



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

Análisis de algunas metodologías activas en el
proceso de Enseñanza y Aprendizaje de Física
y Química

Analysis of some active methodologies in
Teaching and Learning process of Physics and
Chemistry

Autor

Laura Solanas Laguna

Director

Jorge Diego Lahoza Pérez

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2018-2019

Índice

1. Introducción.....	5
1.1. Perfil académico.....	5
1.2. Motivaciones del Máster.....	6
1.3. Papel del docente: pasado, presente y futuro.....	6
1.4. La docencia desde mi punto de vista.....	7
1.5. La didáctica en ciencias: metodología y proceso E-A.....	8
2. Justificación de la selección de proyectos.....	10
2.1. Proyecto de Innovación Docente (PID).....	10
2.1.1. Fundamentación teórica.....	10
2.1.2. Análisis del contenido.....	12
2.1.3. Análisis de metodología a aplicar.....	13
2.2. Trabajo práctico.....	15
2.2.1. Fundamentación teórica.....	15
2.2.2. Análisis del contenido.....	17
2.2.3. Análisis de metodología a aplicar.....	18
3. Presentación de proyectos.....	20
3.1. PID.....	20
3.1.1. Breve descripción sobre lo que consiste la actividad.....	20
3.1.2. Análisis de tu PID.....	22
3.1.3. Propuestas de mejora.....	23
3.2. Trabajo práctico.....	25
3.2.1. Breve descripción sobre lo que consiste la actividad.....	25
3.2.2. Análisis de tu PID.....	26
3.2.3. Propuestas de mejora.....	28
4. Reflexiones.....	30
4.1. PID.....	32
4.2. Trabajo Práctico.....	33
5. Conclusiones.....	37
5.1. Conclusiones sobre el Máster.....	37
5.2. Conclusiones sobre los trabajos que has seleccionado.....	38
5.3. Conclusiones sobre tu futuro profesional en las aulas.....	38
6. Bibliografía.....	39
Anexos.....	41
Anexo I. Proyecto de Innovación Docente (PID).....	42
Anexo II. Trabajo Práctico.....	64

1. Introducción

Este trabajo recoge de forma resumida las vivencias significativas de un año de formación hacia la docencia en el Máster de Profesorado de Física y Química en la Universidad de Zaragoza. Un proceso de aprendizaje y mejora del propio proceso de Enseñanza y Aprendizaje (E-A). La experiencia formativa consta de una parte teórico-práctica en el aula y fuera de ella en la que estamos en contacto con docentes e investigadores sobre la educación que nos guían en el proceso y, por otro lado, la experiencia en un centro como toma de contacto de lo que es la educación puesta en práctica, a nivel de lo que sucede en una clase. A su vez, el centro engloba, por un lado, la organización del mismo y documentación y legislaciones vigentes y, por otro lado, la observación de profesores que ejercen dicha profesión hoy en día y la posterior puesta en práctica de un proyecto; niveles que corresponden al Practicum I, II y III respectivamente como recogen las respectivas guías docentes de la asignatura.

1.1. Perfil académico

Mi formación en ciencias: Grado en Biotecnología y Máster en Biotecnología Cuantitativa me ha proporcionado la base conceptual, actitudinal y procedimental sobre el conocimiento de ciencias. De forma adicional, el trabajo en varios laboratorios tanto de la Universidad como en Empresa me han hecho partícipe de la producción científica y la investigación. El desarrollo y creación de la ciencia.

Por su parte, la realización del Máster de Educación en la Especialidad de Física y Química me permite adquirir conocimientos teórico-prácticos sobre el proceso del Proceso E-A y conocer a las reflexiones y estudios sobre las diferentes facetas de la educación. Las prácticas en un centro educativo acercan la realidad del aula y nos prepara para el que va a ser nuestro futuro. A esto se suma mi titulación como monitora de tiempo libre que me ha permitido trabajar en campamentos de verano con niños de 7 a 14 años.

1.2. Motivaciones del Máster

La educación es clave para la socialización de las personas. Un camino esencial para el desarrollo integral de las mismas y un proceso importante en el que se contribuye a la formación de las nuevas generaciones que van a poblar el mundo y, que van a contribuir en el desarrollo de la sociedad futura, la cultura y el planeta. Con esta idea en mente, es difícil no considerar esencial la docencia. El paso de que sea fundamental a querer participar de ella como docente es algo adicional. Me interesa desde niña. Siempre me ha gustado aprender y enseñar. Considero que todo conocimiento debe ser bien recibido y nos hace un *poquito* más sabios, más educados, más responsables, más tolerantes. Como dijo Cervantes: “*El que lee mucho y anda mucho, ve mucho y sabe mucho*”.

Estoy iniciando mi carrera profesional ahora, pero considero que trabajar con personas tienen que resultar muy gratificante, independientemente de que pueda ser al mismo tiempo complejo. Además la divulgación de la ciencia siempre ha sido otro de mis objetivos. Considero que el avance no puede quedarse dentro de un laboratorio o esperar a que llegue a los demás sin divulgarlo.

Por lo tanto, con la intención de unir ambas ramas: la ciencia y la educación, traigo una reflexión de Hodson (1994, pp. 303) sobre “*actitudes científicas*”. Comenta que hay una serie de actitudes asociadas a los científicos como la objetividad libre de valores. Se cuestiona si esta imagen de la ciencia ayuda a los estudiantes a elegir estudios científicos. Sugiriendo que no ve probable que los alumnos consideren favorable el alejamiento de la vida real y la aparente supresión de la individualidad. También considera necesario que los jóvenes se den cuenta de que los científicos son afectuosos, sensibles, divertidos y apasionados así como persistentes y que cualquier persona puede estudiar ciencia. Por lo tanto como, futura docente me gustaría comunicar y desmitificar esta idea que ha calado en parte de la sociedad. Todo el mundo puede ser un buen científico.

1.3. Papel del docente: pasado, presente y futuro

Si analizamos ahora cómo ha evolucionado el rol del docente a lo largo de la historia, vemos como con el movimiento de la Escuela Nueva S. XIX-XX con autores como Dewey, Montessori, Freinet y Ferrer i Guardia se cambian los principios de la Educación. A partir de ese momento, la Escuela se centra en el estudiante y sus intereses. Se apuesta por una Escuela activa y por una pedagogía práctica. Se produce una globalización de la enseñanza y la Escuela se centra en la comunidad. Se introducen innovaciones metodológicas y se produce el cambio en la relación entre maestro-alumno.

Antes los alumnos escuchaban a los profesores, ahora estamos en un momento clave en la transición de la educación donde el rol del profesor pasa de ser un maestro que tiene el conocimiento y lo transmite, a un guía, un acompañante (Sanmartín, 2014) o gestor del aprendizaje.

Además, hoy en día, vivimos en un mundo globalizado, en una época de avances tecnológicos, en la sociedad de la información. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se plantean cómo una mejora en el proceso de E-A, por lo tanto es muy interesante reflexionar sobre el papel de los docentes en este contexto. Fernández (2015) analiza las actitudes docentes hacia las TIC en aulas de educación de personas adultas. Señala que son esenciales unas buenas prácticas, para que las TIC supongan una herramienta verdaderamente eficaz. Los profesores deben tener un grado de

formación tecnológica y precisan de nuevas competencias al tiempo que deben presentar una actitud receptiva al empleo de dichas herramientas. También influye en el uso de las TIC el hecho de contar con recursos informáticos suficientes y actualizados. Por lo tanto, un docente debe estar continuamente formándose: metodologías y técnicas de E-A. Se apuesta por una educación permanente a lo largo de la vida y los profesores pasan a ser educó-comunicadores, puesto que el profesor y el alumnado actualizan los conocimientos al mismo tiempo.

Por otro lado, los docentes se pueden considerar agentes modificadores del contexto. La sociología tiene en cuenta el contexto socio-cultural, el contexto familiar y el contexto escolar para la educación de un alumno. Giroux (1990, p. 177) considera que: *“En el sentido más amplio, los profesores como intelectuales han de contemplarse en función de los intereses ideológicos y políticos que estructuran la naturaleza del discurso, las relaciones sociales del aula y los valores que ellos mismos legitiman en su enseñanza.”* Y concluye que *“si los profesores han de educar a los estudiantes para ser ciudadanos activos y críticos, deberían convertirse ellos mismos en intelectuales transformativos”*

1.4. La docencia desde mi punto de vista

Desde mi perspectiva, concibo la docencia como un reto. Una forma de desarrollo personal dual: por parte del docente y por parte de los alumnos. Considerando el proceso como un enriquecimiento mutuo en el que ambos colectivos evolucionan como personas. Si poniendo una palabra pudiésemos describir lo que simboliza la docencia desde mi punto de vista elegiría dedicación. Puede interpretarse en varios sentidos, como dedicada docente y como profesión dedicada.

Un docente, no puede estancarse ni acomodarse en una enseñanza monótona. Debe contar con una evolución, el cambio constante y la adaptación a un mejor proceso de E-A. Más ahora en la sociedad de la Información en la que vivimos. El estudiante representaría un rol activo y concibo al profesor como un guía. Apostaría por un proceso de evaluación constante del docente y el alumno con la idea de la mejora, no del suspenso. Deberíamos cambiar la visión del error como algo malo y asociar la equivocación a la mejora, al aprendizaje, a la reconstrucción.

El docente es un “socializador”, contribuye en la construcción de formas de pensar. En la bibliografía sobre la docencia también se lee sobre la tendencia de los profesores a tomar roles y actitudes de los docentes de su infancia, por lo que sería recomendable dejarla atrás. Esto se suma a otro tipo de tendencias como las que analiza Hodson (1994) en clases de ciencias. Reflexiona acerca de que cuando se habla del papel del docente en una clase de Física y Química y emplea ejercicios de laboratorio, el profesor con frecuencia proporciona el marco conceptual, sin dejar tiempo suficiente para la construcción del significado personal a los alumnos. Es el docente el que ejerce el

control sobre la identificación del problema, la generación de hipótesis, el diseño experimental y los métodos para manipular e interpretar los datos obtenidos gracias a la observación. ¿Por qué no se apuesta por la indagación de los estudiantes? Propongo esto siendo también consciente de la dificultad que supone diseñarla y ponerla en práctica, como vemos más adelante con uno de los trabajos seleccionados: trabajo práctico (TP).

1.5. La didáctica en ciencias: metodología y proceso E-A

Se propone el uso de metodologías de innovación en el escenario de la enseñanza de Ciencias. Teniendo en cuenta que el sistema didáctico está constituido por el profesorado, el alumnado y el conocimiento. De los tres bloques, los alumnos se consideran los personajes activos del aula, el docente un guía y el currículo estructura el conocimiento a aprender. En este apartado se abordan diversos puntos a tener en cuenta en la didáctica de ciencias.

Según Hodson (1994, pp.305), el aprendizaje en ciencias se puede separar en tres ámbitos para simplificar el proceso, aunque los tres están muy relacionados: en primer lugar, el aprendizaje de la ciencia, adquiriendo y desarrollando conocimientos teóricos y conceptuales; en segundo lugar el aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia, desarrollando un entendimiento de la naturaleza y los métodos de la ciencia, siendo conscientes de las interacciones complejas entre ciencia y sociedad y por último, la práctica de la ciencia, desarrollando los conocimientos técnicos sobre la investigación científica y la resolución de problemas. Este pedagogo, recomienda el aprendizaje de las ciencias mediante técnicas activas, puesto que *“los estudiantes necesitan experimentar las cosas directamente y manejar los objetos y los organismos por sí mismos para así desarrollar un bagaje de experiencia personal”* (Hodson, 1994, pp.307). Apuesta por un mayor trabajo de reflexión y desarrollo del pensamiento crítico.

A la hora de seleccionar la metodología idónea para la enseñanza de un cierto conocimiento en ciencias se recomienda el análisis de las dificultades y los problemas a los que se enfrentan los alumnos al afrontar dicho aprendizaje. Al mismo tiempo, la evaluación es un instrumento muy útil para entender cómo ha ido un proceso y mejorarlo si fuera posible. Apostamos por un modelo de E-A basado en la práctica reflexiva y la innovación que propone para la mejora de la enseñanza en ciencias: hablar y hacer ciencia para saber de ciencia, conocer las restricciones del sistema cognitivo humano, tener en cuenta las concepciones alternativas y diseñar entornos de aprendizaje seleccionando cuidadosamente las metodologías a llevar al aula. Como sentencian Treagust et al. (2007) *“Aprender ciencias requiere que los estudiantes se apropien de las nuevas ideas y conceptos, que los interioricen, reconstruyan, y puedan explicarlos o comunicarlo a otros, en definitiva, que elaboren sus propios modelos mentales durante el aprendizaje.”*

En este trabajo se apuesta por metodologías como la contextualización, la modelización y la indagación para la enseñanza de Física y Química, puesto que pueden facilitar la comprensión de la ciencia.

También se defiende el trabajo del pensamiento crítico, lectura crítica y la argumentación como proponen autores como Giroux (1990), Sardá A. y Sanmartín N. (2000) y Oliveras B. (2012). Y la detección de las ideas alternativas (Casarrosa J., 2005; Perales F., 2006; Talanquer V.,2011), así como el planteamiento de preguntas investigables (Sanmartí N.,2012) para el éxito del aprendizaje.

2. Justificación de la selección de proyectos

En este trabajo se presentan dos de los proyectos realizados durante el año en el Máster de Profesorado de la especialidad de Física y Química. Representan, sumados a este trabajo que incluye valoraciones, reflexiones y mejoras, la evolución del aprendizaje sobre el propio de E-A. Son trabajos clave en la especialidad: Proyecto de Innovación docente (PID) y Trabajo Práctico (TP). Se seleccionan puesto que son buenos ejemplos del esfuerzo que debe desarrollar la figura del docente. El primero lleva a la práctica un proyecto de innovación previamente definido aplicado al aprendizaje de ciertos contenidos y competencias de Física y Química y se pone en práctica con posterioridad. El segundo, por su parte, consiste en el diseño de dos trabajos prácticos basados en la indagación como metodología adecuada para facilitar el aprendizaje de las ciencias sobre un temario recogido en el currículo. Este trabajo no se lleva al aula, sin embargo, se realiza una reflexión didáctica sobre sus aportaciones.

2.1. Proyecto de Innovación Docente (PID)

2.1.1. Fundamentación teórica

Como expone Hodson (1994, p.331) *“La práctica de la ciencia da lugar a tres tipos de aprendizaje: primero, la comprensión conceptual intensificada de cualquier tema estudiado o investigado; segundo, el aumento del conocimiento relativo al procedimiento: aprender más acerca de las relaciones entre la observación, el experimento y la teoría (naturalmente, siempre y cuando se cuente con el tiempo suficiente para la reflexión); tercero, el aumento de la habilidad investigadora que puede llegar a convertirse en maestría. De este modo, la práctica de la ciencia incorpora las otras actividades, el aprendizaje de la ciencia y el aprendizaje sobre naturaleza de la ciencia”*.

La ciencia en ocasiones se asocia a complejidad, los estudiantes encuentran dificultades en el aprendizaje de la Física y la Química. No sólo a nivel conceptual sino también a nivel procedimental y actitudinal. (De Pro, 2003). Esto está influido por distintas razones: los estudiantes están obligados a estudiar la materia (De Pro, 2003) y en consecuencia pueden estar poco motivados; los programas están sobrecargados de contenidos y al alumnado no le da tiempo a aprenderlos; los estudiantes tienen que estudiar simultáneamente la Física y Química y otras materias que no tienen demasiados puntos en común y, a modo de reflexión, ¿se está empleando la metodología adecuada para la enseñanza y/o aprendizaje de ciencias? (De Pro, 2003). En cuanto a los contenidos de estudio, aparecen conceptos abstractos, difíciles de visualizar, como por ejemplo los modelos moleculares, las reacciones químicas y la cantidad de materia.

“Aprender ciencias requiere que los estudiantes se apropien de las nuevas ideas y conceptos, que los interioricen, reconstruyan, y puedan explicarlos o comunicarlo a otros, en definitiva, que elaboren sus propios modelos mentales durante el aprendizaje.” (Treagust. et al, 2007). Como explica Treagust et al. (2007) los modelos como instrumentos explicativos ayudan a los estudiantes a entender una idea, en consecuencia, podemos verlos como una herramienta útil para el aprendizaje del conocimiento y comprensión de la ciencia. Porque para que haya aprendizaje se tiene que producir un cambio en la persona (Allueva, 2002). La propuesta en el PID hace uso de los modelos para tratar de que mejore la comprensión del concepto.

De manera específica, en este PID se trabaja el concepto de mol como unidad de medida de la cantidad de sustancia y los contenidos, procedimientos y actitudes vinculados con ello. Y, se pone en práctica en un aula de 3º de ESO. Hago mención a Irazoque G. et al. (2019) que recogen en su trabajo la definición de mol que recomienda la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) basada en un número específico de unidades elementales: *“El mol, símbolo mol, es la unidad del SI para la dimensión cantidad de sustancia. Un mol contiene exactamente $6,022 \cdot 10^{23}$ entidades elementales. Es el valor numérico establecido para la constante de Avogadro, N_A , cuando se expresa en mol^{-1} , y se llama número de Avogadro (NA).”*

Según nos aporta García A. (1997) las medidas rigurosas de masa en el estudio de los procesos químicos conducen al descubrimiento de las leyes ponderales de las reacciones químicas, pero las masas de átomos y moléculas resultan absolutamente inaccesibles a cualquier tipo de estimación directa. Habla de cómo con un mero reagrupamiento de átomos, el siguiente paso es la conexión cuantitativa entre el mundo submicroscópico, inaccesible para nuestras balanzas, y el mundo macroscópico de nuestros laboratorios y aparatos de medida. Para ello se introduce la magnitud macroscópica de la cantidad de sustancia, cuya unidad del sistema internacional (SI) es mol que permite comparar cantidad de partículas presentes en diferentes sustancias. Y, para comprender lo que implica se deben tener otros claros como masas atómica relativa o el modelo de Dalton.

