



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster
En Profesorado de E.S.O., F.P. y Enseñanzas de
Idiomas, Artísticas y Deportivas
Especialidad de Física y Química

Estructurando la clase entorno a la metodología
invertida

Organizing the class method in favor of the flipped
methodology

Autor

Luis Benito

Director

Jorge Diego Lahoz Pérez

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2019

Tabla de contenido

1. Introducción.....	1
1.1. Formación disciplinar y motivaciones para la realización de este Máster.....	1
1.2. Experiencia docente en el centro educativo	3
1.3. Formación necesaria para la docencia	4
2. Justificación	6
2.1. Importancia de la innovación educativa.....	6
2.2. Proyecto de Innovación Docente	7
2.2.1. Motivación de la elección.....	7
2.2.1.1. La clase invertida.....	7
2.2.1.2. Habilidades comunicativas y el fenómeno <i>youtuber</i>	9
2.2.2. Análisis de la actividad.....	11
2.3. Proyecto Didáctico	12
2.3.1. Motivación de la elección.....	12
2.3.1.1. Los trabajos prácticos en el aula.....	12
2.3.1.2. El enfoque STEAM	14
2.3.1.3. Habilidades del pensamiento	14
2.3.2. Análisis de la actividad.....	16
3. Presentación de los trabajos seleccionados	17
3.1. Proyecto de innovación docente	17
3.1.1. Presentación del proyecto	17
3.1.2. Perspectiva tras el Máster	17
3.1.3. Propuestas de mejora	19
3.2. Proyecto didáctico.....	22
3.2.1. Presentación del proyecto	22
3.2.2. Perspectiva tras el Máster	22
3.2.3. Propuestas de mejora	23
4. Reflexiones.....	26
4.1. Reflexiones sobre el proyecto de innovación docente	26
4.2. Reflexiones sobre el proyecto didáctico	29
4.3. Relación entre proyectos	31
5. Conclusiones.....	34
6. Referencias	36
ANEXO 1. Proyecto de innovación docente	39
ANEXO 2. Proyecto didáctico.....	75

1. Introducción

1.1. Formación disciplinar y motivaciones para la realización de este Máster

A lo largo de la vida, una persona tiene contacto con una gran cantidad de experiencias distintas, lo que hace que, con el tiempo, los gustos de una persona vayan cambiando y se vayan adaptando. Al comienzo de mi educación, me atraía la rama de las humanidades, pero al comenzar la adolescencia me fascinaron las ciencias. He tenido contacto con la música, el teatro, el deporte y la informática. Todo me hacía ir inclinándome por una u otra rama pensando en mi futuro. Sin embargo, algo que ha permanecido siempre igual es cuánto he disfrutado siempre explicando todas las cosas que me han gustado de forma que cualquiera lo pudiera entender.

La motivación por realizar el Máster de profesorado es muy clara, siento vocación por la enseñanza desde una edad muy temprana. Esta vocación se combinó con una pasión por las ciencias, la cual me empujó estudiar la carrera de Química, pero siempre con el objetivo de concluir mi formación estudiando el Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas para habilitarme como docente, que es lo que siempre he deseado. Por ello más que un químico que se va a dedicar a la docencia, me considero un docente que ha estudiado química.

A lo largo de mi educación secundaria fui desarrollando mucha curiosidad por las asignaturas relacionadas con las ciencias, lo que me hizo debatirme entre si estudiar una carrera más relacionada con la biología o la de química, por la cual me acabé decantando finalmente ya que me gustaban todas sus ramas, mientras que alguna rama de la biología me causaba mayor recelo.

El mayor problema que encontré durante el periodo de educación secundaria fue que en ninguno de los centros en los que estudié se llevaba a cabo una educación práctica en ciencias, y hasta el comienzo de mi carrera de química no accedí a un laboratorio, lo cual me parece una deficiencia importante ya que la componente práctica en las ciencias es absolutamente fundamental, y se ha de enseñar y emplear durante la educación secundaria de la misma forma que la componente teórica.

Una vez en la carrera, siempre con el deseo latente de convertirme en docente, aprendí los entresijos de la Química, gracias a una serie de profesores que durante sus clases sabían transmitir su pasión por su área de conocimiento. Por lo que, en los años de la carrera, además de aprender ciencias, aprendí lo que quiero adaptar de los buenos docentes de ciencias para impartir sus clases y lo que, por otro lado, quiero evitar para no convertirme en un docente poco motivado.

Tras varios años dedicados al estudio de las ciencias, por fin he podido aprender sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, cómo comunicarse y tratar con los estudiantes, conocer las tareas de un docente y aprender a llevarlas a cabo de la mejor manera posible, así como el diseño de actividades, la evaluación o la innovación. Y dentro de las labores de un docente, estas se pueden intuir de alguna manera. Todos hemos sido alumnos de educación secundaria, hemos hecho actividades y se nos ha evaluado y tenemos cierto conocimiento sobre todo ello. Aunque desconocemos enormemente el trasfondo que conlleva una actividad previa o la preparación de una clase, tenemos en nuestra memoria ejemplos de docentes con los que la interacción era muy satisfactoria, o que diseñaban actividades atractivas y muy educativas. También tendremos ejemplos de lo contrario, pero al fin y al cabo son experiencias que la mayoría de las personas conocen y que, incluso, podrían imitar.

Sin embargo, este no es el caso en cuanto a las obligaciones de un docente. El conocimiento y aplicación de las distintas leyes educativas, la burocracia interna de los centros (Proyecto Educativo de Centro, Programación General Anual, Régimen Interior etcétera), currículo y diseño curricular... temas que resultan desconocidos, e incluso costosos de manejar para alumnos de ciencias, los cuales durante nuestra formación hemos tenido poco contacto con temas legales. Y para poder adquirir el correcto manejo de todos esos documentos administrativos me parece muy necesaria la realización del Máster de profesorado.

A toda esta necesaria formación como científico, hay que sumarle mi formación como actor durante los últimos diez años en la escuela del Teatro de la Estación. Si bien no es a nivel profesional, esta formación le da un grado extra a mi preparación como docente, ya que estoy totalmente acostumbrado a colocarme frente a un público y a estar pendiente de éste en el caso de que esté más distraído

para que vuelvan a centrarse en mi intervención. Esta pequeña parte de actor está deseosa de tener constantemente un público al cual hablarle, hacer que se asombre, hacer que disfrute y, por supuesto, que aprenda. Esto genera muchas ganas de pasar la mañana frente a una clase. Hay que salvar las distancias, en un escenario el protagonista es el artista, pero hay que tener claro que en aula los protagonistas son los estudiantes, y es alrededor de ellos entorno a los que se tiene que desarrollar la clase.

1.2. Experiencia docente en el centro educativo

La experiencia de las practicas fue muy grata. Fue el momento de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el curso y el contacto real con una clase de bachillerato, en mi caso. La diferencia que encontré entre alumnos de primero y de segundo de bachiller es grande. En los segundos, se nota la proximidad con la que sienten la EvAU, y la mayor parte del esfuerzo que ponen en clase es para superar dicho examen, más que para aprender.

En realidad, estudiar para superar un examen suele ser el motivo principal de estudio para la mayoría de los alumnos, aunque en segundo de bachillerato saben que se juegan la entrada a la universidad, y se nota en la responsabilidad que sienten y los nervios que sufren.

Además, como la mayoría de los universitarios, he impartido clases particulares y además he trabajado en una academia durante dos años con los que he tenido más contacto con alumnos dentro de un entorno más similar a una clase que en una particular. Lo que me encontraba eran alumnos muy desmotivados y que se sentían dejados de lado. Su mayor necesidad era la misma de antes: llegar a almacenar todos los contenidos posibles en su cabeza para poder aprobar sus exámenes. Sin embargo, con bastante frecuencia encontré que, al rascar un poco la superficie, hacer preguntas, mostrarle hechos llamativos, en todos se generaba una curiosidad que los llevaba a preguntarse cosas. Aunque muy a menudo también me encontraba con alumnos que me cortaban y me pedían centrarme en lo que tenían que dar para memorizarlo. Es una lástima que todo el tiempo que se obliga a nuestros jóvenes a estar en un aula sirva para que rellenen un papel durante las evaluaciones en lugar de adquirir conocimientos que les puedan ser útiles a lo largo de su vida, y que ellos mismos sean los que acaben demandando lo primero. Creo que los profesores podemos hacer un

esfuerzo para que esta situación cambie, y hacer mucho más útil y significativa la etapa de escolarización.

Tras los periodos de practicum, he podido comprobar cómo los alumnos prestan atención en el momento que en la clase se introduce un elemento cercano a su experiencia diaria. Al fin y al cabo, el proceso que se da dentro de un aula está muy alejado de la cotidianidad de los alumnos, escuchar atentamente durante una mañana entera a distintas personas hablando de temas que no les interesan (en principio). Están acostumbrados a navegar por internet donde pasan de leer un texto a ver un vídeo, a comentar lo que ven, pasando de un tema a otro según les interesa. Que el docente se acerque durante sus clases al día a día de sus alumnos puede enriquecer la experiencia de las clases, ya sea mediante el empleo de imágenes, vídeos, emplear lenguaje de internet, en definitiva, a acercar las clases a su realidad. Al fin y al cabo, en la actualidad tienen muchos referentes en internet, aunque los motivos por los que lo sean pueden ser más que cuestionables, podemos conseguir emplear este hecho a nuestro favor.

Por ello es importante que el docente mire desde la perspectiva del alumno. El uso de internet y las posibilidades que ofrece es importante ya que tanto podemos adaptarnos a su forma de prestar atención, como podemos conseguir que durante su tiempo libre consuman contenidos relacionados con las ciencias, ya sean canales de vídeo de divulgación o cuentas relacionadas con las ciencias en redes sociales, haciendo que encuentren nuevos referentes. Esto puede acabar creando una retroalimentación que resulte muy positiva tanto en su aprendizaje como en encontrarle utilidad a las ciencias, ver su impacto en la vida cotidiana, o fomentar la curiosidad.

Poder tomar esta perspectiva no es fácil, desde luego. Exige que el docente se vaya actualizando en el uso de las TIC y sea conocedor de la actualidad entre sus estudiantes, lo cual también permite crear un vínculo más allá de la autoridad del profesor, tenerlo como un referente cercano.

1.3. Formación necesaria para la docencia

El dominio de la materia es algo imprescindible que se le tiene que exigir a un profesor, pero de nada sirve tener un gran conocimiento si no es capaz

controlar un aula. Al igual que un cocinero puede saber mucho de cocina, si no trata sus alimentos adecuadamente no va a conseguir preparar un plato decente.

Para mi futura labor como docente necesito saber tratar con personas, entender como comunicarme con ellos y conseguir que integren los saberes que pretendo que sepan. De ahí que durante este Máster me haya sido muy útil cursar (entre otras) las siguientes asignaturas

- En la asignatura “Interacción y convivencia en el aula”, se ha procurado que sepa ponerme en el papel de mis estudiantes, cuáles son las maneras más adecuadas para relacionarme con ellos, como orientarlos a conseguir el fin que pretendo que consigan, cómo tratar con problemas derivados de sus conductas, o a adaptarme a la etapa por la que estén pasando o a la diversidad que vaya a encontrar en mi aula, de forma que el ambiente sea el más propicio para el aprendizaje.
- Con “Habilidades comunicativas”, he aprendido a preparar y ejecutar las clases de forma que el mensaje que emita llegue a mis estudiantes y sea efectivo, a propiciar a través del lenguaje y de elementos auxiliares (imágenes, vídeos, presentaciones...) un ambiente de clase positivo y distendido, y de transmitirle la sensación de que pueden confiar y contar con su profesor, además de con el lenguaje verbal, con el lenguaje corporal, fundamental cuando hay treinta personas observándote al mismo tiempo.
- En “Habilidades del pensamiento”, he aprendido cómo procesan la información las personas y de qué forma se pueden adaptar las enseñanzas para que se acomoden de la mejor manera a dicho procesamiento, además de comprender la importancia de los distintos tipos de habilidades con las que cuenta nuestro pensamiento y que el estímulo de unas influye en las demás, de forma que de igual manera que se estimula la memoria, se ha de estimular la creatividad o la metacognición en el desarrollo de las clases.

2. Justificación

2.1. Importancia de la innovación educativa

La metodología tradicional de trabajo en las aulas, las clases magistrales, están llamadas a desaparecer. Establecer el eje central del aula en el docente, cuyo papel es transmitir una serie de conocimientos a sus estudiantes que los escuchan de una forma pasiva está obsoleto. Y por dos motivos principales:

- No prepara a los alumnos para los entornos laborales del futuro, ni del presente. Hasta ahora, la que la etapa escolar te daba una serie de conocimientos teóricos que aplicarías en tus futuros trabajos, pero eso se tiene que transformar, ya que en la actualidad se precisan trabajadores con destrezas y habilidades, más que conocimientos. Además, en el entorno VUCA (*volatility, uncertainty, complexity, ambiguity*, o en castellano volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad), descrito en Barber (1992), el desafío es conseguir que los alumnos aprendan a aprender y a adaptarse.
- La clase magistral fuerza a los estudiantes a adquirir una información de una forma muy distinta a la que lo hacen con la información que sí les interesa y de la que disponen ampliamente en internet. Este problema se acrecienta con la falta de comunicación en el idioma de su generación como se ha apuntado en la introducción.

Para podernos sobreponernos a esta situación, se van a tener que hacer cambios que vayan más allá de meros ajustes, va a hacer falta una transformación más profundas. Y esta gran transformación tiene que venir de la innovación educativa, que, como podemos leer en Blanco y Messina (2000) es “un cambio cualitativo significativo [...] respecto a la rutina inicial establecida tradicionalmente en la escuela: la metodología, las relaciones interpersonales, la concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje, la organización o el funcionamiento de la escuela o el aula”.

La innovación, según estas autoras, ha de verse como una oportunidad transformar para resolver problemas. Esto implica que debe tener esa intencionalidad concreta, no vale innovar por innovar, se ha de conseguir mejorar aspectos problemáticos de las rutinas establecidas. Por ello, necesitan

de una gran planificación. Por tanto, no hay que estar constantemente innovando, pero sí hay que estar siempre abierto a ello, debe convertirse en una actitud para los docentes. Esta actitud está íntimamente relacionada con la investigación y la actitud reflexiva sobre la propia labor, que evitan caer en nuevas rutinas que puedan resultar adversas, por lo cual resulta positiva.

Para llevar a cabo esta innovación, la clase invertida presenta una oportunidad única, ya que lejos de tratarse simplemente de hacer vídeos que los estudiantes han de ver en su casa, plantea un profundo cambio de modelo, en el que las estructuras cambian su función, lo que antes se hacía en el aula ahora se ha de hacer en casa y viceversa, el centro de la experiencia de educación pasa del profesor al alumno, que deberá ser responsable de su propio aprendizaje, fomenta una mayor interacción entre el docente y el alumno y permite que cada uno aprenda a su propio ritmo. Esto permite tener disponible en el aula una gran cantidad de tiempo en el que se pueden trabajar actividades prácticas de manera constante, además de fomentar un trabajo cognitivo de orden superior fomentando las habilidades del pensamiento.

2.2. Proyecto de Innovación Docente

2.2.1. Motivación de la elección

2.2.1.1. La clase invertida

La elección de la temática vino derivada de un problema que se encuentra con mucha frecuencia en la actualidad en las aulas. De forma general, los alumnos pasan su tiempo en clase escuchando al docente explicando nuevos contenidos, y en casa tiene que hacer deberes para que fijen esos nuevos contenidos. Esto supone que, si durante la clase no prestan la suficiente atención, no toman apuntes o tienen dificultades que no resuelven, no van a poder hacer adecuadamente los deberes, y no fijarán adecuadamente sus conocimientos.

Las familias, en estos casos, suelen recurrir a academias o profesores particulares. Parece un contrasentido que el docente este ausente en el momento que los alumnos más lo pueden necesitar, que es precisamente en el momento de practicar, lo cual supone verdaderamente un esfuerzo mental, y no estar escuchando de forma pasiva en el aula. Con esta afirmación coinciden en Santiago, Díez y Andía (2017):

Exponer y explicar, impartir una clase y trabajar fundamentalmente el recuerdo y el conocimiento como empleo del tiempo de clase... Y eso es lo que hacía mal porque yo suponía que luego ellos potenciarían las habilidades de pensamiento de orden superior en su casa... y es lógico pensar que es ahí donde van a encontrar los problemas y las dificultades; es decir, justo donde yo no estoy para poder ayudarles.

¿En qué consiste? Su principio es muy simple, Consiste en impartir el temario nuevo en el tiempo fuera del colegio (habitualmente mediante vídeos) y hacer la práctica de ese nuevo temario en el aula, o dicho de manera más simple, dar la teoría en casa y hacer “los deberes” en clase con el profesor presente.

Pero limitarse a la idea de que la clase invertida es hacer vídeos para que los vean en casa es no entender realmente en qué consiste la clase. Es, de hecho, lo menos importante. Incluso podemos leer en varias ocasiones en Bergmann y Sams (2014) que no tienen por qué ser necesarios los vídeos, sino que se pueden emplear otros medios. Lo realmente importante de esta metodología, como podemos escuchar en Sams (2014), es plantearse cuál es la mejor manera de emplear todo el tiempo libre que queda ahora durante las clases. El fin ideal es alcanzar un estado en el que los estudiantes trabajan autónomamente practicando ejercicios, haciendo actividades prácticas o experiencias de laboratorio, y cuyo objetivo sea aprender. Ya que alcanzando un auténtico dominio de los contenidos es como se puede aprobar en ese método. Para ello, se ha de conseguir que los alumnos adopten la responsabilidad completa de su aprendizaje, siendo el profesor un ayudante que va caminando por el aula mientras va hablando con todos sus alumnos prestando su ayuda cuando lo necesitan.

Esta metodología ya lleva probándose unos cuantos años en escuelas de todo el mundo en todos los niveles educativos. En los ejemplos que podemos encontrar en *Buenas prácticas en la docencia universitaria con apoyo de TIC: experiencias en 2016*, los profesores que lo han implementado comentan que sus resultados son buenos, aunque mejora más la motivación que las calificaciones, pero en ningún caso se encuentran con resultados negativos. Tras leer cómo las habían implementado, y comprobando los distintos niveles de implementación que hay en Bergmann y Sams (2014), se podría decir que

es porque han innovado, pero poco. Al menos tal y como Blanco y Messina (2000) entienden la innovación.

2.2.1.2. Habilidades comunicativas y el fenómeno *youtuber*

La elección de este proyecto también viene motivada por la puesta en práctica de las habilidades comunicativas a la hora de elaborar los vídeos.

Y es que, aunque la parte más importante de la clase invertida sea el tiempo que el alumno pasa en el aula, podemos emplear los vídeos que han de ver en sus casas a nuestro favor. Al permitirles visualizar la teoría en un vídeo, les estamos dando el poder de aprender a su ritmo. Pausar la lección, repetirla, pasarla más rápido... con lo que fomentamos que nuestros alumnos sean los responsables de su aprendizaje.

Se puede pensar que no van a querer ver estos vídeos por creer que no les interesa nuestra asignatura. Hay casos en los que puede ser así, pero el problema suele estar en que las asignaturas no se hacen todo lo atractivas que se podría. Un ejemplo: durante mi periodo de practicum mostré un par de imágenes a mi grupo de segundo de bachillerato de una cuenta de Instagram llamada @quimicapau que se dedica a hacer chistes e imágenes ingeniosas relacionadas con la química de bachillerato. Encontré que la mayor parte de la clase la seguía. Y no es únicamente de entretenimiento, sino que trata contenidos del currículo. Si en realidad a esos alumnos no les interesase la asignatura, ¿por qué iban a seguir durante su tiempo libre una cuenta así?

Youtubers, como @QuantumFracture y @CdeCiencia, cuyos contenidos son puramente de divulgación científica, Jaime Altozano, con vídeos de divulgación musical y física, o @Ter, que realiza divulgación sobre arquitectura. Cuentan con cientos de miles de seguidores acumulan millones de visualizaciones de sus vídeos.

Y, ¿qué tienen estos vídeos para que tanta gente los quiera ver? Pues que son muy entretenidos. A esto se suma después el interés que suele despertar la ciencia cuando se presenta de una forma asequible. Este tándem es la clave del éxito, y es de lo que los docentes podemos aprender. Durante el periodo de practicum, se elaboraron los vídeos teniendo en cuenta las siguientes características:

- Estos creadores emplean un lenguaje coloquial, logrando generar una familiaridad. A veces llegando incluso a ser malhablados. No hace falta llegar a este extremo, pero se debe hacer un esfuerzo en que el lenguaje, aun siendo riguroso, pueda resultar asequible e incluso distendido. Si el que nos tiene que escuchar no quiere, aun con todo lo correcto que pueda ser nuestro mensaje, este no va a llegar, por lo que la corrección en sí no habrá servido de nada.
- El tono de voz es muy importante, no puede ser monótono. Sin llegar al extremo de hablar cantando, pero variar el tono de voz, emplear la entonación para hacer énfasis en ciertos aspectos. Hay que darle valor a todo lo que decimos, que se sienta que creemos en su importancia. En Bergman y Sams (2014), se explica cómo Jon Bergmann, de vez en cuando va cambiando los acentos (ruso, francés, italiano...) de modo que los alumnos ven el vídeo esperando alguna sorpresa.
- Los vídeos son agradables de ver, son bonitos, son llamativos. Visualmente apetece verlos. Por lo que a la hora de elaborar nuestros vídeos no podemos ser ingenuos y grabarnos sin más. Debemos hacer un esfuerzo porque lo que vean resulte vistoso, o llamativo.

