

## ANEXOS

### ANEXO I: Aprendizajes Realizados.

Es de suma importancia el ser capaz de autoevaluar los conocimientos y capacidades adquiridas cuando se finaliza un curso de estas características. Por tanto en base a las competencias generales y los objetivos de aprendizaje establecidos para este Master, me propongo plantearlos y de una manera crítica analizar mis puntos débiles y fuertes a este respecto, así como establecer los aspectos del propio máster que me han parecido más interesantes. En primer lugar trabajaré sobre las competencias para después desgranar los objetivos y su consecución.

#### *Competencias Específicas Fundamentales.*

Para hacer este análisis recurriremos a las diferentes competencias que se nos indican en Universidad de Zaragoza, ref. 3 (2012), competencias que se supone adquiridas al finalizar el Master. Así pues iremos desgranando una a una.

*“Integrarse en la profesión docente, comprendiendo su marco legal e institucional, su situación y retos en la sociedad actual y los contextos sociales y familiares que rodean y condicionan el desempeño docente, e integrarse y participar en la organización de los centros educativos y contribuir a sus proyectos y actividades.”*

A través de la asignatura de *Contexto de la Actividad Docente* se nos mostró la teoría de esta competencia, haciendo que fuéramos conscientes de las funciones de la educación en su dimensión social, así como mostrándonos el conjunto de las leyes del Estado Español en materia educativa. Esta teoría sería papel mojado sin los tres Practicum que nos permiten observar y experimentar la organización y el funcionamiento de los centros educativos, además de conocer en muchos casos las iniciativas que se llevan a cabo en colaboración con otras instituciones del entorno. Por otra parte esta competencia me parece bastante interesante y la resaltaré a la hora de hablar sobre el Practicum I en conexión a las actividades de dirección de los centros. Un aspecto que siempre me ha llamado la atención en casi todos los ámbitos de trabajo en los que he participado es la gestión y los órganos de gobierno, por tanto esta competencia creo que la he desarrollado muy satisfactoriamente, además de que nunca me ha costado demasiado integrarme en diferentes ambientes.

*“Propiciar una convivencia formativa y estimulante en el aula, contribuir al desarrollo de los estudiantes a todos los niveles y orientarlos académica y profesionalmente, partiendo de sus características psicológicas, sociales y familiares.”*

Está claro que es imposible el enseñar sin plantear un ambiente adecuado y sin estimular adecuadamente a los estudiantes, además la labor de un profesor no es solo la de transmitir conocimientos sino que es la de completar las carencias que los alumnos tengan en sus entornos propiciando un ambiente de trabajo que atienda a la diversidad. Así pues esta competencia se conecta con la primera haciendo que debamos plantearnos el conocer a nuestros alumnos y poder establecer un clima de confianza para que se pueda llevar a cabo una orientación adecuada. Creo que estoy capacitado para llevar a cabo esta labor pues me parece interesante, no solo ser un trasmisor de conocimientos sino también un guía. Por otra parte creo haber conseguido durante los Practicum II y III, en las clases que he impartido generar un ambiente participativo, de confianza y estimulante.

*“Impulsar y tutorizar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, de forma reflexiva, crítica y fundamentada en los principios y teorías más relevantes sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes y cómo potenciarlo.”*

En muchas de las asignaturas nos han indicado las diferentes teorías sobre la educación y las formas de aprendizaje de los estudiantes. Éstas tienen relevancia dado que nos permiten fundamentar un fondo teórico para justificar las propuestas didácticas y de innovación, que nos planteemos en nuestra carrera. Por otra parte el hecho de impulsar y tutorizar los procesos de aprendizaje es una de las labores que más atractiva me resulta, dado que de algún modo transmitir conocimientos es importante pero aún más importante me parece el ser capaz de formar personas que a partir de esos conocimientos tengan la capacidad crítica y reflexiva para poder hacer avanzar la sociedad. Además de que es obvio que uno mismo debe ser crítico y reflexivo con sus visiones y estar fundamentado en el conocimiento para poder transmitir este hecho a los alumnos. Mi grado de consecución es aceptable en esta competencia, pues sí que conozco la idea y en menor medida las teorías del aprendizaje. No he tenido la oportunidad de poner en práctica este hecho con alumnos reales de secundaria, pero sí que he participado en programas de acción tutorial como estudiante en la universidad de Santiago de Compostela para otros alumnos y la experiencia ha sido grata.

*“Planificar, diseñar, organizar y desarrollar el programa y las actividades de aprendizaje y evaluación en las especialidades y materias de su competencia.”*

Esta es una de las competencias quizás más importantes dado que no sería posible ejercer la profesión docente si no se fuera capaz de articular la programación de una asignatura, así como conectarla eficazmente con actividades útiles para los procesos de enseñanza-aprendizaje. Esta competencia es doble en el sentido de que va más allá de la simple creación de actividades y materiales útiles para las asignaturas, hay que poner en marcha esas propuestas. No obstante creo que conseguir la maestría en esta competencia solo es posible mediante el ejercicio continuado de la docencia, dado que requiere no sólo del saber de la materia sino del saber transmitirla, así como de todas las competencias anteriores para saber dónde y cómo llevar a cabo las diferentes actividades. No obstante estoy satisfecho con mi capacidad para planificar actividades y llevarlas a cabo, e incluso poder modificarlas en función del contexto didáctico, dado que se plantearon una serie de actividades en el Practicum II y III y algunas de ellas tuvieron que ser reconvertidas para encajar con la situación. Por otra parte, aunque se ha decidido no incluirla en el TFM, la programación didáctica que se preparo en el primer cuatrimestre era de un nivel bastante aceptable.

*“Evaluar, innovar e investigar sobre los propios procesos de enseñanza en el objetivo de la mejora continua de su desempeño docente y de la tarea educativa del centro.”*

Sin duda alguna por mi formación como investigador, este tipo de competencias me resultan muy atractivas y muy interesantes, además todo aquello que suponga una mejora de los procesos de enseñanza debe ser tenido en cuenta. Es de interés por tanto el haber sido capaz de entender la dimensión de innovación e investigación en la educación, dado que en muchas ocasiones desde el exterior parece un terreno inmovilista y donde no se pueden proponer innovaciones.

Por otra parte, creo que es una competencia de mucha utilidad porque engloba en parte la capacidad de extraer de las investigaciones de otros lo que mejor convenga en los diferentes contextos educativos en los que se desarrolle mi labor como docente.

Por ultimo en relación a mi grado de consecución al respecto de esta competencia, he de decir que estoy satisfecho dado que he podido analizar investigaciones y poder plantear un proyecto de innovación y un estudio comparativo que van en esta línea de acción.

*Objetivos de Aprendizaje.*

En este punto nos centraremos en los objetivos de aprendizaje establecidos para el máster (Universidad de Zaragoza, ref. 4 (2012)), comentando los que se deben cumplir al finalizar este Máster.