Podemos leer múltiples opciones de afrontar la enseñanza del concepto de mol y cantidad de sustancia en la bibliografía (García A., 1997; Garritz A. et al., 2002; Irazoque G. et al., 2019). Se hace mención de algunos de ellos como propuestas alternativas al PID en el apartado Presentación de los trabajos seleccionados.

2.1.2. Análisis del contenido

Dentro del bloque 3 de 3º de ESO: “Los cambios químicos”, se seccionan los contenidos de cantidad de sustancia: el mol y la concentración en mol/L.

Tabla 1. Contenidos Programación Curricular de la ESO, materia Física y Química, correspondiente a los contenidos del Bloque 3 de 3º de ESO.

BLOQUE 3	Los cambios químicos
CONTENIDOS	Reacciones y ecuaciones químicas. Mecanismo, velocidad y energía de las reacciones. Cantidad de sustancia: el mol. Concentración en mol/L. Cálculos estequiométricos. Reacciones de especial interés.

Los estudiantes deben reconocer la cantidad de sustancia como magnitud fundamental y el mol como su unidad en el Sistema Internacional de Unidades, para ello, deben ser capaces de realizar cálculos que relacionen la cantidad de sustancia, la masa atómica o molecular y la constante del número de Avogadro, partiendo de las masas atómicas relativas y de las masas atómicas en u.m.a como vienen recogido en los estándares de evaluación (Orden ECD/489/2016, 2016). Y, es la ley el punto de partida desde el que se establecen una serie de objetivos: objetivos transversales y de contenido.

Se enfoca ahora de una forma más específica al estudio de la enseñanza del contenido. ¿Cuáles son las dificultades de aprendizaje que presenta el mol? García A. (1997) destaca varias de ellas. En primer lugar, el concepto de mol ha suscitado polémica entre los científicos forzando a proponer sucesivas definiciones del mismo. También, Garritz et al. (2002) recogen en su trabajo la historia de este concepto. En segundo lugar, el uso del mol referido a distintas magnitudes, a veces a masa, otras a volumen, otras a número de partículas sumado a la existencia de términos que comparten gran similitud fonética: mol, molécula, masa molar, masa molecular, etc.; además de la utilización de un mismo número para referirse a magnitudes diferentes ha contribuido a causar confusión en torno a el significado del concepto. Por otro lado, García A. comenta como diversos autores han informado del escaso número de estudiantes menores de quince años que son capaces de comprender el concepto de mol. Consideran que las programaciones de contenidos de ciencias introducen el concepto a edades muy tempranas. En último lugar, recoge que *“El mol es la unidad del SI de cantidad de sustancia, magnitud que además de difícil de definir resulta completamente ignorada en la inmensa mayoría de los libros de texto. Esto convierte al mol en una unidad de medida singular que se*

utiliza profusamente sin aclararse realmente en ninguna parte la naturaleza de lo que mide”.

El análisis de estas dificultades nos ayudan a la hora de proponer unos objetivos acordes a los conocimientos a enseñar y en el diseño de una secuencia de actividades adecuada.

2.1.3. Análisis de metodología a aplicar

El PID recoge una serie de actividades coherentemente secuenciadas que siguen una línea de aprendizaje: introductorias, de desarrollo y de evaluación. Están basadas en varias metodologías activas como son el *Flipped Classroom* y el trabajo cooperativo. En la práctica se combinan con la clase magistral, debido a la respuesta obtenida por parte de los alumnos. Para implementar el uso de las TIC se emplea *Socrative*, aplicación que permite realizar preguntas al profesor del tipo: opción múltiple, V-F, preguntas cortas y, visualizar las respuestas en el momento. Comentar que la evaluación se lleva a cabo a diferentes niveles: a nivel del docente y a nivel de los estudiantes. Siempre con la idea de la mejora constante. Se proponen varias técnicas: la autoevaluación, evaluación grupal, evaluación externa, coevaluación, para contrastar los resultados y valorar los cambios. No todas ellas se llegan a poner en práctica, sin embargo la idea inicial era que los alumnos participen en los procesos de evaluación para completar el proceso constructivo y circular de la educación, idea que apoyan pedagogos como Pástor V.M (2005).

La metodología de *Flipped Classroom*, aula invertida o aprendizaje al revés como recoge Berenguer (2016, p. 2) es: *“un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se mueve desde el espacio de aprendizaje colectivo hacia el espacio de aprendizaje individual, y el espacio resultante se transforma en un ambiente de aprendizaje dinámico e interactivo en el que el educador guía a los estudiantes a medida que se aplican los conceptos y pueden participar creativamente en la materia”* (Bergmann y Sams, 2014). Por su parte, el aprendizaje cooperativo se define como estrategia de enseñanza en las que los estudiantes trabajan divididos en grupos de 4 o 5 en actividades de aprendizaje y son evaluados a nivel grupal. Esta metodología permite desarrollar habilidades interpersonales y de comunicación así como desarrollar competencias y cambiar actitudes. Es importante trabajar correctamente la interdependencia positiva, la exigibilidad individual, la interacción cara a cara y el trabajo y reflexión del grupo (Fernández, 2006). Además cada estudiante representa un rol: coordinador, secretario, silencio, material, tiempo y portavoz.

Se proponen también los modelos para el aprendizaje en ciencias que son representaciones que ayudan a comprender fenómenos. Caamaño (2011) habla de que la finalidad de estos es explicar la estructura o funcionamiento de los procesos y predecir

futuros estados y de que un punto esencial cuando se trabaja con modelos en el ámbito académico es la evaluación del alcance y de las limitaciones del mismo.

Hasta ahora se ha presentado la metodología propuesta en el PID y que se trata de seguir en el aula. Sin embargo, con una visión un poco más amplia al finalizar el Máster, en este trabajo se aportan alternativas que podrían suponer una mejora en el proceso de aprendizaje del mol. Se presentan a continuación metodologías como la argumentación y la lectura crítica. Además de hablar de la importancia que tiene la evaluación inicial o evaluación de conocimientos previos.

Si en primer lugar nos centramos en la evaluación inicial decir que es esencial para a partir de ella construir conocimiento. Giné N. (2003) considera la evaluación inicial el principio del proceso de aprendizaje y reflexiona acerca de su utilidad a dos niveles: el del docente y el del alumno. Para el docente, la evaluación inicial es una estrategia que informa de las ideas previas que tienen los alumnos y los conocimientos ya adquiridos por el grupo. Le da información sobre la existencia o ausencia de conocimientos necesarios para la enseñanza de algo nuevo, las estrategias de razonamiento para justificar, argumentar o tomar decisiones que tienen los estudiantes, actitudes ante el aprendizaje y las expectativas ante un nuevo contenido a aprender. Por otro lado, desde el punto de vista del alumno, la evaluación inicial es útil, porque el estudiante necesita información para afrontar un nuevo aprendizaje e implicarse en el proceso, le sirve para actualizar ideas y conocimientos previos sobre la materia; adecua su planificación en relación al su comportamiento y las necesidades a desarrollar y refuerza su motivación.

En cuanto a la argumentación Sardá A. et al. (2000, pp.406) opinan que: *“de la misma manera que en la construcción del conocimiento científico es importante la discusión y el contraste de las ideas y que el lenguaje inicial tienen unas características diferentes al final, también sería necesario dar mucha más importancia en la construcción del conocimiento propio de la ciencia escolar, en la discusión de las ideas en el aula y el uso de un lenguaje personal que combine los argumentos racionales y los retóricos, como paso previo, a menudo necesario, para que el lenguaje formalizado propio de la ciencia tome todo su sentido para el alumnado”*.

Por su parte, Oliveras B. (2012) reflexiona sobre la idea de aprender a leer críticamente. Considera que el pensamiento crítico incluye: *“formular hipótesis, ver un problema desde puntos de vista alternativo, plantear nuevas preguntas y posibles soluciones, y planificar estrategias para investigar”*. Realiza un estudio comparativo entre dos colegios en los cuales los alumnos de una clase de ciencias realizan la lectura de un texto en base a un análisis crítico y evalúa los resultados. Oliveras B. (2012) considera que este tipo de actividades conectan la ciencia escolar con el mundo real y tiene un papel fundamental en el aprendizaje de las ciencias, no solo para mejorar la comprensión de fenómenos científicos sino también para ayudar al alumnado a

desarrollar una serie de capacidades para desenvolverse en el mundo y poder discutir con argumentos científicos y con espíritu crítico problemas de relevancia social.

2.2. Trabajo Práctico

2.2.1 Fundamentación teórica

El TP realizado para la asignatura de Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Física y Química consta del diseño de dos prácticas donde se estudian el proceso de oxidación de la manzana y los fenómenos de reflexión y refracción de la luz respectivamente. Estos proyectos de prácticas no se han llevado al aula, sin embargo, se realiza una reflexión didáctica de los mismos, para la valoración del proceso de E-A. Se tienen en cuenta múltiples factores como: el contexto, el papel atribuido de los sujetos participantes de un proceso de E-A, el clima en el aula, el contenido impartido, los niveles de enseñanza y el currículo, la secuenciación de actividades, etc. Así como las dificultades de aprendizaje y del proceso de adaptación de las prácticas a distintos niveles de enseñanza.

La primera de las prácticas está dirigida a 3º de ESO, se presenta como un guion para los alumnos. La segunda, en su caso, se dirige a alumnos de 2º de Bachiller y aparece diseñada como un guion para los profesores.

El TP se entiende, en sí misma, como una metodología activa que puede mejorar el proceso de E-A. Para conseguir que sea así como indica Hodson (2000), el experimento o actividad planteada debe ser adecuado, es decir, hay que plantear un objetivo claro y que funcione reflexionando en cada ejercicio al ser planteado, ¿por qué?, ¿para qué?, ¿cómo lo recibe el alumno?, etc. Los trabajos prácticos como técnica de aprendizaje de las ciencias, según Del Carmen (2000) mejoran la motivación del alumnado y su actitud hacia la ciencia y facilitan la comprensión de los planteamiento teóricos y el desarrollo del razonamiento científico del alumnado así como la elaboración del conocimiento científico y su significado. Además, induce a la reflexión y al desarrollo del pensamiento crítico; considera la existencia de datos anómalos que tratan de explicarse.

La clave está en la construcción y reconstrucción del conocimiento (Hodson, 2000, pp.305), puesto que los alumnos parten de un conocimiento previo que adquieren de manera natural en su vida. Estas ideas guían sus interpretaciones y predicciones, así como la generación de explicaciones y la toma de decisiones (Talanquier V., 2011). Como sentencia Talanquer V. (2011): *“Los estudiantes en nuestras clases de química se enfrentan a las preguntas y problemas que les presentamos haciendo uso de una gran variedad de recursos cognitivos a creación y discusión pública de los modelos de los estudiantes fomenta la discusión de sus alcances y limitaciones”*.

Otro aspecto importante es detectar las ideas alternativas de los estudiantes y canalizar su aprendizaje. Carrascosa J. (2005, pp.192) sentencia que el origen y la persistencia de estas concepciones en el campo de las ciencias viene dado por diversas causas. Algunas de ellas son las experiencias físicas cotidianas, el lenguaje de la calle de personas y medios de comunicación (radio, televisión, cine, prensa, libros, etc.) con significados que pueden ser muy diferentes del científico. También se ha detectado la existencia de graves errores conceptuales en algunos libros de texto o incluso algunos profesores tienen las mismas ideas alternativas que sus alumnos o desconocen este problema y, consecuentemente, no lo tienen en cuenta. Otro motivo puede ser la utilización de estrategias de enseñanza y metodologías de trabajo poco adecuadas, etc. Como recomienda Talanquer V. (2011): *“En vez de considerar muchas de estas concepciones alternativas como ideas rígidas e independientes presenten la mente de los estudiantes, es mejor concebirlas como ideas dinámicas que los estudiantes generan sobre la marcha. El reto para docentes e investigadores educativos en el área de química consiste en aprender a analizar las ideas de los alumnos más allá de sus manifestaciones concretas al resolver problemas específicos”*.

En la bibliografía leemos que para la detección de las concepciones alternativas existen varias técnicas que permiten su identificación y la cuantificación de su incidencia. Carrascosa J (2005, pp.189) propone realizar entrevistas clínicas en las que se pida al alumno su opinión respecto de un problema determinado, se le hagan preguntas sobre conceptos, se le muestren dibujos que representan situaciones o fenómenos para que los comente, etc. También se pueden diseñar cuestionarios de opción múltiple o V-F de manera que quienes sostienen una cierta concepción alternativa lo manifiesten. Y, otra alternativa sería detectarlas mediante mapas conceptuales.

En lo relativo a rol que desempeña el profesor durante la realización de un TP, se propone una postura reflexiva que potencie el diálogo entre los alumnos. Como sugiere Ogborn et al. (1998), el docente optaría por un estilo de explicación que denominan: *“Vamos a pensarlo juntos”* en la que el docente reúne y da forma a las ideas procedentes de la clase. Y dónde las contribuciones de los estudiantes son fundamentales. El profesor media para animarles, suministrarles ideas adicionales y aclaraciones. Implica continuos desplazamientos entre la apertura de oportunidades para los participantes y el proporcionar el marco y validar el material.

Señalar que los TP diseñados se basan en la metodología de la indagación. En la actualidad, ha aumentado el interés por esta estrategia didáctica, puesto que se propone con la finalidad de combatir la desmotivación actual de los estudiantes en relación la ciencia (Caamaño, 2012). Autores como Rodríguez I. y Martínez MM. (2019) la relacionan con la metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI), de manera que el docente presenta una situación problema a partir de la cual se realiza un análisis, se emiten hipótesis, se diseña una estrategia de resolución, se lleva a cabo la

experimentación y se analizan los resultados, llegando a obtener una solución (Ver Figura 4).

Comentar también, como ya hemos hecho en ocasiones anteriores que *“la modelización es un aspecto fundamental de la actividad científica y de su enseñanza y aprendizaje”* (Rodríguez I. y Martínez MM, 2019). En la práctica 1 se estudia la oxidación de la manzana, para comprender el modelo de reacción química hay que conocer modelos intermedios de aprendizaje como el modelo cinético molecular, el modelo atómico de Dalton y el estructural del átomo (Rodríguez I. y Martínez MM, 2019). Los diagramas pueden ser útiles. *“En primer lugar, se deben realizar las representaciones submicroscópicas de las sustancias implicadas en las reacciones para conectar los niveles atómico y macroscópico”* (Caamaño, 2017).

En último lugar, hablamos de las preguntas investigables que motorizan el aprendizaje y que por lo tanto, hay que enseñar a plantearlas a los alumnos. Según OCDE-PISA (2006), la capacidad de identificar cuestiones científicas implica reconocer interrogantes que pueden ser investigados científicamente en una situación dada e identificar términos clave para buscar información científica sobre un determinado tema. Incluye asimismo la capacidad de reconocer los rasgos característicos de una investigación de corte científico: por ejemplo, qué elementos deben ser comparados, qué variables deberían modificarse o someterse a control, qué información complementaria se requiere o qué medidas han de adoptarse para recoger los datos que hacen al caso.

2.2.2. Análisis del contenido

Los TP seleccionados se basan en los contenidos que aparecen en la Programación Curricular de Física y Química de ESO y Bachiller (Orden ECD/489/2016, 2016).

La primera práctica está dirigida a 3º de ESO y se trabajan las reacciones químicas. En concreto la reacción de oxidación de la manzana. Está diseñada para realizarla cuando los alumnos ya conocen la teoría atómica de Dalton, es decir, saben que la materia está formada por átomos y tienen una noción del concepto de reacción química.

Tabla 2. Fragmento de la programación curricular 3º ESO, bloque 3: Cambios químicos

CRITERIOS DE EVALUACIÓN
Crit.FQ.3.1. Distinguir entre cambios físicos y químicos mediante la realización de experiencias sencillas que pongan de manifiesto si se forman o no nuevas sustancias.
Crit.FQ.3.2. Caracterizar las reacciones químicas como cambios de unas sustancias en otras.
Crit.FQ.3.5. Comprobar mediante experiencias sencillas de laboratorio la influencia de determinados factores en la velocidad de las reacciones químicas.

Consideramos conveniente de nuevo comentar las dificultades de aprendizaje a las que se enfrentan los alumnos:

- Los alumnos pueden haber observado cambios a su alrededor, pero ¿hasta qué punto se han detenido a pensar en cuál es el origen?
- No asocian que un cambio a nivel macroscópico está causado por un cambio a nivel microscópico, a nivel molecular.
- Pueden presentar carencias a nivel procedimental y no se detenerse en las múltiples variables que pueden estar influyendo en un proceso determinado.

En cuanto a la práctica dirigida a 2º de Bachiller, presenta sus contenidos recogidos en el bloque 4, Ondas, del Currículo. Ver tabla 3. Con esta práctica se pretende profundizar desde la indagación en los fenómenos de la reflexión y refracción que se ven exclusivamente en 2º de Bachiller, si que se hace una mención de la luz en la programación curricular de 2º de ESO, pero no se estudian estos conceptos. Por lo tanto, se diseña una investigación de estos fenómenos a varios niveles. (Ver Anexos).