Con esto tampoco se quiere insinuar que haya que disfrazarse, o hacer cosas muy estrambóticas (aunque son recursos que puntualmente también se podrían utilizar, todo depende del momento). Simplemente el uso de recursos visuales como rótulos, imágenes sobre pantallas, animaciones sencillas...

- Usan ejemplos sencillos para explicar cosas complejas. Y es que la vida cotidiana es un buen ejemplo de partida ya que de esta manera no nos sentimos ajenos a lo que se está explicando. En las películas, las noticias, los temas del momento o en hechos que nos ocurren a todos podemos encontrar un gran aliado para captar su atención.

Muchas de estas habilidades se tratan durante la asignatura de Habilidades comunicativas para profesores: lenguaje verbal, paraverbal y no verbal. Y aunque en principio parezcan muchas cosas a tener en cuenta, o se piense que hay personas que nacen con estas habilidades, en realidad se pueden entrenar.

Y el otro factor importante a tener en cuenta con los vídeos es también uno importante en la retórica estudiada en la asignatura, y son las fases de *inventio*, *dispositio* y *elocutio*, o, dicho de otra manera, qué quiero transmitir, cómo lo quiero transmitir y cómo lo voy a decir. Es importante preparar del discurso las partes que se planean que vaya a tener, qué se ha de decir en cada parte, de qué recursos se disponen... e incluso se puede llegar un paso más allá. Puesto que se trata de un vídeo, no de un discurso, puede ser interesante llegar a preparar un breve storyboard, y pensar de antemano cómo se van a intercalar nuestras intervenciones, si mientras hablamos se nos va a ver a nosotros, se va a ver cómo hacemos un ejercicio, se va a ver un clip de vídeo... para poder planear cuál va a ser la manera más efectiva de conectarlo todo.

Esta forma de facilitar a los alumnos la nueva teoría no es la única. Aunque como se ha dicho estas habilidades se pueden entrenar, no todo el mundo se atreve a ponerse delante de una cámara, o no tiene el suficiente ingenio u originalidad para plantear un vídeos entretenido (si no, todo el mundo sería youtuber) pero no pasa nada. Como dicen Bergman y Sams (2014) no es incorrecto encontrar vídeos de otras personas y utilizarlos, siempre con su permiso, o emplear otro tipo de recursos como páginas web, infografías...

Se puede acceder a los vídeos interactivos con los siguientes enlaces:

<https://www.playposit.com/share/1296428/1000710/-diagramas-y-newton-224>

<https://www.playposit.com/share/1296428/1002156/-tensin-de-cuerdas-244>

<https://www.playposit.com/share/1296428/1004166/-momento-lineal-e-impulso-294>

<https://www.playposit.com/share/1296428/1004528/-conservacin-del-momento-lineal-25>

2.2.2. Análisis de la actividad

Con este proyecto se buscaba alcanzar dos objetivos: investigar las herramientas disponibles para llevar esta metodología a la práctica y mejorar la motivación de los alumnos por la materia.

Mi experiencia durante el practicum fue muy satisfactoria, llegando a cumplir ambos objetivos.

Al estar comenzando, también innové poco: los alumnos tenían que ver un vídeo y las dos clases siguientes se dedicarían a hacer ejercicios sobre el tema en grupos de 5 estudiantes. Tal y como plantean Bergmann y Sams (2014) es una

buena forma de comenzar, pero ha de tender siempre a emplear el tiempo en el aula en la búsqueda del dominio, lo cual se debe hacer de forma individual, para lo cual los alumnos han de poder trabajar de forma asíncrona, es decir, al ritmo que cada uno necesita. En mi caso personal, los alumnos trabajaban en grupos los problemas propuestos, por lo que debían llevar visto el vídeo para poder trabajar.

Los resultados que arrojó el examen fueron que las notas no habían variado significativamente en el grupo, ni comparando con notas del mismo grupo en otros temas ni comparando las notas del mismo tema con otros cursos. De todos modos, este no era el objetivo principal del proyecto de innovación, ya que hay demasiados factores a tener en cuenta como para poder sacar una conclusión fiable y con tan solo 8 sesiones.

Los resultados de la encuesta permiten concluir que hubo una mejora en la motivación de los estudiantes y se hizo una entrevista a la profesora habitual de la asignatura la cual también quedó muy satisfecha e incluso me pidió permiso para emplear los vídeos en cursos futuros. Tanto el examen, como la encuesta y la entrevista se pueden consultar en el ANEXO 1.

2.3. Proyecto Didáctico

2.3.1. Motivación de la elección

2.3.1.1. Los trabajos prácticos en el aula

El uso de trabajos prácticos es de gran utilidad didáctica. Como podemos leer en del Carmen (2000), hacen más fácil la comprensión de la teoría que se imparte y mejoran la motivación de nuestro alumnado. Por un lado, la enseñanza de las ciencias es muy abstracta, y alcanzar los niveles de abstracción necesarios en la etapa de la adolescencia es a menudo costoso, por lo que las actividades prácticas permiten conectar esas ideas mentales complejas con experiencias que pueden captar con sus sentidos, lo que facilita su asimilación. Por otro lado, los alumnos están deseosos de emplear el tiempo en el aula en algo que no sea atender a su profesor mientras da un discurso. Por ello es tan fácil que se distraigan, están obligados a prestar atención a algo que no quieren prestársela.

Además, como podemos leer en Hodson (1994), la práctica de la ciencia da lugar a tres aprendizajes concretos: comprensión conceptual, aumento del conocimiento relativo al procedimiento y el aumento de la habilidad

investigadora. Estos tres aprendizajes son fundamentales para poder adquirir las competencias exigidas en el currículo oficial, matemática científica y tecnológica, ya que estas exigen no solo saber, sino también saber hacer, por lo que el aprendizaje práctico va a ser totalmente necesario en el desarrollo de las clases.

Pero hay que ser cauto, estas actividades prácticas no pueden constituir el 100% de la actividad en el aula, sino que han de estar consideradas como una parte del aprendizaje, ya que como también leemos en Hodson (1994) “la práctica de la ciencia resulta insuficiente para producir el gran desarrollo conceptual que un plan de estudios de ciencia requiere”.

De todas formas, con la metodología tradicional cuesta mucho poder encajar actividades prácticas realmente útiles con todo el tiempo que hay que dedicar a explicar el currículo. Sin embargo, como ya hemos comentado, en el contexto de la clase invertida, las actividades prácticas van a tomar un gran protagonismo, ya que se puede contar con el suficiente tiempo para poderlas llevar a cabo de forma que sean significativas. Además, según leemos en Bergmann y Sams (2014), trabajando en pequeños grupos independientes, como en cada grupo se trabaja una cosa distinta, se pueden trabajar las actividades de laboratorio de forma mucho más segura y las demostraciones del profesor de forma que los alumnos la puedan ver mejor y se puedan involucrar mucho más. Cuando las demostraciones prácticas del profesor se hacen para toda la clase a la vez, solo la ven bien los que están más cerca, si se pide algún voluntario, solo uno o muy pocos podrán participar.

Además, emplearlas también puede presentar una ventaja a la hora de que ellos tomen la responsabilidad de aprender, ya que estableciendo unos objetivos claros y fomentando su curiosidad, los estudiantes pueden trabajar a su ritmo, llevando a cabo los distintos pasos, buscando información si se quedan estancados, comparando el progreso de su actividad con la de sus compañeros, ayudándose entre ellos. Mientras el profesor toma el papel de ayudante, según las necesidades de sus estudiantes.

Aunque se esté hablando en el contexto de la clase invertida, va a haber veces que una demostración práctica por parte del profesor puede ser más útil que visualizar un vídeo. Hay que adaptar la metodología a emplear según los

contenidos. Temas relativos a, por ejemplo, disoluciones pueden explicarse mejor mediante experiencias prácticas, mientras que otros más abstractos, como la configuración electrónica, con el uso del vídeo se le puede sacar más partido.

Puesto que evitar caer en la rutina es un factor a tener en cuenta, cada una de las actividades propuestas tiene una base distinta. Encontramos una actividad demostrativa, para ser llevada a cabo por el docente, otra actividad práctica para que la lleven a cabo los estudiantes por parejas o pequeños grupos, y por último una salida cultural.

2.3.1.2. El enfoque STEAM

Las dos últimas actividades, además, tienen un enfoque STEAM. Este enfoque busca promover la vocación en las carreras de ciencias entre los estudiantes, y contribuye a que el estudio de las materias involucradas (ciencias, tecnología, ingeniería, arte + diseño y matemáticas) sea más atractivo ya que se encuentran todas interrelacionados. Esto es más beneficioso que estudiar cada área por separado, ya que se pueden incorporar de una manera más natural contextos y situaciones de la vida cotidiana a las actividades, lo cual favorece el procesamiento de los conocimientos, como se ha comentado en el apartado anterior. El uso de este enfoque favorecerá el aprendizaje significativo de contenidos y destrezas, lo cual se explicará en el siguiente apartado.

2.3.1.3. Habilidades del pensamiento

Como leemos en Woolfolk (2010), para que una información pase de nuestra memoria de trabajo a la memoria a largo plazo, es conveniente que esta se elabore de muchas maneras distintas y que se repita varias veces. Además, para que esta información llegue en primer lugar a la memoria de trabajo, se tiene que producir una activación selectiva de la memoria sensorial, la cual depende por un lado de la experiencia (que se la pueda identificar como ya conocida) y de las emociones.

Es decir, que para que los alumnos capten en un principio la información que nos interesa, debemos procurar que esta les emocione. Además, será útil si partimos desde algún conocimiento que tengan previamente. Esto se puede

conseguir como ya hemos explicado en el apartado anterior diseñando adecuadamente los vídeos. Tras llegar esta información a su memoria de trabajo, para que pueda quedar fijada en su largo plazo, debemos ocuparnos de que los estudiantes elaboren y repitan esa información. Todo esto (emocionar y elaborar) es algo que los estudiantes no hacen mientras el profesor explica conceptos de forma magistral. Los estudiantes son meros receptores pasivos de la información.

Por ello, el entorno de la clase invertida nos va a permitir diseñar mejor el aprendizaje desde el punto de vista del procesamiento de la información, ya que ahora el tiempo del aula se va a dedicar a su trabajo continuo, mediante resolución de problemas o trabajos prácticos. Este trabajo va a permitir que, en el aula y con el profesor disponible, se trabaje el pensamiento de orden superior, y se dedique por tanto más tiempo a actividades como la práctica y el análisis que a la memoria, lo cual produce una inversión de la pirámide tradicional de Bloom.

Y no solo esto, sino que vamos a favorecer el trabajo en grupo de los alumnos para poder trabajar de forma cooperativa, lo que es fundamental para autores constructivistas como Vygotsky, como leemos en González-Pérez y Criado (2003, p131): “Desde el punto de vista de Vygotsky las funciones psicológicas superiores son resultado del desarrollo social [...] y se adquieren a través de la internalización del lenguaje”.

Podemos forzar este aprendizaje social repartiendo una sola hoja de tareas por cada grupo, para que así tengan que hablar entre los estudiantes para poder resolver el problema. Esta dificultad extra puede tener otro efecto positivo, ya que como leemos en Kahneman (2012) para que una información pueda pasar del Sistema 1 (mero reconocimiento de la memoria a largo plazo) al Sistema 2 (memoria de trabajo), y por tanto se pueda procesar, esta información nos tiene que resultar algo desafiante. El mero esfuerzo de estar atento para poder apuntar los detalles del problema mientras los lee otro compañero puede inducir al sistema 2 a actuar.

Siguiendo el ejemplo de Vygotsky, en el aula, vamos a inducir a nuestros estudiantes a que trabajen en su Zona de Desarrollo Próximo. Esto también favorece que los distintos grupos trabajen a su ritmo. Ya que, si a algún grupo

le surge una duda, se la podemos resolver de forma personalizada. Esto representa una ventaja frente a resolver dudas personales a toda la clase a la vez. Si, por ejemplo, un grupo se encuentra en una zona de desarrollo próximo superior a la de los que hacen la pregunta, estar escuchando la contestación les va a suponer una pérdida de tiempo. Mientras que otro grupo que aún no haya alcanzado ese nivel, corre el riesgo de no estar preparado para entender la respuesta y acabe entorpeciendo su desempeño.

Nuestro papel va a ser el de facilitador, los alumnos van a ser siempre los responsables de su aprendizaje. Los alumnos tienen el conocimiento a su alcance. Si ellos no lo quieren adquirir no se le puede obligar, es un esfuerzo vano. Por otro lado, sería recomendable diseñar las actividades siguiendo las pautas de la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, teniendo en cuenta la investigación científica como método de trabajo y también la relación entre distintos conceptos y con el conocimiento previo que los estudiantes tengan sobre ellas como se puede leer en González-Pérez y Criado (2003, p131). A partir de esta teoría se justifica la introducción de la metodología STEAM en la elaboración de las actividades prácticas, ya que por un lado conecta conceptos relativos a materias de ciencias con otros de la tecnología o el arte, así como con conocimientos previos de los estudiantes, y los relaciona mediante investigaciones de carácter científico.

2.3.2. Análisis de la actividad

Debido a que ni el curso ni el tema coincidía con los que se impartían en el centro de practicum, este proyecto no se pudo poner en práctica, por lo que no se puede analizar su desempeño.

3. Presentación de los trabajos seleccionados

3.1. Proyecto de innovación docente

3.1.1. Presentación del proyecto

El proyecto de innovación docente consistió en la preparación de 8 sesiones en primero de Bachillerato para la asignatura de Física y Química, en la que se impartió el tema de las fuerzas empleando la metodología de la clase invertida.

Para ello, se prepararon 4 vídeos en los que se abordaron la elaboración de diagramas de fuerzas en planos horizontales e inclinados, las fuerzas de tensión, el momento lineal e impulso y la conservación del momento lineal. En estos vídeos se combinan explicaciones a cámara, grabación de ejercicios y comentarios a fragmentos de animaciones. Estos vídeos debían ser visualizados por los estudiantes antes de las sesiones correspondientes a cada uno. Para ellas se prepararon 4 hojas de problemas relacionados con las temáticas de los vídeos que se debían resolver en grupos de 5 alumnos, así como un Kahoot con preguntas sobre cada tema en el que se participaba de forma individual.

Para comprobar su efectividad sobre la motivación se elaboró una encuesta que fue contestada por los estudiantes de forma anónima en la que se preguntaron una serie de ítems a los que contestar mediante una escala Likert y una pregunta final abierta para poder reflejar cualquier comentario. Y para comprobar su efectividad sobre el aprendizaje, se elaboró un examen con dos preguntas tomadas de exámenes de años anteriores de la misma profesora que imparte habitualmente la docencia de física y química en ese curso.

3.1.2. Perspectiva tras el Máster

El balance final del trabajo en el aula correspondiente al proyecto de innovación docente resultó muy positivo. Las razones son varias:

- En primer lugar, la profesora de la asignatura que me ofreció la posibilidad de llevarlo a cabo destaca las ventajas que ha encontrado en el uso de la clase invertida, las cuales están relacionadas con la justificación del proyecto *“lenguaje audiovisual con el que los alumnos están familiarizados”, “han podido aprender a su ritmo”, “han podido preguntar duda entre ellos y compartir el aprendizaje”*.

- En segundo lugar, son reseñables los comentarios de la profesora durante el desarrollo de las clases respecto a cómo los alumnos se tomaban muy en serio la resolución de problemas y a las preguntas que se les planteaban, correspondiente a un alto nivel de profundización en el problema. Aunque también ha encontrado una mayor atención y mayor interés en los estudiantes, parte lo atribuye a la novedad de la metodología, por lo que conviene buscar estrategias que hagan las clases novedosas y evitar caer en la rutina también con las clases invertidas. Esto se consigue mediante esa actitud abierta a la innovación a la que aluden Blanco y Messina (2000).
- En tercer lugar, un hecho notable que se ha podido constatar con el uso de esta metodología, y que en un futuro se tendría que favorecer más todavía es la interacción que se consigue entre el docente y los alumnos. Por un lado, los vídeos favorecen que los estudiantes manden mensajes al docente sobre las partes o conceptos en los que han podido tener más dudas, y durante el desarrollo de las clases los estudiantes solicitaban mi ayuda mientras resolvían los problemas. Esto acaba provocando que el docente pueda hablar con la gran parte de sus alumnos en todas las clases, con las ventajas que ello conlleva: aparte de generar un vínculo, permite al docente conocer los problemas individuales de cada estudiante mucho mejor y permite que haya una mayor confianza. En el caso de las clases magistrales, habitualmente preguntan sus dudas o contestan al profesor los mismos alumnos, que son o los más avanzados o los más desinhibidos. Este método permite llegar a todos, todos los días.

La gran ventaja que se consigue con este sistema es que nadie se sentía dejado de lado, y todos los alumnos tenían la sensación de que el profesor contaba con la solución concreta al problema de cada uno. Por un lado, los estudiantes que iban más despacio y tenían más dudas veían cómo se las resolvía de forma individual. Mientras que los estudiantes que los problemas les parecían más fáciles acababan obteniendo otros en los cuales verse retados, sin tener que esperar a que se solucionasen dudas de forma general que ellos no tenían, que es a lo que están acostumbrados en las clases magistrales.

- Por último, las encuestas a los estudiantes muestran una amplia aceptación de esta metodología. El 78% indica que la prefieren frente a la clase magistral, y el 89% afirma sentirse más motivado por ella. Además, una amplia mayoría (67%) indica haber dedicado menos horas al trabajo de la asignatura que con la metodología tradicional, y sin embargo un porcentaje muy similar afirma haber aprendido más y mejor.

3.1.3. Propuestas de mejora

Tras toda la experiencia del practicum y del Máster, en los siguientes apartados se va a describir las mejoras que se deberían introducir en una futura puesta en práctica de la metodología de clase invertida.

- Primer aspecto para mejorar: **la autonomía de los estudiantes.**

La puesta en marcha que se hizo durante el practicum es un híbrido entre la clase tradicional y la clase invertida. Por un lado, el hecho de tener que visualizar un vídeo corto en lugar de tener que realizar una serie de problemas en el tiempo fuera de la escuela resulta positivo, pero al fin y al cabo los estudiantes se siguen sintiendo obligados a tener que hacer esa tarea, ya que es sobre lo que se va a trabajar al día siguiente.

Es cierto que se consiguió algo cercano a que los alumnos pudieran trabajar cada uno a su ritmo, ya que, en los distintos grupos de trabajo en el aula, en cada grupo iban trabajando un problema distinto, algunos más adelantados y otros trabajando más despacio. Pero al final todos ellos deben llevar un ritmo medianamente similar, ya que cada dos días había una hoja de problemas nueva que, si no se realiza, se va acumulando. Algunos de los comentarios de las encuestas a los alumnos van en ese sentido: *“Simplemente que a veces los videos de un día para otro fastidian un poco.”* o *“...para gente muy constaste y que no le supone tanto esfuerzo hacer deberes y estudiar, y quiero decir es lo que debería suceder. Pero siendo realista la mayoría de gente no tiene tanta fuerza de voluntad y entonces con esta metodología lo que se hace es mejorar a los que ya les van bien y los que van mal, por mucho que se hagan grupos y se intente que hagan algo pues no hacen nada y entonces van super retrasados y no se consigue que toda la clase vaya a ritmo.”*. La consecuencia práctica es que se observaba cómo, al subir un vídeo un jueves para preparar la clase

del lunes, hasta que no llegaba el domingo por la tarde apenas tenía reproducciones. Al final, había que insistir en numerosas ocasiones en que los estudiantes visualizaran el vídeo. Esto es un error, ya que se debe conseguir que los alumnos sean los que quieran o sepan que necesitan ver el vídeo. Si no, nos vamos a encontrar con problemas similares a los que queríamos evitar.

Por ello, la mejor manera de trabajar esta metodología puede consistir en compartir desde el principio todos los vídeos correspondientes a un tema entero, un trimestre entero o incluso a todo el curso, estableciendo fechas concretas para llevar a cabo evaluaciones, o incluso siendo flexible con esto último. También estarán disponibles desde un primer momento los materiales, las actividades y los problemas relativos a todo ese temario, para que los estudiantes tengan que ser autónomos y responsabilizarse de su aprendizaje.

Como lo común es que los estudiantes no estén acostumbrados a esta metodología ni a tener tanta autonomía y responsabilidad, se podría comenzar el curso con dinámicas de grupo enfocadas a que los estudiantes tomen consciencia de que la responsabilidad de su aprendizaje va a recaer mayormente sobre sus hombros.