*1. Conocer los contenidos curriculares de las materias relativas a la especialización docente correspondiente, así como el cuerpo de conocimientos didácticos en torno a los procesos de enseñanza y aprendizaje respectivos.*

El grado de consecución es alto dado que se ha conseguido articular un buen número de actividades y una programación didáctica con éxito.

*2. Planificar, desarrollar y evaluar el proceso de enseñanza y aprendizaje potenciando procesos educativos que faciliten la adquisición de las competencias propias de las respectivas enseñanzas, atendiendo al nivel y formación previa de los estudiantes así como la orientación de los mismos, tanto individualmente como en colaboración con otros docentes y profesionales del centro.*

Gracias a los numerosos trabajos en grupo realizados a lo largo del master, se ha podido colaborar en muchos de estos aspectos con los demás compañeros y por tanto el grado de consecución se considera alto.

*3. Buscar, obtener, procesar y comunicar información (oral, impresa, audiovisual, digital o multimedia), transformarla en conocimiento y aplicarla en los procesos de enseñanza y aprendizaje en las materias propias de la especialización cursada.*

Se han realizado actividades de presentación en la materia de *Contenidos Disciplinarios en Química* y otras, así como durante el Practicum que acreditan la consecución de este objetivo.

*4. Concretar el currículo que se vaya a implantar en un centro docente participando en la planificación colectiva del mismo; desarrollar y aplicar metodologías didácticas tanto grupales como personalizadas, adaptadas a la diversidad de los estudiantes.*

Creo que una de las características más importantes de un buen docente es su adaptabilidad y flexibilidad, por tanto este objetivo me parece crucial, aun así estoy en un punto medio pues considero que es un objetivo que queda por mejorar.

*5. Diseñar y desarrollar espacios de aprendizaje con especial atención a la equidad, la educación emocional y en valores, la igualdad de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, la formación ciudadana y el respeto de los derechos humanos que faciliten la vida en sociedad, la toma de decisiones y la construcción de un futuro sostenible.*

Poseo todos estos valores y además soy muy consciente de que debemos transmitirlos eficazmente en nuestra práctica de la docencia. Es una cuestión ciertamente complicada, pero creo estar capacitado para transmitirlos actualmente aunque no con la máxima eficiencia, es algo en lo que mejorar.

*6. Adquirir estrategias para estimular el esfuerzo del estudiante y promover su capacidad para aprender por sí mismo y con otros, y desarrollar habilidades de pensamiento y de decisión que faciliten la autonomía, la confianza e iniciativa personales.*

Creo que este ejercicio que realizo en estas páginas es un claro ejemplo de Autoevaluación y autonomía, dado que estoy cuestionando mi aprendizaje a lo largo de este curso, así pues tengo la intención de transmitir a mis alumnos este tipo de capacidades. No obstante no estoy seguro de conocer cuáles son las estrategias más eficientes para promover la autonomía dada la diversidad de aprendizajes, por tanto lo más eficiente es tratar de adaptarse y ser flexibles con respecto a las diferentes situaciones didácticas.

*7. Conocer los procesos de interacción y comunicación en el aula, dominar destrezas y habilidades sociales necesarias para fomentar el aprendizaje y la convivencia en el aula, y abordar problemas de disciplina y resolución de conflictos.*

Creo que he conseguido comprender la importancia de los tonos asertivos y el lenguaje corporal para hacer que las personas se sientan cómodas. Mi tutor de centro tuvo palabras halagadoras hacia mi forma de exponer los diferentes temas en las clases, y de gestionar el ambiente de clase, por tanto creo haber conseguido, si no completamente, por lo menos haber iniciado la senda correcta para lograr este objetivo.

*8. Diseñar y realizar actividades formales y no formales que contribuyan a hacer del centro un lugar de participación y cultura en el entorno donde esté ubicado; desarrollar las funciones de tutoría y de orientación de los estudiantes de manera colaborativa y coordinada; participar en la evaluación, investigación y la innovación de los procesos de enseñanza y aprendizaje.*

Una de las cosas más interesantes que he descubierto en los Practicum es que los alumnos de secundaria en general son más participativos que los de universidad. Esta situación debe ser aprovechada y puedo decir que durante mi estancia en el centro he conseguido que los alumnos y alumnas participaran en las clases. Ahora solo queda adaptar estos hechos a las tutorías, situación que no he podido aun llevar a cabo.

*9. Conocer la normativa y organización institucional del sistema educativo y modelos de mejora de la calidad con aplicación a los centros de enseñanza.*

Se ha trabajado ampliamente en este asunto en el Practicum I, este aspecto se pondrá de manifiesto en el análisis de esta actividad, he conseguido un grado de consecución alto en este objetivo.

*10. Conocer y analizar las características históricas de la profesión docente, su situación actual, perspectivas e interrelación con la realidad social de cada época.*

Lo más importante de la educación es que educa para el futuro, en el presente y por tanto debemos ser muy conscientes de las perspectivas actuales y cómo se ha ido desarrollando el mundo.

*11. Informar y asesorar a las familias acerca del proceso de enseñanza y aprendizaje y sobre la orientación personal, académica y profesional de sus hijos.*

Este también es un objetivo importante, dado que nuestros futuros alumnos de secundaria en muchos casos serán menores. Creo estar capacitado para desarrollar esta actividad, pero no he podido llevarla a la práctica, no obstante entiendo que un tono asertivo y un lenguaje corporal pausado pueden facilitar la comunicación entre los docentes y los padres.

## **ANEXO II: Estudio comparativo**

### *Estudio Comparativo*

En este punto se pretende ilustrar la comparativa de ideas alternativas y los resultados obtenidos del estudio de estas en los cursos de 4º de ESO, 1º de Bachillerato y 2º de Bachillerato. Para ello se les pasó un test con 4 preguntas de respuesta única y tres preguntas donde se tenía que indicar la veracidad de las afirmaciones. Finalmente se han procesado todos los datos observando que el concepto de fuerza aristotélico se mantiene a lo largo de la educación secundaria pero que se modifica por el concepto actual en los cursos de bachillerato.

### *Introducción*

En esta parte del trabajo se hace una revisión sobre las ideas alternativas que los estudiantes tienen durante la etapa final de la educación secundaria. Para establecer una buena programación y un buen aprendizaje se deben conocer las ideas previas que afectan a determinados conceptos científicos fundamentales, puesto que estas suponen un obstáculo importante para el aprendizaje de los conocimientos científicos relacionados con ellas.

### *Fundamentación teórica*

En concreto el estudio se centrará en la asignatura de física y química en el concepto de fuerzas y la dinámica. Debemos tener en cuenta que es común considerar a la física y química como una materia difícil. Muchos estudios indican que los estudiantes salen de los cursos de Física y Química en condiciones muy similares a las que tenían cuando llegaron (Clement 1982, McDermott 1997). Lo relevante es que los errores que se comenten a lo largo de un curso de física y química no se deben a simples olvidos o a equivocaciones momentáneas, sino que se expresan como ideas muy seguras y persistentes. Estas son las anteriormente indicadas como ideas alternativas que afectan de manera similar a alumnos de distintos países y niveles educativos (Gil y Guzmán, 2001). Por tanto, se puede decir que una cuestión de interés es reducir la brecha entre lo que se enseña y lo que los alumnos realmente aprenden.