Tabla 3. Fragmento del currículo de 2º de Bachiller, bloque 4: Ondas que recoge lo referido a los conceptos de reflexión y refracción que se van a trabajar.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN
Crit.FIS.4.9. Emplear la ley de la reflexión y la ley de Snell para explicar los fenómenos de reflexión y refracción.

Las dificultades de aprendizaje que pueden surgir son las siguientes:

- Puede suponer una problema dar sentido físico y fórmulas física a algo que se contempla en el mundo real. Llevar al papel algo que tan solo se observa.
- Otra dificultad puede estar dada por la vinculación física-matemáticas. En física se trabaja con conceptos matemáticos como la trigonometría: seno, coseno y tangente.

Sin embargo, los alumnos tienen 17 o 18 años y han elegido la asignatura. Son más maduros, están más centrados y conocen estrategias básicas de la actividad científica.

2.2.3. Análisis de metodología a aplicar

En este trabajo se diseñan dos trabajos prácticos para la enseñanza de las ciencias. Son actividades en las que los alumnos están en contacto con materiales reales y mediante preguntas, reflexiones, experimentación, recogida de datos y, el análisis crítico se obtiene conocimiento. Los TP se estructura en base a: objetivo, introducción y cuestiones previas, materiales, procedimiento, resultados, cuestiones finales y reflexión.

El TP se diseña en torno a la indagación y modelización química. Como recogen Rodríguez I. et al. (2019), la indagación implica “*la identificación y el análisis de problemas, la distinción de alternativas y la crítica de experiencias para resolverlos, la planificación de investigaciones, la construcción de modelos, la investigación sobre hipótesis, la búsqueda de información, el debate con los compañeros y la construcción de argumentos coherentes*”. La primera práctica, la oxidación de la manzana, se asocia a indagación experimental mediante la elaboración de modelos y la puesta a prueba de modelos mentales (Caamaño, 2011), mientras que la investigación asociada con la resolución de problemas se asocia a la práctica en la que se estudian los fenómenos de la luz, y es útil comprensión procedimental de la ciencia, es decir, para aprender los procesos que caracterizan la investigación (Caamaño, 2011).

Las investigaciones sencillas propuestas se basan en una serie de etapas. (Ver Figura 1)

Etapas de una investigación	
Planteamiento del problema	En la fase de planteamiento del problema el profesor plantea y contextualiza el problema que se debe resolver.
Planificación inicial	En la fase de planificación inicial se requiere que los estudiantes conceptualicen el problema y lo reformulen, modelicen la situación, emitan hipótesis, piensen en el método general de resolución del problema planteado y decidan cuáles son las variables significativas que deberán ser medidas. Según la dificultad del problema planteado pueden recibir más o menos ayudas.
Planificación del método de resolución	En esta fase se debe diseñar el procedimiento de contrastación de hipótesis. En el caso de tratarse de una investigación que implique hallar una relación entre variables, los estudiantes, con la ayuda del docente, deben decidir: <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la variable dependiente que han de considerar y cuál la variable independiente (la variable que se ha de variar)? • ¿Cómo puede medirse la variable dependiente? • ¿Cómo puede variarse y medirse la variable independiente y cuántas medidas deben realizarse, en el caso de que sea una variable continua? • ¿Cuáles son las variables que se deben controlar, es decir, mantener constantes? • ¿Con qué precisión deben realizarse las medidas?
Realización	La fase de realización implica el montaje experimental, las medidas y el tratamiento numérico, gráfico o informático de los datos obtenidos. En el caso de una investigación no experimental, implica llevar a cabo el proceso de contrastación de hipótesis por observación, elaboración de encuestas, etc.
Evaluación del resultado	La fase de evaluación consiste en la valoración del resultado o resultados obtenidos y el análisis de su plausibilidad, comparando los resultados obtenidos por los diferentes grupos y con valores de la bibliografía.
Comunicación	La fase de comunicación implica la redacción de un informe sobre la investigación realizada y, siempre que sea posible, su comunicación oral.

Figura 1. Etapas de una investigación. (Caamaño A., 2012).

3. Presentación de proyectos

3.1. PID

3.1.1. Breve descripción sobre lo que consiste la actividad

Este proyecto está compuesto por una serie de actividades dirigidas a la enseñanza y el aprendizaje de contenidos químicos: la cantidad de sustancia y el mol. Se pone en práctica en un espacio temporal de 4 horas lectivas en una clase de 3º de ESO del Colegio Sagrado Corazón de Jesús. A continuación se presenta de forma más detallada la puesta en práctica del proyecto en el aula distribuido por sesiones. (Ver Figura 2).

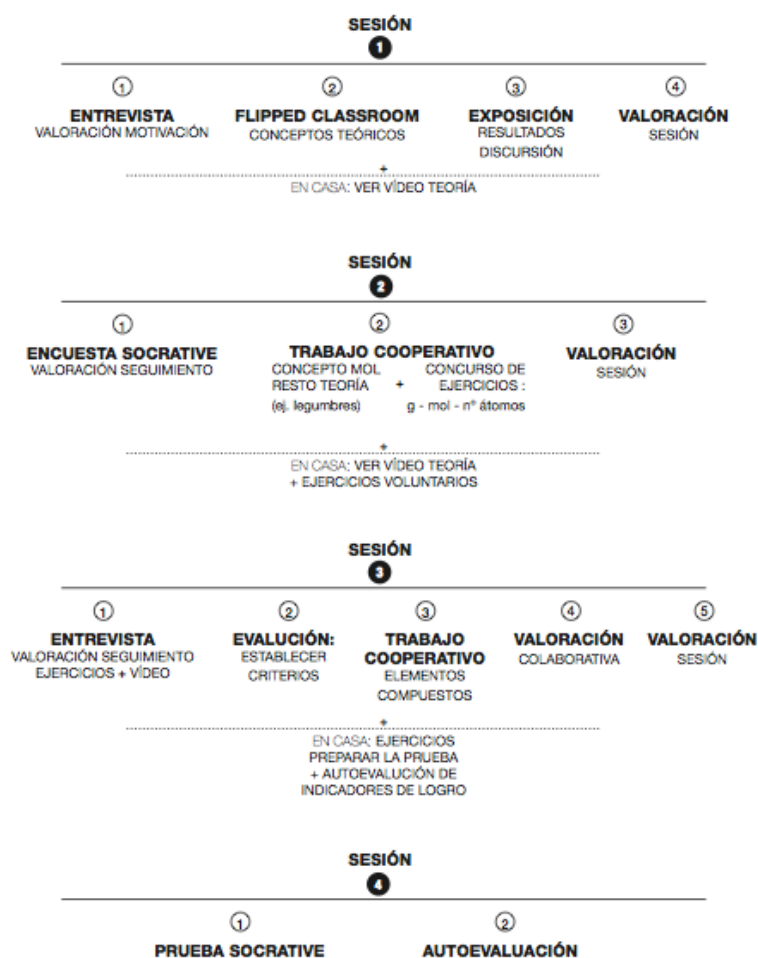


Figura 2. Diagrama del trabajo en el aula. 4 sesiones en las que se imparte una unidad didáctica dirigida a la cantidad de sustancia, contenidos y competencias relacionados. Se trabajan metodologías activas de E-A. Se valoran las sesiones al finalizar comparando la planificación con el resultado en la práctica.

Como ya se ha mencionado, las actividades se desarrollan siguiendo una secuencia progresiva. De manera que se establece un orden: actividades de sondeo de conceptos previos, introductorias, de desarrollo, de refuerzo o ampliación y, por último, de evaluación. En lo sucesivo, se comentan de forma resumida.

En primer lugar, se realiza una entrevista global para valorar la motivación inicial de los alumnos de la clase y comprobar lo que hecho a lo largo del curso. A continuación, la aplicación de la metodología *Flipped Classroom* y el trabajo cooperativo se ponen de manifiesto en la actividad introductoria: *Investigando juntos en el aula*. Los alumnos parten de una serie de conceptos que tienen que buscar utilizando una lista de links, vídeos y artículos que se les proporcionan. Todos los alumnos cuentan con un iPad. Al final de la actividad se presentan los resultados y se hace una discusión. Se evalúa mediante observación, exposición oral. Esta actividad permite la toma de contacto con el mol, la masa atómica, molecular y molar, la u.m.a y número de Avogadro (NA).

En cuanto a las actividades de desarrollo se proponen tres. La primera: *Modelando las moles*, pone en práctica el trabajo cooperativo. Se explica el concepto de mol a partir de un modelo confeccionado con legumbre: garbanzos, judías, arroz y lentejas. En la primera parte de la actividad, deben hacer montones de X número de cada legumbre. De este modo las agrupaciones se relacionan con el mol y las legumbres se asocian con los elementos que tienen características diversas (distinto número de protones y neutrones, masa y volumen). 1 mol agrupa $6,022 \cdot 10^{23}$ partículas (NA), y para cada átomo corresponde una masa molar (g/mol) diferente. Los estudiantes aprenden también a calcular masas atómicas y moleculares y cuentan con una tabla periódica interactiva.

La segunda actividad de desarrollo sería: *Concurso de cambios: g-mol-nº de partículas*. Se lleva a cabo mediante un trabajo cooperativo. Se hacen ejercicios: paso de gramos a moles y a número de partículas. Se trabaja con factores de conversión. Tras un ejemplo que pone el docente para aclarar el procedimiento, los alumnos se ponen en acción. Un grupo tiene que idear un ejercicio y el resto tienen que resolverlo, quien sea el primero en solucionarlo gana. Los que proponen el ejercicio corrigen. Para evaluarlo, se da la coevaluación entre alumnos y la valoración del trabajo en grupo.

La tercera actividad no llega a ponerse en práctica en el aula por falta de tiempo. A cada alumno se le asigna un elemento: H, O, C, Cl, Na, F, Br, Cu, S, P y se plantean tareas. Primero se forman compuestos con los elementos que hay en el grupo. A continuación, cada integrante toma uno de los compuestos y lo nombra: nomenclatura sistemática, de stock. En segundo lugar, se calcula las masas moleculares. Se calcula la composición centesimal de cada elemento que hay en la masa molecular. Y realizan cambios de unidades que ellos eligen. Todo queda registrado en un informe. Al final, se plantea una actividad de evaluación colaborativa: los estudiantes se corrigen por parejas.

Si el profesor detecta una especial dificultad en alguno de los alumno o por el contrario una capacidad especial o interés se ponen su disposición actividades de refuerzo o ampliación que se cuelgan en la plataforma *Blinklearning*, compartida con los alumno. Por último, se plantean varias actividades de evaluación: *Definir criterios de evaluación entre todos*, *Reflexionando sobre contenidos, competencias y procedimientos de la*

unidad; evaluar indicadores de logro cada estudiante de forma individual mientras estudia (muy pocos la completan en la realidad). Y, la prueba final sobre cantidad de sustancia que se realiza con *Socratic*. Consta de 2 preguntas de respuesta múltiple y 2 de verdadero y falso. Los alumnos escriben su razonamiento en papel y es evaluado.

3.1.2. Análisis de tu PID

Al llevar a la práctica el PID identifiqué varias dificultades en el aprendizaje de los contenidos. A veces se pueden detectar al realizar una valoración inicial y en otros casos al realizar una evaluación de lo que acontece en el aula. Como docente es conveniente tenerlas en cuenta para obtener un óptimo resultado del proceso de E-A. En el caso de la clase de 3º ESO donde se pone en práctica el PID aparecen las siguientes:

- Falta de tiempo para impartir los contenidos, 4 lecciones de 50 minutos.
- Los contenidos impartidos son conceptos nuevos, abstractos y complejos.
- El docente debe ser claro y conciso, de lo contrario el mensaje es confuso.
- Los alumnos fallan en la formulación inorgánica.
- Los alumnos no están muy motivados con la asignatura y no trabajan en casa.
- Presencia de ideas alternativas.

Se plantea, por tanto, afrontarlas a través de la metodología y el diseño de actividades.

En lo relativo a la gestión del tiempo, comentar que no se disponía de mucho para impartir el temario y, el volumen de actividades diseñadas era excesivo. Más adelante se detallan los aspectos positivos y negativos de cada una de ellas.

En cuanto a los alumnos, es la primera vez que estudian la cantidad de sustancia en profundidad y, el mol es un concepto abstracto y complejo de visualizar. Por ello, se plantea un modelo con legumbres para facilitar su comprensión. Como leemos en la bibliografía el modelaje resulta una metodología acertada para la enseñanza de ciencias. En el aula, los alumnos parecen entender el concepto, sin embargo, con la falta de trabajo en casa se comprueba que en los días posteriores la idea no les acaba de quedar clara. A esto se suma que no se definen deberes obligatorios, solo se sugieren actividades opcionales (vídeos, fichas de ejercicios...), puesto que se apuesta por ejercer el liderazgo democrático. La idea de liderazgo democrático se plantea de forma errónea y el resultado es que un porcentaje alto de los alumnos no trabajan en casa. En esta línea conviene reflexionar sobre las prioridades de los alumnos con 14 y 15 años de edad y, sobre cómo afecta la etapa de cambio en la que se encuentran en el proceso de aprendizaje y su predisposición. Además como se lee en la bibliografía, se recomienda introducir el temario trabajando en primer lugar el concepto de masas relativas, para posteriormente hablar de masa atómicas, moleculares y molares y, en el caso de este PID no se plantea una actividad dedicada al estudio de las masas relativas.

Otro punto interesante de análisis sería preguntarnos qué número de alumnos siguen la clase, puesto que no todos ellos tienen el mismo ritmo de aprendizaje. En relación, con esto y como aspecto a tener en cuenta recordamos las ideas alternativas. ¿Cómo influyen en el aprendizaje de la física y la química estas concepciones que divergen del significado de un cierto concepto o procedimiento? ¿Qué aprenden los alumnos? ¿Cómo lo detectamos? Durante la puesta en práctica del PID no se emplea ningún instrumento de detección de ideas alternativas, muy importante en la didáctica de ciencias.

En cuanto a mi papel como docente en las sesiones que estuve impartiendo clase. Los alumnos con el cambio parecían motivados. Además las metodologías de innovación implantadas: *Flipped Classroom* y trabajo cooperativo, al ser diferentes también llamaban la atención, sin embargo, nos preguntamos si las sesiones estuvieron bien orientadas para mejorar el proceso de E-A. En las primeras clases, los alumnos parecían comprender sin problema los conceptos, pero al final, un número elevado de ellos no tenían claros los conocimientos trabajados. Observamos que los estudiantes confundían conceptos como masa atómica, molecular y molar y, tenían problemas con los cambios de unidades. Por ejemplo, si se les pedía cuántas moléculas de H₂O hay en 3 moles de H₂O y cuántos átomos de H y O, les resultaba complicado hallar la cantidad de H. Otros alumnos fallaban en la formulación inorgánica y la simbología de los elementos conocimientos que ya deben haber adquirido, lo que dificulta la evolución. Por ello, para saber cuál es la base de los alumnos es muy conveniente antes de poner en práctica cualquier unidad didáctica la realización de un estudio de sus conocimientos previos.

Por último, comentar que el orden de las preguntas del test final no llega a ser la adecuada, puesto que la primera es la más compleja. En consecuencia, la predisposición de los alumnos y su gestión del tiempo se ve afectada negativamente.

3.1.3. Propuestas de mejora

Si, llegados a este punto, analizamos las actividades planteadas una a una. Nos damos cuenta de algunos aspectos que pueden ser mejorados, como leemos a continuación.

Al poner en práctica el PID, no se llega a hacer una prueba inicial para detectar los conocimientos previo de los alumnos. Por lo tanto, como mejora se propone una nueva actividad de evaluación inicial: *¿Qué sabemos?* Empleando la aplicación *Socrative* se plantea una encuesta online con preguntas de respuesta múltiple, de verdadero y falso y otras preguntas cortas sobre los contenidos: tabla periódica, elementos, compuestos, formulación y cantidad de sustancia. Se sondea al alumnos para detectar si comprenden los modelos: cinético molecular, atómico de Dalton y estructural del átomo.

En la primera sesión los alumnos deben buscar información en grupos, pero, tras la valoración, concluimos que no tienen claro lo que están haciendo. Además, aunque se les facilitan links, la mayoría de alumnos buscan en primer lugar directamente en el buscador de Google o en páginas como Wikipedia. Por lo tanto, como actividad alternativa, más concisa se propone la lectura de un artículo. Los alumnos deben realizar

un análisis o reflexión crítica del mismo planteándose por qué es importante esta unidad de medida de la cantidad de sustancia y, además trabajar la argumentación. Comienzan a realizar la tarea en el aula y terminan en casa. Se trata de un ejercicio individual. De esta manera los alumnos dan valor al concepto de mol y sentido al tema. Se sugiere el artículo *¿Qué es un mol?* De muy interesante. El docente les proporciona una guía a seguir. El informe debe constar de una introducción, un resumen crítico que responde a a: ¿cuál es la idea del autor? ¿cómo respalda sus argumentos? ¿son razones de peso? Y, al final, una crítica del alumno en la que presenta su opinión: ¿está de acuerdo con las conclusiones del autor? ¿Qué implicaciones para la sociedad tienen?

Sería también interesante que alguno de los alumnos presentase en clase su argumentación y reflexión crítica, para que se cierre el proceso de aprendizaje. En este punto los alumnos valoran si han planteado bien o no su trabajo y mejoran.

Si por el contrario se mantiene la actividad de búsqueda de conceptos previos se establecen una serie de pautas para la realización de la actividad. En primer lugar docente y alumnos establecen una serie de preguntas que deben responder con su búsqueda de información y posteriormente, tras proporcionarles los links los alumnos responden las preguntas escribiendo de donde procede la información que han obtenido.