Esta forma de trabajo además favorecería que cada estudiante pueda trabajar a su ritmo, sin que los estudiantes que necesitan más tiempo retrasen a los más avanzados, ni que estos hagan que los otros se pierdan, favoreciendo también que puedan trabajar actividades a un nivel todavía superior si pueden con ellas. El formato ideal es que los estudiantes se juntasen a trabajar con otros estudiantes que fuesen viendo los mismos vídeos, pero cada grupo se podría encontrar cualquier nivel sin que eso fuera a suponer un problema en el desarrollo de la clase. También favorece que aprendan a organizarse su trabajo según sus necesidades. Si algún alumno prevé que durante una semana concreta va a tener mucha saturación por cualquier otro motivo (actividades extraescolares, exámenes...) puede adelantar trabajo para que al llegar a la época más conflictiva se pueda dedicar a ella sin ningún problema. Esto supone un

desarrollo de habilidades transversales, más allá de las estrictamente curriculares correspondientes a la asignatura.

- Segundo aspecto para mejorar: **la elaboración de los vídeos.**

Se ha invertido mucho tiempo en descubrir cómo funciona el proceso de producción de los vídeos, lo cual era uno de los objetivos del proyecto de innovación. Ahora que esa fase está superada, se podría prestar más atención a hacerlos más atractivos. Como hemos visto antes, uno de los comentarios era que *“Simplemente que a veces los videos de un día para otro fastidian un poco.”*. Por lo que se podría investigar y trabajar en la forma de hacer que a los alumnos les apeteciera ver los vídeos más allá de por la necesidad de poder hacer luego las actividades correspondientes.

Para ello, podemos trabajar y aplicar por un lado las directrices que se han extraído de la asignatura de habilidades comunicativas: atención al lenguaje tanto verbal (discurso adecuado) como no verbal (postura corporal, gesticulación facial y manual, así como a los elementos paraverbales (tono de voz variable, haciendo énfasis, jugar con acentos). También podemos tomar inspiración de los citados canales de youtube sobre divulgación científica.

- Tercer aspecto para mejorar: **la planificación de las clases.**

Las clases tienen que contar con una mejor planificación. Durante la experiencia de practicum, la propia preparación de los vídeos ocupó la mayor parte del tiempo, y no dejó mucho a una planificación diversa, para poderse adaptar a que cada grupo pueda estar haciendo un trabajo diferente: resolución de problemas, actividades prácticas o búsqueda de información. Debido al poco tiempo y a la inexperiencia, se trabajó de forma híbrida con la clase magistral, y durante el tiempo en el aula se programaron únicamente unas hojas de problemas a resolver. Aunque no se siguió el libro de texto, el análisis del contenido que se iba a impartir fue superficial, y aunque se intentó encontrar y partir de conocimientos que los estudiantes tuvieran previamente, haría falta una reflexión más profunda acerca de las necesidades concretas que surgen a la hora de impartir este contenido concreto de las fuerzas. En una futura puesta en

práctica, se debería contar de antemano con una serie de actividades prácticas bien planificadas, así como trabajos grupales.

3.2. Proyecto didáctico

3.2.1. Presentación del proyecto

La elaboración del proyecto didáctico surge como necesidad de tener que diseñar una serie de actividades en las que se aborde la explicación de la concentración de una disolución a alumnos de tercero de ESO. Los objetivos principales que se pretenden alcanzar es que los estudiantes comprendan el concepto de concentración, realicen las operaciones adecuadas para calcularla y lo puedan aplicar a la realización de problemas, así como la comprensión de diluir y concentrar.

Se pretende que sean diversas de modo que se puedan descubrir diversas facetas sobre el mismo tema y que se diferencien del modo de impartir los contenidos mediante clases magistrales, en las que todo el contenido se imparte de la misma manera.

Por otro lado, se pretende que el conjunto de actividades sea atractivo y que aumente la motivación de los estudiantes respecto a la asignatura en concreto y hacia las ciencias en general. Además, también se busca que el aprendizaje que se adquiera será significativo. La estrategia que nos va a permitir conseguir lo anterior es aplicar el enfoque STEAM en su elaboración.

La primer actividad consiste en una demostración práctica por parte del profesor en la que se construye poco a poco el concepto de concentración como mezcla homogénea de un soluto y un disolvente. La segunda actividad consiste en la elaboración de un cuadro al que se le aplica un barniz oscurecido y que se deberá retirar con la mezcla adecuada de disolventes, que se deberá encontrar y aplicar. La última actividad consiste en una visita a la planta potabilizadora de Zaragoza.

3.2.2. Perspectiva tras el Máster

En cuanto al proyecto didáctico, al no haberse podido probar en el periodo de practicum, no se ha podido constatar su eficacia ni las mejoras basadas en la experiencia, pero sí que al volver a pensar sobre él una vez terminado el Máster, se pueden encontrar varios puntos que se podrían mejorar.

3.2.3. Propuestas de mejora

- Primer aspecto para mejorar: **detección de las dificultades**

En la introducción del trabajo se comenta la intencionalidad de las actividades didácticas propuestas, pero falta una reflexión didáctica profunda que las pueda justificar mejor.

Al fin y al cabo, identificar los problemas de forma concreta mediante esta reflexión debería llevarnos a actuaciones concretas dentro de las actividades prácticas que permitan solventarlos de forma directa. Será una vez solucionados dichos problemas cuando se podrán llevar a cabo los objetivos que se pretenden y conseguir la intencionalidad que se pretende con ellas.

Y aunque se haya comentado la intencionalidad de la propuesta general, hace falta conectar también concretamente con los distintos aspectos de las actividades prácticas, como es, por ejemplo, el uso exclusivo del porcentaje en masa como medida de la concentración, y su preferencia ante otras formas de medir la concentración como son el porcentaje en volumen o la molalidad. Este uso del porcentaje en masa se debe a que, debido a la intención en última instancia social de la propuesta de las actividades, se ha preferido centrarse en una sola unidad de medida de la concentración para que el concepto quede más claro y no se pierda por la posible dificultad en el cálculo de la concentración en otras unidades, dejando esto para estudiantes con un futuro desarrollo académico.

- Segundo aspecto para mejorar: **la relación entre las actividades**

De las tres actividades propuestas en el proyecto didáctico, tan solo la segunda y la tercera se diseñaban bajo el enfoque STEAM, dentro del cual también se podría haber incluido la primera. Al ser una demostración en la que se está diluyendo un soluto coloreado, podría encajar en un contexto artístico de manera muy similar a la segunda actividad práctica. De hecho, se debería contar con el área de plástica para diseñar las actividades de manera conjunta y que el aporte sea algo más que meramente instrumental, debido a que la relación entre la química y las artes plásticas es muy estrecha. En la segunda actividad tan solo se relacionan con los

disolventes, pero también se puede aprovechar la relación que hay en los pigmentos de las pinturas, sus componentes, los aditivos que llevan para conseguir según qué propiedades... es decir, que se debería explotar esta simbiosis más allá de pintar un cuadro.

Además, el paso entre la primera actividad, que es tan solo demostrativa, y la segunda actividad que es muy compleja y en la que hay que manipular mucho material para restaurar un cuadro es demasiado brusco, por lo que sería necesario una propuesta en la primera actividad en la que se comenzara a manipular instrumental relacionado con las disoluciones, o implementar una actividad práctica intermedia en la que los estudiantes trabajasen con disoluciones de una manera más sencilla en la que se practicara el manejo adecuado del instrumental de laboratorio.

Finalmente, la tercera actividad queda desconectada de las dos primeras, ya que, aunque también está dentro del enfoque STEAM, las otras dos estarían más relacionadas con el arte mientras que esta última con la tecnología y la ingeniería.

- Tercer aspecto para mejorar: **tercera actividad muy escueta.**

La tercera actividad se debería repensar de forma que resulte interesante a más niveles que el de conocer una planta potabilizadora y que además quede más conectada a las demás.

Un punto de unión que se podría encontrar es que, debido a que la concentración de un soluto determina las propiedades de la mezcla, en esta ocasión en lugar de tratar con propiedades visuales, podríamos tratar con propiedades gustativas. Siendo que la actividad incluye una visita a la potabilizadora de Zaragoza, se puede explotar el punto emocional que puede tener el sabor del agua. Además, esta cata podría relacionarse con la información que se indica en las etiquetas acerca de la concentración de las distintas sustancias disueltas en el agua.

En el aula, además de tratar las distintas partes de la potabilizadora y su funcionamiento, se podría organizar una cata de agua, saber qué es lo que le da los distintos sabores al agua, tratar el concepto de potabilidad como máxima concentración permitida de ciertos solutos que puedan resultar

perjudicial... de forma que al ver el agua en cada fase del proceso incluso pueda haber una conexión más allá de saber si es o no apta para consumo, sino una respuesta más sensorial, recordando algún mal sabor concreto o percibiendo peligrosidad.

Por último, esta actividad podría relacionarse también con la parte de la separación de mezclas: decantadores, filtradores... relacionándolo también con el resto del bloque de contenido. Por lo que se podría añadir un apartado más en el que tuvieran que llevar a cabo algún tipo de separación de los componentes de una mezcla.

4. Reflexiones

4.1. Reflexiones sobre el proyecto de innovación docente

La innovación docente es muy importante, desde el momento en el que la innovación se entiende como un sistema de solución de problemas, como ya se ha comentado en la justificación del presente trabajo. Aun con toda la importancia que puede esto tener, a la hora de implantar la innovación en un centro pueden surgir muchas dificultades.

En primer lugar, la preparación de las clases magistrales en las que el docente recita un discurso y los estudiantes prestan atención y apuntan requiere poco tiempo. Además, aún si la programación de las clases se basa en el libro de texto, lo cual ocurre en un gran porcentaje de los casos, la preparación resulta más bien sencilla. Sin embargo, la innovación educativa tiene que estar perfectamente elaborada y planificada, teniendo en cuenta posibles alternativas en caso de que la planificación no funcione. Toda esta planificación tiene un coste de energía y de tiempo enorme, y se ha de hacer durante el tiempo libre. Esta complicación puede frenar las intenciones innovadoras de algunos docentes.

En segundo lugar, los profesores de los centros suelen estar habituados a dar clase de una manera determinada, y de forma generalizada, los cambios cuestan energía, además de que más de un docente puede tomarse como un ataque la crítica hacia su modo de enseñar.

Por último, los responsables del centro pueden tener miedo de que una innovación docente pueda salir mal, o que los resultados académicos que se obtengan sean malos, con las consiguientes reclamaciones de estudiantes y de las familias, e incluso posterior pérdida de prestigio. Esto hace que se puedan desfavorecer las actitudes innovadoras desde los altos estamentos de un centro para evitar posibles futuros problemas.

Por ello creo que, por un lado, la innovación debería estar siempre favorecida desde los propios centros como algo que a medio y largo plazo es beneficioso. Incluso debería verse favorecido desde la legislación educativa de forma proactiva, lo que eliminaría los posibles prejuicios por parte de los responsables de los centros y a su vez proveería de ayuda a los docentes que quisieran innovar

de forma que se encuentren reforzados, disminuyendo los problemas derivados del gran coste de energía y tiempo que supone planificar una innovación.

También, favorecer que la innovación sea una actitud cotidiana, más allá de un hecho puntual. Es decir, que no se vaya a hacer una innovación y quedarse con ella durante mucho tiempo. Esto podría prevenir los problemas asociados a los profesores que tienen su método de enseñanza fijo e inmutable. Si todos los profesores contasen con una actitud innovadora desde un primer momento, también se podrían planificar de manera conjunta reduciendo aún más los problemas relacionados con el coste de energía y tiempo.

Durante el periodo de practicum tuve la suerte de comprobar el centro en el que realicé los periodos de practicum favorece la innovación entre los docentes, ya que, además de encontrar a algunos que ponían en práctica técnicas innovadoras de forma individual sin que nadie pusiera pegas, asistí a la semana de nuevo contexto de aprendizaje, en la cual en todas las asignaturas se tuvieron que preparar actividades (a poder ser prácticas, evitando la clase magistral) para la enseñanza de algún contenido curricular que estuviera relacionada con un asunto concreto (el Canal Imperial de Aragón), para lo cual se adaptaron horarios y formas de trabajo. El resultado fue muy satisfactorio, y al encontrarse todavía en pruebas los profesores que pude consultar comentaron que valoraban la experiencia que habían adquirido y las propuestas de mejora que se les ocurrieron durante el desarrollo de las actividades para una futura aplicación.

Los alumnos también respondieron favorablemente de manera mayoritaria. Aunque siempre se suelen tomar bien cualquier elemento que les saque de la rutina, varios me comentaron que les parecía una forma mucho más útil de aprender.

Por tanto, aunque la innovación educativa es costosa, requiere mucho esfuerzo y dedicación, y pueda traer consigo algunas dificultades que tan solo con tiempo se acaban superando, al final acaba siendo mucho más satisfactoria que la clase magistral, ya que la innovación y la actitud innovadora permiten solucionar problemas y mejora la motivación e incluso la felicidad de los estudiantes.

Por otro lado, la innovación también puede tener un lado malo. Y es que, si no lleva detrás una reflexión profunda que motive su actuación, o no se tengan claros unos objetivos didácticos concretos, la actuación del docente puede acabar resultando en una pérdida de tiempo, con el consiguiente deterioro en el aprendizaje de sus estudiantes, lo cual hay que evitar a toda costa. La innovación es muy útil, pero siempre se ha de aplicar con conocimiento. Innovar no es jugar ni pasarlo bien porque sí.

Nos podemos fijar en una aplicación concreta de la innovación, como es la clase invertida que se desarrolla en mi proyecto de innovación docente. La idea que queda es que hacer clase invertida es grabar vídeos para que los vean en casa porque los jóvenes están acostumbrados a elegir la información que consumen y tener el control sobre ella. Sin embargo, la parte más importante de la metodología de la clase invertida es precisamente a qué se dedica todo el tiempo que queda libre en el tiempo de aula.

Y aquí está precisamente el reto, porque la elaboración de los vídeos en un principio es costosa, pero al final acaba siendo mecánica, ya que todos los docentes podemos explicar sin problemas los contenidos de nuestra asignatura (es lo que se hace mediante las clases magistrales, al fin y al cabo). Incluso estos vídeos pueden servir a lo largo de varios cursos, por lo que el coste de hacerlos disminuye con el tiempo. Sin embargo, el reto aquí es diseñar las sesiones de forma que los estudiantes las puedan aprovechar al máximo. Y aquí está lo difícil, porque este diseño ha de adecuarse al contexto de los estudiantes, a los propios estudiantes que cambian de un curso para otro, ha de favorecer que se formen pequeños grupos de trabajo, que en cada grupo trabajen algún aspecto de la asignatura: trabajos prácticos, resolución de problemas, elaboración de informes, búsqueda de información... Con la consiguiente evaluación, lo cual también plantea un reto si se quiere hacer de forma personalizada, ya que elaborar un examen para todo el aula a la vez es mucho más fácil.

Tomarse la innovación a la ligera acaba resultando un grave problema que afecta de manera negativa a la percepción sobre la innovación que puedan tener los docentes, las familias de los alumnos... desencadenando la clase de problemas que se han enumerado al comienzo de esta sección.

En conclusión, la innovación educativa debería ser algo habitual dentro de los centros, incluso estar promovido por la dirección, pero siempre vigilando que se lleve a cabo adecuadamente.

Tras su puesta en práctica en el centro educativo, es muy llamativo cómo los estudiantes responden a él. Más allá de las encuestas de satisfacción, su propia actitud en el aula es muy distinta. Están acostumbrados al modelo de la clase magistral, el cual no pueden elegir, lo que genera cierta frustración. Por ello, al introducir esta nueva manera de impartir clase, el ambiente cambia, las interacciones son más positivas y útiles. Un factor indicativo es las pocas veces que se preguntó si algo concreto iba a entrar o no en el examen. Aunque el sentimiento de que fueran a ser evaluados seguía ahí, el cambio de modelo cambió su actitud: de tener que memorizar y tener que saber qué es más o menos importante memorizar a encontrar contenidos interesantes, que llamen la atención y haga preguntarse cosas.

Aunque la parte actitudinal es importante, no debemos olvidar que el objetivo principal es que los estudiantes aprendan. De ello dependerá la calidad de los contenidos que se les ofrecen. Pero partir de una buena actitud me parece un factor crucial para que el conocimiento se pueda construir adecuadamente. Si la actitud no es adecuada, la mente se cierra y el conocimiento no llega.

4.2. Reflexiones sobre el proyecto didáctico

Las actividades prácticas suelen tener varios problemas en su implantación en el aula. Eso si se llegan a implantar, ya que debido a la gran extensión de los contenidos del currículo muy a menudo hace que no se lleguen a proponer actividades prácticas en un curso.

Si acaso llega a sobrar algo de tiempo, las actividades prácticas se presentan de forma excepcional y como contenido complementario, sin que se le dé una utilidad real como elemento que sirve para adquirir los conocimientos que indica el currículo, sino casi como un divertimento. Una salida cultural, o ir un día al laboratorio. Y si es demasiado evidente esta finalidad, por si acaso se manda una redacción o un informe sobre la actividad para que los estudiantes entreguen.

Y, por otro lado, puede que sí que se implementen a lo largo del curso como un medio para poder trabajar los contenidos, pero que resulten infructuosas por

llevarse a cabo del modo “receta de cocina”, es decir, siguiendo una serie de pasos indicados en una hoja que se reparte antes de comenzar, y que resultará exitosa si todo transcurre como se indica en los sucesivos pasos.

Para que las actividades prácticas resulten adecuadas para el fin de trabajar contenidos, actitudes, procedimientos y destrezas, tenemos que plantearnos realmente qué efectos tienen las actividades que proponemos. Se ha de tener claro qué se quiere enseñar, qué dificultades hay en ello, cómo aprenden los estudiantes, qué problemas de adquisición concretos tienen en los distintos bloques. Y una vez se plantee la actividad, volverla a revisar. Reflexionar acerca de qué se espera conseguir con cada apartado, con cada pregunta y si realmente es lo que los estudiantes van a conseguir. O si pueden contestar a las preguntas in aprender lo que se pretendía, o si en un apartado los estudiantes van a cumplir el objetivo que se esperaba, o lo pueden llevar a cabo sin realmente entender lo que están haciendo.

También para adecuar mejor nuestras actividades prácticas se puede hacer un estudio acerca de los conocimientos previos que nuestros estudiantes tienen acerca de los temas que se van a tratar. Es importante averiguar la existencia de ideas alternativas con el fin de prevenir problemas de aprendizaje asociados a ellas. Si se pretende que el aprendizaje sea significativo, como lo entiende Ausubel, es fundamental que parta de los conocimientos previos que los estudiantes tienen, y que sobre estos sean sobre los que se construye el nuevo conocimiento, como se describe en González-Pérez y Criado (2003).

Por otro lado, estas actividades prácticas deben ser percibidas por los estudiantes como interesantes y útiles. Aunque a lo largo del presente trabajo se esté transmitiendo la idea de que las clases magistrales están desfasadas y que es un modelo que debe evolucionar, todos los estudiantes, en algún momento determinado se han sentido atraídos por algo que algún profesor haya dicho en el desarrollo de una clase de este tipo. Por la razón que sea, porque se ha relacionado con sus gustos, porque haya despertado su curiosidad o porque se relacione con alguna experiencia que haya vivido. Debemos buscar en los contenidos que se van a impartir cuales son esos puntos que pueden desencadenar el interés de nuestros estudiantes, y que esto nos sirva también

para diseñar actividades prácticas que a los alumnos les apetezca realizar, y así retroalimentar su curiosidad.

4.3. Relación entre proyectos

El uso de actividades prácticas es de vital importancia durante la educación de los estudiantes. Esta importancia se agudiza en las asignaturas relacionadas con la Ciencia, ya que la componente práctica de las disciplinas científicas supone una gran parte de ellas. El problema viene cuando, con la gran cantidad de contenidos presentes en el currículo, no da tiempo de cubrir toda la materia teórica, lo que suele provocar que las actividades prácticas se dejen más de lado, llegando incluso a no llevarse a cabo.

Precisamente, los trabajos prácticos son los que más se pueden aprovechar de la aplicación de la metodología de clase invertida, ya que todo el tiempo que se libera de las explicaciones teóricas en el aula se puede aprovechar para llevar a cabo estas actividades de forma habitual, de manera que se conviertan en el auténtico propósito de los alumnos durante su estancia en el centro: aprender haciendo. Y este aprendizaje se mejora todavía si estos trabajos prácticos se llevan a cabo en grupos. Por un lado, se favorece el aprendizaje social de la teoría de Vygotsky fomentando el trabajo en el Zona de Desarrollo Próximo, y por otro lado fomenta el aprendizaje significativo según la teoría de Ausubel, el cual nace de la combinación de la investigación científica, la que se fomenta durante las actividades prácticas junto con la clasificación y relación entre conceptos, en la que se puede incidir durante las explicaciones audiovisuales.

Otra ventaja de la metodología invertida de la cual se puede beneficiar la aplicación de las actividades prácticas en el aula es de la personalización, ya que las plataformas de clase invertida permiten una continua retroalimentación. Desde el momento en el que se visualizan los vídeos, los estudiantes pueden indicar las dudas que les han surgido viéndolos, las partes de la lección en la que han encontrado dificultades, problemas relacionados con la base que ellos tienen y que hayan complicado la comprensión. Todos estos comentarios deben servirle al docente para readaptar la batería de actividades prácticas que se han de proponer en el aula. Tras un análisis de todas las dificultades y las necesidades de los estudiantes, deberá elegir actividades prácticas que permitan suplir las

carencias que haya encontrado y que permitan alcanzar los objetivos docentes adaptándose al momento y características de los estudiantes.