En Mora y Herrera, 2009 se nos indica que:

*“Las ideas previas son construcciones que las personas elaboran para responder a su necesidad de interpretar fenómenos naturales, ya sea porque dicha interpretación es necesaria para la vida cotidiana, para solucionar un problema práctico o porque es requerida para mostrar cierta capacidad de comprensión. De*

*esta manera, la construcción de las ideas previas se encuentra relacionada con la interpretación de fenómenos naturales y conceptos científicos, para brindar explicaciones, descripciones y predicciones.”*

Las principales características de las ideas previas son según Camacho et al., (2004) y McDermott, (1984), las siguientes:

- Aparecen en diferentes edades, género y culturas de manera muy semejante.
- Se muestran implícitas en los razonamientos provocando que las personas no sean conscientes de ellas.
- En muchos casos no se encuentran diferenciadas de otros conceptos por lo que llevan a confusión cuando son aplicadas a situaciones específicas.
- Muchas surgen a partir de un razonamiento causal directo.
- Las ideas previas pueden ser contradictorias cuando se aplican a contextos diferentes.
- No son fácilmente modificables, pues están relacionadas y guardan ciertas semejanzas con ideas que se pueden observar en la historia de la ciencia.
- Surgen de la experiencia en relación a fenómenos cotidianos y en gran medida a la interpretación de estas situaciones con el grupo de iguales.
- Interfieren con la instrucción científica pues parecen dotadas de coherencia interna.

Flores y Gallegos (1998) plantean una clasificación de las ideas alternativas, clasificándolas así en constrictoras y fenomenológicas.

- Constrictoras: Ideas que regulan la interpretación de los fenómenos
- Fenomenológicas: Ideas que establecen las condiciones y las reglas de interrelación conceptuales.

Por tanto a la vista de lo expuesto resulta de especial interés el estudiar cuales son las ideas alternativas que tienen los alumnos de secundaria.

#### *Análisis de los resultados*

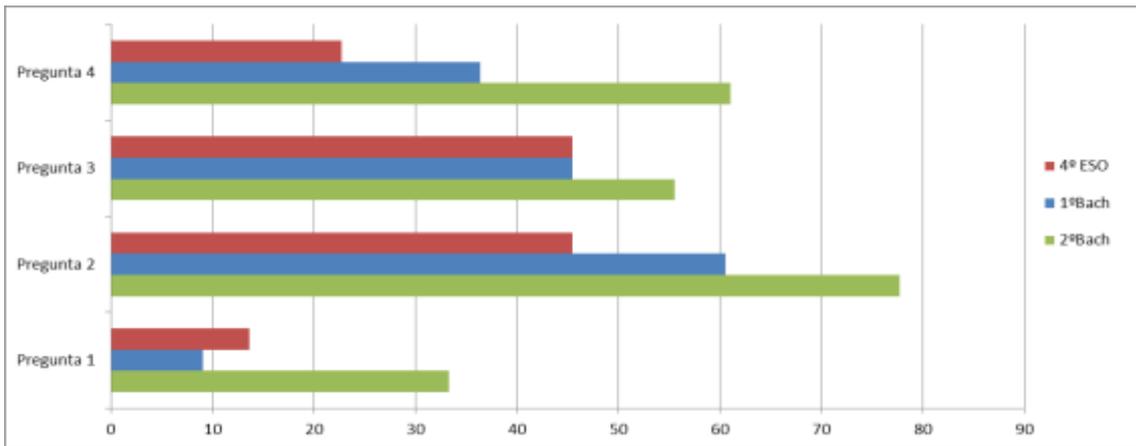
A continuación se detallan los resultados obtenidos del estudio realizado a través del test del Anexo II. Para este estudio se contaba con una población de 73 alumnos distribuidos de la siguiente manera:

- 22 Alumnos de 4º de ESO
- 33 Alumnos de 1º de Bachillerato
- 18 Alumnos de 2º de Bachillerato

A los de 4º de ESO y 1º de Bachillerato se les entregó el Test antes de haber cursado la unidad de dinámica, justo después del tema de cinemática. A los de 2º de Bachillerato recibieron el test sin repaso alguno sobre dinámica solo con los conocimientos que tenían hasta el momento.

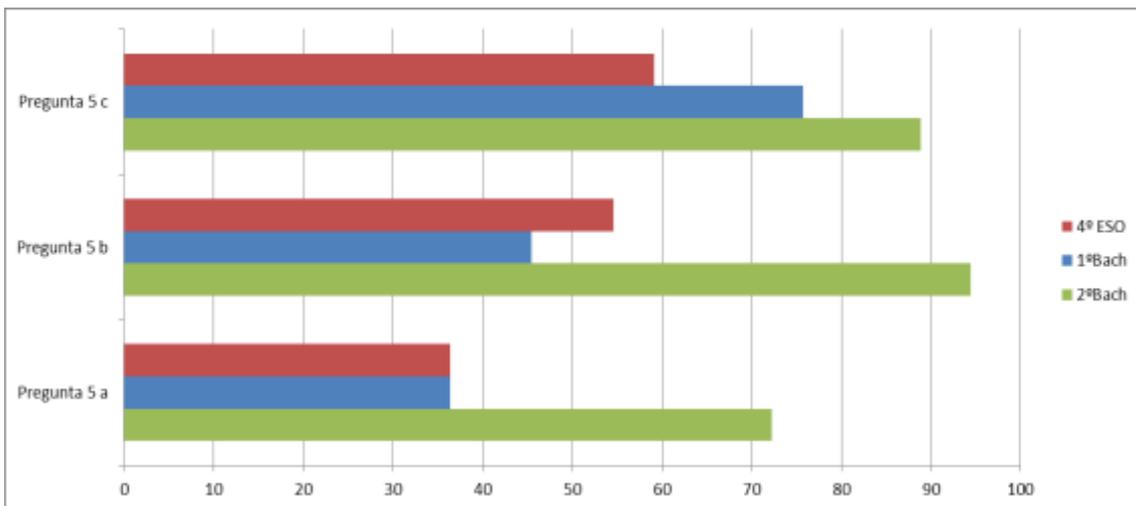
En la Figura 1 se muestran los resultados de las 4 primeras preguntas que eran las preguntas que se respondían eligiendo la correcta de las tres respuestas posibles. Desgranaremos a continuación los resultados obtenidos para cada una de las preguntas.