En la segunda sesión se introduce el mol con el modelo de legumbres. Este modelo facilita la comprensión de un concepto difícil de visualizar, por lo tanto se mantiene. Sin embargo, se propone realizar una actividad previa para introducir el concepto de masa relativa que fundamenta el resto de las explicaciones. Una actividad sencilla requeriría de un número de bolas de dos tamaños diversos de manera que se pesasen ambas. A partir del su masa y su número podría obtenerse la masa por unidad y, finalmente, la masa mayor podría ponerse en función de la menor y, la menor en función de si misma que equivaldría a 1. De este modo estaríamos hablando de masas relativas.

En la tercera sesión, han pasado cuatro días desde la última clase y para poner en contexto a los alumnos se hacen un ejercicio de paso de moles a gramos y, de estos, a número de partículas. Se introducen además las moléculas en los cambios. Percibimos como los alumnos confunden los términos: masa atómica, molecular y molar (que ya se había explicado en la anterior sesión). Se propone establecer unos criterios de evaluación, pero los alumnos no establecen bien las diferencias entre conceptos y no son capaces de diseñar criterios adecuados aunque tienen nociones. Al obtener estos resultados, en vez de llevar a cabo el trabajo cooperativo, se opta por dedicar al resto de la clase a la explicación de cómo se hacen los ejercicios en la pizarra paso a paso (clase magistral). Los alumnos copian y preguntan dudas. Se les pregunta y ellos responden aunque suelen contestar siempre los mismos alumnos y se propone un ejercicio en el que deben trabajar individualmente. Para mejorar esto, se propone mandar deberes para casa, con su posterior corrección en clase. Hay que conseguir que los alumnos pongan en práctica sus conocimientos para saber si realmente los han adquirido y de la manera científicamente correcta. Y, como hay alumnos que no hacen los deberes, deberíamos

plantear una actividad de evaluación continua para asegurar que los alumnos se implican. Comentar que el objetivo de esta mejora no es que el alumno se interese por el ejercicio por la calificación; si no que interesa que el alumno aprenda, por tanto, se debe comunicar la intención de la actividad a los alumnos para que tengan la concepción.

Tras el transcurso de esta sesión y a la vista de los resultados, se decide que la primera media hora de la sesión 4 se va a dedicar a repasar en la pizarra y a afianzar conceptos. Además como mejora se propone mandar ejercicios de deberes concretos porque considera que los alumnos por cuenta propia no los realizan. Los alumnos tienen que estar guiados por el docente en todo momento, más a dicha edad. Por lo tanto, en este caso concreto, que se cuenta con otra profesora disponible, se sugiere como mejora realizar desdoble en una sesión dedicada a ejercicios.

Por último, se propone llevar a la práctica la autoevaluación y coevaluación que se planteaba en el Proyecto de Evaluación y que no se llegan a dar en el aula.

3.2. Trabajo práctico

3.2.1. Breve descripción sobre lo que consiste la actividad

Para describir en que consiste las actividades planteadas en el TP y contextualizar el trabajo destacando sus aspectos principales, estructuramos este apartado en dos partes: la práctica primera dirigida a estudiantes de 3º de ESO y a continuación se habla de la práctica segunda dirigida que es una guía para el docente a impartir en 2º de Bachiller.

Práctica 1. ¿Cómo cambian las cosas a nuestro alrededor?

Se parte de los siguientes objetivos:

- Comprender reacciones químicas de la vida cotidiana
- Estudiar efectos de las mismas a distintos niveles y circunstancias.
- Realizar pruebas, comparaciones de los resultados y sacar conclusiones

Tras las preguntas previas de reflexión y contextualización y la lista de materiales se incluye la explicación del procedimiento. (Ver Anexo II) En esta práctica se trabaja por grupos el proceso de oxidación de las manzanas. Se estudia a cuatro niveles con respecto al tiempo: variación de condiciones (condiciones normales, limón, envoltura en plástico), variación con la luz (oscuridad, luz e intermedio), variación de superficie (luz y temperatura constante) y variación de temperatura (nevera, ambiente y microondas).

Mientras se realiza el proceso de experimentación se toman datos en una tabla que posteriormente se analizan. Realizada la actividad experimental, se reflexiona sobre los resultados obtenidos: se proponen cambios de condiciones, se extraen conclusiones, se ponen en común y se valora el proceso y las respuestas a las preguntas previas una vez realizada la práctica por completo. El fuerte de esta práctica que se basa en la indagación aparece al principio con las preguntas iniciales, dirigidas por el profesor, en

las que el alumno puede hacer grandes aportaciones y, al final, cuando se hace una reflexión sobre todo lo aprendido.

Práctica 2. “Y ahora, un poco de luz...”

Se plantean los siguientes objetivos.

- Comprender y trabajar los conceptos de reflexión y refracción de la luz.
- Emplear la ley de reflexión y la ley de Snell.
- Cambiar los medios y variables para extraer conclusiones.

En primer lugar se pone en contexto a los estudiantes. Tienen que conocer cuáles son los objetivos para dar sentido a lo que hacen. Se plantean preguntas previas sobre la luz, reflexión y refracción basadas en un proceso indagatorio. Guiados por el profesor los alumnos sugieren el posible planteamiento de la práctica, seleccionando variables, eligiendo materiales y definiendo los pasos. Posteriormente, concretan con el docente.

En el guión del profesor, que es cómo se presenta esta práctica dirigida a segundo de Bachiller, se proponen varias actividades.

En el ejercicio 1, se estudia la reflexión total y la refracción de manera visual, observando el comportamiento de un láser sobre un recipiente con agua y gotas de leche. En un segundo ejercicio se estudia el proceso de reflexión con varios tipos de láseres diferentes con distintos ángulos de incidencia: 15°, 30°, 45°, 60°, 90° para describir las cualidades de los fenómenos un punto de vista experimental. Los resultados se recogen en una tabla. A continuación, en el ejercicio 3, para el estudio de la refracción se incluye el estudio de distintos medios: el aire y agua, aceite, alcohol o la sal común... Coloca el láser formando en primer lugar un ángulo de 15° con la normal de la superficie y mide la distancia x . Repite el procedimiento para otros ángulos y láseres de varios colores. El objetivo es conseguir hallar el índice de refracción para los diversos medios. Se rellena tablas con los resultados. En el ejercicio 4, se estudia el ángulo límite para los medios, a partir del concepto de reflexión total.

Por último, se reflexiona sobre toda la información obtenida tratando de sacar conclusiones. Se contestan las preguntas finales, se pone todo en común y se redacta un informe. De este modo los alumnos valoran su propio proceso de aprendizaje y que se convierte en un proceso circular.

3.2.2. Análisis de las actividades que conforman el TP

Como ya se ha comentado estos TP no se han llevado al aula, por lo tanto no se ha podido valorar los resultados de la acción a nivel del docente como guía o los estudiantes como las figuras activas. Sin embargo, sí que se puede profundizar y analizar las propuestas así como la reflexión didáctica que se presenta. De nuevo, se estudian por separado las dos prácticas.

Práctica 1. ¿Cómo cambian las cosas a nuestro alrededor?

La práctica 1 está orientada para alumnos de 3º de la ESO. Es una práctica ambiciosa. Se plantea la oxidación de la manzana como medio para el estudio de las reacciones químicas y la manzana es un material biológico. En general, trabajar con materiales biológicos resulta complejo. La reacción se produce entre moléculas que todavía no han sido estudiadas por los alumnos, por lo tanto, se trabaja con esta reacción seleccionando las variables a estudiar (obviando otras), de manera que los alumnos a través de la indagación lleguen a conocer lo que el docente ha definido como objetivos. Si no se plantea bien, cabe la posibilidad de que los alumnos se confunda y desmotiven.

Los objetivos de esta práctica son a nivel procedimental trabajar la indagación, a nivel de contenido estudiar reacciones químicas de la vida cotidiana y ver sus efectos al tiempo que tratan de explicarse a un nivel químico, nivel microscópico desde un punto de vista práctico. La manzana como propuesta tiene muchos puntos interesantes: se pueden estudiar múltiples variable condiciones de una forma muy sencilla (variaciones de temperatura, luz, añadiendo sustancias como el limón que varía el pH...); es alimento común que todo el mundo puede tener en casa y se puede comer al final de la práctica sin generar residuos. Sin embargo, la oxidación de la manzana puede tener también otras explicaciones como una reacción catalizada por enzimas, aspecto biológico. Además, no es quizá el mejor modelo para establecer las diferencias entre los niveles macroscópico y microscópico.

En cuanto a las ideas alternativas, se propone identificarlas mediante los dibujos que se pide a los alumnos que realicen en la parte de recogida de datos. Podría plantearse algún otro modo de detección de concepciones alternativas más rápido.

Al final de la práctica, además de la evaluación del resultado, en la que se valoran los resultados obtenidos, debemos incidir en la comunicación, con redacción de un informe y la comunicación oral si es posible.

Práctica 2. “Y ahora, un poco de luz...”

Esta práctica está dirigida a 2º de Bachiller. Se plantea el estudio de fenómenos físicos de estudio: la reflexión y refracción de la luz. El objetivo es trabajar los contenidos mediante metodologías activas, de manera que la práctica se basa en la indagación, en la los alumnos deben diseñar su propia experimentación. La idea es realizarla cuando los estudiantes han estudiado previamente en el aula la teoría. Y, con parte de las preguntas previas se detectan los conocimientos de partida para que a partir de ahí el profesor oriente de un modo u otro el TP. Comentar que un punto no definido en proyecto es el tiempo, por lo tanto el profesor al ponerla en práctica debe concretar este aspecto.

Por otro lado, no se define una define una experimentación sencilla que realice el docente con el objetivo de que los alumnos a partir de esto puedan realizar en el resto de planteamientos, por lo que sería un punto a mejorar.

La indagación se propone para que los alumnos estudien los fenómenos desde múltiples puntos de vista. No se pretende que estudien simplemente el ángulo de incidencia, el ángulo obtenido o el índice de refracción que es lo más común. Se pretende que vayan más allá, que estudien también la velocidad, rayos de luz con diferentes longitudes de onda, distintos medios... Resulta también interesante que la necesidad de emplear conocimientos relativos a otras asignaturas como la trigonometría (matemáticas), conceptos de desviación estándar o media (estadística). Y, es importante comprobar que los alumnos no tienen problemas con ellos, puesto que puede suponer una dificultad en el desarrollo de la práctica. Por lo tanto se estudia como aspecto a mejorar.

Por último, destaco nuevamente, la importancia la evaluación del resultado que engloba los resultados obtenidos y las conclusiones a las que se ha llegado, así como el estudio de la planificación del método de resolución. Y su comunicación o puesta en común. Así como la redacción de un informe. Son aspectos que se mencionan en los guiones de prácticas pero que deben matizarse y pueden mejorarse.

3.2.3. Propuestas de mejora

De nuevo hacemos mención al hecho de que los TP no se han llegado a realizar en el aula. Por lo tanto, no se ha evaluado del resultado. Sin embargo, se hace una reflexión didáctica del proyecto y, a su vez, en este trabajo se revisa la propia reflexión para la obtención de mejoras. Las mejoras que se proponen a continuación, son mejoras generales que afectan al TP, al final se añaden las mejoras concretas de práctica.

A nivel procedimental en las dos prácticas, se pretende establecer una serie de pasos concretos para el desarrollo de la indagación, puesto que en el análisis del TP, hemos visto como a veces hace falta ser más concreto para evitar la divagación. Asemajamos, por tanto, la indagación a la Resolución de Problemas como Investigación (MRPI).

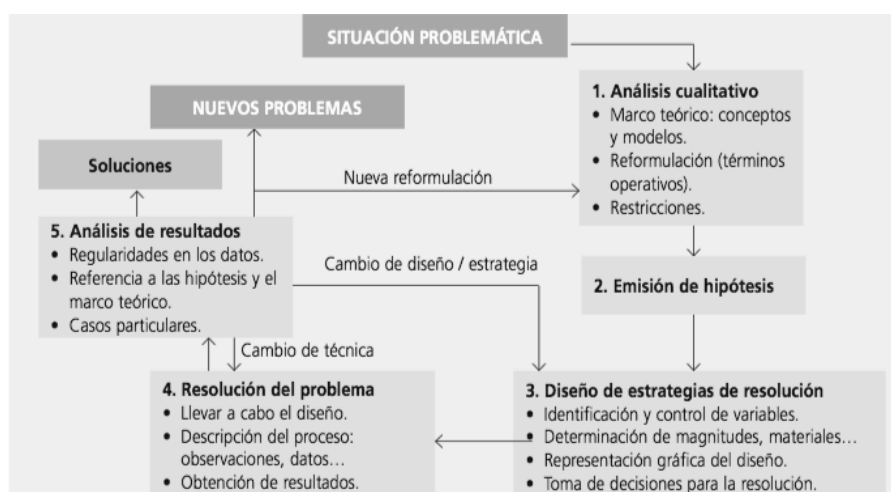


Figura 4. Esquema de la Metodología de Resolución de Problemas como Investigación (MRPI) con sus fases y características. (Rodríguez I.y Martínez M, 2019)

Por lo tanto, se parte de la situación problemática y, en primer lugar, se analiza la situación. A continuación se emiten las hipótesis, se diseñan las estrategias de resolución, se lleva a cabo la experimentación y al final se analizan los resultados a partir de los cuales se propone las soluciones. Este procedimiento de trabajo permite revisar los resultados y en caso de que no sean convincentes, se realiza de nuevo el análisis y la emisión de hipótesis.

Otro aspecto a comentar para la mejora de un TP es la concepción del error. Una respuesta equivocada no debe asociarse a un fallo. Debería perder la connotación negativa que ha adquirido con el paso del tiempo. Se propone que sea motor de aprendizaje, punto de partida de una nueva reflexión, a partir de la cual se puede llegar al conocimiento sobre el contenido.

También se anima al docente a trabajar las preguntas investigables con los estudiantes. Formular cuestiones supone conocer contenidos y aprender más a partir de un buen planteamiento. Permiten definir objetivos, y obtener resultados.

Por otro lado, en ambos casos con el objetivo de completar el proceso de aprendizaje además de entregar un informe individual de la práctica que se trabaja en grupos cooperativos, se debe realizar una comunicación oral de los resultados, en la que se discutirá cómo ha ido el proceso y señalaran los puntos de mejora.

De forma más específica, en la práctica *¿Cómo cambian las cosas a nuestro alrededor?* Se propone una mejora con respecto al trabajo de los fenómenos macroscópicos y microscópicos que se dan a nivel de la reacción de oxidación de la manzana. Para ello el alumno tiene que conocer el modelo atómico de Dalton y el docente tiene que asegurarse de que esto es así y si fuera imprescindible recordarlo. Por lo tanto, en este momento, se asocia la reacción de la manzana a la reacción de oxidación del un compuesto inorgánico como es el hierro. Se hace una trasposición del modelo planteado inicial a otro más sencillo a nivel molecular. Por lo tanto, el alumno pasa a trabajar con la reacción global de la oxidación del hierro, tanto con su representación microscópica simbólica: $2\text{Fe} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeO}_3$ y gráfica, que sería el diagrama de los sistemas reaccionantes aplicando el modelo de bolas. Para 3º de ESO se trabaja con el modelo más simple de representación en el que se consideran todas que todas las sustancias químicas son moleculares (el docente tienen que asegurarse de que el alumno conoce las limitaciones del modelo).

En cuanto a la práctica de: *“Y ahora, un poco de luz...”*, hay partes de la práctica que requieren conocimientos previos de otras ramas como la trigonometría de matemáticas o el cálculo de la desviación estándar de estadística. Por lo tanto, para evitar que los alumnos fallen en este punto, se propone que el docente pregunte durante la realización de la práctica si saben realizar dichos cálculos y que pida a un alumno que lo haga como ejemplo delante de la clase.

4. Reflexiones

Este apartado recoge reflexiones didácticas relativas a los proyectos trabajados hasta ahora. Se agrupan ideas a tener en cuenta al desarrollar actividades, unidades didácticas o poner en marcha procesos de E-A de Física y Química. Para ello se analizan los tres ejes de didáctica: los alumnos, los docentes y los conocimientos seleccionados, así como las dificultades de aprendizaje y otros aspectos que afectan a la docencia.

Comentar que la programación curricular, sirve de estructura a la educación. Deben tenerse en cuenta contenidos, procedimientos y actitudes y se trabajan las competencias que preparan al alumnado, puesto que se asume que se han diseñado para contribuir en el desarrollo como personas de los estudiantes con la idea de que al finalizar la etapa de educación en el instituto, sean lo suficientemente competentes y cuenten con los conocimientos necesarios para integrarse sin dificultades en sociedad en la que vivimos.

Los proyectos valorados son, por tanto, el PID y el TP. En primer lugar, un conjunto de actividades preparadas para aprendizaje de contenidos relativos a la cantidad de sustancia en un curso de 3º de ESO. Proyecto que se pone en práctica en el aula y del cual pueden valorarse los resultados. Y en segundo lugar, dos prácticas experimentales. Una práctica dirigida a 3º de ESO en la cual los alumnos deben estudiar una reacción química observable en la vida cotidiana, variando condiciones en base al estudio de ciertos contenidos del curso. Y por otro lado, una práctica diseñada para 2º de Bachiller sobre la luz y los fenómenos de refracción y reflexión que se estudian en profundidad en base a la metodología de la indagación.