También es reseñable como la combinación de la metodología de aula invertida con la inclusión de actividades prácticas permite ejecutar el constructivismo en el aula de una manera muy natural. Si de verdad se pretende que sean los estudiantes los que vayan construyendo por si mismos su conocimiento, debemos asegurarnos de que nuestra práctica docente vaya encaminada a que ellos se responsabilicen, elijan y decidan. Generar un repositorio de vídeos en los que se encuentre todo el temario de cada curso es un gran paso dado en la dirección de que ellos decidan. Como ya se ha comentado antes, con esta actuación se debería fomentar que los estudiantes organicen su tiempo y decidan cuándo visualizar cada vídeo según las necesidades que puedan tener.

Tras ello, durante el tiempo en el aula, su educación se llevaría a cabo mediante trabajos prácticos, en los que ellos deben actuar, tienen que pensar cómo se ha de llevar a cabo y les van a surgir preguntas en las que necesiten de nuestra ayuda. Se debería reducir las actividades prácticas de tipo “receta de cocina” y favorecer actividades del tipo de indagación STEAM orientadas al aprendizaje significativo, lo cual consiguen mediante la relación entre las distintas materias. Con estos trabajos, además, se debería fomentar en gran medida la curiosidad de los estudiantes para que acabe siendo el motor que mueva su interés y su aprendizaje.

Además, el hecho de que la mayor parte del tiempo del aula se pueda emplear en hacer trabajos prácticos permite que la mayor parte de la interacción que se tiene con los alumnos es individual o en pequeños grupos. Siendo que en la elaboración de estos trabajos se tienen que comunicar entre ellos, se puede hacer énfasis en el empleo de un lenguaje científico apropiado, y debido a esta interacción personalizada se pueden comprobar de primera mano los problemas debidos al lenguaje que les pueden surgir a los estudiantes. Estos problemas se detectarían en el momento que un estudiante nos fuera a plantear alguna duda, para lo cual necesitaría emplear el vocabulario preciso, o en el momento que se le pregunta algo a un estudiante y escuchando la respuesta que da. Un estudiante ha entendido algo cuando lo sabe explicar. Si se descubre un problema de base

se podrá aprovechar para modificar alguno de los vídeos o incluso elaborar uno nuevo dedicado al tema concreto.

También este modo de tratar el temario también debería favorecer que los estudiantes pudieran buscar recursos relacionados con el contenido tratado. Páginas web, otros vídeos, noticias... cada uno según sus intereses. Esto es algo que los estudiantes ya hacen. Mientras navegan por redes sociales leen una noticia sobre algún tema que les interesa, y esta noticia los lleva a un vídeo, y este a otro que les parezca llamativo. Estos procesos pueden conducir a los estudiantes a que adquieran conocimiento de una forma muy natural para ellos, lo cual es algo que se debería aprovechar en nuestro favor.

- Por un lado, en la elaboración de nuestros vídeos deberíamos contar con recomendaciones a otros recursos. Y que estos recursos sean diversos: vídeos relacionados con la materia de distintos canales, que aporten diversos enfoques, noticias, proyectos o recursos interactivos. Como leemos en Ausubel, como leemos en González-Pérez y Criado (2003), esta conexión entre conocimientos adquiridos y nuevos es fundamental en el aprendizaje constructivista.
- Por otro lado, deberíamos emplear la retroalimentación que nos puedan ofrecer sobre noticias o vídeos que ellos hayan encontrado para elaborar actividades prácticas relacionadas con ellos, de forma que vean que sus intereses e inquietudes tienen reflejo en el aula y les sirven para poder alcanzar un aprendizaje que les pueda ser útil y les permita seguir progresando en el sistema educativo. Este punto se tiene en cuenta en la elaboración de la segunda actividad del proyecto didáctico, los cuadros, cuya idea parte de un restaurador con un canal de youtube en el que muestra sus trabajos y cuenta con cientos de miles de visualizaciones.

5. Conclusiones

5.1. Conclusiones acerca los proyectos

Las clases magistrales, junto con la disposición clásica del aula, pudieron ser la solución educativa en un determinado momento de la historia. Sin embargo, en el siglo XXI se necesitan otro tipo de metodologías, ya que la realidad social y de los alumnos es completamente distinta y porque tampoco prepara adecuadamente para enfrentarse a los desafíos que deberán encarar en el futuro.

Para poder dar un salto cualitativo, es fundamenta incorporar la innovación educativa de forma natural en la mentalidad de los docentes y aprovecharla para solucionar los problemas que surjan en un centro a la hora de que los estudiantes aprendan o convivan.

Dentro de las distintas innovaciones que se pueden plantear, cambios metodológicos, como el aprendizaje por proyectos, o el aprendizaje basado en problemas, la clase invertida es la que realmente permitirá una revolución:

- Por un lado, responsabiliza al alumno de su aprendizaje al poner a su disposición desde un primer momento todas las lecciones necesarias para poder aprender y superar un curso. Esta responsabilización va más allá de la propia escuela, proveyendo a los estudiantes de una habilidad que les será esencial a lo largo de su vida: la capacidad de saber aprender y buscar el aprendizaje por uno mismo.
- Por otro lado, libera totalmente el tiempo invertido en el aula para hacer actividades realmente instructivas. Mucho más allá de una escucha pasiva al docente, la cual ya se ha discutido acerca de su poca eficacia.

Además, la clase invertida permite que los contenidos curriculares se puedan presentar de una forma muy atractiva, empleando medios audiovisuales familiares a los estudiantes. Siendo que la comunicación a los alumnos de forma colectiva se realiza en el tiempo fuera del aula, en el horario lectivo la interacción profesor-estudiante será mayormente individual, permitiendo llegar personalmente a todos los estudiantes, con las ventajas que ello reporta: detección de dificultades, estimulación de estudiantes con mayores capacidades o mayor atención a estudiantes tímidos, que habitualmente son menos participativos.

Todo el tiempo ganado en las aulas se podrá aprovechar adecuadamente, con las metodologías anteriormente mencionadas y con el uso de actividades prácticas, que refuerzan la idea de que los estudiantes aprendan por ellos mismos, haciendo y pensando, más que escuchando y recordando. La realización de estas actividades es de especial importancia en las asignaturas de ciencias, ya que la práctica constituye una parte fundamental de ellas, y enseñar tan solo la teoría provoca un aprendizaje científico incompleto.

Estas actividades han de ser diversas de forma que eviten que se produzcan rutinas que puedan acabar mermando su efectividad, y deben relacionar diversos ámbitos para poder aprovechar las sinergias que se produzcan, para lo cual es útil emplear el enfoque STEAM. Además, permiten poner en contexto los distintos aprendizajes que los estudiantes deben adquirir de modo que adviertan su utilidad práctica en la que muy a menudo no se incide con la suficiente insistencia.

5.2. Conclusiones acerca del máster y futuro docente

El paso por el Máster ha sido de gran utilidad, ya que se tratan temas fundamentales que un docente ha de conocer, como son el diseño de actividades o la evaluación e innovación, que han sido base para la elaboración de los proyectos comentados en el presente trabajo. Además, el resto de las asignaturas no hacen sino complementarse entre sí, como también se ha comentado, con las habilidades del pensamiento y comunicativas, que permiten que los mensajes lleguen de la manera más efectiva posible y que se procesen adecuadamente.

También, como ya se ha dicho, durante el tiempo en el aula, mientras se realizan actividades, el docente ha de ser un guía. De la correcta interacción con los estudiantes dependerá que su aprendizaje sea exitoso, por lo que se plantean esenciales tanto el conocimiento de las formas en las que se relacionan entre ellos y con los docentes, tema principal de la asignatura “Interacción y convivencia”.

Mirando hacia el futuro, mi práctica docente me gustaría que incluyera el desarrollo de todas estas capacidades y habilidades, y seguirlas entrenando e incorporando muchas más fruto de una constante investigación y actualización. Todo ello con el objetivo de acompañar a mis futuros alumnos en el camino del aprendizaje, contribuyendo a crear una sociedad de ciudadanos formados y felices.

6. Referencias

- Anadón, R. y Serrano, A. I. (2016). *Mejora de las prácticas docentes en el aula de música: creación de materiales multimedia*. En Alejandre, J. L. (Coord.), *Buenas prácticas en la docencia universitaria con apoyo de TIC: experiencias en 2016* (pp. 17-28). Zaragoza, España: Prensas universitarias de Zaragoza.
- Artal, J. S., (2016). *Kahoot, Socrative & Quizizz: herramientas gratuitas para fomentar un aprendizaje interactivo y la gamificación en el aula*. En Alejandre, J. L. (Coord.), *Buenas prácticas en la docencia universitaria con apoyo de TIC: experiencias en 2016* (pp. 17-28). Zaragoza, España: Prensas universitarias de Zaragoza.
- Artal, J. L. y Herrero, J. A. (2016). *EDpuzzle & PlayPosit: aplicaciones para desarrollar vídeos interactivos. Recursos educativos destinados al Flipped Classroom*. En Alejandre, J. L. (Coord.), *Buenas prácticas en la docencia universitaria con apoyo de TIC: experiencias en 2016* (pp. 29-40). Zaragoza, España: Prensas universitarias de Zaragoza.
- Barber, H. F. (1992). Developing Strategic Leadership: The US Army War College Experience. *Journal of Management Development*, 11(6), 4–12. Recuperado de <https://doi.org/10.1108/02621719210018208>
- Bergman, J., Sams, A. (2014) Dale la vuelta a tu clase. Lleva tu clase a cada estudiantes, en cualquier momento y cualquier lugar. España: Ediciones SM
- Blanco, R. y Messina, G. (2000). Un estado del arte acerca de la innovación educativa. En R. Blanco y G. Messina (autoras), *Estado del arte sobre las innovaciones educativas en América Latina* (pp. 15-40). Santiago de Chile, Chile: Convenio Andrés Bello.
- Buil, I., Catalán, S. y Martínez, E. (2016). *Gamificando la docencia en Marketing: un estudio sobre el uso de clickers en clase*. En Alejandre, J. L. (Coord.), *Buenas prácticas en la docencia universitaria con apoyo de TIC: experiencias en 2016* (pp. 121-126). Zaragoza, España: Prensas universitarias de Zaragoza.
- Casanova, Ó., y Serrano, R. M., (2016). *Herramientas para la elaboración de vídeos que propician el enfoque pedagógico Flipped Classroom*. En Alejandre, J. L. (Coord.), *Buenas prácticas en la docencia universitaria con apoyo de TIC: experiencias en 2016* (pp. 215-222). Zaragoza, España: Prensas universitarias de Zaragoza.
- Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. En Perales, F. J. y Cañal, P. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy, España: Marfil.

- Fundación educativa de George Lucas [Edutopia] (2014, 11, 4). The Flipped Class: Overcoming Common Hurdles [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=bwvXFILQCIU>
- González-Pérez, J., Criado, M. J. (2003). *Psicología de la educación para una enseñanza práctica*. Madrid, España: Editorial CCS.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo en el laboratorio. *Investigación y experiencias didácticas*, 12(3), 299-313.
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey [Tecnológico de Monterrey]. (2015, 7, 15). Aaron Sams y Jon Bergmann, conferencia “The Many Faces of the Flipped Classroom”, CIEE 2014 [Archivo de vídeo]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=UXK6gtjICc>
- Kahneman, D. (2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. Barcelona, España: Penguin Random House Grupo Editorial.
- Lorenz-Spreen, P., Mønsted, B. M., Hövel, P., & Lehmann, S. (2019). Accelerating dynamics of collective attention. *Nature Communications*, 10(1), 1759. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09311-w>
- Miana, P. J. y Rubio, B. (2016). *Soluciones audiovisuales en cálculo diferencial e integral. Ejercicios de cálculo enlatados*. En Alejandre, J. L. (Coord.), *Buenas prácticas en la docencia universitaria con apoyo de TIC: experiencias en 2016* (pp. 263-268). Zaragoza, España: Prensas universitarias de Zaragoza.
- Remón, J., Sebastián, V., Romero, E. y Arauzo, J. (2016). *Uso de teléfonos inteligentes en el aula para fomentar la participación y el aprendizaje de los alumnos durante la resolución de problemas*. En Alejandre, J. L. (Coord.), *Buenas prácticas en la docencia universitaria con apoyo de TIC: experiencias en 2016* (pp. 127-134). Zaragoza, España: Prensas universitarias de Zaragoza.
- Sams, A. (17 de diciembre de 2014). The Many Faces of The Flipped Classroom. En M. Támez (Presidencia). 1ER.Congreso Internacional de Innovación Educativa. Congreso llevado a cabo en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México.
- Santiago, R., Díez, A., Andía, L. A. (2017). *Flipped classroom: 33 experiencias que ponen patas arribas el aprendizaje*. Barcelona, España: editorial UOC.
- Santiago, R y Díez, A (2013-2019). *The flipped classroom*. Recuperado de <https://www.theflippedclassroom.es/>
- Seow, P.-S., Pan, G., & Koh, G. (2019). Examining an experiential learning approach to prepare students for the volatile, uncertain, complex and ambiguous (VUCA) work

environment. *The International Journal of Management Education*, 17(1), 62–76.
Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2018.12.001>

Serrano, R. M. y Casanova, Ó., (2016). *EDpuzzle y PlayPosit: aplicaciones para llevar la Flipped Classroom al aula de música universitaria*. En Alejandro, J. L. (Coord.), *Buenas prácticas en la docencia universitaria con apoyo de TIC: experiencias en 2016* (pp. 207-214). Zaragoza, España: Prensas universitarias de Zaragoza.

TED [Tedx Talks]. (2018, 12, 21). How to end educational malpractice | Jon Bergmann | TEDxVernonAreaLibrary. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=-P7laZsfXk>

Woolfolk, A. (2010). Perspectivas cognoscitivas del aprendizaje. En A. Woolfolk (autora), *Psicología educativa* (pp. 233-268). México: Pearson Education.

ANEXOS

ANEXO 1. Proyecto de innovación docente

La clase invertida para la enseñanza de las fuerzas

Luis Benito Pérez. Especialidad de Física y Química.

Introducción

La humanidad vive en un cambio continuo. Este hecho se encuentra bien documentado en la bibliografía. Como podemos leer en Barber, H. F. (1992), tras terminar la guerra fría, la universidad del ejército de Estados Unidos comenzó a emplear en la descripción de sus currículos el término VUCA (*volatility, uncertainty, complexity and ambiguity*, o en castellano volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad) para definir el estado en el que se encontraba la sociedad en aquel momento. El término fue ganando popularidad y se aplica como base para definir estrategias a seguir en ámbitos como el empresarial, pero su uso se ha expandido también en la educación, donde se investiga para orientar a los estudiantes a un futuro entorno de trabajo VUCA (Seow, Pan, y Koh, 2019).

La llegada y popularización de internet no ha hecho sino acelerar esta volatilidad, incertidumbre y cambio. Nunca hemos estado expuestos a una cantidad tan grande de información como en la actualidad, y de manera tan simple como buscar cualquier tema con un buscador de internet.

Y no solo ha cambiado la posibilidad de acceder a esta información, sino que también el formato en el que esta se dispone. Hace no tantos años, buscar información equivalía a pasar mucho tiempo en una biblioteca leyendo libros y enciclopedias. Ahora podemos encontrar información en formatos mucho más atractivos como infografías o videos.

Esta forma de consumir tanto información como entretenimiento, ya que ambas se consumen en los mismos soportes: ordenadores y móviles, aunado con la ingente cantidad de ambas luchando por resultar llamativas está provocando que la atención que prestamos las personas esté disminuyendo (Lorenz-Spreen, Mønsted y Hövel, 2019).

A pesar de todo, parece que la educación (al menos en España) no se está adaptando al ritmo al que todo esto está cambiando, y sigue mayoritariamente anclada en el modelo de clase magistral, pupitres ordenados por filas y trabajo individual, y posteriormente deberes para hacer en su casa. Los docentes tenemos que hacer un esfuerzo por acercarnos a la realidad del alumno, presentar los contenidos que se nos exigen impartir de una

manera que les resulte más atractiva, o si no estamos condenados a perdernos en ese océano de información y entretenimiento.

Por ello, la metodología de clase invertida, o *flipped-classroom* parece dar respuesta a ese cambio que está experimentando la sociedad: por un lado permite presentar la información de una manera más atractiva, no se obliga a los estudiantes a permanecer durante una hora prestando atención (lo cual es algo que pocas veces se consigue) y se les permite acceder a la información que los docentes pretendemos por las vías a las que ellos acceden de manera habitual: mediante los vídeos.

Esta metodología ya lleva unos años probándose en distintos niveles de enseñanza. Sus principales precursores fueron Jonathan Bergmann y Aaron Sams, dos profesores de química de un instituto de Colorado, Estados Unidos que, como ellos mismos cuentan en sus conferencias, en 2006 desarrollaron la idea como método para ayudar a estudiantes con problemas. Sams (2014) habla de alumnos que perdían alguna clase por enfermedad, o alumnos que tenían problemas con los deberes: algunos directamente no los hacían, pero otros por mucho que se esforzaban no eran capaces de aplicar los conocimientos del aula. Finalmente, lo implementaron como una metodología para impartir sus lecciones de manera habitual, ya que las calificaciones habían mejorado notablemente y disponían de mucho más tiempo en el aula para dedicarlo a otro tipo de actividades, lo cual es la parte fundamental de esta metodología, y no los vídeos en sí.

En España, se considera a Raúl Santiago y Alicia Díez como los pioneros en este tipo de metodologías. Como podemos leer en el prólogo de Santiago, Díez y Andía (2017), establecieron lazos con Jonathan Bergmann, al que invitaron a que conociera el primer colegio *flipped* de España, el colegio San Gabriel de Zuera, Zaragoza, y con el que han intercambiado conocimientos. También son los principales autores de la página www.theflippedclassroom.es, la cual es la referencia de este tipo de metodología en España y en más de 189 países. Se han encargado de dirigir y organizar tres congresos europeos en Zaragoza (2016 y 2018) y Madrid (2017) sobre clase invertida y metodologías activas.

Los objetivos que se esperan alcanzar con este trabajo son:

- Investigar el funcionamiento de las distintas herramientas disponibles para llevar a cabo la metodología de clase invertida.
- Aumentar la motivación intrínseca de los alumnos por la tarea.

La efectividad esperada de la utilización de esta metodología puede venir por dos vías distintas: o la motivación de los alumnos aumenta al hacer los contenidos del currículo más atractivos, o el hecho de tener que ver los videos antes de las clases hace que los que de manera habitual no trabajaban en sus casas se vean inmersos en una rutina de trabajo continuo al que no estaban acostumbrados, y hará que su aprendizaje aumente, aunque sea de manera sensible.

Fundamentación teórica

La clase invertida se basa en un principio muy simple: trasladar al hogar o al tiempo libre de los alumnos la introducción de nuevos conceptos (lo que habitualmente hace el docente en el aula) y emplear el tiempo que los alumnos pasan en el centro educativo para llevar a cabo actividades más prácticas o que permitan al alumno alcanzar un aprendizaje cognitivo profundo.

En palabras de sus impulsores Bergmann y Sams (2014) (citado en Santiago et al., 2017, p.15-16):

El FC (denominado también *aprendizaje inverso*, *aprendizaje al revés*, *clase invertida*) es un modelo pedagógico que toma determinados aspectos del aprendizaje y los traslada fuera del aula, utilizando el tiempo de clase para potenciar la práctica de conocimientos y el desarrollo de otros procesos de adquisición, análisis, etc., además de la propia experiencia del profesor, enriqueciendo la interacción entre profesor y alumno.

Los alumnos, de manera general, pasan la mayor parte de su tiempo en clase teniendo que prestar atención a la explicación del docente, y se lleva a casa los deberes. Este modelo plantea dos problemas:

- Si el alumno no ha prestado la suficiente atención o no ha tomado notas, va a tener dificultades para poder hacer correctamente los deberes.
- Si, aunque ha prestado atención, en su casa no consigue entender los conceptos, se le han olvidado, o simplemente tiene dificultades en aspectos concretos de su tarea, muy probablemente termine frustrándose e incluso puede llegar a abandonar la materia.

Es muy habitual intentar paliar ambos problemas contratando a un profesor particular, pero parece un problema que justo cuando los profesores pensamos que los alumnos más

aprenden, practicando y con esfuerzo, no estamos presentes para solucionar los problemas que se les presenten. Con esta afirmación coinciden Santiago et al. (2017):

Exponer y explicar, impartir una clase y trabajar fundamentalmente el recuerdo y el conocimiento como empleo del tiempo de clase... Y eso es lo que hacía mal porque yo suponía que luego ellos potenciarían las habilidades de pensamiento de orden superior en su casa... y es lógico pensar que es ahí donde van a encontrar los problemas y las dificultades; es decir, justo donde yo no estoy para poder ayudarles.

Sin embargo, si los alumnos pudieran disponer de las explicaciones teóricas las 24 horas del día, podríamos dedicar el tiempo en el aula para potenciar el aprendizaje profundo y solucionar las dudas surgidas, y en casa podrían dedicar el tiempo a repasar y estudiar tanto su propio trabajo como las explicaciones del profesor, con lo cual a priori se solucionan los dos problemas comentados anteriormente.