- Pregunta 1.- Se puede ver que esta pregunta resulta difícil a todos los niveles pues no se asocia el movimiento uniforme a aquel movimiento cuya velocidad es constante a pesar de que los alumnos tienen interiorizado el concepto de movimiento uniforme rectilíneo. Se obtienen así resultados bajo dado que la mayor parte supone que la resultante de las fuerzas es distinta de 0.
- Pregunta 2.- Se puede observar que esta pregunta de semejante contenido a la una resulta más clara, porque se menciona la velocidad explícitamente, y es respondida correctamente por la mayoría en los cursos superiores.
- Pregunta 3.- Esta pregunta tiene mucho que ver con el concepto coloquial de fuerza y como se deshacen de ella en el contexto científico, no obstante se observa que tanto los alumnos de cursos superiores como aquellos que no han recibido instrucción tienen dificultades para deshacerse del concepto coloquial de fuerza.
- Pregunta 4.- En esta pregunta los alumnos de 4º de ESO muestran su concepción aristotélica suponiendo que el balón tiene una fuerza asociada cuando sube y otra cuando baja, esto se repite en el primer curso de bachillerato, que aunque se van deshaciendo de esta idea algunos la mantienen. Por otra parte los alumnos de 2º de Bachillerato parecen haber comprendido la idea de que solo se aplica la fuerza de la gravedad.



**Figura 1.** Porcentaje de respuestas correctas a las preguntas 1 a 4 en función del curso de los

A continuación se estudiarán los resultados obtenidos en la pregunta 5 que consistía en indicar la veracidad o falsedad de las tres premisas propuestas (Figura 3). Al igual que en el caso anterior se desgranar los resultados obtenidos cuestión a cuestión.



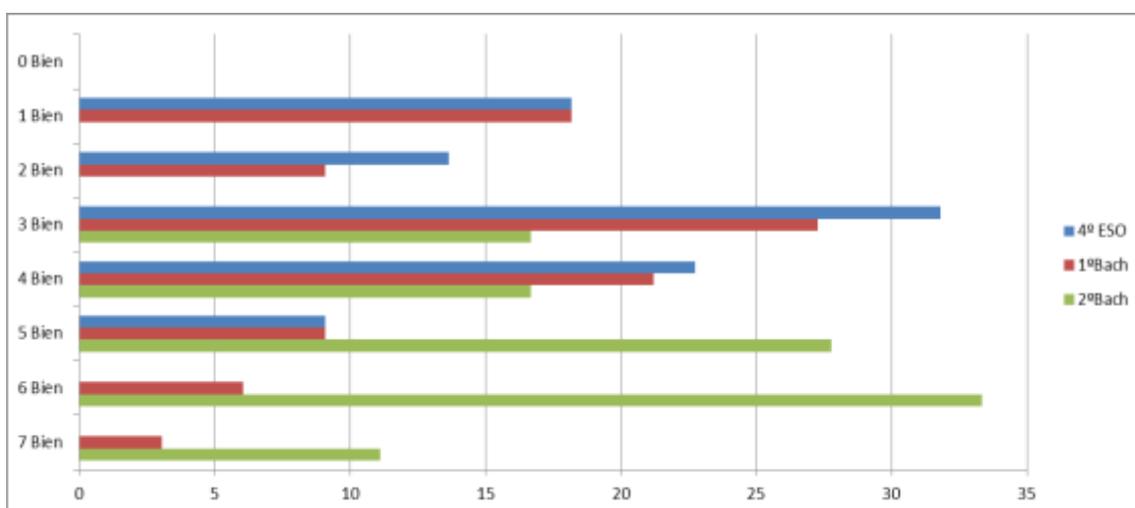
**Figura 2.** Porcentaje de respuestas correctas a las preguntas 5a, 5b y 5c en función del curso de los alumnos

- Cuestión 5a.- Esta pregunta trata de medir la relación que establecen los alumnos entre velocidad y fuerza. Podemos ver que los alumnos de 2º de bachillerato han asumido el concepto de momento y conocen la segunda ley de Newton con lo que no las consideran directamente relacionadas; en cambio los alumnos de 1º de Bachillerato y 4º de ESO no tienen interiorizada la 2ª ley de Newton, en concreto los segundos aun no la habían dado.
- Cuestión 5b.- los alumnos de 2º de Bachillerato tienen, al igual que en el caso anterior, que la fórmula que relaciona la fuerza y aceleración es la segunda ley de newton pero los de 1º de Bachillerato aun no lo tienen tan claro. Por otra parte los de 4º de eso

conocen que existe una relación a priori entre fuerza y aceleración; es probable en este caso que conozcan la fórmula pero no tengan la comprensión suficiente sobre ella.

- Cuestión 5c.- En esta última cuestión se pretende observar cómo los alumnos relacionan el concepto de energía y fuerza; la mayor parte de los estudiantes de Bachillerato son capaces de distinguir el concepto de trabajo del contenido energético de un cuerpo; no obstante, el resultado obtenido por los estudiantes de 4º de ESO es también muy alto aunque es probable que no tengan clara la respuesta que han dado.

Finalmente se estudiarán los resultados en base al número de aciertos de los alumnos, como se muestra en la Figura 3. Ya solo con un vistazo a la imagen se aprecia que los resultados en general son mejores a medida que los conceptos se han cursado en más ocasiones, además de que las capacidades de razonamiento mejoran en estas edades.



**Figura 3.** Porcentaje del número de aciertos en función del curso de los alumnos.

Se puede ver que en el caso de 2º de Bachillerato la moda es obtener 6 aciertos y en el caso de 1º de Bachillerato y en 4º de ESO la moda es de 3 aciertos. Cabe destacar que el curso de 4º de ESO era un curso de estudiantes de bilingüe y que obtienen en general muy buenos resultados, a diferencia los alumnos y alumnas de 1º de Bachillerato, que obtienen resultados en general peores y son un poco más dispersos en clase. Además se observan en 1º de bachillerato y en 4º de ESO una mediana muy semejante en los dos casos de 3 aciertos, no obstante se observa una mejora en los resultados de 1º de Bachillerato, en general, pues aparecen alumnos que obtienen más de 5 aciertos. Es esperable que los resultados de los alumnos de 1º de bachillerato mejoren en el siguiente curso de Bachillerato, principalmente por que se realizará un aprendizaje mucho más formal de la idea de fuerza en el curso de 1º de Bachillerato.

Podemos por tanto ver que existe una mejora de la capacidad de razonamiento a medida que se avanza en los estudios secundarios además de que el tratamiento formal mejora la modificación de las ideas previas. Es interesante por tanto el utilizar lenguajes más formales y con más carga de significado físico, además de que tal vez sea útil el uso de elementos más visuales que permitan observar el funcionamiento del concepto de fuerza.

#### *Orientaciones para el diseño, implementación y evaluación*

Podemos ver que es interesante el observar las ideas alternativas para que los alumnos construyan el conocimiento científico modificando aquellas ideas que sean erróneas y reforzando aquellas que sean correctas. Así pues se proponen una serie de actuaciones que podrían reforzar las ideas correctas y modificar las ideas erróneas.