Como reflexión general, en ambos casos se opta por metodologías activas para el aprendizaje del contenido, procedimientos y actitudes en las asignaturas de Física y Química. Se pretende conseguir que los alumnos desarrollen un espíritu crítico y la capacidad de análisis, esenciales en la sociedad actual en la que vivimos que precisa de personas competentes estos niveles. Consideramos de suma importancia potenciar la argumentación, la indagación y el aprendizaje de plantear preguntas investigables en el ámbito de las ciencias, así como la detección de los conocimientos previos del alumno y de las ideas alternativas que afectan al proceso de E-A.

A nivel didáctico, se asocia rol de guía al docente, un papel activo al estudiante. Interesa que esto sea así, puesto que es a través de la acción, de hacer las cosas, de ponerse en movimiento como se aprende; sin embargo, hay que pautar el camino porque una actividad no dirigida, es una actividad perdida. Por lo tanto, los alumnos están aprendiendo y es docente el que estructura cómo lo hacen, de lo contrario los alumnos sienten confusión. Por otro lado, el conocimiento delimitado por la programación didáctica se presenta como un conjunto de conceptos, procedimientos, actitudes y

competencias que se pueden dirigir a los alumnos de formas muy diversas y con resultados muy distintos, es por esto que resulta necesario reflexionar sobre lo que se enseña y valorar los resultados del aprendizaje.

Con respecto a las actividades, cabe mencionar que se organizan de forma progresiva en todos los casos planteados. De forma consecutiva se realizan actividades de sondeo de conceptos previos, actividades introductorias, actividades de desarrollo, actividades de refuerzo o ampliación, de ser requeridas, y, las de evaluación. Se plantean en base a la programación curricular y en función de los contenidos a nivel conceptual, procedimental y actitudinal así como de las competencias trabajadas. Dependiendo de su dificultad se pueden clasificar en: básico, medio superior, y se llevan a la práctica de forma progresiva. Con relación a este tema, si nos planteamos la adaptación de un trabajo a otro curso distinto para el que se diseña, se debe considerar la modificación a nivel de contenidos y procedimientos, de manera que si se dirige a un curso superior, los alumnos pueden dar más de sí mismos puesto que se asume que tienen más conocimientos e instrumentos de aprendizaje. Sin embargo, hacer notar que la adaptación total de una sesión le corresponde al docente tras conocer su grupo de estudiantes, el clima en el aula, las técnicas de aprendizaje...

Por otro lado, recordamos que cada alumno es diferente. No todos tienen las mismas capacidades ni las mismas experiencias previas ni los mismos instrumentos de trabajo, por lo tanto, en la medida de lo posible, el docente basándose en el principio de inclusión debe tratar de adaptar la educación de forma individualizada para conseguir de una forma exitosa la adquisición de conocimientos por parte de los estudiantes.

Por último hacer mención a las limitaciones que suelen plantearse en la realidad del aula: la limitación temporal, el trabajo en casa del alumnado, la limitación de herramientas,...

En cuanto al tiempo, considero que hay que hacer una cuidadosa planificación reconociendo como docente lo que es esencial de lo que no es en base al Currículo. Por lo tanto se valora lo que se quiere aprender, la metodología que nos va a permitir conseguirlo, el grupo de alumnos con el que se tiene que trabajar...y, a partir de ello se construye secuencia de actividades a realizar.

Los alumnos, por su parte, se encuentran en una etapa de cambio; son adolescentes que en muchas ocasiones no tienen claros sus objetivos. Sin embargo, hemos comentado que para el aprendizaje es fundamental que sean los alumnos los que entren en acción, es decir, que realicen actividades, ejercicios, que propongan ideas, planteen experimentaciones sencillas...Por lo tanto, hay que conseguir potenciar el trabajo en casa o en el aula ya sea mediante planteamiento de evaluación continua o actividades que se acerque a la vida cotidiana que les suscite interés.

A continuación se realiza una reflexión individualizada por proyecto.

4.1. PID

En este trabajo se proponen varias mejoras en lo relativo al PID: detección de conocimientos previos, pautas en la realización de búsquedas por Internet, argumentación y se apuesta por la modelización, el trabajo cooperativo y otras metodologías de innovación como el *Flipped Classroom*, por lo tanto, en este apartado reflexionamos por qué se apuesta por todo ello.

En primer lugar, conocer a los alumnos resulta esencial para estructurar una clase. A partir de lo que los estudiantes conocen se estructuran los pasos que se van a seguir para la enseñanza de un cierto contenido. Por lo tanto, el docente tiene dos vías para saber lo que saben los alumnos, una es el Currículo que estructura el nivel de conocimientos y, la otra, la realización de pruebas iniciales de contenidos previos. Ambas son necesarias. La primera da una idea teórica y sirve de guía y, la segunda es una valoración muy útil y específica de la realidad de cada alumno que permite conocer el nivel estudiantil del aula. En este caso, el PID, donde se estudia la cantidad de sustancia cuando se hace una prueba previa inicial, interesa saber cómo llevan los alumnos la formulación, cuál es su comprensión del modelo atómico de Dalton y del modelo cinético-molecular, etc., para, a partir de esto, seguir construyendo.

Al proponer el PID se apuesta por la metodología del *Flipped Classroom* porque los alumnos entran en acción. Por supuesto, son esenciales las pautas del docente que dirige cómo deben actuar los alumnos y aleja la confusión o la posible inefectividad de la actividad. Por lo tanto, si está bien pautado, este tipo de metodologías contribuye a la motivación de los alumnos y el desarrollo de competencias, así como, el aprendizaje de los contenidos seleccionados.

Por otro lado, en el PID se plantea el uso de *Socratic*, puesto que el aprendizaje con un buen uso de las TIC puede optimizarse. Las TIC ofrecen un abanico de posibilidades amplísimo y no hay que perder de vista que vivimos en el mundo de las tecnologías, un mundo digitalizado. En este caso, *Socratic* permite realizar evaluaciones, pruebas iniciales, encuestas, ...de una forma fácil, dinámica, que capta la atención de los alumnos, y con la posibilidad de obtener los resultados instantáneamente.

Otro punto sobre el que se puede reflexionar, la desmotivación. La falta de motivación en el aula puede estar causada por múltiples razones, ya hemos comenzado hablando de la incompreensión por parte de los alumnos debido a la existencia de conceptos no tangibles, también puede deberse a la falta de interés por la asignatura o a la propia metodología seleccionada. Si, nos fijamos en la prueba final que se les plantea a los

alumnos, los ejercicios no estaban dispuestos por orden de dificultad. Por tanto, esto induce a la desmotivación. Se propone por lo tanto, un orden, en el cual aumente progresivamente la dificultad. De esta manera, el alumno puede verse incentivado y obtener mejores resultados.

Por último, comentar aspectos relativos al tiempo y la edad crítica en la que se encuentran los alumnos.

Por un lado, las horas por semana de Física y Química en 3º de ESO y en el resto de cursos, en general, son muy limitadas, y sin embargo, el temario abarca gran cantidad de contenidos. Muchos de los conceptos son abstractos y complejos, por lo tanto, está limitación temporal supone una dificultad. Destacar en estos casos el papel fundamental del docente seleccionando las, actividades y metodologías a llevar a cabo en el periodo lectivo. A nivel didáctico, para lidiar con la limitación del tiempo se propone combinar la clase magistral con las metodologías activas, además de potenciar estrategias que motiven al alumno para su trabajo de en casa que permita que afiance lo aprendido. Además hay contenidos que se comparten entre asignaturas, por lo tanto, ponerse de acuerdo con otros docentes para la realización de experimentaciones sencillas o a la hora de repartir los contenidos puede resultar ventajoso. También podríamos estar hablando de unificar metodologías entre departamentos y en el Colegio, en general.

Por otro lado, conviene reflexionar sobre cuáles son las prioridades de los alumnos con esta edad, 14 y 15 años y, sobre cómo les puede afectar al aprendizaje la etapa de cambio en la que se encuentran. De hecho, veíamos como en su mayoría los alumnos no realizan ejercicios por iniciativa propia en casa, necesitaran que el docente les especifique las tareas a realizar. Por lo tanto, se proponen proyectos que acerquen a la ciencia a vida cotidiana. En este punto entra la lectura de textos y la argumentación de los mismos junto con el desarrollo del pensamiento crítico. A partir de ellos conectamos el aula a la realidad lo que potencia la motivación del alumno dando sentido a lo que desarrolla.

4.2. Trabajo Práctico

Si hablamos del proceso de Enseñanza y Aprendizaje de ciencias debemos hablar también del tipo de contenidos a impartir, de las dificultades que aparecen durante el proceso, de la disponibilidad temporal, de la predisposición motivacional de los alumnos, del contexto y clima en el aula, de los conceptos previos, de las ideas alternativas que presentan tras un proceso de enseñanza que afecta a su aprendizaje, etc. Todos estos factores y otros que no se han nombrado influyen en cómo el docente estructura su proceso de enseñanza y cuál es la metodología idónea para obtener los objetivos que se han propuesto. Por lo tanto, en este caso, teniendo todos estos aspectos

en cuenta, los TP se basan en la realización de preguntas de investigación, experiencias sencillas y la indagación.

En primer lugar, la motivación del alumnado se trata de mejorar introduciendo actividades de forma progresiva, comunicando a los alumnos los objetivos de la práctica y realizando preguntas previas en las que se contextualiza la misma y da comienzo a un proceso indagativo. El alumno siendo el hacedor al realizar la experimentación sencilla también va a sentirse motivado. Vemos como en la práctica de la oxidación de la manzana se le plantea al alumno: *“En esta práctica vamos a trabajar con la manzana. ¿Qué le sucede a la manzana cuando se abre? ¿Qué ocurre con el paso del tiempo?”* Esta pregunta, contextualiza al alumno y, además, le sirve de hilo conductor, para que posteriormente mediante la indagación diseñe su experimentación, obtenga resultados y finalmente los analice y ponga en común.

No nos podemos olvidar que el docente debe detectar los conocimientos previos de los alumnos, por lo tanto realiza preguntas previas introductorias, que al mismo tiempo contribuyen como ya hemos comentado a la contextualización de la práctica y da comienzo a la indagación y construcción del proceso experimental. En la práctica: *“Ahora...un poco de luz”* se plantea por ejemplo: *“Cómo afectan estos fenómenos a la vida cotidiana? ¿Dónde se pueden observar? Pon ejemplos”* y, *“Realiza una representación de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz.”*

Para estudiar los contenidos relativos, por un lado, a las reacciones químicas y, por otro a las los fenómenos de la luz de reflexión y refracción se opta por la experiencia sencilla a través de la indagación. Con la indagación se acerca la Física y la Química a la realidad de la vida cotidiana, requerimiento establecido por la programación curricular y los alumnos adquieren competencias, además de contenidos, procedimientos y actitudes científicas. El alumno adquiere la habilidad de la resolución de problemas de manera que cuando se enfrente a situaciones similares en su vida diaria su capacidad de resolución mejora. En caso de que el grupo de alumnos no haya trabajado esta metodología con anterioridad y le cueste proponer diseñar un proceso experimental que le permita llegar a estudiar los fenómenos (luz, reacciones químicas), el profesor realiza una práctica sencilla que permite al alumno aprender el modo de proceder y aplicarlo posteriormente. (Ver Figura 5).

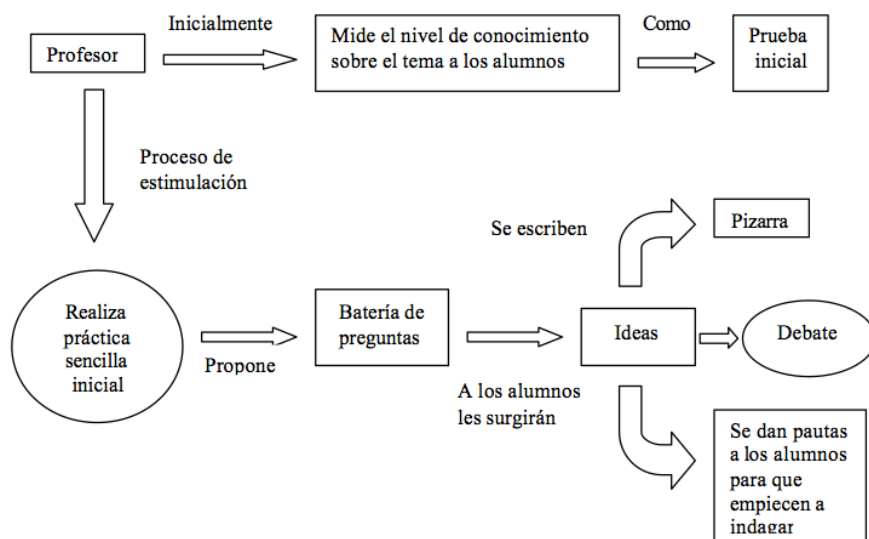


Figura 5. Mapa conceptual del trabajo por indagación (Gómez R., 2005).

Por otro lado, el docente cada cierto tiempo debe valorar las ideas alternativas que presentan los alumnos, para ello, se propone la realización de preguntas orales, en las que un número de estudiantes responden, o bien se detectan mediante la realización de dibujos. En la práctica de la oxidación de la manzana, cuando se propone asimilar este proceso con el proceso de oxidación del hierro y ese estudia dicha reacción tanto a nivel macromolecular como a nivel micromolecular, se comprueba mediante dibujos que el alumno comprende el modelo o por el contrario tiene alguna concepción diversa. En dicho caso, como nos basamos en el conocimiento se construye y se reconstruye, será el momento de hacerlo.

Otro factor a tener en cuenta es la disposición en el tiempo de los TP, que se combinan con otras metodologías como la clase magistral, el trabajo cooperativo, etc. En este caso vemos como las dos prácticas no están diseñadas para ser realizadas en el mismo momento con respecto al tema impartido. Por ejemplo, la práctica de la oxidación de la manzana se realiza cuando el alumno, todavía no está demasiado familiarizado con la unidad. La intención didáctica es que los alumnos aprendan a través de la experiencia para que el conocimiento posterior sea más fácilmente comprensible. Sin embargo, el estudio de la reflexión y la refracción, se plantea cuando los alumnos ya han estudiado en clase los contenidos, para darle un sentido práctico y trabajar con los alumnos el proceso de investigación, sin limitarse a aprender aspectos teóricos.

Por último, en lo relativo a los errores, el docente debe cambiar la concepción de error asociada al fallo, “mal hecho” o “mejor no intento, para no meter la pata”. En su lugar, se apuesta por una idea de mejora, de aprendizaje a partir de la confusión y por consiguiente, de construcción de conocimiento. Añadir que la evaluación es esencial en el proceso de E-A para del mismo. A nivel del TP tras la propuesta del experimental, su

realización, la toma de datos y la obtención de conclusiones los alumnos deben plantearse lo que han hecho, para conseguir que el aprendizaje sea circular, es decir, que haya una evolución y mejora teniendo como referencia el inicio. Por lo tanto, se propone una puesta en común de los resultados y una revisión de lo que ha sucedido en cada punto de las prácticas, así como propuestas de mejora en aquellos puntos donde pudiesen mejorarse.

Como reflexión final, conviene subrayar que se deben seguir estudiando y analizando los trabajos planteados, así como la bibliografía relacionada para conseguir la mejora en el proceso de A-E de la Física y la Química. Además de, por supuesto, contar con más intervenciones en el aula y la posterior evaluación de los resultados.

5. Conclusiones

En último lugar se presentan las conclusiones de este proyecto estructuradas en tres niveles: conclusiones sobre el Máster, sobre los trabajos seleccionados y conclusiones sobre mi futuro profesional en las aulas.

5.1. Conclusiones sobre el Máster

La realización del Máster de Profesorado de Secundaria en la especialidad de Física y Química me ha permitido ser consciente de la importancia de la educación en la sociedad como elemento de socialización, la complejidad del proceso de E- A y los múltiples factores involucrados en el mismo. Así mismo, me ha aportado el desarrollo de competencias muy importantes como el pensamiento crítico y la capacidad de análisis y reflexión que son esenciales tanto para la figura del docente como para los alumnos.

Identifico ahora, los pilares de la enseñanza: alumnos, profesorado y el conocimiento que son esenciales para el desarrollo de la educación. Además, no pueden pasar por alto otros factores como la vinculación con la familia para conseguir el éxito en el aprendizaje. Es importante también diferenciar y conocer la estructuración de la educación a nivel legislativo y la organización de los centros, así como la puesta en práctica en el aula. Son aspectos muy relacionados pero muy diferentes al mismo tiempo, necesarios ambos, al igual que la evaluación, herramienta que permite la mejora del proceso de E-A tanto a nivel organizativo como práctico.

Por otro lado, comentar el estudio de los principios de la Escuela Nueva y las metodologías de innovación, estas metodologías activas que dan protagonismo al alumno y consideran guía al docente pueden mejorar el proceso de E-A, siempre y cuando estén bien diseñadas y definidas. Hablamos de metodologías como el trabajo cooperativo, el *Flipped Classroom*, la indagación, la modelización, la argumentación... Añadir la importancia del uso de las TIC en Educación puesto que son un amplio abanico de herramientas que pueden facilitar el proceso de E-A.

Cabe mencionar uno de los aspectos que ahora, tras la realización del Máster considero más importantes: la evaluación. Proceso en el que debe participar el alumno para terminar el proceso circular que es el aprendizaje, de manera que sea capaz de reconstruir su propio su conocimiento. Al mismo tiempo es esencial aceptar que cada alumno es diferente y debemos apostar por una educación inclusiva.