Como leemos en Santiago et al. (2017), lo que estamos provocando es convertir la pirámide de la taxonomía de Bloom en un diamante, haciendo que durante la clase se dedique un mayor tiempo a las tareas que requieren aplicar y analizar el conocimiento, que es donde los estudiantes necesitan ayuda, lo cual se representa en la Figura 1:

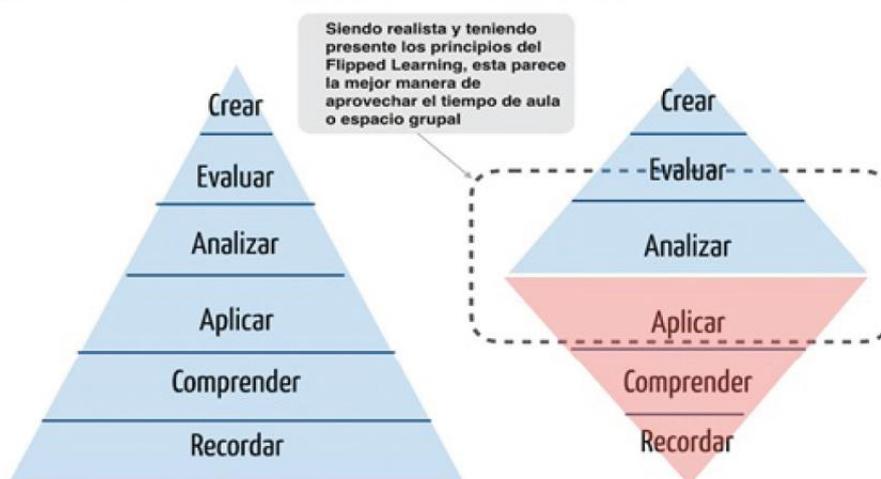


Figura 1. La taxonomía de Bloom y el tiempo de espacio grupal. (Santiago et al., 2017)

Por tanto, se va a disponer de una gran cantidad de tiempo en el aula para trabajar habilidades del pensamiento de orden superior, lo cual es esencial para poder trabajar de la manera que proponen autores constructivistas como Vygotsky, ya que como leemos en González-Pérez y Criado (2003, p131): “Desde el punto de vista de Vygotsky las

funciones psicológicas superiores son resultado del desarrollo social [...] y se adquieren a través de la internalización del lenguaje”. Si el tiempo del aula se organiza de forma que los alumnos trabajen de manera cooperativa, como resultado de la interacción mediante el lenguaje acabará surgiendo el aprendizaje.

Nuestro papel como docente será inducir a los estudiantes a que trabajen en su Zona de Desarrollo Próximo, de forma que se interactúe con ellos dando pequeñas pistas una vez hayan alcanzado el máximo nivel que pueden alcanzar en una tarea concreta de modo que logren alcanzar un nivel de conocimiento superior al que en trabajos posteriores puedan alcanzar por sí mismos. Es decir, que esta forma de trabajo consigue que los estudiantes vayan aumentando su nivel de independencia cognoscitiva.

Además, esta metodología presenta una ventaja muy interesante: los estudiantes pueden ir aprendiendo a su ritmo: tanto los que entienden las explicaciones en poco tiempo y asimilan los conocimientos con facilidad como los que necesitan más tiempo y práctica para ello. Si se emplea el tiempo de clase en explicar nuevos conocimientos se obliga a toda la clase a llevar el mismo ritmo, lo que puede provocar desajustes con los dos tipos de alumnos antes mencionados. Sin embargo, es de esperar que al poder ver las explicaciones cuando lo necesiten y el trabajo en el aula ser personal puedan avanzar a la velocidad que cada uno necesite. Además, que cada uno de ellos puede contar en el aula con el docente de forma personalizada. Como se escucha a Jon Bergmann en TED (2018), con esta metodología podemos “llegar a todos nuestros alumnos en todas las clases” y conseguir que la educación sea más personalizada.

Hay que tener en cuenta que no podemos pretender que cambie la metodología de impartir clase sin que vaya a cambiar la forma de evaluar el aprendizaje. Como podemos escuchar en Sams (2014), el objetivo final es la inversión total de la pirámide de la taxonomía de Bloom, y que la mayor parte del tiempo en aula se dedique a que el alumno analice, evalúe y cree. De este modo, los estudiantes pueden proponer al docente otras formas de demostrar haber adquirido conocimientos, habilidades o destrezas de una forma distinta a los exámenes escritos o las preguntas que el docente proponga. Sams (2014) propone ir evaluando individualmente a los alumnos mediante evaluación formativa al ritmo al que cada uno aprenda, mediante un par de preguntas de manera oral mientras el resto de los estudiantes sigue trabajando en el aula, lo cual también reduce el tiempo que el profesor ha de pasar diseñando y corrigiendo exámenes, y el que los

alumnos han de dedicar expresamente a preparar un examen (que no tiene por qué corresponderse con aprender).

Puesto que este objetivo excede los propósitos del presente trabajo, y que tampoco es posible llevar ese sistema al aula en el periodo de prácticum, debido a que por un lado se disponen de pocas sesiones para llevar algo a cabo y por otro a que es un proceso de varios años de prueba y error y mucha reflexión, simplemente se van a practicar ejercicios que se puedan realizar a partir de la teoría explicada en los vídeos. Lo demás sería el objetivo para cumplir por un docente en su labor a lo largo de un periodo de tiempo mayor.

Para llevar la metodología a la práctica se pueden emplear una gran variedad de herramientas. Lo más simple sería grabar un video explicando la teoría y compartirlo con los estudiantes mediante alguna plataforma online, pero existen hoy en día una serie de herramientas creadas específicamente para este modelo de clase. En el marco de las VII Jornada de Buenas Prácticas en la Docencia universitaria con Apoyo de TIC, celebrada el 12 de septiembre de 2016 en Zaragoza, comprobamos que las que mejor nos pueden ayudar son herramientas como *EDPuzzle* o *PlayPosit* (Artal y Herrero, 2016, Serrano y Casanova, 2016, Casanova y Serrano, 2016), las cuales, además de visionar el vídeo permiten insertar pequeños cuestionarios durante su visualización que permiten al alumno comprobar si está entendiendo la explicación, sirven para dar pistas al docente de dónde se encuentran las mayores dificultades sus alumnos, encontrar partes del vídeo que no se explican con la suficiente claridad, además de comprobar que los alumnos están viendo los vídeos antes de ir al aula. Además, al final del video se puede introducir una sección para que los alumnos comenten si les ha surgido alguna duda, para que pueda ser lo primero que se aborde en la sesión correspondiente en el aula, si por ejemplo muchos alumnos han encontrado la misma duda.

En dicha jornada, también se puso de manifiesto que los docentes que habían llevado a cabo la metodología invertida se habían encontrado en general con resultados diversos, aunque generalmente positivos, aunque en ningún caso se hizo un estudio exhaustivo ni científico. En el caso de Serrano y Casanova (2016), los docentes se encuentran que el 99% de los alumnos de evaluación continua habían visionado los vídeos obteniendo calificaciones superiores al 7,5 en las preguntas del vídeo. Además, asegura que el aprendizaje de ciertos contenidos ha sido superior que en cursos anteriores con mejores calificaciones, aunque no hace una comparativa con datos. También destaca que el

durante el trabajo presencial se han podido profundizar y ampliar contenidos. Por último, indica que sus alumnos también aprueban la nueva metodología, destacando la posibilidad de volver a ver los videos en cualquier momento y el *feedback* instantáneo que se obtiene, aunque no hace ninguna prueba objetiva.

Sí que se ha evaluado mediante encuestas anónimas en el caso de Anadón y Serrano (2016), tanto antes como después de emplear la metodología de clase invertida. Así, el porcentaje de alumnos que esperaba aprender de una manera más motivadora que se encontraba en el 71%, pasó una vez hecha la experiencia a representar al 91%. Del 60% que pensaban que iban a comprender mejor y a interiorizar más la asignatura pasó del 62% al 92%. El porcentaje de alumnos que pensaban mejorar en el aprendizaje colaborativo era al principio el 44% de la clase, y finalmente acabó reconociéndolo el 88%.

En el caso de Miana y Rubio (2016) se resaltan las mejoras que se ha obtenido en las calificaciones respecto a otros cursos empleando la metodología de clase magistral (aunque no hace una comparación de datos explícitamente) y también señala mejoras en la capacidad receptora y comprensora, como de presentación de resultados, siguiendo pautas concretas de orden, calidad y exposición de resultados.

Todas estas experiencias han sido llevadas a cabo en el ámbito universitario, pero los autores destacan en todos los casos la facilidad que presenta la metodología para ser empleada a cualquier nivel educativo, simplemente hay que adaptarla al contexto de la clase y emplear los contenidos que sean necesarios.

Por último, tras la lectura de *Buenas prácticas en la docencia universitaria con apoyo de TIC: experiencias en 2016*, me surge la idea de emplear herramientas que permitan la gamificación del trabajo en el aula, ya que arrojan resultados positivos cuando se emplean aplicaciones para hacer pequeños test como con *Kahoot* (Artal, 2016) y empleando herramientas como *clickers* (Buil, Catalán y Martínez, 2016) o incluso sus propios teléfonos móviles (Remón, Sebastián, Romero y Arazuo, 2016). Todos ellos muestran un aumento de la motivación por parte de los estudiantes, así como un aumento en el interés y la participación en el aula. Me parece una buena idea introducir un Kahoot al final de la clase sobre el tema que se ha trabajado para romper con la dinámica de hacer ejercicios en papel, y que puede servir para motivarlos. Esta práctica me parece adecuada ya que está relacionado con el uso de TIC en la práctica docente, por lo que se presenta como un buen complemento para la metodología de clase invertida. El uso de esta herramienta nos

va a permitir, además, recabar resultados acerca del aprendizaje de los alumnos ya que se pueden recopilar los datos de aciertos y fallos y comprobar las partes del temario donde se han presentado más dificultades, o si han conseguido aprender alguna cuestión específica que se haya trabajado y que se haya preguntado en el Kahoot.

Para finalizar, podemos analizar los resultados obtenidos por el creador de la metodología. De las preguntas que Bergmann (2017) (citado en Santiago et al., 2017, p.20) hace a sus estudiantes concluye que les supone un menor tiempo de trabajo pero que aprenden más. la evaluación de la satisfacción de los alumnos en Santiago et al (2017) se llevaba a cabo mediante un cuestionario con una escala de tipo Likert. Este cuestionario se realizó entre alumnos de diversas edades y a lo largo de 4 años. La conclusión que extrae es que han mejorado sus interacciones con el profesor y sus compañeros, que les permite trabajar mejor a su ritmo ya que disponen de un mejor acceso a los materiales y que se sienten aprendices mucho más activos. Puesto que el presente trabajo se va a llevar a cabo durante 8 sesiones, no se pretende hacer un cuestionario tan ambicioso, sino en el que puedan opinar acerca de la metodología de clase invertida y sus sensaciones a lo largo de esas pocas sesiones Por ello al terminar las sesiones planificadas con esta metodología, se llevará a cabo una encuesta entre los alumnos para conocer sus opiniones acerca de esta nueva metodología y cuestiones relacionadas con ella.

Metodología

La metodología de clase invertida se va a aplicar a una clase de física y química de primero de bachiller para explicar un tema nuevo: el de las fuerzas, para el cual se dispone de ocho sesiones de una hora. El resto del curso la profesora imparte sus clases mediante clase magistral. Se va a llevar a cabo de la siguiente manera:

- Para el tiempo en casa (trabajo individual): se van a preparar cuatro vídeos para que los alumnos vean en su casa. ellos se van a explicar los conceptos teóricos del tema de las fuerzas. En estos vídeos aparezco yo explicando conceptos directamente a la cámara, grabaciones de la pantalla de una tableta mientras explico cómo realizar determinados diagramas y operaciones, así como algún fragmento de otros vídeos en los que aparecen contenidos relacionados con la materia (fragmento de la película *Inside Out*). Los contenidos de los vídeos se han planificado siguiendo el currículum oficial y teniendo en cuenta la planificación

previa de la asignatura que había hecho la profesora, pero se ignora el libro de texto por presentar los contenidos de forma muy caótica.

Todos estos fragmentos se van a combinar mediante un editor de vídeo (Camtasia), y el vídeo se va a cargar en la plataforma PlayPosit, en la que previamente se ha dado de alta a todos los alumnos de la clase para que los puedan

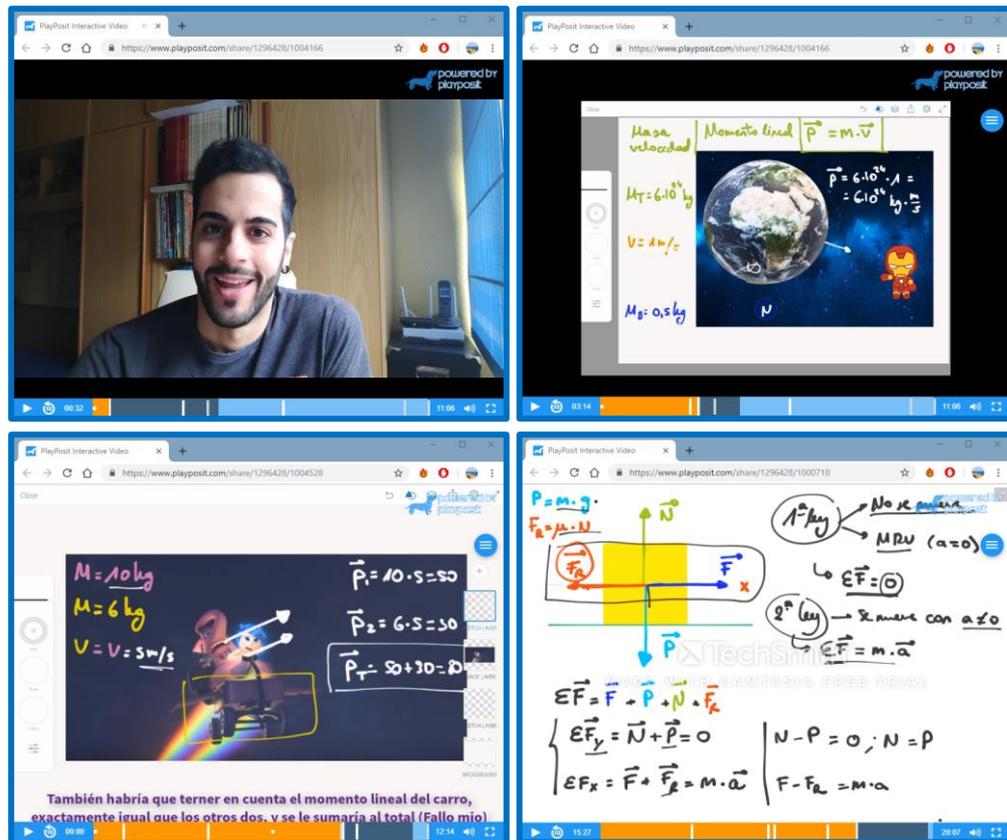


Figura 2. Ejemplos de los vídeos creados.

ver. En la figura 1 se pueden ver algunos ejemplos de estos vídeos.

El uso de PlayPosit se debe a haber percibido su manejo más fácil que otras alternativas como EDPuzzle, siendo que también tiene la posibilidad de intercalar preguntas durante el visionado, son las líneas verticales blancas que se observan en el eje de reproducción de las imágenes anteriores. El programa permite hacer diversos tipos de preguntas. Mayoritariamente se ha empleado las de selección múltiple y de respuesta libre. Al final del vídeo siempre se ha añadido una de estas preguntas de respuesta libre para que los estudiantes pudieran comunicarme algún tipo de duda general que les hubiera surgido. Todas las respuestas se recopilan, y permiten conocer quién ha visto el vídeo y en qué partes se presentan las mayores

dificultades. En cada vídeo podemos acceder al panel de resultados, como muestran las figuras 3 y 4:

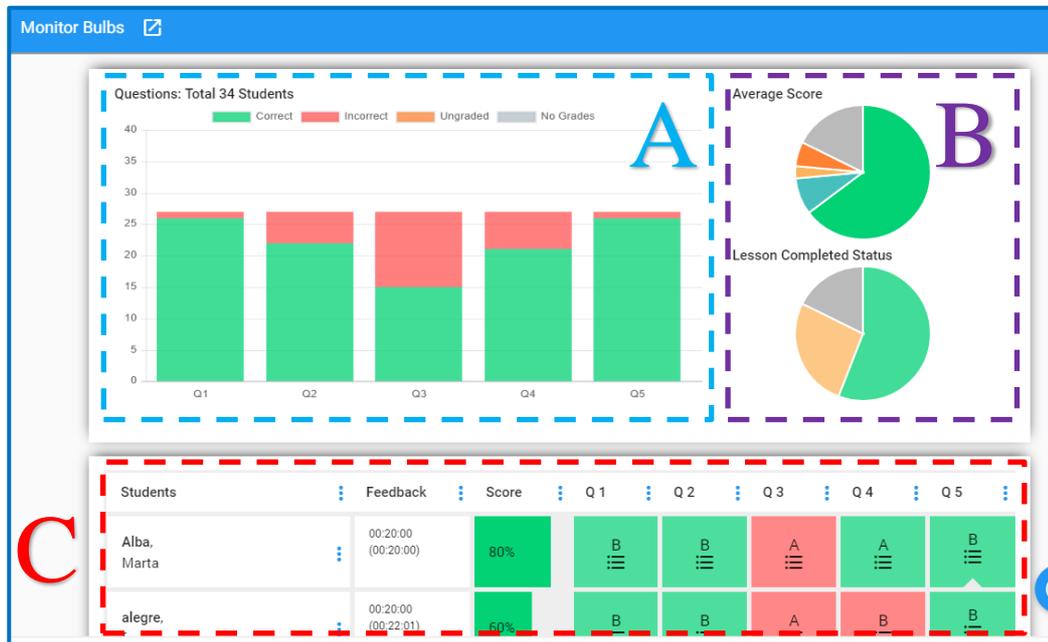


Figura 3. Resultados del vídeo del día 21 de abril



Figura 4. Resultados de los vídeos de los días 24 y 29 de abril y 2 de mayo respectivamente.

En los paneles de resultados observamos tres secciones:

- *Sección A*: el diagrama refleja cuántos alumnos han visto y contestado a las preguntas del vídeo. En color verde se representan los aciertos y en color rojo los fallos
- *Sección B*: estos diagramas muestran la puntuación media obtenida por los alumnos y el porcentaje de ellos que han completado total (en verde) o parcialmente (en amarillo) el vídeo.

- *Sección C*: es un listado de todos los alumnos que tienen como tarea ver el vídeo. Se puede ver cuánto tiempo han empleado en completarlo (feedback), la puntuación obtenida (Score) y las respuestas que han dado a cada pregunta (Q1, Q2, etc.). Si se hace *click* en cada una de estas últimas se puede observar sus respuestas, lo cual es

Alumno 1	00:09:10 (00:20:10)	50%	00:00	C	A	C	B	B	
Response: (Apr 24, 2019 5:30 PM EDT) Time: 00:01:12									
Ninguna duda pero si por favor, sube el plano inclinado también. Gracias Luis.									
Alumno 2	00:11:00 (00:16:55)	100%	00:00	B	1	A	1	1	
Response: (Apr 29, 2019 12:01 PM EDT) Time: 00:00:52									
¿El momento lineal incrementa o disminuye en la misma proporción que la velocidad o que la masa si varían?									
Alumno 3	00:11:00 (00:11:00)	80%	00:00	A	1	A	1	1	
Response: (May 1, 2019 3:07 PM EDT) Time: 00:04:10									
Muy buen video, aunque Luis en el ejemplo de iron man, este no tiene que temer también a la densidad(superficie) del objeto. Ya que no es lo mismo que te tiren una pelota de plástico de el mismo peso que una bala de plomo a la misma velocidad, por que la fuerza de la bala estará mas concentrada y incidirá con el mismo momento lineal pero la superficie será distinta.									

Figura 5. Algunos ejemplos de respuestas dada a la pregunta final de dudas.

interesante en las de respuesta abierta, como se puede observar en la figura 5.

Antes de que comience la siguiente clase tras haber subido un vídeo, se recopilan las respuestas dadas por los alumnos, principalmente las de respuesta libre que reflejen dudas o reflexiones, y se tratan con especial énfasis las preguntas en las que haya habido una mayoría de fallos (tras el primer vídeo se prestó especial atención a la tercera pregunta, por ejemplo).

Es fundamental asegurarse de que los alumnos tienen acceso a algún ordenador o móvil. En caso de que alguien no tuviera este acceso se podría plantear dejar tiempo del aula para que lo vieran o acceso a los medios del colegio fuera del horario lectivo. En mi caso concreto todos los alumnos contaban con acceso en su casa y, al menos la mayoría, cuentan con un smartphone.