- En primer lugar se propone tratar problemas más reales, esto es, situaciones más comunes en la vida real, si estamos tratando el tema de suma de fuerzas no concurrentes sería conveniente el trabajar desde elementos como los móviles u otros elementos que tengan características semejantes para poner de manifiesto el funcionamiento del cálculo.
- En segundo lugar se pueden realizar muestras de elementos que permitan explicar visualmente los efectos de las fuerzas y su comportamiento, por ejemplo si queremos explicar la ley de acción-reacción deberíamos diseñar una experiencia, bien sea visual o de interacción donde se ponga de manifiesto.
- Se puede establecer como tercera premisa el hecho de incluir explicaciones generadas por los alumnos para los propios alumnos, esto permitirá que pongan de manifiesto ante la clase si sus ideas coinciden o si por el contrario difieren; para llevar a cabo esta actividad debe crearse un ambiente cordial en las clases para que no se produzca temor a la equivocación por parte de los alumnos.
- Por último se debe plantear no solo enseñarles a resolver exámenes sino a pensar y a comprender el aspecto cualitativo de la física pero no sin olvidar el lenguaje formal.
- Se debería utilizar un mayor formalismo desde el inicio en las explicaciones y en el trabajo, porque de este modo se ven las relaciones de una manera más directa de las matemáticas con lo que sucede en la realidad.

Desde el punto de vista de la evaluación se deben establecer mecanismos de detección de las ideas previas que sean persistentes; referido a este estudio se puede verse que la cuestión 1 es la que más dificultades genera en todos los cursos. Una alumna de 4º de ESO se quejaba de que los problemas de ascensores son los más difíciles; esto sería conveniente

tenerlo en cuenta dado que esa dificultad seguramente se produzca por un error de concepto y no por una dificultad real. Así pues para las actividades de evaluación sería conveniente tener en cuenta las siguientes premisas:

- Llevar un registro adecuado de los errores que se produzcan más habitualmente en las diferentes unidades didácticas.
- Analizar los hechos que se reproducen año a año y con diferentes estudiantes y actuar sobre estos elementos con más ímpetu.
- Tener en cuenta los resultados obtenidos en las pruebas iniciales para construir las actividades de evaluación, no como un método de facilitación sino para la mejora del aprendizaje.

Por tanto se deben llevar a cabo actividades a todos los niveles teniendo en cuenta las ideas alternativas para poder establecer una relación entre los sucesos finales, evaluaciones, y las explicaciones de la materia.

### *Conclusiones*

Se ha visto que las ideas alternativas son una cuestión a tener en cuenta en el alumnado de secundaria dado que afecta a su capacidad para discernir sobre hechos que deberían ser para ellos conocidos. Se debe, por tanto, tener en cuenta el hecho de las ideas alternativas y previas a la hora de planificar una materia dada porque es necesario saber desde dónde parten los estudiantes para producir un aprendizaje significativo a todos los niveles y en todos los conocimientos.

Por último se resaltan tres puntos de interés:

- La introducción de medios visuales durante la explicación de los diferentes conceptos puede mejorar la modificación de las ideas alternativas erróneas.
- Se debe partir de las ideas alternativas de los alumnos para establecer un aprendizaje significativo permitiéndoles que se expresen.
- Es conveniente el otorgarles las herramientas útiles y necesarias, no solo para resolver problemas matemáticos sino para desarrollar la explicación y la comprensión de fenómenos.

Así pues destacar que el estudio de elementos educativos aporta mucha información sobre cómo y qué hacer en una programación didáctica.

### *Bibliografía*

- Camacho, F. F., Tovar, M. M. E., Vega, M. E. J., Bello, G. S., Gamboa, R. F. , Castañeda, M. R., Alvarado, Z. C., Chamizo, G. J. A., Cruz, C. J. M., Gallegos, C. L., Sosa, F. P., López A. D. y Mota y Valdez, A. S., Ideas Previas, Disponible en: <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/index.php> Última actualización: 16 enero de 2004.
- Clement, J. (1982), Students' preconceptions in introductory mechanics, *American Journal of Physics* 50, 66-71.
- Flores, F. y Gallegos, L., (1998) Partial possible models: an approach to interpret students' physical representation, *Science Education* 82, 15-29.
- Gil, P. D. y Guzmán, O. M. (2001), Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Tendencias e Innovaciones, *Editorial Popular, Madrid*.
- McDermott, L. C., (1984) Research on conceptual understanding in mechanics, *Physics Today*, 24-32.
- McDermott, L. C. (1997), Bridging the gap between teaching and learning: The role of research, *AIP Conference Proceedings* 399, 139-165.
- Mora, C., & Herrera, D. (2009). Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3(1), 13.

## ANEXO III: Proyecto de Innovación Docente

### **Proyecto de Innovación Docente; Exploración, Observación y Creación de Simulaciones como elemento en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje.**

*Sotelo, Félix. Especialidad Física y Química*

#### **Introducción**

En la actualidad, el conocimiento de las ciencias básicas en general y de la física en particular es de gran importancia para la formación de los estudiantes. Ya que los aprendizajes de estas disciplinas permiten a los estudiantes afianzar el proceso de conceptualización y avanzar en la estructuración de sus conocimientos científicos.

Es típico el impartir materias de física en ambientes de aprendizaje donde los estudiantes adoptan un rol pasivo, limitándose a atender y tomar nota de las explicaciones del docente, se obtiene es que los alumnos se centren más en la forma que en el fondo, provocando de este modo dificultades en la comprensión de la materia y en la resolución de problemas (McDermott, 1984). En concreto en la cinemática se presentan dificultades para asimilar ciertos conceptos, como la independencia de movimientos en las diferentes dimensiones, ya que al momento de efectuar las conceptualizaciones, análisis y resolución de problemas, no existe un aprendizaje significativo causado por una equivocada interpretación de los conceptos y leyes de la cinemática (McDermott, 1987). También debemos tener en cuenta en estas reflexiones la falta de motivación que hace difícil la asignatura aspecto que determinara una metodología en la que los alumnos sean más activos.

En concreto nos centraremos en una clase de 33 estudiantes de 1º de Bachillerato de ciencias de la asignatura de Física y Química. El aula se encuentra en el instituto de educación secundaria Pedro de Luna, en el barrio de la Magdalena, Zaragoza. En concreto se trabajara sobre el Bloque 6, cinemática, del currículo. Por tanto se buscara el otorgar un papel activo a los alumnos siguiendo la pauta “observo y aprendo” e integrando el Aprendizaje colaborativo de Vygotsky (Castillo, 1997). Por tanto para llevar a la práctica la pauta “observo y aprendo” se creara Material Educativo de Simulación (MES) y los alumnos realizaran Trabajos de Simulación en cinemática con el programa ModellusX (Zorrilla, 2014).