Finalmente, señalar que vivimos en la era del conocimiento y la información, por lo tanto, a nivel personal apuesto por el aprendizaje permanente o aprendizaje a lo largo de la vida.

5.2 Conclusiones sobre los trabajos seleccionados

Tras el estudio de los trabajos seleccionados destaco la importancia de conocer a los alumnos, tanto a nivel de conocimientos previos para estructurar la enseñanza, como de sus ideas alternativas que influyen en el aprendizaje de contenidos, procedimientos y actitudes en el proceso de E-A de las ciencias.

A nivel metodológico se proponen los modelos como herramienta útil para la E-A de la Física y la Química. Así como la argumentación, la resolución de problemas por indagación, el planteamiento de preguntas investigables y el aprendizaje a través de la experiencia. En definitiva se apuesta por metodologías activas, en las que el alumno toma un papel activo y el docente se comporta como un guía.

Por otro lado, para la mejora del proceso de E-A se apuesta por una secuenciación progresiva de las actividades. Y, se considera que el aprendizaje de los estudiantes se basa en la construcción y reconstrucción del conocimientos, por lo tanto, es fundamental que el docente se cerciore de que esto sucede.

Por último señalar que todo se puede mejorar, pero el fallo no es un error, sino el primer paso para conseguir la mejora.

5.3. Conclusiones sobre mi futuro profesional en las aulas

La sociedad de hoy en día está cambiando, vivimos en la sociedad de la Información y el conocimiento avanza a gran velocidad. Todo está en revisión constante, por lo tanto, el docente, al unísono, debe estar en continua mejora, evaluación y aprendizaje. Al mismo tiempo, se ha producido un cambio de en la concepción docente-alumno. Ahora, simboliza la acción en el aula y es el profesor el que dirige sus pasos.

Se debe apostar por el uso de las TIC en el aula puesto que pueden contribuir a la mejora del proceso de E-A cuando se aplican de la manera adecuada.

Finalmente, hablamos del papel esencial de la motivación de los alumnos en el aula que motoriza el aprendizaje. Por lo tanto, infundir motivación en loa alumnos a través de la divulgación científica se presenta como un reto en mi futuro como docente.

6. Bibliografía

- Allueva, P. (2002). *Desarrollo de Habilidades Metacognitivas: Programa de Intervención*. Zaragoza: Consejería de Educación y Ciencia. Diputación General de Aragón.
- Bergmann, J., Sams, A. & cols. (2014) What Is Flipped Learning? *Flipped Learning Network (FLN)*.
- Berenguer, C. (2016). Acerca de la utilidad del aula invertida o *Flipped Classroom*. En M. Tortosa, S.Grau y J. Álvarez (Ed.), XIV Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria. *Investigación, innovación y enseñanza universitaria: enfoques pluridisciplinares*. (pp. 1466-1480). Alicante, España.
- Caamaño A. (2011) Contextualización, indagación y modelización. Tres enfoque para el aprendizaje de la competencia científica en las clases de química. *Aula de Innovación Educativa*. Núm.207. pp. 17-21.
- Caamaño A. (2017). Formas y niveles de representación de las reacciones químicas. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 90, pp. 8-16.
- Crujeiras B. y Jiménez M.P. (2012) Competencia como aplicación de conocimientos científicos en el laboratorio: ¿cómo evitar que se oscurezcan las manzanas? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Núm.70. pp-19-26.
- Del Carmen, L. del. (2000). Los trabajos prácticos. En Perales, F. J. y Cañal, P. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.
- De Pro, A. (2003). Algunas reflexiones sobre la enseñanza y el aprendizaje de la Física y de la Química. *Educación en el 2000*, septiembre 2003, 12-17.
- Fernández, A. (2006) Metodologías activas para la formación de competencias. *Education siglo XXI*. 24 pp.35-56
- Fernández JM (2015). Actitudes docentes y buenas prácticas con TIC del profesorado de Educación Permanente de Adultos en Andalucía. *Revista Complutense de Educación*. Vol.26 Núm.Especial 33-34.
- García A. (1997) La enseñanza del concepto de mol: un enfoque práctico. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. N.14 pp.105-111.
- Garritz A., Gasque L., Hernández G. y Martínez A (2002). El mol: un concepto evasivo. Una estrategia didáctica para enseñarlo. *Alambique*. N. 33.
- Gil D. y Valdés C. (1996) La Orientación de las Prácticas de laboratorio como investigación un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las ciencias*, 14(2), 155-163.
- Gómez R., García A., Castro M.D. (2005) Estrategias para la mejora en la calidad de enseñanza en Física y Química en la E.S.O. *Sección de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid*
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*. 12(3), 299-313.

- Irazoque G., Hernández G. y Caamaño A. (2019) Masas atómicas relativas, mol y constante de Avogadro. Conceptos esenciales atómico-molecular. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Núm. 97.
- López V.M. (2005). La participación del alumnado en la evaluación: la autoevaluación, la coevaluación y la evaluación compartida. *Revista Tándem* 17.
- OCDE-PISA (2006): PISA 2006. Marco de la evaluación. *Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura* [en línea]. < www.oecd.org/dataoecd/59/2/39732471.pdf>. A 09/09/2019.
- Orden ECD/489/2016. (2016) Currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. ANEXO II Currículo de las materias de la ESO. Física y Química. 26 mayo 2016. Comunidad Autónoma de Aragón. Recuperado el 13/05/2019 en: http://www.educaragon.org/HTML/carga_html.asp?id_submenu=60
- RD 1105 2014 (2015). Currículo Básico Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Madrid: MEC. Recuperado el 13/05/2019 en: http://www.educaragon.org/HTML/carga_html.asp?id_submenu=60
- Rodríguez I., Martínez M.M. (2019) ¿Qué ocurre en esta reacción? De indagar a modelizar. *Alambique. Didáctica de Ciencias Experimentales*. Núm. 97. Pp. 27-34.
- Sanmartí N. (2012) Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Núm. 70. Pp. 27-36.
- Sardá, A. y Sanmartí, N (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 18 (3), 405-422.
- Talanquer V. (2011) El papel de las ideas previas en el aprendizaje de la química. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Núm. 69. Pp.35-41.
- Treagust D.F, Chittleborough, G. and Mamiala, T.L (2007). La comprensión de los estudiantes sobre el papel de los modelos científicos en el aprendizaje de las ciencias. *Revista Eureka. Aprende a Divulgar Ciencia*. 4(2), pp.364-366.

ANEXOS

ANEXO I. Proyecto de Innovación Docente (PID)

Título: Aprendemos a aprender con la ciencia.

Realizado por: Laura Solanas Laguna

Profesores: Ester Cascanova Nuez

Asignatura: Evaluación e Innovación Docente e Investigación Educativa en Física y Química. Máster de Educación Especialidad de Física y Química.

Curso: 2018-2019

Introducción

El objetivo general del Practicum es que los estudiantes seamos competentes como futuros docentes desde el propio desarrollo práctico. Es, por tanto, el Practicum III la continuación de la segunda fase de estancia en el centro educativo en el que se han realizado previamente la contextualización y conocimiento de la documentación legal del centro (Practicum I) y posteriormente la observación y aplicación práctica en el aula por parte de los profesores en el Practicum II.

Se pretende en este periodo que desarrollemos un proyecto de innovación y que reflexionemos crítica y científicamente sobre el proceso de aprendizaje de los alumnos del centro docente y cómo potenciar este aprendizaje mediante la evaluación y la innovación. Este proyecto, de manera específica, se plantea en la especialidad de Física y Química y se desarrolla con la intención de mejorar del proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes atendiendo a varios aspectos: la dificultad de la enseñanza de las ciencias, la motivación de los estudiantes, el desarrollo de las competencias transversales y el liderazgo democrático por parte de los docentes. Se propone un análisis reflexivo adicional, acerca de la metodología del profesorado: innovadora versus tradicional y una didáctica más allá de aprendizaje de los contenidos curriculares. Para ello se llevan a la práctica herramientas educativas de innovación como el *Flipped Classroom* y el trabajo cooperativo; se usan modelos para facilitar el aprendizaje y se valoran los resultados.

En concreto, el proyecto se pone en práctica en una clase de 3º de ESO de Física y Química del Colegio Sagrado Corazón, donde se imparten los contenidos relativos a la cantidad de materia y los moles.

Los objetivos del trabajo son:

- Implementar metodologías de aprendizaje de innovación como el *Flipped Classroom* y el trabajo cooperativo.
- Incorporar a la práctica educativa un lenguaje científico específico de la unidad que los alumnos sean capaces de reconocer y definir.
- Conseguir que los alumnos adquieran competencias transversales a partir de la realización de diversas actividades

- Mejorar el conocimiento metacognitivo individual y saber utilizarlo para aprender a aprender.
- Motivar a los alumnos con el estudio de las ciencias en concreto y a nivel general con todos los objetivos que se planteen en la vida, es decir, incentivar la motivación intrínseca.
- Trabajar el respeto y la educación, entre alumnos y alumnos profesor, es decir, mejorar el clima en el aula.
- Aplicar herramientas educativas de evaluación innovadoras como las rúbricas, la autoevaluación y coevaluación.
- Poner en práctica el estilo de liderazgo democrático. Valorar si puede funcionar en una etapa de cambios como es la de los estudiantes de 3º de ESO.
- Analizar los resultados obtenidos a diferentes niveles.

Fundamentación teórica

Como expone Hodson (1994, p.331) *“La práctica de la ciencia da lugar a tres tipos de aprendizaje: primero, la comprensión conceptual intensificada de cualquier tema estudiado o investigado; segundo, el aumento del conocimiento relativo al procedimiento: aprender más acerca de las relaciones entre la observación, el experimento y la teoría (naturalmente, siempre y cuando se cuente con el tiempo suficiente para la reflexión); tercero, el aumento de la habilidad investigadora que puede llegar a convertirse en maestría. De este modo, la práctica de la ciencia incorpora las otras actividades, el aprendizaje de la ciencia y el aprendizaje sobre naturaleza de la ciencia”*.

La ciencia en ocasiones se asocia a complejidad, los estudiantes encuentran dificultades en el aprendizaje de la Física y la Química. No sólo a nivel conceptual sino también a nivel procedimental y actitudinal. (De Pro, 2003). Esto está influido por distintas razones: los estudiantes están *obligados* a estudiar la materia (De Pro, 2003) y en consecuencia pueden estar poco motivados; los programas están sobrecargados de contenidos y al alumnado no le da tiempo a aprenderlos; los estudiantes tienen que estudiar simultáneamente la Física y Química y otras materias que no tienen demasiados puntos en común y, a modo de reflexión, ¿se está empleando la metodología adecuada para la enseñanza y/o aprendizaje de ciencias? (De Pro, 2003). En cuanto a los contenidos de estudio, aparecen conceptos abstractos, difíciles de visualizar, como por ejemplo los modelos moleculares, las reacciones químicas, la estequiometría, la cantidad de materia...

“Aprender ciencias requiere que los estudiantes se apropien de las nuevas ideas y conceptos, que los interioricen, reconstruyan, y puedan explicarlos o comunicarlos a otros, en definitiva, que elaboren sus propios modelos mentales durante el aprendizaje.” (Treagust. et al, 2007). Como explica Treagust et al. (2007) los modelos como instrumentos explicativos ayudan a los estudiantes a entender una idea, en

consecuencias, podemos verlos como una herramienta útil para el aprendizaje del conocimiento y comprensión de la ciencia.

En este trabajo se busca estudiar el aprendizaje de un concepto nuevo para los estudiantes de 3º que no han visto hasta el momento, con la intención de superar la dificultad de comprensión mediante metodologías de innovación. Se habla de la cantidad de sustancia y los moles. Contenidos que aparecen en la Programación Curricular de Física y Química de 4º de la ESO y que se imparten un curso antes, con la idea de progresión de aprendizaje donde el aprendizaje objetivo se presenta como un ciclo (Wilson, 2014). En la programación curricular (Orden ECD/489/2016, 2016) se plantea como criterio de evaluación reconocer la cantidad de sustancia como magnitud fundamental y el mol como su unidad en el Sistema Internacional de Unidades. Como competencia clave de trabajo aparece la Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, (CMCT). Sin embargo, en este proyecto se plantea como objetivo el desarrollo de otras competencias transversales debido su importancia a nivel educacional para el crecimiento como persona social. Con especial interés se plantea el desarrollo de la competencia de “aprender a aprender” (CPAA) que como recoge la programación curricular (RD 1105 2014, 2015) “es fundamental para el aprendizaje que el alumno ha de ser capaz de afrontar a lo largo de la vida. Se caracteriza por la habilidad para iniciar, organizar y persistir en el aprendizaje y requiere conocer y controlar los propios procesos de aprendizaje”. También nos interesa la competencia en comunicación lingüística (CCL) que engloba tanto la comprensión de la información como la transmisión de la misma, la competencia de sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE) que se pone en práctica con la toma de decisiones desde el pensamiento y espíritu crítico y la competencia digital (CD).

Llegados a este punto, si profundizamos la reflexión sobre el “aprender a aprender”, podemos relacionar esta competencia o capacidad con las habilidades metacognitivas. Como recoge Allueva (2002, p.59) “Existen sujetos que son capaces, no sólo de aprender, sino de mejorar esa capacidad adquiriendo estrategias para autorregular su propio aprendizaje; igualmente los hay capaces, no sólo de pensar, sino de aprender a pensar mejor utilizando estrategias cognitivas cuya selección y aplicación autocontrolan; se trata de sujetos que han adquirido y desarrollado habilidades metacognitivas que pueden aplicar al aprendizaje o al pensamiento”. (Mayor, Suengas y González, 1995, p.9). Para que haya aprendizaje se tiene que producir un cambio en la persona (Allueva, 2002). Allueva (2002, p.69) nos habla la metacognición como: “el conocimiento de uno mismo concerniente a los propios procesos y productos cognitivos o a todo lo relacionado con ellos, por ejemplo, las propiedades de información o datos relevantes para el aprendizaje. Así, practico la metacognición (metamemoria, meataprendizaje, metaatención, metalenguaje, etc.) cuando caigo en la cuenta de que tengo más dificultad de aprender A que B; cuando comprendo que debo verificar por segunda vez C antes de aceptarlo como un hecho; cuando se me ocurre que haría bien en examinar todas y cada una de las alternativas en una elección múltiple antes de

decidir cuál es la mejor; cuando advierto que debería tomar nota de D porque puedo olvidarlo... La metacognición indica, entre otras cosas, el examen activo y consiguiente regulación y organización de estos procesos en relación con los objetos cognitivos sobre los que versan, por lo general al servicio de algún fin u objeto concreto” (En Nisbet, J. y Shucksmith, J. 1986, p54). En este proyecto se propone dar pinceladas sobre la utilización de estrategias metacognitivas a los alumnos, para que sean capaces de emplear hábilmente su conocimiento para la resolución de tareas y superen la dificultad que pueda suponer el aprendizaje en la asignatura de Física y Química.

Por otro lado, como valora Catebiel (2003), la apatía y desmotivación de los estudiantes hacia la clase de ciencias se ha convertido en uno de los problemas o campos de estudio en didáctica de las ciencias. Porque no se puede olvidar que la motivación es uno de los pilares que condicionan el aprendizaje. Santrock (2002, p. 432) señala que la motivación es “el conjunto de razones por las que las personas se comportan de la forma en que lo hacen. El comportamiento motivado es vigoroso, dirigido y sostenido”. De acuerdo con Ajello (2003) la motivación permite que las actividades que son significativas para la persona, se llevan a cabo. Por lo tanto, en el ámbito educativo, la educación se concibe como la disposición positiva para aprender y hacerlo de forma autónoma. Alonso (2005, p.4) reflexiona: “A veces no es que los alumnos no aprendan porque no estén motivados, sino que no están motivados porque no aprenden, y no aprenden porque su modo de pensar al afrontar las tareas es inadecuado, impidiendo la experiencia satisfactoria que supone sentir que se progresa, experiencia que activa la motivación”. Y propone un modelo de enseñanza con patrones motivacionales a lo largo de la secuencia de aprendizaje: al comienzo de las actividades, durante el desarrollo de las mismas y en el proceso de evaluación de los logros de los alumnos. También, nos interesa la distinción entre motivación intrínseca y motivación extrínseca. Naranjo (2009, p.166) recoge el siguiente fragmento: “Ajello (2003) señala que la motivación intrínseca se refiere a aquellas situaciones donde la persona realiza actividades por el gusto de hacerlas, independientemente de si obtiene un reconocimiento o no. La motivación extrínseca, por su parte, obedece a situaciones donde la persona se implica en actividades principalmente con fines instrumentales o por motivos externos a la actividad misma, como podría ser obtener una recompensa”. Nos interesa conseguir que los estudiantes estén motivados intrínsecamente, por lo tanto, en este proyecto se plantean algunas acciones como propiciar la toma de decisiones autónomas y el desarrollo de la independencia. Se les otorgan responsabilidades, de modo que los alumnos toman conciencia de que tienen un objetivo que tratan de alcanzar y con un resultado positivo. Esto puede enlazarse con el último de los puntos a tratar que impulsan este PID. La puesta en práctica de un liderazgo democrático.