Se puede acceder a los vídeos interactivos con los siguientes enlaces:

<https://www.playposit.com/share/1296428/1000710/-diagramas-y-newton-224>

<https://www.playposit.com/share/1296428/1002156/-tensin-de-cuerdas-244>

<https://www.playposit.com/share/1296428/1004166/-momento-lineal-e-impulso-294>

<https://www.playposit.com/share/1296428/1004528/-conservacin-del-momento-lineal-25>

- Para el tiempo en el aula (trabajo cooperativo): se va a colocar a los alumnos en grupos de cinco personas y se van a preparar unas hojas con actividades relacionadas con los contenidos del vídeo correspondiente a ese día. Tan solo se va a repartir una hoja a cada grupo para favorecer que se comuniquen entre ellos y los intenten resolver de manera conjunta. Mientras tanto se va a ir preguntando por los grupos acerca de su progreso y se irán resolviendo las dudas que les puedan ir surgiendo. Finalmente, los 5 últimos minutos de cada sesión se dedican a participar en un Kahoot que se habrá elaborado con preguntas relacionadas con los contenidos que se hayan explicado hasta la fecha. Además, para aumentar la motivación hacia la tarea, se va a proponer a alumnos que entreguen de manera individual y voluntaria las denominadas actividades TOP: al final de cada una de las hojas de problemas hay un problema TOP, de una dificultad ligeramente superior al resto. Se ha acordado con la profesora que por entregarlas habiéndolas intentado se les subirá unas décimas en la nota de la evaluación. Si además las actividades resultan estar bien hechas, se subirán todavía más décimas.



Figura 6. Alumnos trabajando por grupos.



Figura 7. Alumnos participando en un Kahoot.

Aunque en un principio se había planteado hacer un vídeo para cada sesión, tras las dos primeras se va a optar por no subir un vídeo para la tercera sesión para que sigan haciendo las actividades preparadas para el aula. Se va a preferir que los alumnos sigan afianzando la práctica antes de asediarles con demasiada teoría de golpe. Se hará lo mismo para el siguiente vídeo, dejando dos días para trabajar los contenidos de los vídeos tres y cuatro.

Los alumnos en todo momento han colaborado. Mayoritariamente han visto los vídeos en tiempo. Algunos los han visto al transcurso de los días (cada uno a su ritmo) y los que lo han necesitado los han vuelto a ver, para comprobar ejercicios o simplemente al estudiar. Todos ellos han ido contestando a las preguntas que surgían durante el visionado y los comentarios que les iban surgiendo iban llegando de manera constante.

Tras 5 sesiones se ha comprobado cómo hay grupos que se llevan dos problemas de ventaja entre sí, lo cual no representa ningún tipo de problema: cada grupo trabaja a su ritmo. Los que van más adelantados pueden aprovechar para comenzar a trabajar los ejercicios TOP. De hecho, se podría incluso plantear otra forma de trabajar mediante metodología de clase invertida: Al comienzo de un tema nuevo se podrían subir el primer

día todos los videos correspondientes y que cada estudiante los vea a su ritmo. Encontramos por tanto dos formas de trabajo:

- Compartir todo el material desde un principio y que los alumnos avancen hasta donde crean adecuado en cada momento. El método se adapta completamente a los alumnos
- Establecer un calendario para compartir cada vídeo y trabajarlo al día o días siguientes de manera lineal. Puede presentar un problema si no todos los alumnos han visto el vídeo para la fecha prevista.

Esta última manera es la que se ha empleado durante este prácticum y el problema citado es algo que realmente ha sucedido. Solucionaban su carencia de conocimiento preguntando a los compañeros de su grupo en la hora de clase. Aun así, comparado con la metodología tradicional en la que si te pierdes alguna clase luego es más complicado ponerte al día, con la clase invertida dispones de toda la teoría para verla en el momento que se pueda, lo que representa una ventaja respecto a ella. De todas formas, estableciendo una fecha es cierto que al final se les está obligando a hacer una tarea en un momento que ellos no eligen, y por tanto podría encontrar que su motivación respecto a ello se fuera a resentir.

Es habitual que durante el tiempo en el aula pidan corregir los ejercicios en la pizarra. Pretendo que sean autónomos y que tengan seguridad por ellos mismos y en el trabajo entre compañeros, además de ir resolviendo las dudas que surjan conmigo durante el transcurso del tiempo en el aula.

Finalmente, para poder comprobar el nivel alcanzado por los alumnos, se va a llevar a cabo un control con preguntas hechas en controles de años anteriores para el mismo tema, así poder comparar el rendimiento con otro año y con el nivel medio de los alumnos durante el resto del curso.

Para comprobar la motivación de los alumnos con la metodología y su satisfacción final, se ha colgado en la plataforma de la asignatura una encuesta anónima elaborada en Google con escala Likert y una pregunta final de respuesta abierta para que me puedan transmitir cualquier reflexión o cualquier apreciación que se les pueda ocurrir. Los resultados son mayoritariamente satisfactorios. Las preguntas fueron respondidas por 27 de los 32 alumnos de la clase. A continuación, se van a comentar algunas de las respuestas

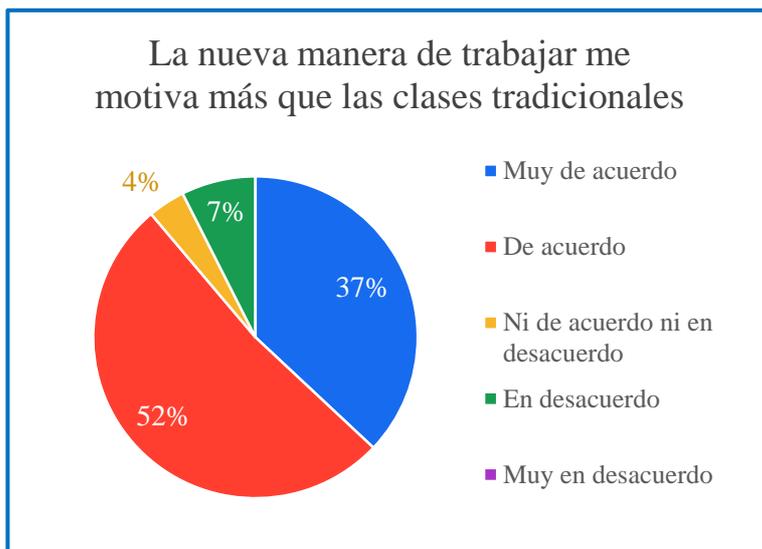


Figura 8. Motivación respecto a la clase invertida.

motivación es mayor respecto a la metodología tradicional, y tan solo 4 de ellos opinan estar o igual o menos motivados que con las clases magistrales.

Otro resultado destacable es, como se aprecia en la figura 9, que mayoritariamente a los estudiantes no les ha requerido más esfuerzo llevar a cabo las clases de forma invertida (85%) frente a tan solo 4 que sí han tenido que esforzarse más. Aun así, a los que sí habían tenido que hacer un esfuerzo extra se les preguntó si era porque no había



Figura 9. Esfuerzo que ha supuesto la clase invertida.

previamente un esfuerzo así de habitual o si por el contrario este trabajo extra era para alcanzar el nivel que tenían empleando la metodología habitual. Tres de ellos se identificaron con la primera de las afirmaciones, por lo que la clase invertida les había hecho trabajar los contenidos de una manera más continua que como hacían previamente.

Resulta interesante también comprobar en las figuras 10 y 11 las respuestas que dan los alumnos a si han aprendido más y mejor que con la metodología de clase magistral:

Puesto que uno de los objetivos del presente trabajo era comprobar si la metodología de clase invertida podría aumentar la motivación de los alumnos, la figura 8 muestra que una gran mayoría, el 89% de ellos está de acuerdo o muy de acuerdo con que su

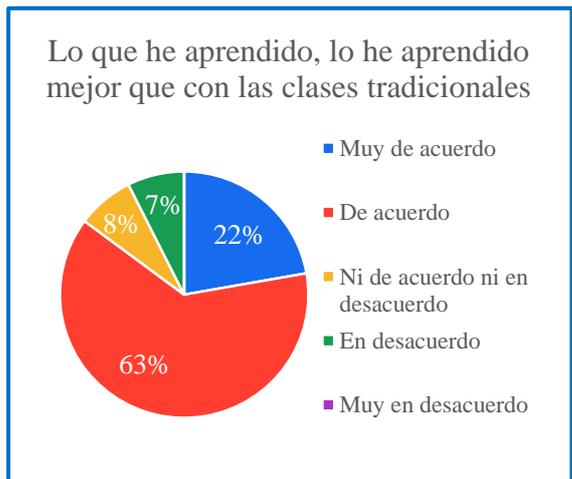
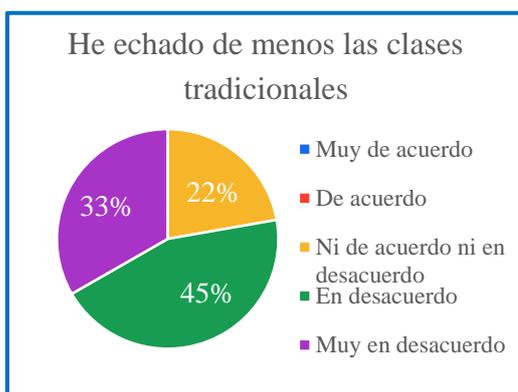


Figura 11. Calidad apreciada del aprendizaje.

De nuevo una gran mayoría (85% en ambos casos) opina que ha aprendido más y mejor, aunque llama la atención el 3% de los alumnos que creen que han aprendido en igual cantidad, pero con peor calidad que frente a la metodología tradicional.



Por último, en la figura 12 podemos observar las respuestas que ofrecen los alumnos a sí han echado de menos las clases tradicionales. Se puede comprobar como de nuevo una gran mayoría (78%) ha estado más a gusto con las clases invertidas que con la metodología tradicional. Y aunque haya un 22% de los estudiantes a los que les ha resultado indiferente, también podemos comprobar como no hay ningún alumno que prefiera volver a la clase magistral.

En cuanto a la última pregunta de la encuesta encontramos información muy relevante. Podemos comprobar que la mayoría de los comentarios escritos son positivos y favorables a la metodología de la clase invertida, y bastantes de ellos reflejan algunos elementos y ventajas que se presentaban en la justificación teórica y de lo que se esperaba conseguir:

- Permitir que cada uno avance a su velocidad “...no tenemos que perder tiempo en personas que les pueda costar más coger la explicación en clase...”, “Creo que es una forma de trabajo muy útil ya que cada uno puede ir a su ritmo

y repetir las veces necesarias los videos.”, “...podemos ver el vídeo cuando mejor nos venga ...”.

- Emplear mejor el tiempo en el aula: *“...y directamente dedicar nuestro tiempo a hacer ejercicios que es la manera en la que realmente se asientan los conocimientos. Además, el hecho de que los profesores pasasen a responder dudas también hacía que todo fuese más fluido y eficiente”, “...en clase podemos preguntar las dudas que nos surgen al hacer los ejercicios en ese rato y podemos practicar más sin usar tiempo de casa.”, “Este tipo de clases vienen muy bien porque así los ejercicios se harán y si hay alguna duda se preguntaran y se resolverán en el momento de la clase”, “Me ha servido para afianzar mejor los conceptos que íbamos dando...”, “...con los vídeos entendía fácilmente la teoría y luego en clase solo había que aplicarla.”, “...en una clase tradicional te puedes llegar a desconectar y no a atender.”.*

- Poder consultar las lecciones en el momento y las veces que les haga falta: *“...podemos ver el vídeo cuando mejor nos venga ...” “Vienen bien para repasar si no has entendido algo porque es tener la explicación siempre que quieras.”, “Está muy bien ya que la explicación siempre la tienes guardada y la puedes consultar cuando quieras.”, “...al estar en esa página los voy a poder ver siempre que tenga alguna duda sobre algo.”, “...al quedarse guardados los puedes ver para los exámenes y así repasas.”.*

- Permite llegar a todos: *“Aun así Luis y Teresa nos han ayudado individualmente.”.*

- Favorece un trabajo cognitivo superior: *“Creo que esta metodología es muy eficiente, sobre todo porque llama nuestra atención y nos hace pensar, lo cual considero que es más importante que simplemente utilizar las fórmulas escritas en los libros. Nos enseña a utilizar nuestra cabeza.”.*

- Se adapta a la realidad de los estudiantes: *“estoy muy contento con esta metodología, es la que he llevado a cabo yo toda la E.S.O. y es diferente...”* (se refiere a buscar vídeos explicativos de teoría y ejercicios).

- Otros calificativos y sensaciones positivas: *“útil”, “...manera muy divertida de aprender...”, “efectiva”, “amena”, “ingeniosa”, “...se podría dar en más asignaturas.” “Te hace esforzarte más.”, “me gusta mucho”.*

También se han recibido distintos comentarios a los que se deberá prestar especial atención para reflexionar y mejorar:

“el único inconveniente es que las personas que no se habían mirado los vídeos, iban algo más perdidos”.

“Simplemente que a veces los videos de un día para otro fastidian un poco.”.

“...para gente muy constaste y que no le supone tanto esfuerzo hacer deberes y estudiar, y quiero decir es lo que debería suceder. Pero siendo realista la mayoría de gente no tiene tanta fuerza de voluntad y entonces con esta metodología lo que se hace es mejorar a los que ya les van bien y los que van mal, por mucho que se hagan grupos y se intente que hagan algo pues no hacen nada y entonces van super retrasados y no se consigue que toda la clase vaya a ritmo.”.

“Me hubiera gustado que en los vídeos donde se explica la teoría también hubiese algún vídeo explicando ejercicios de ejemplo.”.

“...me ha faltado es que nos enseñases un poco el orden de métodos, es decir, hacer algún ejercicio en clase en plan corregir alguno para saber pasos cosas que hay que poner y tal, porque yo hasta hoy aunque pusiese en la ficha " escribe todas las fórmulas...." a ver es cierto que si lo pones es para que nosotros lo leamos y te hagamos caso pero yo creo que la mayoría de gente pues no se lee lo que pone arriba...”.

“Me hubiera gustado que en clase se hicieran ejercicios en la pizarra”

“... me hubiera gustado que los ejercicios que hacíamos en clase se hubieran corregido en alto.”.

“... yo no lo haría para un curso entero”.

“... como experiencia temporal bien.”.

“... no todos los profesores van a hacer unos vídeos tan originales y entretenidos...”.

“... pasaba mucho tiempo hasta que el profesor podía responder tus dudas.”.

Al finalizar el periodo de prácticum, también se enviaron unas preguntas por correo electrónico a la profesora habitual de la asignatura. Estas han sido sus respuestas:

- **¿Cuál es tu opinión general sobre la experiencia de la clase invertida?**

Ha sido una experiencia muy positiva.

- Se ha utilizado el lenguaje audiovisual con el que los alumnos están familiarizados y son consumidores habituales, la utilización de lenguajes múltiples favorece el aprendizaje.
- En las explicaciones se ha captado la atención de los alumnos: películas que conocían, personajes, noticias... siempre despertando la curiosidad y explicando las leyes físicas correspondientes.
- Los conceptos se han explicado con claridad.
- Se ha fomentado la participación de los alumnos mediante el trabajo cooperativo y los concursos Kahoot.
- Los alumnos han podido aprender a su ritmo con los vídeos y se ha aprovechado el tiempo de clase para consolidar el aprendizaje realizando las actividades. Han podido preguntar las dudas y entre ellos han compartido el aprendizaje. Los profesores hemos tenido tiempo para aclarar conceptos de forma personalizada y percibir el grado de asimilación de los conceptos.

• **¿Te parece una metodología que se pueda implantar para trabajar una asignatura de forma habitual?**

Sí, adaptándola al grupo y añadiendo las explicaciones que sean necesarias en clase.

• **¿Se ha notado algún cambio en los alumnos (comportamiento, atención, trabajo) durante las sesiones en el aula comparado con antes de comenzar las clases invertidas?**

Sí, mayor interés y atención.

• **¿Te ha llamado la atención algún aspecto concreto tanto del funcionamiento de las clases invertidas como del desarrollo del tiempo en el aula? (Tanto para bien como para mal).**

Positivo: Las clases han sido dinámicas, y los alumnos han realizado las actividades con interés.

Negativo: No todos han visto el vídeo antes de las actividades (pero a veces también están en clase y no se enteran de la explicación)

- Para asimilar los contenidos hace falta bastante práctica, habría que contar con más tiempo de trabajo.
- Ha habido mayor interés al principio por la novedad.
- **¿Qué se podría mejorar en la puesta en práctica de esta metodología?**

En mi opinión se ha aplicado correctamente (de diez) y a partir de los resultados de la evaluación se podrá realizar la mejora continua.

- **Finalmente, si quieres compartir alguna reflexión o alguna opinión general, o sobre algo que no te haya preguntado te lo agradecería que la compartieras conmigo.**

He de destacar la facilidad con que has llevado las clases y lo bien que las has preparado.

He de agradecerle enormemente que haya colaborado en todo momento y ha recibido y puesto en práctica de buen agrado todas mis propuestas. Constantemente ha estado dispuesta a ayudarme y a colaborar de la manera que pudiera.

Resultados

Se puede dar como cumplido el objetivo de la investigación del funcionamiento de las distintas herramientas empleadas para llevar a cabo la clase invertida. Mayoritariamente el aprovechamiento de la plataforma PlayPosit, en la cual he ido publicando los vídeos, me ha permitido conocer sus posibilidades, las preguntas que se podían insertar, el aprovechamiento de los datos recopilados para poder tratar los asuntos de mayor complicación en clase, así como del programa de edición de vídeo Camtasia, el cual es muy sencillo de usar y permite una manipulación rápida de los distintos fragmentos de vídeo, inserción de palabras y otros elementos como flechas, así de como la aplicación de dibujo de iPad con la cual he elaborado los vídeos de procedimientos.

En cuanto a los datos obtenidos de la plataforma PlayPosit, podemos comprobar cómo la proximidad de la próxima clase afecta al visionado de los vídeos: cuando la clase se iba a tener el día siguiente de publicar uno, alcanzaba rápidamente los 20 visionados, mientras que, si la próxima clase era varios días después, los visionados se acababan demorando hasta el día de antes. También hay que resaltar que a unas horas del control

del tema impartido no todos los alumnos han llegado a ver todos los vídeos, aunque mayoritariamente la recepción haya sido buena.

También han resultado útiles los datos de aciertos y fallos a las preguntas que surgían en el visionado, ya que las que causaban más problema se incluían en el Kahoot correspondiente al final de la clase en las que se habían tratado y se acertaba de manera mayoritaria, lo cual era una ventaja que se esperaba y ha quedado comprobada.

. Como esperábamos cada uno podría trabajar a su ritmo. De los comentarios escritos en la encuesta se extrae que no existe la sensación de estar perdido (pueden volver a ver los vídeos las veces que quieran) o no ser atendido (se tratan las dudas individualmente, aunque en algunos casos se pueda tardar), ni de estar perdiendo el tiempo o aburrido esperando al resto de la clase, se llega a todos, como indicaba Bergmann en TED (2018), lo cual es una gran ventaja respecto a la magistral, se personaliza la experiencia de aprendizaje. Aunque por hacer un pequeño comentario, se llega a todos los alumnos que se dejen llegar. Esta metodología no es la panacea, y los alumnos cuya actitud sea más bien negativa, que su disposición a trabajar sea baja o que no comulgue con los profesores no se van a transformar, aunque es posible que, al trabajar en grupos, la presión que ejerza sobre ellos les pueda hacer mejorar. En la cuarta sesión, por ejemplo, había grupos que se llevan dos problemas de ventaja: así todos trabajan a su ritmo, ni a unos los retrasas ni a otros los adelantas. Los que terminan los problemas normales pueden ir haciendo los problemas TOP, y los que les costaba más tiempo no sentían ningún tipo de premura para terminarlos ni lo tenían que dejar a medias para continuar con otra cosa sin que sus dudas quedasen resueltas.

En cuanto al desarrollo de las clases, siempre se encuentra a alumnos con dudas o con alguna pregunta acerca de los ejercicios o de la teoría, a menudo con preguntas que solo podían surgir tras haber pensado profundamente sobre la teoría a la hora de aplicar su conocimiento en los ejercicios y tener una necesidad de conocer la respuesta, tal y como esperábamos al leer Santiago et al. (2017). Uno de los hechos que más he comentado con la profesora de la asignatura, por la sorpresa que le supuso, era que pasásemos cerca del grupo que fuera, siempre los encontrábamos hablando y discutiendo acerca de los problemas, de las direcciones de las fuerzas, razonando sus respuestas con la teoría de clase, preguntándose entre ellos dudas de gran calado, más allá de qué fórmula hay que usar u otras cuestiones de tipo memorístico. Este resultado se relaciona con las teorías de

Vygotsky sobre interacción social y aprendizaje que leíamos en González-Pérez y Criado (2003, p131).

Los problemas TOP han sido resuelto por 14 de los 32 estudiantes. Encontramos algunos que están muy bien hechos, y otros con alguna confusión, pero que si no hubiera sido por ella hubieran sabido seguir hacia adelante. Se puede afirmar que no hay nadie que no sepa por donde le da el aire, simplemente o ha habido un error al leer un enunciado, o si se ha cometido un error numérico, se ha arrastrado provocando los demás fallos.

La encuesta muestra la amplia aceptación que han tenido las clases invertidas entre el alumnado. En primer lugar, destaca que no solo la prefieran frente a la metodología tradicional (78%) sino que con ella se sienten más motivados para trabajar. Por tanto, podemos afirmar que hemos cumplido nuestro objetivo de conseguir que aumente la motivación intrínseca de nuestros alumnos. También resulta satisfactorio comprobar que, aunque para el profesor le supongan más horas de dedicación, el esfuerzo que tienen que hacer la mayoría de los alumnos para trabajar la asignatura es menor que frente a las clases magistrales (67%), y sin embargo aun haciendo un menor esfuerzo de trabajo, aprecian que la cantidad de conocimiento que han adquirido mayoritariamente es mayor, al igual que la calidad con la que han aprendido. Es decir, que trabajando menos han aprendido más y mejor. Esta conclusión es la misma que se extrae en Bergmann (2017) (citado en Santiago et al., 2017, p.20).