Este trabajo está dividido en 5 partes, en esta primera, introducción, se han puesto de manifiesto las ideas sobre las que se trabajara además de un contexto en el que se ha implementado el proyecto de innovación docente. La segunda parte, tratara sobre la fundamentación teórica del proyecto de innovación docente, Para ello se recurrirá a exponer las ideas más relevantes sobre las que descansa este proyecto. Se mostrara a continuación la metodología empleada, por tanto, se discutirá a cerca del medio didáctico: lugares empleados, temporalización, materiales didácticos y agrupación de los alumnos; para finalmente centrar se en la descripción de la propuesta, mostrando las dos vertientes propuestas del programa de simulación, como herramienta de muestra y como herramienta de trabajo. A continuación se estudiaran los resultados obtenidos poniendo de relevancia el papel del alumno y el del profesor, así como las situaciones más relevantes y los problemas que surgieron al realizar este proyecto. Para finalizar se pondrán de manifiesto las conclusiones extraídas y posibles líneas futuras del proyecto.

## **Fundamentación teórica**

La idea del proyecto de innovación docente se centra en dos aspectos principales, el aprendizaje colaborativo y las herramientas de simulación como elementos de comprensión y resolución de problemas. Por lo tanto nos centraremos en estos dos aspectos a lo largo de esta fundamentación, para justificar el aprendizaje colaborativo nos centraremos como ya se ha mencionado en el Aprendizaje colaborativo de Vygotsky. Para justificar la simulación, no como resultado sino como elemento de aprendizaje se tendrá en cuenta entre otras cuestiones la definición de Robert E. Shannon: “El proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema a evaluar y las estrategias con las cuales puede operar el sistema”.

### *Aprendizaje Colaborativo*

Los procesos interactivos a lo largo del periodo de escolarización propician estrategias para el desarrollo social, por ello se considera de vital importancia el fomentar el trabajo en grupos colaborativos dado que desde una visión Vigotskiana el aprendizaje conlleva la comprensión de símbolos de la cultura como grupo social de pertenencia. Por tanto, los estudiantes toman las prácticas y herramientas culturales a través de la interacción (Cano, 2008). Al respecto Vygotsky plantea una relación entre la interacción social y el desarrollo cognitivo, enunciando de este modo la teoría sobre 'la zona de desarrollo próximo, entendida como: (Vygotsky, 1979)

“La distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz ”

Podemos establecer que el aprendizaje colaborativo se basa en el uso de espacios donde los estudiantes exploren, visualicen, construyan sus conocimientos, un espacio de especial utilidad es el uso de las TIC como propone Badia y García, 2006. Los aprendizajes colaborativos llevan asociados un alto grado de corresponsabilidad en las acciones y retos para aportar al grupo que provocan una mejora de la autonomía del alumno.

El "Método de Aprendizaje Colaborativo" ha sido ampliamente planteado a partir de la década de los años 90 en diferentes niveles de enseñanza. Destacan múltiples partidarios como: E. Cohen y D. M. Evans en EE. UU; T. Ryoko y Y. Kobayashi en Japón y A. Álvarez en España y Ramón Ferreiro Gravié en Cuba. Este método requiere de los estudiantes que aporten desde sus experiencias y conocimientos para aunar capacidades, es decir, el conocimiento y la experiencia de quienes participan son fundamentales para alcanzar el aprendizaje.

### *Simulaciones como método de aprendizaje*

Como se ha dicho según Badia y García, 2006, el aprendizaje colaborativo se puede conjugar con las TICs como espacio de trabajo colaborativo, por tanto podemos establecer un espacio muy interesante para nuestros propósitos. Un punto de interés como es la definición de Shanon (Bortolato) acerca de la simulación, que ha sido nombrada en el comienzo de esta sección nos permite establecer que será un buen sistema en donde comprender, estudiar y construir los conocimientos de los estudiantes.

Los usos de simulaciones en procesos educativos se proponen en múltiples artículos y tesis como por ejemplo Franco Pesantez, 2013, o Zorrilla et al., 2014. De ellas podemos extraer que los resultados de aprendizaje de los alumnos mejoran, mostrando por tanto una buena posición para partir de estos trabajos para diseñar un proyecto de innovación docente.

Franco Pesantez, 2013, se indica que se pueden establecer las siguientes mejoras en con el uso de simulaciones:

- Idear ejercicios didácticos y de evaluación que correspondan más estrechamente con las situaciones que un estudiante enfrenta en la realidad.
- En un tiempo dado desarrollar una gama mucho más amplia y representativa de problemas, así como comprobar el rendimiento del estudiante.

Finalmente en este mismo trabajo se muestra que “la aplicación de la simulación conlleva la representación de situaciones que pueden acontecer en la vida real y generalmente tendrán un contenido sociocultural que dará al estudiante la oportunidad de adoptar un papel activo en su aprendizaje; permitiendo integrar la práctica de todas las destrezas y desarrollando el uso de la creatividad”.

Por último según Zorrilla et al., 2014, las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje cuando comprenden modelos, analizan fenómenos y resuelven problemas llevan a proponer simulaciones en el programa Modellus para favorecer el aprendizaje de temas de Cinemática. Se desarrollaron las experiencias en el equivalente a estudiantes de 2º de bachillerato y se observa que la aplicación de estas técnicas tienen una incidencia positiva en los resultados del proceso de Aprendizaje-Enseñanza.

En vista de lo expuesto se puede establecer que la mezcla de los aprendizajes colaborativos y las simulaciones en base a Modellus se puede generar la construcción de modelos científicos para el aprendizaje significativo del movimiento. Los estudiantes podrán por tanto trabajar en problemas reales y acercar la cinemática a problemas cotidianos y modificar las ideas alternativas que sean erróneas y modificarlas por observación.

## **Metodología**

A continuación se expone el medio didáctico Y la metodología establecida para realizar las actividades del proyecto. El punto de partida pues es la utilización de simulaciones para favorecer el aprendizaje de conceptos de cinemática así como el trabajo cooperativo.

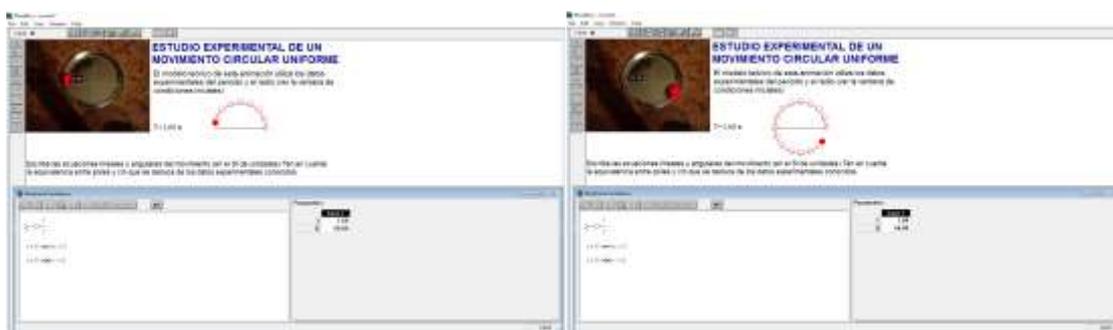
### *Medio didáctico*

Como ya se indicó al comentar el contexto se realizara el proyecto en una clase de 1º de bachillerato de 33 alumnos, la asignatura de física y química tiene asignadas 4 sesiones de 50 minutos semanales, en este caso se disponía de horas de lunes a jueves, y contábamos para la explicación de la cinemática con 13 sesiones. La cinemática se engloba en el bloque 6 del currículo de LOMCE de la asignatura de Física y Química, en ella se pretende explicar a los alumnos las bases del movimiento en 1 dimensión y en 2 dimensiones, pero sin buscar las causas del movimiento, es por tanto una descripción del movimiento.