En cuanto al liderazgo docente, los estudios de Lewin y col. diferencian tres estilos de liderazgo en grupos educativos: autoritario, democrático y liberal. (Rojas, 2019, p. 34-38). El autoritario decide los contenidos, tareas y agrupamientos, es emocionalmente distante e impersonal, prioriza sus necesidades y las del sistema educativo y personaliza

la crítica y la alabanza, criticando el nivel de competencia del alumnado. Por su parte, un líder democrático regula, negocia, discute y orienta la toma de ciertas decisiones, es emocionalmente cercano, tiene en cuenta las necesidades propias y las de los estudiantes y sus alabanza y críticas se basan en hechos. Se centra en aumentar la competencia del alumnado. Por último, el liderazgo *laissez faire*, deja elegir a los estudiantes o interviene si se lo solicitan, tiende a ignorar las necesidades emocionales de los estudiantes a favor de las propias y apenas proporciona feedback. Tiene tendencia a abandonar el seguimiento del proceso de aprendizaje. (Rojas, 2019, p. 34-38).

Se concluye a partir de estos estudios que un estilo democrático propicia una mejora del rendimiento, autonomía y bienestar entre los estudiantes, mientras que un estilo autoritario favorece las interacciones agresivas y apatía entre los estudiantes y sólo se aumentaría en este caso el rendimiento en presencia del líder. (Rojas, 2019, p. 34-38). En este proyecto se pretende llevar al aula un liderazgo democrático, haciendo una reflexión acerca de si la etapa de cambios que afectan a los estudiantes en esta edad pueden contribuir positiva o negativamente al resultado.

Metodología

En cuanto a lo que la metodología se refiere, este PID se basa en la puesta en práctica de métodos de innovación para facilitar el aprendizaje de contenidos de ciencias, para fomentar la adquisición de competencias transversales, mejorar la motivación de los alumnos y valorar y evaluar los resultados posteriormente. Ver **Figura 1**.

Se propone trabajar el *Flipped Classroom* y el aprendizaje cooperativo.

El *Flipped Classroom*, aula invertida o aprendizaje al revés como recoge Berenguer (2016, p. 2) es: “un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se mueve desde el espacio de aprendizaje colectivo hacia el espacio de aprendizaje individual, y el espacio resultante se transforma en un ambiente de aprendizaje dinámico e interactivo en el que el educador guía a los estudiantes a medida que se aplican los conceptos y pueden participar creativamente en la materia” (Bergmann y Sams, 2014). En la literatura se ve como, aplicando esta metodologías, el estudiante se convierte en protagonista de su propio aprendizaje, muestra más interés y se siente más comprometido (Aguilera, 2017).

El aprendizaje cooperativo se define como las estrategias de enseñanza en las que los estudiantes trabajan divididos en grupos de 4 o 5 en actividades de aprendizaje y son evaluados a nivel grupal. Esta metodología permite desarrollar habilidades interpersonales y de comunicación así como desarrollar competencias y cambiar actitudes. Es importante trabajar correctamente la interdependencia positiva, la exigibilidad individual, la interacción cara a cara, las habilidades interpersonales y el trabajo en grupo y la reflexión del grupo (Fernández, 2006). Además cada estudiante representa un rol: coordinador, secretario, silencio, material y tiempo y portavoz. En

una de las actividades cooperativas propuestas, descrita más adelante, se trabaja con un modelo como instrumento explicativo que facilita la comprensión del concepto abstracto: mol.

Para implementar el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación se emplea *Socrative*, aplicación que permite realizar preguntas al profesor y visualizar las respuesta que dan los alumnos en el momento. Por lo tanto, se emplea para realizar test de opción múltiple, preguntas de verdadero y falsos y preguntas cortas y encuestas valorativas.

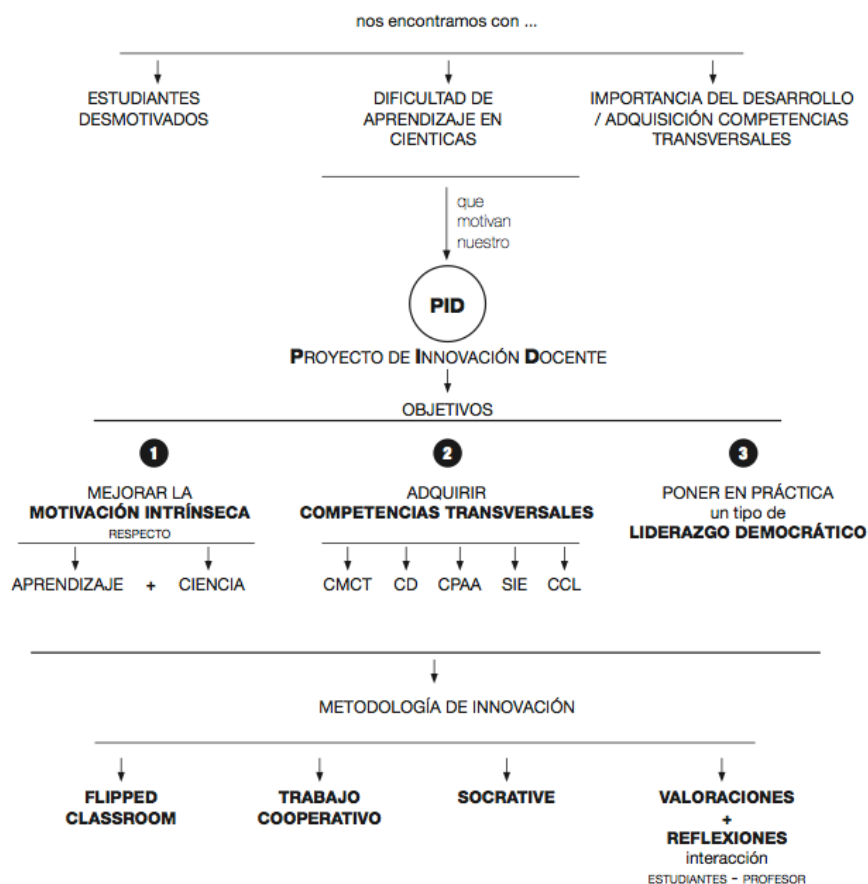


Figura 1. Organigrama que explica la motivación de este Proyecto de Innovación Docente dónde se pueden ver cuáles son las metodologías de innovación que se ponen en práctica.

La innovación se desarrolla físicamente en el Colegio "Sagrado Corazón", ubicado en Zaragoza. Es un centro integrado en el que se imparten los niveles educativos de Educación Infantil, Primaria, Secundaria Obligatoria y Bachillerato. La Institución Titular del Centro es la Fundación "Sofía Barat", fundación civil, cultural, privada y benéfico-docente de servicios y de financiación, otorgada por la Congregación de Religiosas del Sagrado Corazón. La realización del proyecto se realiza durante los meses de marzo, abril (finales 2º cuatrimestre) de 2019 con alumnos de 3º de ESO que tiene entre 14 y 15 años.

En el grupo de trabajo, hay 28 alumnos de 14 o 15 años: 15 chicas y 13 chicos y son todos españoles. Hay 3 repetidores, 2 de ellos han llegado este año nuevos al Colegio. En lo referido al clima en el aula, es una clase bastante movida y habladora. Destaca la diferencia de interés sobre la asignatura entre unos alumnos y otros. Hay alumnos muy interesados y otros cuyo interés por el aprendizaje y por la asignatura es mínimo. Se despistan con facilidad, les cuesta mucho trabajar por si mismos y mantener la atención. En general, la asignatura no va bien aunque hay alumnos muy buenos. Hay un grupo de alumnos muy participativos, les cuesta prestar la atención adecuada durante toda la clase, pero hacen caso y cuando se les llama la atención saben rectificar.

Los alumnos del Centro cuentan con un iPad como material, este sustituye a los libros. Disponen de una aplicación *Blinklearning* donde se cuelga la teoría, ejercicios, glosario y enlaces recomendados. Tienen también acceso a Internet. Esta herramienta es útil para poner en práctica la metodología *Flipped Classroom*.



Figura 2. Clase de 3º de ESO de Física y Química del Colegio Sagrado Corazón de Jesús durante el desarrollo del PID.

En este trabajo confluyen varios niveles de investigación. Se estudia cómo afectan las metodologías activas en la comprensión de nuevos conceptos químicos que pueden suponer cierta dificultad y en el desarrollo de competencias transversales así como en la motivación de los estudiantes. Y, viceversa, cómo la motivación afecta al aprendizaje. Sumado a esto se estudia qué repercusión tiene un tipo de liderazgo democrático en un aula de 3º de ESO. En conjunto, se reflexiona acerca de cómo actúan los estudiantes cuando se convierten en protagonistas de su aprendizaje.

De la reflexión teórica a la puesta en práctica en el aula

El PID se desarrolla en un espacio temporal de 4 horas lectivas. Los contenidos a impartir: cantidad de sustancia, el mol, pertenecen al bloque de los cambios químicos en

la programación curricular. Los estudiantes deben reconocer la cantidad de sustancia como magnitud fundamental y el mol como su unidad en el Sistema Internacional de Unidades, para ello, deben ser capaces de realizar cálculos que relacionen la cantidad de sustancia, la masa atómica o molecular y la constante del número de Avogadro, partiendo de las masas atómicas relativas y de las masas atómicas en u.m.a como vienen recogido en los estándares de evaluación (Orden ECD/489/2016, 2016).

A continuación se presenta de forma más detallada la puesta en práctica del proyecto de innovación en el aula distribuido por sesiones. (Ver **Figura 3**). En el apartado **Resultados** se valora y evalúan todas las actividades planteadas.

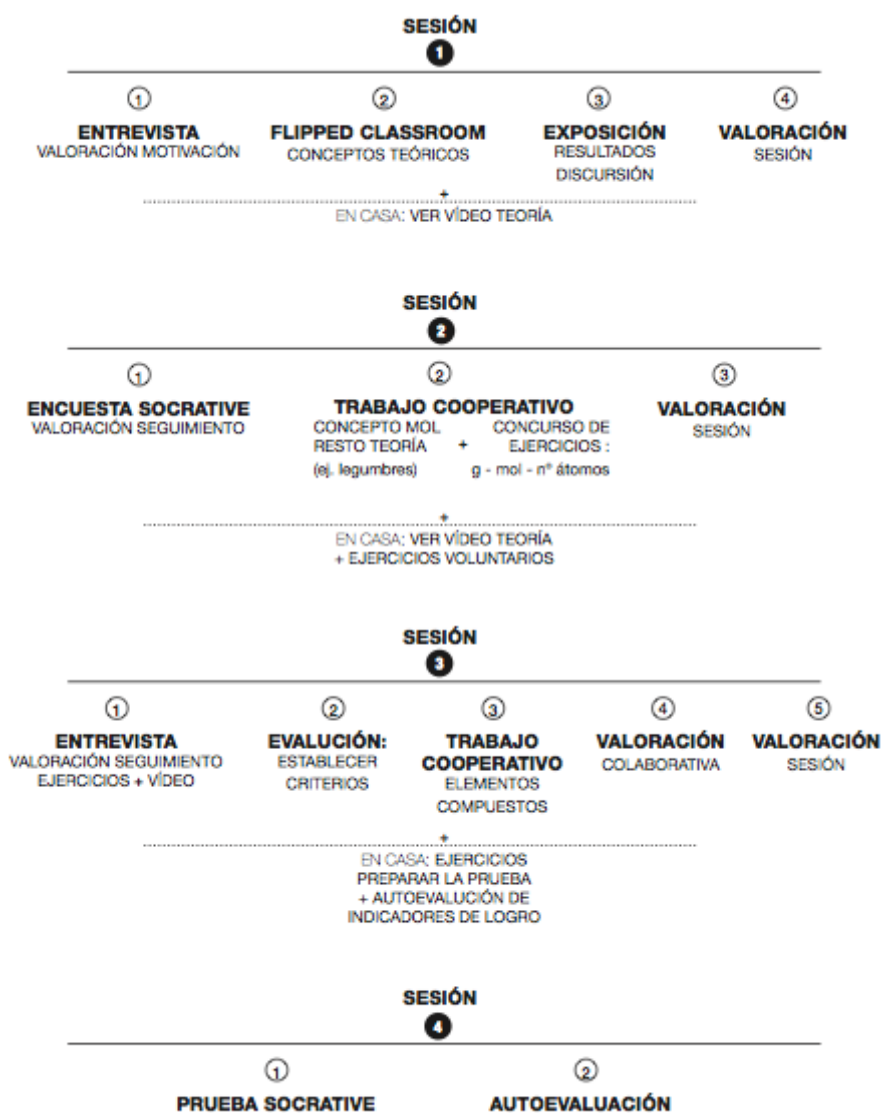


Figura 3. Diagrama de flujo de trabajo en el aula.

Sesión 1.

En primer lugar, se realiza una entrevista global para valorar la motivación inicial de los alumnos de la clase. En segundo lugar, se plantea una actividad basada en la metodología *Flipped Classroom*: Investigación sobre la teoría del tema en el aula. El objetivo es que los estudiantes se familiaricen con los conceptos aunque no se lleguen a comprender y trabajar la adquisición de competencias transversales: CCL, CPAA, CD, CMCT, SIE. Los alumnos trabajan en grupos de 4 a 5 y cada uno de ellos toma un rol. El material de partida son los conceptos (ver **Tabla 1**) que tienen que buscar y una serie de links de páginas web con la información, vídeos y artículos (ver **Tabla 2**) con los que deben trabajar para cumplir el objetivo (la información queda recogida en un informe). Todos los alumnos cuentan con un iPad como ya se ha comentado. Al final de la actividad el portavoz de cada grupo hace una breve presentación de los resultados que se les ha asignado exponer y se hace una discusión sobre lo que se ha comprendido y aquellos puntos que no han quedado claro. Para terminar la sesión se hace una valoración colectiva: estudiantes-docente sobre la actividad y el trabajo en grupo. Se manda como deberes ver un vídeo que explica los conceptos estudiados.

Tabla 1. Objetivos *Flipped Classroom*. Conceptos sobre la cantidad de sustancia.

Conceptos sobre la cantidad de sustancia
Mol, masa atómica, masa molecular, masa molar, u.m.a, número de Avogadro

Tabla 2. Material *Flipped Classroom*. Links proporcionados para el desarrollo de la actividad y los consecutivos trabajos cooperativos planteados en las próximas sesiones.

	Link
Tabla periódica interactiva	https://www.phtable.com/?lang=es#Writeup/Wikipedia
Artículo ¿qué es un mol?	https://www.muyinteresante.es/curiosidades/preguntas-respuestas/que-es-exactamente-un-mol-161382528149
Mol	http://www.lamanzanadenewton.com/materiales/quimica/lmn_qui_fch11.html http://www.lamanzanadenewton.com/materiales/quimica/lmn_qui_fch12.html http://www.lamanzanadenewton.com/materiales/aplicaciones/ltp/lmn_mat_tp01.html http://www.lamanzanadenewton.com/materiales/quimica/lmn_qui_fch21.html
Videos sobre el concepto de mol (deberes)	http://www.objetos.unam.mx/quimica/mol/ https://www.youtube.com/watch?v=FrFRSiDGVjA (Zaragoza) https://www.youtube.com/watch?v=xPJo2nPkGZw Cambios de unidades: https://www.youtube.com/watch?v=Z29YdlyJ5K0

Sesión 2.

En primer lugar, se hace una encuesta con *Socrative* para comprobar el número de alumnos que han visto el vídeo (deberes). Se ponen el común los contenidos teóricos estudiados y hace una breve discusión, para recordar y aclarar conceptos. En segundo lugar, se plantea un trabajo cooperativo. El objetivo de esta actividad es la comprensión del concepto de mol y comenzar a hacer ejercicios de cambios g-mol-nºpartículas y el trabajo de competencias: CCL, CPAA, CD, CMCT, SIE. Los alumnos se organizan en grupos de 4 a 5. Los encargados del material recogen sobres que contienen: garbanzos, judías, arroz y lentejas. En la primera parte de la actividad, deben hacer montones de X número de cada legumbre (el nº lo eligen ellos), ver **Figura 4**. De este modo las agrupaciones se relacionan con el mol (unidad de cantidad de sustancia) y las legumbres se asocian con los elementos o compuesto que tienen características diversas (distinto número de protones y neutrones, masa y volumen). 1 mol agrupa $6,022 \cdot 10^{23}$ partículas (número de Avogadro), y para cada átomo corresponde una masa molar (g/mol) diferente. Los estudiantes aprenden también a calcular masas atómicas y masas moleculares. Aunque cuentan con un link para trabajar con una tabla periódica interactiva, se les da una en papel (**Figura 5**), para trabajar con ella en el resto de la sesiones. En la segunda parte se hacen ejercicios: paso de gramos a moles y a número de partículas. Se trabaja con factores de conversión. Tras un ejemplo, se ponen en acción. Un grupo tiene que idear un ejercicio y el resto de grupos tienen que resolverlo, quien sea el primero en solucionarlo gana. Los que proponen el ejercicio corrigen.

Al final de la clase, se hace una valoración grupal oral de la sesión. Se vuelve a mandar de deberes ver el vídeo y de forma voluntaria que hagan ejercicios. En la plataforma *Blinklearning* cuentan con dos fichas con múltiples ejercicios.



Figura 4. Agrupaciones de 9 en 9 como modelos explicativo de lo que simboliza el concepto de mol, agrupación de el número de Avogadro de partículas ya sean átomos o compuestos. Cada legumbre se puede asociar a las características de un átomo diferente.