En cuanto a las respuestas libres, se encuentra que una gran mayoría de los alumnos respalda las tesis expuestas en la justificación teórica, ya que la mayoría de los comentarios eran positivos o contenían una parte positiva. En cuanto al resto de comentarios, despiertan una serie de reflexiones acerca de aspectos que no se han tenido en cuenta durante la justificación teórica y de las que se hablará en el siguiente apartado.

Por último, se puede destacar como observamos en las respuestas de la profesora de la asignatura que, habiendo observado tanto los vídeos como el desarrollo de la clase, ha percibido también varios elementos que se habían enumerado en el apartado de la justificación teórica: *“lenguaje audiovisual con el que los alumnos están familiarizados”*, *“han podido aprender a su ritmo”*, *“han podido preguntar duda entre ellos y compartir el aprendizaje”*, *“aclarar conceptos de forma personalizada”*. También indica que ha habido mayor interés y atención, lo que representa una mejora respecto a las clases magistrales como también refleja la encuesta realizada por los alumnos. Por último, señala como puntos más bien problemáticos que habría que haber contado con más

tiempo de trabajo para asimilar los contenidos y también achaca un mayor interés a la novedad de la metodología.

Discusión y consideraciones finales

El uso de la plataforma PlayPosit es de extrema utilidad para tomar el pulso a la clase, comprobar dónde surgen mayoritariamente los problemas y donde no, ya que para mi sorpresa había problemas en asuntos relativamente básicos que yo pensaba que estarían asumidos. En cambio, en algunos conceptos más complejos que se trataban en los vídeos y que pensaba que causarían confusión, el resultado era que se habían comprendido, lo cual comprobaba siempre durante el tiempo en el aula. Precisamente este punto es el que ha hecho que dos profesoras del centro me hayan solicitado información acerca del funcionamiento de la plataforma en concreto y de la metodología de clase invertida en general.

También es reseñable que el uso de la plataforma ha permitido tener un contacto extra con los alumnos en las interacciones con las preguntas, principalmente con las de respuesta abierta. Además de las respuestas acertadas, también se incluían comentarios, dudas o preguntas que posiblemente en el aula no se hubieran producido por vergüenza. Se une también a ese espíritu de llegar a todos.

En cuanto al desarrollo del tiempo en el aula, pasar de mesa en mesa encontrando al estudiante con curiosidad y ganas de entender es fundamental para poder transmitirle y los conceptos más enrevesados y los pueda asimilar. Justo en el momento en el cual esas dudas les surgen, ya que, aunque el docente lo exprese en una clase de teoría, si el alumno no está en el momento de necesitar esos datos, es fácil que desconecte cuando encuentre algo de dificultad en la comprensión.

Sobre el trabajo en el aula, es muy llamativo darse cuenta de que, si se elimina la parte magistral del tiempo del aula, queda muchísimo para trabajar. De hecho, una de las preguntas principales que plantean Sams (2014) y Bergmann (TED, 2018) es qué hacer con todo ese tiempo del aula, y cuál es la mejor manera de aprovecharlo. Creo que el trabajo cooperativo es una de las mejores, aunque poder contestar adecuadamente a esa pregunta requiere de años de experiencia y evaluación del método. Tener todo este tiempo disponible entre otras cosas me ha permitido introducir los Kahoot, comentar todos los días algún clip de vídeo (concretamente un fragmento de un episodio de los Simpson en

los que se muestra el momento angular y una aplicación práctica) o una noticia relacionada con el límite de velocidad de los camiones, que para ellos resulta muy llamativo y que permite mostrar la aplicación práctica o localizarlos en la realidad diaria, pero que es un tiempo que habitualmente, empujando clases magistrales, se dedicaría a ello solo si sobra de la explicación principal el día que, por la razón que sea, se haya terminado antes.

Durante el tiempo de clase me he dado cuenta de que para llevar a cabo correctamente el trabajo que requiere las clases invertidas, hace falta que el alumno se lo tome con responsabilidad y aprenda a trabajar con autonomía. Los comentarios no tan positivos me hacen pensar en que durante el desarrollo del tiempo de aula me he encontrado que una parte de las dudas para las que se me requería era simplemente asegurarse de que “el ejercicio está bien”, o asegurarse de si se habían dado los pasos correctos en la resolución de un ejercicio. Es cierto que se necesita esa autonomía para poder asegurarse de si se están llevando a cabo los pasos adecuados (lo cual se muestra en los vídeos), y en tan solo 7 sesiones me parece apresurado pretender que la adquieran o la demuestren si no están acostumbrados, siendo que en su centro están acostumbrados a trabajar algunas asignaturas de forma cooperativa, pero no sería extraño pensar que puedan llegar a sentirse intimidados incluso.

Esta causa es a la que se puede achacar los comentarios respectivos a no haber visto los vídeos, esperar que lo detallen todo o corregir ejercicios en la pizarra. Es algo que se podrá prever en una futura puesta en práctica de la metodología. Este desajuste también es lo que pienso que ha provocado el retraso a la hora de ir a solucionar dudas de otros alumnos teniéndoles que hacer esperar, la autocritica en este punto es evidente. Un comentario de la profesora también parece ir en esta dirección, que hace falta bastante práctica y habría que contar con más tiempo. Pienso que al ser una manera diferente de trabajar para los alumnos muchos no se han llegado a adaptar correctamente y han necesitado más tiempo para trabajar. Igual al comienzo de la aplicación de la metodología es algo normal, y que posiblemente tras varias semanas trabajando habitualmente de esta forma se llegarían a acostumbrar y a sentir más cómodos con ella.

Para solucionar el problema de no corregir los ejercicios en la pizarra y para no emplear tiempo en el aula corrigiendo yo un ejercicio en detrimento de tiempo que podrían estar discutiendo otros ejercicios, y en vista que varios de los estudiantes

presentaban esta inquietud, opté por enviar una hoja con las soluciones numéricas a la plataforma de la asignatura para que pudieran tener ese punto de apoyo.

Los resultados de la encuesta resultan muy satisfactorios. Aunque el nivel académico pudiera o no subir, desde luego que los alumnos hayan pasado su tiempo en el aula con una mayor motivación, y consecuentemente con mayor entusiasmo genera mucha satisfacción. Dicho de una manera más clara, aunque sus notas permanezcan igual (en general no son malas), resulta gratificante que tus alumnos no se sientan torturados por tener que pasar una hora tediosa esperando que pase con la mayor rapidez posible para olvidarse de ello y pasar a otra cosa. Cambiar su mentalidad y que se tomen la asignatura como un reto interesante más que como una obligación aburrida es un regalo y debería ser una prioridad los docentes.

También son reseñables los dos comentarios acerca de que la clase invertida les gusta, pero tan solo de manera temporal. Por un lado, se podría pensar que sea un grupo de alumnos que sabemos que le ha supuesto algo de trabajo extra al cual no estaban acostumbrados, y que, por lo tanto, aunque les parezca novedoso e incluso les guste, tengan reticencias a adoptarlo como una metodología de trabajo habitual. Habría que saber también cómo de trabajadores y la constancia que tienen son con la metodología tradicional, ya que con las clases invertidas podemos motivar a quien no tenga motivación, pero si a algún alumno no le gusta mucho trabajar, difícilmente le gustará ninguna metodología, y menos activa. Aun así, es posible que empleando la estrategia de subir todos los vídeos al principio del tema para que los trabajen cuando ellos quieran pudiera parecerles una mejor estrategia ya que no se sentirían tan obligados a hacerlo en una fecha concreta. Por otro lado, yo estoy de acuerdo en que no haría un curso entero con esta metodología, ya que pienso que en emplear distintas y variadas metodologías activas a lo largo del curso va a fomentar que la clase no se aburra y que incluso a la clase invertida la acaben viendo como una rutina tediosa. Con este comentario parecería estar de acuerdo la profesora de la asignatura, con su comentario relacionando el mayor interés con la novedad de la metodología.

Además, si ya partimos de una base de alumnos que parecen no muy proclives a ver los vídeos motu proprio, creo que es importante resaltar que, si los vídeos además resultan poco interesantes o tediosos, nos vamos a encontrar con el problema de que progresivamente los alumnos dejen de ver los vídeos, o de hacerlo con menor interés. Ninguna de las dos nos interesa, ya que al llegar a clase no habrán adquirido los

conocimientos necesarios, o si los han visto sin interés no habrán prestado la suficiente atención como para asimilarlos correctamente. Por lo que tanto durante las explicaciones del vídeo como en las preguntas que vayan saliendo al verlo se va a apostar por introducir algún elemento de distensión, ir variando entre tonos de voz, emplear elementos visualmente atractivos... pero que tampoco distraigan en exceso: en el equilibrio entre el rigor y entretenimiento está la clave. Como era de esperar, lo que más ha gustado de los videos han sido los ejemplos a los que se les aplica la física, como la película de Disney, un fragmento de la serie Los Simpson, una noticia... Al ser mi primera vez tenía demasiado de que ocuparme, pero al ir avanzando habría que centrarse más en ello. Ya no solo hay que hacer los videos correctos, sino esforzarse porque les gusten y quieran verlos. En ese momento tendremos éxito.

Esta última reflexión se relaciona con el comentario del alumno que cree que dependiendo del profesor los vídeos podrían resultar menos interesantes. Es fundamental aportar a la docencia nuestra propia personalidad, intereses, destrezas, conocimientos más allá de los académicos... Esta aportación personal es imprescindible para encontrar la manera más favorable de cada uno para llevar nuestra labor a cabo. En mi caso, tras 10 años de teatro me resulta habitual trabajar frente a una cámara e incluso entretener a mi “público”, pero entiendo que una persona que tenga mucho pudor, o no sea muy ingeniosa no debería elegir esta metodología en favor de otra que esté más relacionada con su personalidad, sus gustos o inquietudes.

Surge también, es de suponer que fruto de la inexperiencia, una necesidad por hacerlo todo perfecto, de repetir las tomas y de hacer una superproducción. En la cabeza confluyen preocupaciones relacionadas tanto con los contenidos, con la manera de explicarlos, con las herramientas informáticas a emplear, con la hora a la que se va a terminar un vídeo y se va a colgar en la plataforma... Muchas ideas sobre muchos temas a la vez que llegan a ser abrumadoras. Pero al final la perfección se alcanza con la práctica, de la misma manera que ocurre con las clases magistrales. Al fin y al cabo, sobre todo al comienzo de la labor docente, las clases no son ni mucho menos perfectas, y al ir impartiriéndolas es como se acaban mejorando. Con esta nueva metodología ocurre algo similar, aunque sí se presta más a ser revisada y corregida. Es mejor al comienzo intentar hacer vídeos más modestos sin preocuparse excesivamente con la perfección. La práctica hace al maestro. Con la vista puesta en mi futura labor docente, me parece muy importante seguir progresando con ella.

También hay que pensar que no hay por qué hacer de golpe un curso entero con esta metodología. Como nos cuentan Bergman y Sans (Fundación George Lucas, 2014) se puede empezar de manera humilde, invirtiendo tan solo una clase o un tema y posteriormente al ir adquiriendo experiencia se puede pensar en invertir una mayor cantidad de clases. Es mejor empezar poco a poco. Comenzar por un tema que presente especial dificultad, así será el que puedan volver a ver todas las veces que haga falta.

Las conclusiones principales que se extraen del actual trabajo son las siguientes:

- Es una buena forma de motivar a los estudiantes a que trabajen la asignatura y conseguir que se interesen por ella.
- Deja mucho tiempo libre en clase que permite dedicarlo al aprendizaje cooperativo y comentar una serie de elementos (noticias, vídeos) aplicando los contenidos del que no se suele disponer en clase ya que se da prioridad a la explicación de nuevos conceptos.
- Permite que en el aula los alumnos desarrollen procesos cognitivos de orden superior que preceden al entendimiento profundo, y cada estudiante a su ritmo.
- Fomenta una alta interacción entre el profesor y los estudiantes y una atención personalizada.

ANEXO 1: Ejercicios de fuerzas

Hoja de problemas 1

En todos los ejercicios deben aparecer indicados el diagrama de fuerzas correspondiente, las ecuaciones empleadas y las leyes que se vayan a aplicar debidamente enunciadas

1. Si te sientas en una silla y tu peso es de 550 N, ¿quién hace la fuerza necesaria para que no te hundas? ¿Cuál es su valor?
2. Sobre un cuerpo de 5 kg de masa actúan las siguientes fuerzas (en N):

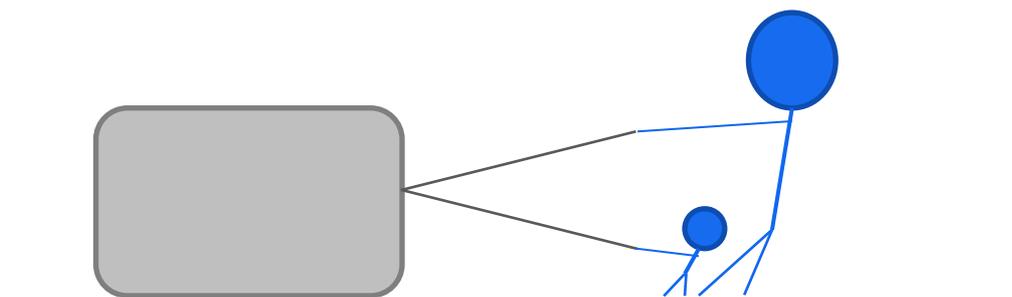
$$\vec{F}_1 = -30\vec{i} - 50\vec{j}$$

$$\vec{F}_2 = -20\vec{i} + 20\vec{j}$$

$$\vec{F}_3 = -a\vec{i} - b\vec{j}$$

Calcula el valor de \vec{F}_3 para que el cuerpo se mueva en el sentido positivo del eje X con una aceleración de 2m/s^2 .

3. Si tiramos horizontalmente de un bloque de madera de 3 kg, este se desliza sobre una mesa horizontal con velocidad constante. Si el coeficiente de rozamiento vale 0.2, calcula el valor de la fuerza de rozamiento, el de la fuerza normal y el de la fuerza que estamos ejerciendo sobre el bloque.
4. Dos obreros deslizan un bloque de 250 kg sobre una superficie horizontal. Para ello, uno empuja con fuerza de 600 N descendente, formando 25° con la horizontal, y la otra tira del bloque con una fuerza que forma 25° con la horizontal en sentido ascendente de valor 500N. El coeficiente de rozamiento vale 0,3. Calcula el valor de la normal, el valor de la fuerza de rozamiento y la aceleración del cuerpo.



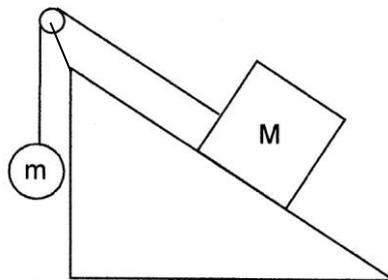
5. Sobre un bloque de 25 kg situado en un plano inclinado 18° , cuyo coeficiente de rozamiento vale 0,5, aplicamos una fuerza horizontal y dirigida hacia fuera de 95 N, de forma que baja deslizándose de forma acelerada.
- Calcula la aceleración con la que desciende el bloque.
 - Si no se hiciera esa fuerza horizontal y el bloque partiera del reposo, ¿el cuerpo se movería?
6. **Problema TOP** Sobre un cuerpo de 4 kg, situado en un plano inclinado 30° respecto a la horizontal, actúa una fuerza horizontal y hacia el interior del plano. Si el coeficiente de rozamiento vale 0,4, calcula el valor de la fuerza:
- Para que el cuerpo suba con velocidad constante
 - Para que el cuerpo baje deslizándose con velocidad constante
 - Para que suba deslizándose con una aceleración de 3 m/s^2

Hoja de Problemas 2: Tensión

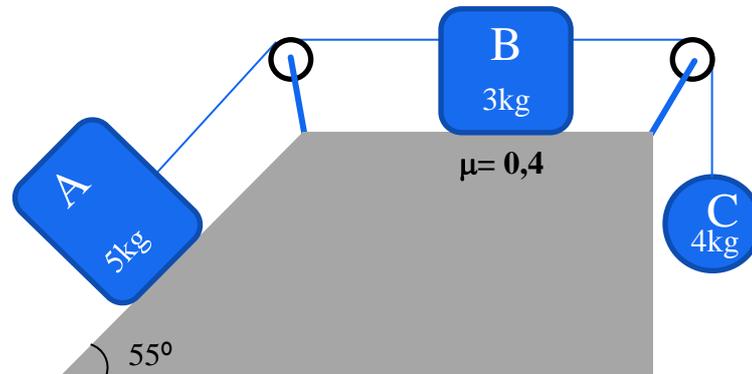
Todos los problemas deben tener indicado el diagrama de fuerzas, los datos, las fórmulas empleadas y las leyes que en las que se basan enunciadas

1. Para subir el bloque M de 100 kg por un plano inclinado 30° colgamos del otro extremo una cuerda un cuerpo de masa m. Calcula el valor de m y la tensión de la cuerda para que M suba

- Con velocidad constante
- Con una aceleración de 1.5 m/s^2



2. **Problema TOP** contamos con el siguiente montaje



¿Se moverán los bloques?

Calcula la fuerza con la que hay que tirar de A para que B se desplace con una aceleración de $0,25\text{m/s}^2$. Calcula la tensión de las dos cuerdas.

Hoja de Problemas 3: momento lineal

En todos los problemas debe aparecer un dibujo con el diagrama de fuerzas, los datos con sus unidades y las leyes empleadas correctamente enunciadas.

¡Recuerda que tanto el momento lineal \vec{p} como su variación $\Delta\vec{p}$ son magnitudes vectoriales!

- 1) Sobre un cuerpo de 40 kg que está en reposo actúan durante 2 minutos las siguientes fuerzas medidas en N:

$$\vec{F}_1 = 150 \vec{i} + 200 \vec{j}$$

$$\vec{F}_2 = -392 \vec{j}$$

$$\vec{F}_3 = -142 \vec{i} + 192 \vec{j}$$

Calcula: a) la fuerza resultante. b) El impulso de la resultante. c) El momento lineal final. d) La velocidad del cuerpo a los 2 minutos.

- 2) Sobre un cuerpo de 70 kg se mueve inicialmente con una velocidad $\vec{v}_0 = 24\vec{i} - 18\vec{j}$ en m/s, actúa durante 20 segundos una fuerza $\vec{F} = -154\vec{i} + 168\vec{j}$, en N. Calcula:

- a. El momento lineal inicial del cuerpo.
 - b. El impulso mecánico de la fuerza.
 - c. El momento lineal final del cuerpo.
 - d. La velocidad final del cuerpo.
- 3) Para hacer un saque, una tenista lanza verticalmente hacia arriba la pelota y, cuando se encuentra a 2 m y desciende con una velocidad de 2 m/s, la golpea, de forma que sale despedida horizontalmente con una velocidad de 25 m/s. La masa de la pelota es de 60 g y está en contacto con la raqueta 0,02 segundos. Calcula:
- a. El momento lineal de la pelota antes y después de ser golpeada
 - b. La fuerza (suponemos que es constante) que hace la raqueta sobre la pelota.
- 4) Problema TOP Un cuerpo de 6 kg se mueve inicialmente con una velocidad $\vec{v}_0 = 15 \vec{i} + 20 \vec{j}$ en m/s, y al cabo de 3 segundos su velocidad es $\vec{v} = 20 \vec{i} + 15 \vec{j}$, en m/s. Calcula:
- a. El momento lineal inicial y final.
 - b. El módulo de ambos momentos.
 - c. La variación del momento lineal.
 - d. La fuerza necesaria para producir dicha variación.

Hoja de Problemas 4: conservación \vec{p}

En todos los ejercicios deben aparecer indicados el diagrama de fuerzas correspondiente, las ecuaciones empleadas y las leyes que se vayan a aplicar debidamente enunciadas

- 1) Una bola de 1 kg se lanza con una velocidad de 20 m/s contra otra de 3 kg que está en reposo. Si, después del choque, la bola más pesada sale con una velocidad de 10 m/s en la misma dirección y sentido que llevaba la ligera antes de chocar,
- a) calcula la velocidad de esta después del choque, precisando su sentido.
 - b) calcula la velocidad de las dos bolas si después del choque permaneciesen unidas.

