia una didáctica general dinámica*. (2ª ed). Argentina: Editorial Kapelusz, p.273.

González, M., Ureña, A. (2002). Errores conceptuales en la interpretación de situaciones de cinemática. *XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Congreso llevado a cabo en Santa Cruz de Tenerife, España.

- Gurido, V.; Arriasecq, I. (2004). Historia y filosofía de las ciencias en la educación polimodal: propuesta para su incorporación al aula. *Ciência & Educação*, 10(3), 307-316.
- Gutiérrez, R., Pintó, R. (2005). Relaciones entre simulaciones y modelos. Análisis de simulaciones científicas didácticas. *Enseñanza de las Ciencias, número extra. VII Congreso*, 1-5.
- Hegel, G.W.F. (1985). Fenomenología del Espíritu. México: Fondo de Cultura Económica (1a. ed. 1807).
- Herrán, D., Parrilla, J. L. (1994). La utilización del ordenador en la realización de experiencias de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3) 393-398.
- Johnson, D. W. y R Johnson (1994). *Joining Together: Group Theory and Group Skills*. (5ª ed). Massachusetts: Needham Heights.
- Klein, M.J. (1972). *Use and Abuse of Historical Teaching in Physics*, en Brush S.G. y King A.L. (eds.). *History in the Teaching of Physics*. Hanover: University Press of New England.
- Kofman, H.A. (2000). Modelos y Simulaciones Computacionales en la Enseñanza de la Física. *Revista Educación en Física*, 6, 13-22.
- Lombradi, O.I. (1997). La pertinencia de la historia en la enseñanza de las ciencias: argumentos y contraargumentos. *Enseñanza de las ciencias*, 15 (3), 343-349.
- Macías, A., Maturano, C. & Calbó Torné, P. (2004). La importancia de las estrategias metacognitivas en el aprendizaje. *Psicología y Pedagogía de la persona*, 7-8, 33-48.
- Malamitsa, K.; Kokkotas, P.; Stamoulis, E. (2005). The use of aspects of History of Science enhance the development of critical thinking - a proposal. *Eight international history, philosophy, sociology and science teaching conference*. Leeds. England.
- Martinez Navarro, F. y Repetto Jimenez, E. (2002). Utilización de la biografía de los científicos en la enseñanza de las ciencias con una orientación de ciencia, tecnología y sociedad. *XX Encuentros de didáctica de las ciencias experimentales*. Disponible en <<http://apice.webs.ull.es/pdf/211-029.pdf>>. Visitado en: 2, mayo, 2017.
- Matthews, M. R. (1989). A role for history and philosophy of science in science teaching. *Interchange*, 20 (2), 3-15.
- Max-Neef, M. (2005). Foundations of transdisciplinarity. *Ecological Economics*, 53, 5-16.

Perea, M.A, y Buteler, L.M. (2016). El uso de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física: una aplicación para el electromagnetismo. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 11(1), 12-25.

Piaget, J.; García, R. (1982). *Psicogénesis e Historia de la Ciencia*. (2ª ed). Argentina: Siglo XXI editores, p. 33.

Portolés, R., García, M., García, C., Querol, D., Sabater, J. (2009). Tracker: La cinemática real en el aula. I jornadas de coordinación docente secundaria-universidad en el ámbito de la física y la química. Congreso llevado a cabo en Valencia, España.

Posada, R. (2004). Formación Superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante, *Revista Iberoamericana de Educación*. Obtenido el 12 de junio de 2017, desde <http://www.rieoei.org/deloslectores/648Posada.PDF>.

Rangel Baca, A. & Peñalosa Castro, E.A. (2013). Alfabetización digital en docentes de educación superior: Construcción y prueba empírica de un instrumento de evaluación. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 43, 9-23.

Rodríguez, M. (s.f.). La interdisciplinariedad: Acción comunicativa científica y humana. Centro de Servicios Pedagógicos. Obtenido el 12 de junio de 2009, desde http://ayura.udea.edu.co/servicios/1_5.htm

Rosado, L., Herreros, J.R. (2002). *Laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física y materias afines*. Didáctica de la Física y sus nuevas Tendencias, Madrid, UNED, pp. 415-603.

Rosado, L., Herreros, J.R. (Abril de 2009). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. *International Conference on Multimedia and ICT in Education*. Congreso llevado a cabo en Lisboa, Portugal.

Sotolongo, P.L., Delgado, C. J. (2006). *La complejidad y el diálogo transdisciplinario de saberes*. Capítulo IV. En publicación: La revolución contemporánea del saber y la complejidad social. Acceso al texto completo: [http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/campus/soto/Capitulo%20IV.p df](http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/campus/soto/Capitulo%20IV.pdf)

Torres, J. (1994). *Globalización e interdisciplinariedad: el currículum integrado*. Jurjo Torres Santomé. Madrid Ediciones Morata. 72p.

Torres, A. L. (2010). Empleo del laboratorio asistido por ordenador en la enseñanza de la Física y Química de Secundaria y Bachillerato. *Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 7(3), 693-707.

Van del Linde, G. (2007). *¿Por qué es importante la interdisciplinariedad en la educación superior?* Cuadernos de Pedagogía Universitaria, Año 4. No. 8. 11-13. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, Rep. Domin.

Whitaker, M.A.B. (1979) History and quasi-history in Physics Education I and II. *Physics Education*, 14, 108-112 y 239-242.