Por otra parte las actividades están propuestas para realizarse en un aula con proyector y en el aula de informática. Se dividirán en dos tipos de sesiones de presentación y sesiones de participación. Las sesiones de presentación serán sesiones en donde se realizaran explicaciones de los contenidos teóricos propuestos y la observación de las simulaciones de determinados movimientos, será llevada a cabo principalmente en el aula con proyector. Las sesiones de participación serán aquellas sesiones donde los estudiantes participarán activamente creando las simulaciones que les permitirán explorar y resolver los problemas propuestos, se llevaran a cabo en el aula de informática para disponer de ordenadores. Los alumnos se distribuirán en grupos para las sesiones participativas, siendo la propuesta de distribución: 7 grupos de 5 alumnos, quedando dos grupos de 4 y cinco de 5.

### *Descripción de la propuesta*

Para proveernos de un entorno de simulación de, como herramienta ilustrativa o de acción, se eligió el programa Modellus, ya que se trata de un programa abierto de descarga gratuita y con unas buenas prestaciones sin elevados requisitos. El programa nos permite modelar situaciones físicas de nivel intermedio, este hecho lo hace de una utilidad increíble para la cinemática. Por tanto se aprovechara la capacidad del programa para crear y establecer modelos sencillos y visuales de movimientos de partículas en 1 y 2 dimensiones, así como la posibilidad de insertar videos o imágenes para la visualización y resolución de problemas complejos. Se muestra en la Figura 1 una simulación creada por el programa.



**Figura 1.** Simulación de muestra del funcionamiento de Modellus, dos momentos diferentes del mismo movimiento. Extraído del departamento de física y química del IES Leonardo Da Vinci de Alicante.

Se utilizara este entorno de simulación como dos herramientas:

- a) *Modellus como herramienta de muestra.* En este caso será el profesor quien haya preparado la simulación para ilustrar algún ejemplo o mostrar ideas teóricas.
- b) *Modellus como herramienta de trabajo.* En este caso los alumnos interactuaran sobre el programa para resolver los problemas propuestos, pudiendo de este modo visualizar de manera sencilla el movimiento descrito.

En base a esta herramienta y al medio didáctico propuesto se planteó una temporalización del siguiente modo.

- c) Sesión 1, 2 y 3 (Presentación)
  - i) Introducción a las magnitudes vectoriales de cinemática, Posición, velocidad y aceleración. A través de varias simulaciones se mostró con Modellus los cambios de las magnitudes.

- ii) Movimientos en 1 dimensión, movimientos rectilíneos uniforme y uniformemente acelerado. A partir de las simulaciones preparadas se explicara el movimiento de una partícula bajo las anteriores características, se extrajeron y se mostraron los conceptos de trayectoria y espacio recorrido.
- iii) Movimientos en 2 Dimensiones, composición de velocidades y movimientos en el plano. A partir de simulaciones de movimientos en el plano se mostrara el modo de trabajar ante estas situaciones.
- d) Sesión 4 (Participativa)
  - i) Muestra del funcionamiento del programa Modellus, creación de modelos y primeras pruebas. Distribuidos en pequeño grupo 4-5 personas, se les explicara cómo funcionaba el programa y como trabajar con él, un ejemplo prehecho permitirá el trabajar correctamente en sucesivas sesiones.
- e) Sesión 5 (Presentación)
  - i) Repaso de los conceptos establecidos en las sesiones 1, 2 y 3. Se hará un repaso de lo mostrado en las sesiones anteriores y se plantearan problemas a resolver para observar el modo de trasladarlos al modelo que requieran.
- f) Sesión 6 (Presentación)
  - i) Concepto de movimiento circular y movimiento armónico simple. Se presentara a través de simulaciones la descripción de estos dos movimientos.
- g) Sesión 7, 8 y 9 (Participativa)
  - i) En pequeño grupo, el mismo establecido en la sesión 4, durante estas sesiones se resolverán problemas de los propuestos realizando la simulación y extrayendo los resultados pedidos en los problemas.
- h) Sesión 10 y 11 (Participativa-Evaluación)
  - i) Se describirá un problema real a través de la simulación con Modellus y se realizará un informe detallado de las observaciones y los cálculos obtenidos.
  - ii) En la sesión 10 se propondrá un problema diferente a cada grupo y en la sesión 11 se mostrarán los resultados al grupo en una breve exposición de 5 minutos.
- i) Sesión 12 y 13 (Evaluación-Participativa)
  - i) Se realizará una prueba sobre papel de los contenidos estudiados de cinemática.
  - ii) Se llevará a cabo una resolución en pequeño grupo del examen de la sesión anterior por medio de simulaciones.

Como se puede ver en las sesiones 11 y 12 se realizara la evolución del aprendizaje de los alumnos en base a la realización de la exposición de los resultados, sesión 11, y

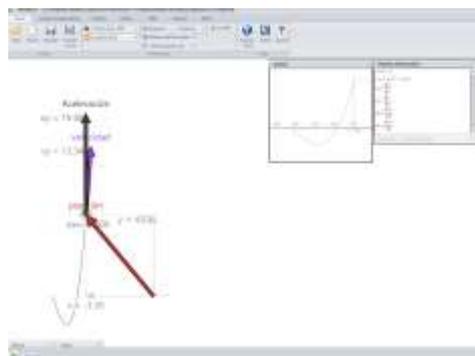
de un examen individual, sesión 12. Se estima una valoración de las exposiciones del 20% de la calificación, el informe detallado del 30% y el examen en papel del 50%.

## Resultados

A continuación se plantean los resultados obtenidos al aplicar el proyecto de innovación docente. Para ello distinguiremos dos partes: resultados de las sesiones de presentación y resultados de las sesiones participativas. Esta distribución esta provocada por la imposibilidad de llevar a cabo las sesiones participativas del modo en que se esperaba, no se pudo disponer del aula de informática en ningún momento, y por la detección de dificultades en la comprensión de las magnitudes vectoriales, provocando un retraso en las sesiones de presentación.