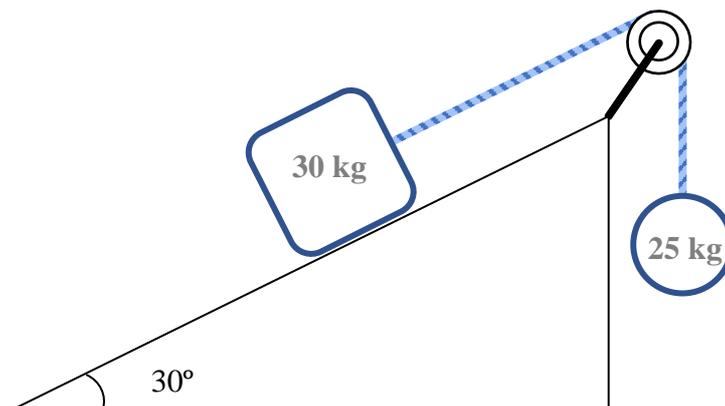
- 2) Una patinadora de 60 kg, que se desplaza a 6 m/s, lleva una bola de nieve de 1 kg en la mano. Calcula la velocidad de la patinadora después de lanzar la bola de nieve con una velocidad de 12 m/s: a) hacia delante. b) hacia atrás.
- 3) Un cuerpo de 2 kg explota cuando se mueve con una velocidad $\vec{v}_0 = 40\vec{i}$ m/s rompiéndose en tres trozos. Uno de 1 kg, sale con una velocidad $\vec{v}_1 = 200\vec{i} - 180\vec{j}$ m/s; otro de 0,5 kg sale con $\vec{v}_2 = -200\vec{i} + 200\vec{j}$ m/s. ¿Con qué velocidad sale el tercero?

ANEXO 2: control de las fuerzas

Curso: Bach 1ºA Asignatura / módulo: Física y Química Tema: 9 Las fuerzas Fecha de realización: 8-5-17	Firma <input type="text"/> Calificación Corregido por:
Alumno/a _____	Firma del alumno/a

1. PARA OBTENER LA PUNTUACIÓN COMPLETA QUE APARECE JUNTO A CADA EJERCICIO, ÉSTOS DEBEN ESTAR COMPLETOS Y RAZONADOS. **Datos y esquema-Enunciado ley y ecuación- ecuación vectorial-ecuación lineal-desarrollo-resultado. Indica siempre las unidades.**
2. Además de los contenidos teóricos y de procedimientos de la asignatura se evalúa la **precisión en la utilización de los términos** y la **corrección ortográfica** y gramatical

1. Si el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo de masa 30 kg y el plano es de 0,2, calcula:
 - a. Dibujar todas las fuerzas que actúan, incluyendo su descomposición cuando sea necesario **2p**
 - b. Fuerza de rozamiento del cuerpo de masa 30 kg **1p**
 - c. Calcula la aceleración con que se mueve el sistema. **2p**
 - d. Calcula la tensión de la cuerda. **2p**



2. Un astronauta temerario se encuentra en el espacio exterior, sin sujeción alguna y alejándose de su nave a 0,1 m/s. Para intentar volver a la nave, arroja hacia delante su bolsa de herramientas de 8 kg de masa, con una velocidad de 5 m/s. Si la masa del astronauta es de 110 kg sin considerar la llave, calcula la velocidad con la que el astronauta vuelve hacia la nave. **3 p**

ANEXO 3: encuesta

Cuestionario sobre la clase invertida

Muchas gracias por hacer la encuesta. Es totalmente anónima. Por favor, responde con total sinceridad a las preguntas.

*Obligatorio

1. La nueva metodología me ha supuesto mucho mas esfuerzo que la tradicional. *

Marca solo un óvalo.

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

2. En caso de haber contestado de acuerdo o muy de acuerdo:

Marca solo un óvalo.

- El trabajo extra era para llegar al nivel que llegaba con la manera tradicional
- El trabajo extra me ha servido para estudiar adecuadamente
- Otro: _____

3. Siento que he aprendido más que con las clases tradicionales *

Marca solo un óvalo.

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

4. Lo que he aprendido, lo he aprendido mejor que con las clase tradicionales *

Marca solo un óvalo.

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

5. **La nueva manera de trabajar me ha hecho reflexionar más que la manera tradicional ***

Marca solo un óvalo.

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

6. **La nueva manera de trabajar me motiva más que las clases tradicionales ***

Marca solo un óvalo.

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

7. **He echado de menos las clases tradicionales ***

Marca solo un óvalo.

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

8. **¿Hay algún comentario que quisieras hacer sobre esta forma de dar clase? Puedes compartir cualquier reflexión, crítica o sugerencia que se te haya ocurrido, me será muy útil. ***

ANEXO 2. Proyecto didáctico

Proyecto didáctico: diseño de actividades para el aprendizaje de la concentración en tercero de ESO

Luis Benito Pérez, especialidad en Física y Química.

Introducción

El diseño de actividades para la enseñanza, en concreto de ciencias, se basa en la premisa de que aprender conceptos y destrezas mediante la realización de actividades es mejor que impartiendo teoría únicamente mediante clase magistral, leyendo el libro de texto y haciendo ejercicios, habitualmente extraídos del libro de texto, tanto en el aula como mandando deberes para el tiempo libre. Esta metodología de enseñanza fomenta un aprendizaje mayoritariamente memorístico y, finalmente, no significativo.

El aprendizaje con trabajos prácticos, como podemos leer en Del Carmen (2000) hacen más fácil la comprensión de la teoría que se imparte y mejoran la motivación de nuestro alumnado. Este último punto es el fundamental, ya que, si no se encuentran motivados, y por tanto con ganas de aprender, los alumnos no aprenden, como mucho memorizan, lo cual dista bastante de aprender. Tras la experiencia de los distintos periodos de prácticum he podido ser testigo de cómo los estudiantes se encuentran esperando cualquier cosa que modifique ligeramente la rutina de dar clase mirando a la pizarra y escuchando al profesor, lo cual facilita enormemente que se distraigan con cualquier cosa. Y he podido concluir que de manera muy generalizada los alumnos han preferido llevar a cabo en el aula aprendizaje con metodologías activas y que implicaran actividades y en las que pudieran ser más protagonistas de lo que lo son en una clase magistral.

El presente trabajo tiene por objetivo diseñar una serie de actividades orientadas a la enseñanza y aprendizaje de los alumnos de 3 de la ESO del concepto de concentración de una disolución, así como de los cálculos necesarios para la determinación de la concentración y los procedimientos adecuados para preparar una disolución de una concentración determinada.

Análisis del contenido

Los contenidos referentes a la asignatura de física y química del curso de tercero de ESO se encuentran en el anexo II de la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.

En las páginas correspondientes al curso de tercero de ESO, en el bloque de contenido 2 de dicho curso, correspondiente a La materia, se identifica la concentración en el criterio 2.4 y los estándares 2.4.2 y 2.4.3:

- Crit.FQ.2.4. Identificar sistemas materiales como sustancias puras o mezclas y valorar la importancia y las aplicaciones de mezclas de especial interés.
 - Est.FQ.2.4.2. Identifica el disolvente y el soluto al analizar la composición de mezclas homogéneas de especial interés, interpretando gráficas de variación de la solubilidad de sólidos y gases con la temperatura.
 - Est.FQ.2.4.3. Realiza experiencias sencillas de preparación de disoluciones, describe el procedimiento seguido y el material utilizado, determina la concentración y la expresa en gramos por litro, en % masa y en % volumen.

Además de ser un contenido curricular obligatorio, también responde a un interés a nivel personal de los estudiantes, ya que dicha magnitud se encuentra constantemente en la realidad del día a día. Es necesario para comprender una noticia sobre contaminación, para saber qué tipo de agua consumir en caso de tener problemas de riñón, entender por qué el agua del grifo es igual de segura que el agua embotellada, o si consumir un producto con un determinado aditivo alimentario es o no seguro. Estos temas están de total actualidad y a menudo se observan informaciones manipuladas o interesadas, ya que puede permitir, por ejemplo, que algunas empresas que puedan lucrarse debido al desconocimiento en la materia (homeopatía, productos “naturales y sin químicos”), o movimientos que promueven las teorías de la conspiración (chemtrails), dos asuntos relacionados directamente con la concentración de una disolución. Al final la formación en física y química permite que nuestros estudiantes se conviertan en ciudadanos libres, y que no sean prisioneros del desconocimiento.

También podemos concienciar de los problemas a los que se enfrenta la humanidad en un futuro no muy lejano. Cambio climático debido a la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, acidificación de los océanos, contaminación de acuíferos, etcétera.

Con el nivel de conocimiento que se pretende conseguir aplicando los criterios del currículo es suficiente para poder comprender estos y otros asuntos relacionados con el concepto de concentración.

Además, con alguna de las actividades que se van a proponer, se van a poder abordar también contenidos pertenecientes al bloque 1 de contenido, correspondiente al método científico, en concreto los criterios 1.3 y 1.4 y los estándares 1.3.1, 1.4.1 y 1.4.2:

- Est.FQ.1.3.1. Establece relaciones entre magnitudes y unidades utilizando, preferentemente, el Sistema Internacional de Unidades y la notación científica para expresar los resultados.
 - Crit.FQ.1.3. Conocer los procedimientos científicos para determinar magnitudes.
- Crit.FQ.1.4. Reconocer los materiales, e instrumentos básicos presentes en el laboratorio de Física y en el de Química; conocer y respetar las normas de seguridad y de eliminación de residuos para la protección del medioambiente.
 - Est.FQ.1.4.1. Reconoce e identifica los símbolos más frecuentes utilizados en el etiquetado de productos químicos e instalaciones, interpretando su significado.
 - Est.FQ.1.4.2. Identifica material e instrumentos básicos de laboratorio y conoce su forma de utilización para la realización de experiencias respetando las normas de seguridad e identificando actitudes y medidas de actuación preventivas.

Identificación de las dificultades para el aprendizaje de los contenidos

La enseñanza de la concentración presenta dos problemas:

- Problema para entender el concepto: los estudiantes suelen tener problemas con las magnitudes compuestas e intensivas, como la concentración o también la densidad, ya que para comprenderlas hay que tener en cuenta varias magnitudes a la vez. En el caso de la concentración, suelen tener solo en cuenta a la modificación de la cantidad de soluto para cuando hay una variación en la concentración de una disolución, no teniendo en cuenta el disolvente (si una disolución es muy concentrada es porque hay mucho soluto, en lugar de pensar que hay mucho soluto y poco disolvente). Estos problemas conceptuales se acaban manifestando en cursos superiores al no pensar en recalcular concentraciones al mezclar varias disoluciones debido al cambio de volumen que se pueda producir.
- Problemas para hacer cálculos: aunque para el cálculo de las concentraciones se suelen presentar las expresiones matemáticas a utilizar (porcentaje en masa y volumen), cuesta que los alumnos lo relacionen con el cálculo de un porcentaje igual que el que han podido ver en matemáticas. Lo más habitual es que acaben memorizando qué va en cada parte de la fórmula, lo cual tiene dos inconvenientes: cuando en un problema piden calcular la cantidad de uno de los componentes en lugar de la concentración, y cuando hay más de un soluto en la disolución. Estos problemas no serían tales si los estudiantes dominasen los cálculos de la parte del total, o del total a partir de la parte. Este problema de tipo matemático entorpece poder comprender el concepto de concentración en sí, ya que, entendiendo el concepto de porcentaje, se tiene en mente los conceptos de parte y total, siempre asociados.

Es decir, que a la hora de que los estudiantes entiendan un concepto que les suele costar, a la hora de aplicarlo a problemas reales, tienen que usar unas herramientas matemáticas que tampoco suelen dominar, lo que todavía complica más el aprendizaje de esta materia.

También es frecuente que los estudiantes identifiquen automáticamente una disolución con un líquido, y no contemplen disoluciones sólidas o gaseosas.

Determinación y secuenciación de los objetivos de aprendizaje.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con el diseño de las actividades son:

- Comprensión y aplicación del término concentración.
- Cálculo de la concentración como porcentaje en masa.
- Determinación del volumen de disolvente o de cantidad de soluto necesarios para la preparación de una disolución de concentración previamente fijada.
- Comprensión y aplicación de los conceptos de concentración y dilución.
- Identificar formas de modificar la concentración de una disolución.

Secuencia de actividades de Enseñanza-Aprendizaje.

Los vasos de concentración cambiante

Esta actividad se enmarca en la primera explicación del concepto de concentración, y la va a llevar a cabo el profesor en el aula habitual de clase ya que no entraña riesgos. Para llevarla a cabo se va a contar con dos vasos de agua transparentes (de un litro de capacidad), dos litros de agua, un vaso medidor, un bote de colorante en polvo, una báscula, un vidrio de reloj y una cucharilla.

Previamente a llevarla a cabo, en una sesión anterior, se habrán repasado los conceptos de porcentajes y cómo se calculan para que su desconocimiento no suponga un problema que interfiera con el entendimiento del proceso.

Llenaremos el primer vaso con un litro de agua, el cual habremos pesado y apuntaremos ese dato en la pizarra como vaso 1: 1 kg de agua. Tras esto, añadiremos un gramo de un colorante en polvo y se agita y se apuntará 1 g debajo de vaso 1. Se preguntará a la clase qué es lo que ha ocurrido, esperando como respuesta que el agua ha cambiado de color. Tras ello añadiremos otro gramo de colorante en polvo y agitaremos. Se volverá a preguntar qué es lo que ha ocurrido. Esperamos como respuesta que la disolución ha tomado un color más intenso, o mas bien que se ha puesto más oscura. Preguntaremos por qué, y como respuesta esperamos que es porque hay más colorante. Tras ello preguntaremos cuánto colorante en total hay en nuestro vaso y esperamos que respondan 2 gramos, lo cual apuntaremos en la pizarra bajo 1 g. Repetiremos el proceso: añadiremos un gramo más de colorante, agitaremos el vaso y se preguntará qué ha ocurrido, por qué y qué cantidad de colorante hay en el vaso, y la apuntaremos en la pizarra bajo 2 g.

Tras haber hecho esta primera actividad se cree que habrán asociado el color de la disolución a la cantidad de soluto que se ha añadido en ella. Tras ello, explicaremos el concepto de concentración, la fórmula del porcentaje en masa y calcularemos la concentración de la disolución en cada uno de los pasos de añadir colorante.

Tras ello preguntaremos por qué ha aumentado la concentración cada vez que añado colorante, esperando que asocien el colorante al soluto, y tras ello aprovecharemos para preguntar por el disolvente, ya que la concentración ha aumentado porque se ha ido

añadiendo soluto y porque la cantidad de disolvente no se ha modificado en ningún momento.

Después de esta explicación, procederemos a añadir sobre el otro vaso que se encuentra vacío 3 gramos del mismo colorante, tras lo cual apuntaremos en la pizarra Vaso 2: 3 g de colorante. Tras ello se añadirán 0,33 kg de agua y se removerá. Se les preguntará por su color y se les pedirá que lo comparen con la disolución del vaso 1. El color será más intenso ya que para igual cantidad de soluto, la cantidad de disolvente es menor. Apuntaremos 0,33 kg bajo Vaso 2. A continuación se añadirán otros 0,33 kg de agua al vaso, se removerá y se preguntará qué ha cambiado. Esperamos que la respuesta sea que el color se ve más claro, más transparente o mejor que la intensidad del color es menor, aunque también es posible que contesten que ahora hay más disolución, lo cual es cierto, por lo que especificaremos la pregunta hacia el color que ha tomado. Como ya se ha introducido el concepto de concentración pediremos que intenten usar la palabra concentración en la explicación que le den al hecho (la concentración ha disminuido), y si no se les harán preguntas, todo el rato teniendo en cuenta que la cantidad de soluto no se ha modificado en este vaso. Preguntaremos qué volumen de agua hay ahora en el vaso 2 y apuntaremos 0,66 kg bajo el resultado anterior. Terminaremos añadiendo 0,34 kg de agua a la disolución para terminar con el mismo volumen que en el vaso 1, removeremos la disolución y se preguntará qué diferencia observan. La respuesta esperada es que la intensidad del color ha disminuido y ahora es la misma que la del vaso 1. Apuntaremos al final del todo 1 kg de agua. Finalmente, calcularemos la concentración de colorante en cada uno de los pasos igual que se hizo con el vaso 1.

Se quiere hacer énfasis en que midamos la masa de agua que se añade porque la primera magnitud que se va a enseñar va a ser la del porcentaje en masa. Por tanto, esta es una manera de que asocien que necesitamos saber la masa de disolvente que estamos añadiendo.

La finalidad es que observen cómo afecta a la concentración tanto una modificación en el soluto como una modificación en el disolvente, y que podemos tanto aumentar como disminuir la concentración de una disolución tanto aumentando el soluto como aumentando el disolvente. Aprovecharemos en cada caso para introducir los conceptos de diluir y concentrar.

Se suele emplear dibujos con bolas. Se pueden emplear también para aclarar alguna explicación, pero se busca que conecten el concepto de disolución con alguna variable real en una situación real (como la intensidad del color de una disolución).

Preguntas para hacer tras la experiencia:

- ¿Cómo podría aumentar la concentración de mi disolución modificando el disolvente?
- Si la leche con cacao que me preparo para desayunar sabe demasiado a chocolate, ¿cómo podría rebajar la intensidad del sabor? ¿Y si luego me paso y sabe demasiado poco a chocolate?
- Antes de añadir la primera cantidad de agua al vaso 2 se podría preguntar de qué color es la disolución, esperando que alguien conteste que ninguno, ya que sin disolvente no hay disolución, dependerá del grupo o de la facilidad con la que estén asimilando la experiencia.

Los cuadros

A las dos últimas actividades se les va a dar un enfoque STEAM. Esta primera va a relacionar las ciencias con las matemáticas y el arte. Se va a preparar una actividad conjunta con los profesores de la asignatura de plástica en los que los alumnos tengan que pintar por grupos un cuadro al que, posteriormente, se les aplicará una capa de barniz oscurecido con algún pigmento para que en otra sesión tengan que eliminar con una mezcla de etanol y agua de una concentración precisa que ellos tendrán que preparar.

Los materiales necesarios son:

- Agua
- Etanol
- Vaso de precipitados
- Probeta
- Pipetas Pasteur
- Hisopos
- Balanza
- Lienzo
- Barniz al alcohol tintado
- Pinturas y pinceles (a determinar por los profesores de plástica)

Con los profesores del área de plástica se consultarán cuáles son los materiales más apropiados para llevar a cabo la actividad, tanto por el coste como por asegurar la posibilidad del éxito, procurando encontrar unas pinturas que no sufran en exceso con el alcohol en el caso de preparar una disolución demasiado concentrada aún eliminando el barniz.

Por tanto, en una primera sesión, o varias de ellas, de la asignatura de plástica, los estudiantes tendrán que pintar un cuadro con las indicaciones de los docentes de dicha asignatura. Una vez los cuadros estén terminados, se les tendrá que cubrir con una capa de un barniz que tenga una base de alcohol al que se le habrá añadido cierta cantidad de algún pigmento que lo oscurezca, para darle una apariencia de envejecido, y para justificar una restauración.

Esta restauración se llevará a cabo por parejas o por grupos de 3 estudiantes, a los cuales se les proveerá de agua, etanol, probetas y un vaso de precipitados. Se planea que añadan 100 ml de agua al vaso de precipitados y que sobre esta vayan añadiendo pequeñas cantidades fijas de alcohol, como de 5 ml en 5 ml, aunque las cantidades habría que comprobarlas y consensuarlas con los profesores de plástica.

Al añadir 5 ml de etanol en agua, se remueve la disolución y se apuntará en una hoja el número de adición, la cantidad exacta añadida, la concentración como porcentaje en masa y se procederá a probar sobre el lienzo. Se mojará un hisopo en la disolución y se escurrirá, de modo que quede húmedo, pero no rebosante, y se frotará con delicadeza sobre una esquina del cuadro, para comprobar si el barniz se elimina o no. Si no se elimina, habrá que apuntar NO en la hoja y proceder a adicionar otros 5 ml de etanol en la disolución anterior. Se apuntará el número de adición, la cantidad exacta añadida, se recalculará la concentración y se volverá a probar. Así hasta que se consiga una concentración que permita retirar el barniz sin perjudicar la capa de pintura inferior. Una vez conseguida dicha concentración, se procederá a limpiar todo el cuadro con ella empleando varios hisopos.

En el caso de que durante la limpieza se gaste la disolución preparada, se pedirá que preparen en 50 ml una disolución de la concentración calculada previamente para calcular la cantidad de etanol que será necesario añadir.

El agua que bebemos

La última actividad va a relacionar la ciencia con la tecnología y la ingeniería, y va a consistir en una visita a la planta potabilizadora de Zaragoza. Para preparar la visita primero durante una sesión se reflexionará sobre el agua que empleamos las personas, de donde procede, que se hace con ella una vez se ha empleado, consumo responsable, contaminación etcétera.

Posteriormente en esa sesión se mostrará el esquema simplificado de una planta potabilizadora para identificar las distintas partes que intervienen en el tratamiento del agua y el propósito que tienen. En este punto se ha de prestar especial atención en que los alumnos empleen correctamente los conceptos de concentración de una disolución, diluir y concentrar.

Una vez identificadas las partes y la función que desempeñan, durante la visita a la planta se hará especial énfasis en cómo se llevan a cabo esas funciones, las válvulas, las bombas, y el entramado de tuberías y contenedores por los que va pasando el agua y los distintos productos a lo largo del proceso.

Propuesta de actividades de evaluación.

La evaluación de las actividades se llevará a cabo mediante preguntas a lo largo de ellas, para ir constatando si los estudiantes están consiguiendo alcanzar los objetivos que habíamos determinado para ellos y un cuestionario al terminar la secuencia de actividades.

Referencias

Carmen, L. del. (2000). Los trabajos prácticos. En Perales, F. J. y Cañal, P. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Alcoy: Marfil.