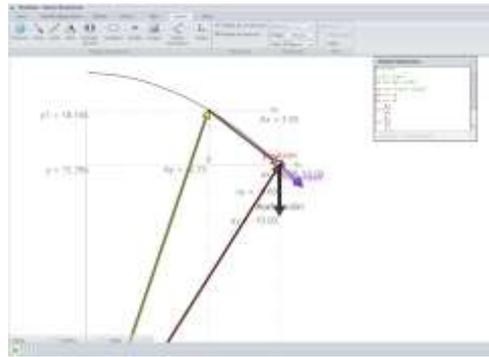
### *Sesiones de Presentación.*

Se llevaron a cabo simulaciones para comprender el funcionamiento de las magnitudes vectoriales y los (figura 2) diferentes movientes en el plano de descritos anteriormente, el problema surgió al comenzar a dar forma al aparato matemático de las magnitudes vectoriales, dado que muchos desconocían el concepto de vector y el modo de operar con ellos. Esto provocó la reestructuración de las sesiones 2 y 3 utilizando la sesión 3 para la explicación del aparato matemático, retrasando de este modo las sesiones, esto provoco la eliminación del contenido de movimientos circulares y armónicos.



**Figura 2.** Simulación de muestra para un movimiento en 2 Dimensiones, haciendo hincapié en los vectores Aceleración, Velocidad y Posición.

Por otra parte en la sesión participativa siguiente se detectaron errores de comprensión y concepto en la resolución de problemas debiendo aprovechar más sesiones para la explicación del movimiento en 1 dimensión y 2 dimensiones. De todos modos esto no afecto a la utilización de Modellus como herramienta de muestra dado que en las sesiones siguientes se siguió utilizando el programa como elemento de explicación. En la figura 3 se muestra la simulación de una partícula lanzada con un tiro horizontal que fue objeto de estudio durante una de las sesiones.



**Figura 2.** Simulación de un movimiento de tiro horizontal.

Finalmente cabe destacar que los alumnos se mostraron interesados y les resultó útil la visualización de los conceptos.

### *Sesiones Participativas.*

Debido a la imposibilidad del uso del aula de informática durante estas sesiones se optó por hacer resoluciones de problemas en formato papel en pequeño grupo, se les propuso resolver problemas colaborativamente y en la pizarra algunos resueltos por el profesor y otros por ellos mismos. Los pequeños grupos fueron creados siguiendo las ideas del proyecto originales, esto es que fueran grupos de 4-5 personas para llevar a cabo el aprendizaje colaborativo, solo que ahora sin la parte de simulación activa.

En base a esto se les pidió que resolvieran problemas relacionados con movimientos de 1 y 2 dimensiones de la colección de problemas pidiéndoles que se entregase alguno de ellos, con la intención de detectar errores. De este modo se observó lo citado con anterioridad, que no comprendían correctamente el aparato matemático vectorial y que arrastraban algunos errores de concepto.

Finalmente, se les preguntó su opinión sobre la utilización de herramientas de simulación y el funcionamiento de las sesiones. Esto permitió realizar las siguientes observaciones de interés:

- Les resultaba satisfactorio el poder visualizar los problemas de un modo más directo y no simplemente dibujado.
- El temario resultó más atractivo y concreto.
- Las sesiones de trabajo en grupo fueron de gran productividad, teniendo que buscar una nueva colección de problemas.
- Algunos de ellos se quedaron con el interés de realizar las simulaciones con el programa.

Por último decir que las calificaciones obtenidas por parte de los alumnos fueron mejores que las obtenidas en pruebas anteriores. Se estima que la visualización de los elementos mediante simulaciones resultó estimulante en la mayor parte de casos y que el trabajo en grupo fomentó la distribución más eficiente de los conocimientos, pero se carece de pruebas suficientes para establecer esto como una afirmación contundente.

## **Discusión y consideraciones finales**

Podemos pues concluir que la unión de aprendizajes colaborativos y la representación por simulación permiten generar un proceso de enseñanza-aprendizaje que resulte atractivo, motivador y que provoque un aprendizaje significativo, permitiendo de este modo la comprensión y conceptualización de los conceptos de la cinemática. Por otra parte debemos tener en cuenta que esta experiencia ha sido una pequeña prueba y que sería conveniente el continuar explicando el siguiente bloque de la asignatura de Física y Química, dinámica, con esta metodología dado que esto podría asentar todavía más los conceptos de fuerza, aceleración e inercia.

Por otra parte cabe destacar que sería conveniente establecer un método de evaluación que valorara las participaciones en los grupos. Lo que se propondría sería realizar evaluación del trabajo en grupo por autoevaluación y coevaluación, donde los alumnos valoran el trabajo de los restantes grupos, en la sesión 11, el suyo propio dentro del grupo y los evaluación interna del propio grupo, estas dos últimas se llevarían a cabo al final pero teniendo en cuenta todas las sesiones. De este modo tendríamos una evaluación mucho más rica que nos permitiría detectar más cuestiones que deben ser revisadas y la participación de los diferentes integrantes de los grupos.

Por ultimo comentar que hubiera sido interesante llevar a cabo las sesiones participativas del modo en que se esperaba, pudiendo así ver cómo se desenvolvía el aprendizaje de la cinemática a través de la generación de modelos y simulaciones, además de la estimulación de la competencia digital de los alumnos. No obstante cabe decir que la experiencia del pequeño grupo como núcleo de resolución de problemas resulto muy interesante y de gran utilidad. Esta actividad permitía a los estudiantes compartir y construir el conocimiento de un modo conjunto y en condición de igualdad permitiendo de este modo fomentar valores democráticos y de consenso, poniendo de relieve la adquisición de competencias sociales y ciudadanas.

## Referencias

- Badia, A., & García, C. (2006). Incorporación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje basados en la elaboración colaborativa de proyectos. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 3(2), 42-54.
- Bortolato, M. B. G. USO DEL ORDENADOR EN LA SIMULACIÓN DE PROCESOS.  
<http://www.fceia.unr.edu.ar/fceia1/publicaciones/numero7/articulo1/articulo1resumen.htm>
- Cano, E. (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. *Profesorado: revista de currículum y formación del profesorado*, 12(3), 11.
- Castillo, A. (1997). Apuntes sobre Vigotsky y el aprendizaje cooperativo. Lev Vygotsky: sus aportes para el siglo XXI.
- Franco Pesantez, F. (2013). Diseño de un material educativo computarizado utilizando la teoría de aprendizaje colaborativo en la enseñanza de cinemática de una partícula en una dimensión.
- McDermott, L.C. (1984). Research on conceptual understanding of Mechanics. *Physics Today*, Julio, pp. 24-34.

- McDermott, L.C., Rosenquist, M.L. y Van Zee, E.H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. *American Journal of Physics*, 55, p. 503.
- Vigotsky, L. S. (1979). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. *M. Cole (Ed.). Barcelona: Crítica*, p. 159-178
- Zorrilla, E. G., Manteca, A. M., & Arrabal, C. I. M. (2014). Una experiencia con Modellus para el estudio de cinemática en el nivel secundario. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, (44), 7-17.
- Departamento de física y química del IES Leonardo Da Vinci de Alicante:  
<http://intercentres.edu.gva.es/iesleonardodavinci/Fisica/Animaciones.htm>