PERIODIC TABLE OF ELEMENTS

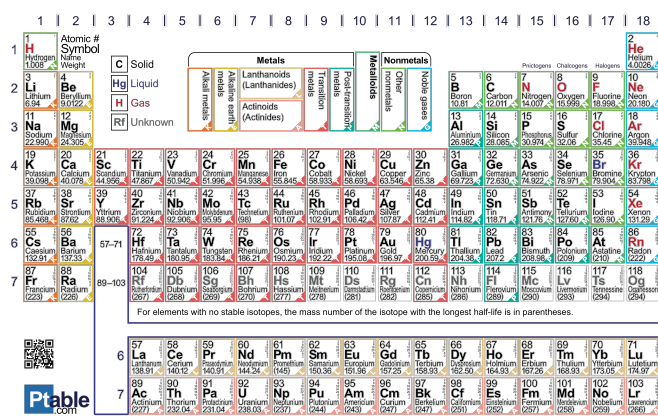


Figura 5. Tabla periódica interactiva de los elementos. Recuperada en <https://www.ptable.com/?lang=es#Writeup/Wikipedia>. Se entrega a los alumnos en papel y se les indica el link para trabajar con ella de forma interactiva. Esta tabla se emplea para obtener el valor de la masa atómica de cada elemento.

Sesión 3.

Se hace una valoración oral de cuántos de los alumnos han visto los vídeos y han hecho algún ejercicio. Mediante la interacción alumno-profesor se recuerda lo visto hasta ahora. En esta sesión se incide en el estudio de la masa molecular y cómo pasar masas moléculas a número de partículas, pudiendo calcular el número de átomos. Para esta sesión se plantea una reflexión sobre la evaluación del tema y un trabajo cooperativo.

En la primera parte, con lo visto hasta ahora se reflexiona acerca de cuáles pueden ser los criterios de evaluación de esta unidad. El objetivo de esta reflexión es que se apunten una serie de aspectos como los recogidos en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Ideas de criterios de evaluación que pueden surgir entre los estudiantes





Somos capaces de...	5(Si)-1(No)
<ul style="list-style-type: none"> Conocer que se trabaja con una unidad del SI que mide la cantidad de sustancia: mol. Sirve para medir grandes cantidades de partículas de tamaños ínfimos. Realizar cambios que relacionen la cantidad de sustancia, la masa atómica o molecular y l constante del número de Avogadro, partiendo de las masas atómica o molecular y de las masas atómicas en uma. Emplear las unidades del SI adecuadas. Realizar los cambios de unidades adecuados. Utilizar correctamente los factores de conversión. Comprender los enunciados correctamente y lo que implican Interpretar la tabla periódica: identificando elementos y símbolos. Conocer la formulación básica y nomenclatura de la misma. 	

Para la segunda parte se propone el trabajo cooperativo en el que se realizan grupos de 4 o 5. A cada alumno se le asigna un elemento: H, O, C, Cl, Na, F, Br, Cu, S, P. Objetivo que los alumnos practiquen el cambio de moles a gramos y número de partículas y trabajen las competencias: CCL, CPAA, CD, CMCT, SIE.

Se plantean varias tareas. Primero se forman compuestos con los elementos que hay en el grupo. A continuación, cada integrante del grupo toma uno de los compuestos y lo nombra: nomenclatura sistemática, de stock. En segundo lugar, se calcula las masas moleculares a partir de las masas atómicas de la tabla periódica. Se calcula la composición centesimal % de cada elemento que hay en la masa molecular. Y, por último, realizan cambios de unidades, son ellos los que elige en el cambio que realizan. Todo debe quedar registrado en un informe. Al final, se plantea una actividad de evaluación colaborativa: los estudiantes vuelven a su disposición del aula inicial y su pareja respectiva les corrige el ejercicio (con bolígrafo verde para motivar).

Antes de terminar la sesión se valora entre todos el trabajo realizado. También se reparte una tabla de indicadores de logro de auto-evaluación para completar mientras hacen los ejercicios de repaso. Ver **Tabla 4**. El objetivo es que valoren aquellos puntos que llevan mejor y aquellos que tienen que trabajar más. Los ejercicios repaso están colgados en *Blinklearning* junto con las soluciones para contrastar los resultados.

Tabla 4. Autoevaluación: indicadores de logro. Para completar en casa mientras

Asignatura:				
Unidad:				
Nombre y apellidos:				
Indicadores de logro				
Localizo las masas moleculares de los elementos en la tabla periódica				
Calculo las masa moleculares				
Puedo cambiar de fórmula química a nombre del compuesto y viceversa				
Interpreto adecuadamente la nomenclatura sistemática, de Stock sin problemas				
Puedo calcular la composición centesimal de cada elemento en su masa molecular				
Cambio sin problemas de gramos a moles y viceversa				
Cambio sin problemas de moles a número de partículas (moléculas o átomos) y viceversa				
Cambio sin problemas de gramos a cantidad de partículas y viceversa				
Puedo hacer el cambio de unidades de litro de agua a gramos de agua				
A partir del valor de la concentración M (mol/litro) puedo hallar los moles o los litros				
Conozco la relación entre el volumen y la masa del agua (densidad) y su valor				
¿Más ideas de autoevaluación?				
¿Controlo el tema? Valora del 1 al 10				
¿Debo repasar la formulación?				

los alumnos se preparan el examen.

Sesión 4.

Se realiza la prueba de evaluación con *Socrative*. Consta de 4 preguntas: 2 de respuesta múltiple y 2 de verdadero y falso. Ver **Figura 6**. Los alumnos deben escribir el razonamiento de porque eligen cada opción en un folio que posteriormente es el que se evalúa. Al terminar la prueba los alumnos con un bolígrafo verde se autoevaluarán.

Preguntas planteadas (Ver **Figura 6**):

1. ¿Qué tiene más masa, 5 moles de etanol, C_2H_6O , o 2,5 moles de dióxígeno, O_2 ? ¿En cuál de los dos hay mayor número de átomos de oxígeno?

- Si tenemos el número de Avogadro de moléculas de cierta sustancia que tiene un peso molecular de 50u, podemos afirmar que si tenemos 25g de esta sustancia tendremos medio mol.
- Un mol de cloruro de plata tiene $6,023 \cdot 10^{23}$ g.
- Calcula la cantidad de sustancia presente en 350g de cloruro de potasio

The screenshot shows a Socrative quiz with four questions:

- #1:** ¿Qué tiene más masa, 5 moles de etanol, C_2H_6O , o 2,5 moles de dióxigeno, O_2 ? ¿En cuál de los dos hay mayor número de átomos de oxígeno?
 - A: Tienen más masa 5 moles de C_2H_6O y hay más mayor número de átomos de oxígeno en 5 moles de C_2H_6O
 - B: Tienen más masa 5 moles de C_2H_6O e igual número número de átomos de oxígeno 2,5 moles de O_2 que 5 moles de C_2H_6O
 - C: Tienen masa 2,5 moles de O_2 y hay más mayor número de átomos de O en 5 moles de C_2H_6O
 - D: Tienen igual masa 2,5 moles de O_2 que 5 moles de C_2H_6O y hay mayor número de átomos de oxígeno en 2,5 moles de O_2
- #2:** Si tenemos el número de Avogadro de moléculas de cierta sustancia que tiene un peso molecular de 50u, podemos afirmar que si tenemos 25 de esta sustancia tendremos medio mol.

Correct Answer: True
- #3:** Un mol de cloruro de plata tiene $6,023 \cdot 10^{23}$ g.

Correct Answer: False
- #4:** Calcula la cantidad de sustancia presente en 350g de cloruro de potasio.
 - A: 10,32 mol
 - B: 310 mol
 - C: 4,69 mol
 - D: 6,27 mol

Figura 6. Prueba en Socrative para los alumnos de 3º de ESO del Colegio Sagrado Corazón de Jesús durante la puesta en práctica del PID sobre la cantidad de sustancia.

Cada una de las preguntas de la prueba se valora con 1 punto, la evaluación se basa en los criterios recogidos en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Criterios de evaluación para la prueba que realizan en la cuarta sesión los alumnos de 3º de la ESO.

Criterios de evaluación			
Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4
Unidades 0,1	Unidades 0,1	Unidades 0,1	Unidades 0,1
Cálculo masa atómica/mol. 0,2	Cálculo masa molecular 0,3	Formulación 0,1	Formulación 0,1
Conversión mol > g 0,25	Cálculo proporcionalidad 0,3	Cálculo masa atómica 0,2	Cálculo masa atómica 0,2
Conversión mol > moléculas 0,25	Interpretación resultado 0,3	Cálculo masa molecular 0,2	Cálculo masa molecular 0,2
Conversión moléculas > atom. 0,2		Conversión mol > g 0,2	Cálculo g / mol 0,2
		Interpretación resultado 0,2	Conversión g > mol 0,2

Instrumentos de recogida y análisis de datos

Para obtener una serie de resultados y llevar a cabo el análisis correspondiente a partir de la puesta en práctica de este PID se emplean una serie de instrumento de recogida y análisis de datos que aparecen registrados en las **Tablas 6 y 7**.

Tabla 6. Tipos de valoraciones utilizadas en el PID a nivel del docente innovador, los estudiantes y del docente experimentado para hacer una comparativa.

Sujeto evaluado	Tipo de valoración	Participantes	Documentos analizados	Objetivo
Docente innovador	Autoevaluación *	Docente innovador	Tabla de indicadores con rúbrica	Valorar la puesta en práctica y resultados del PID.
	Evaluación externa	Docentes experimentados e innovador	Conversaciones	
	Evaluación grupal	Estudiantes y docente innovador	Interacción	
Estudiantes	Autoevaluación	Cada estudiante	Tabla de indicadores	Valorar el aprendizaje y la adquisición de los contenidos
	Evaluación externa	Docente innovador	Prueba escrita + Observación en clase	
	Coevaluación	Compañero	Prueba escrita	
Docente experimentado	Evaluación externa	Docente innovador	Observación	Valorar su puesta en práctica

*La autoevaluación no aparece registrada en este proyecto, la tabla de indicadores evaluados basada en CPR-Badajoz (1997).

Tabla 7. Instrumentos de recogida, análisis y representación de datos en el PID

Datos brutos	Análisis de datos	Conclusiones
Puesta en común grupal	Análisis reflexivo y/o cálculo de estadísticos con excel y <i>Socrative</i>	Reflexión final
Exposiciones orales		
<i>Socrative</i> : encuestas y test		
Cuestionarios con indicativos o rúbricas		

Resultados

Los resultados obtenidos se presentan por sesiones. En cada sesión se obtienen diferentes tipos de datos que provienen de fuentes diversas.

Sesión 1.



Figura 7. Partes en la que está estructurada la sesión 1 y de las cuáles se obtienen resultados.

Para hacer una medición de la motivación de los alumnos de 3º de ESO, se hace una entrevista colectiva en la que cada uno de los alumnos de forma oral valora de 1-5 la asignatura de Física y Química, siendo 5 la máxima puntuación y 1 la mínima (ver **Tabla 8**). De los 25 alumnos solo una, valora con un 5 la materia. El 61% de la clase le pone un 3, y el 7% le da una valoración negativa. En general, les parece una asignatura difícil, que requiere trabajo y son alumnos que no trabajan demasiado (información que aporta la docente que les da clase el resto del curso). Ante estos resultados traemos la reflexión de Alonso (2005, p.4) “A veces no es que los alumnos no aprendan porque no estén motivados, sino que no están motivados porque no aprenden”. Además la asignatura les parece difícil, ¿están la asignaturas sobrecargadas de contenidos ¿son conceptos abstractos difíciles de visualizar?

Tabla 8. Entrevista que valora la motivación de la clase de Física y Química de 3º de ESO del Colegio Sagrado Corazón de Jesús.

Puntuación	Número de alumnos	Porcentaje
5	1	3,5%
4	1	3,5%
3	17	61%
2	2	7%
1	7	25%

La actividad planteada a partir de la aplicación del *Flipped Classroom* parece funcionar bien, los alumnos están interesados, es algo nuevo y les llama la atención. Como se veía en el apartado de fundamentos teóricos la motivación intrínseca hace que el individuo

realice actividades por satisfacción propia al realizarlas (Ajello, 2003). Además tienen que exponer los resultados y trabajan entre todos.

La evaluación de esta actividad se lleva a cabo a partir de la observación del trabajo de los grupos y de valoración de la exposición. También los estudiantes comentan lo que han sentido. Así, vemos como los alumnos no emplean los links que se proporcionan para la búsqueda de las definiciones de los conceptos que se piden, buscan en Internet, de forma mayoritaria obtienen los resultados de Wikipedia. Registran los resultados que obtienen pero no de forma demasiado ordenada. Les cuesta seguir las pautas dadas, pero al mismo tiempo preguntan con frecuencia lo que tienen que hacer. Al final consiguen resolver la situación planteada, sin embargo, no conocen el concepto de pensamiento metacognitivo, ni la mejora que puede implicar su aplicación.

Al exponer los resultados, previamente el grupo se ha puesto de acuerdo en que va a decir el portavoz. Trabajan la competencia lingüística y la exposición es adecuada: son claros y bastante precisos, pero no entienden de que hablan. Se plantea una discusión entre ellos en la que tratan de comprender los conceptos. También alumnos que no participan. En la valoración de la sesión, los portavoces de todos los grupos coinciden en que el trabajo en grupo ha sido estupendo y que no entienden lo que han estudiado.

Como tarea se proponen varios vídeos para el mejorar el aprendizaje y comprensión. Como ya se señalado, se han trabajado competencias transversales durante la sesión: CCL, CPAA, CD, CMCT, SIE.

Sesión 2.

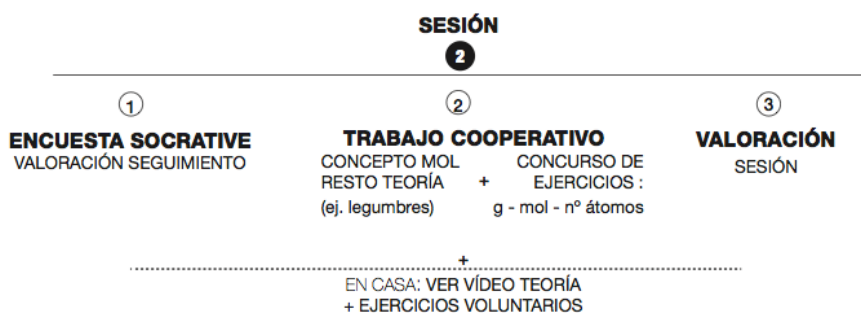


Figura 8. Partes en las que se divide la sesión 2. Se evalúan cada una de las partes.

En la primera sesión se propone a los alumnos como tarea en casa ver un vídeo para mejorar la comprensión de los contenidos que suponen cierta dificultad. La tarea era una sugerencia de mejora, forma de trabajar del tipo de liderazgo democrático, por lo tanto, interesa saber como actúan los alumnos. Se pasa una encuesta de *Socrative* para valorar el seguimiento y de este modo además se trabajan las TIC. Se pregunta si han visto el vídeo, si lo han entendido y si tienen comentarios o aportaciones. Se obtienen los siguientes resultados:

- 73,1% de la clase había visto el vídeo, resto (26,9%) no. Equivaldría a 19 alumnos frente a 6 alumnos que habrían contestado con un NO.
- A pregunta se ha entendido: 8 alumnos NSNC, 2 alumnos 25%, 8 alumnos 50% y 4 alumnos 75%.
- No hubo ningún tipo de comentario.

Se hace un sondeo, para asegurar una respuesta verdadera. Se pregunta oralmente y se comprueba que alumnos que han contestado que sí en realidad no lo han visto. No han dedicado tiempo a la asignatura. Volvemos a traer la reflexión De Pro (2013), ¿no tienen tiempo? o ¿no están motivados? (Catebiel, 2003). Les cuesta guiar su propio aprendizaje, todavía tienen que aprender a aprender. Sería óptimo como recoge Allueva (2002) que fueran capaces no sólo de aprender, sino de mejorar esa capacidad adquiriendo estrategias para autorregular su propio aprendizaje. Se observan excepciones de estudiantes interesados y avanzan en el aprendizaje sin dificultad.

En cuanto al trabajo cooperativo propuesto, consta de dos partes. La enfocada con la comprensión del concepto de mol. Los alumnos están interesados como recoge Aguilera (2017), aplicando metodologías innovadoras el estudiante se convierte en protagonista de su propio aprendizaje, mantiene la atención y se compromete. Por otro lado, el modelo con las legumbres que simulan elementos facilita la comprensión como sugiere Treagust (2007). La segunda parte, en la que se hacen problemas de cambios de gramos a moles y número de partículas, tras un periodo de adaptación los alumnos toman la dinámica de trabajo e interiorizan la técnica con el uso de factores de compresión (datos obtenidos de la observación de los alumnos). La responsabilidad que se les da a los alumnos para proponer el resto de grupos un ejercicio les mantiene motivados y atentos (Aguilera, 2017).

En la valoración final de la sesión, los estudiantes tienen comentarios positivos, parecen comprender los conceptos. También es positiva la valoración por parte de la docente titular de la clase, valora la puesta en práctica como “original”.

Sesión 3.



Figura 9. Partes en las que se divide la sesión 3. Se evalúan los resultados de cada una de las partes.

De nuevo, se pregunta cuántos alumnos de manera oral han visto el video y cuántos han hecho alguno de los ejercicios de las hojas de ejercicios de la plataforma que se habían sugerido comenzar a trabajar. Ahora, 13 alumnos levantan las manos, más que en la sesión anterior pero no superan la mayoría. Son pocos los alumnos que han hecho algún ejercicio en casa. Es interesante comentar que el estilo democrático propicia una mejora del rendimiento, autonomía y bienestar entre los estudiantes (Rojas, 2019), sin embargo en el corto periodo de tiempo que se estudia no está teniendo un efecto notoriamente positivo.

Han pasado cuatro días desde la última clase y para poner en contexto a los alumnos se hacen un ejercicio de paso de moles a gramos y, de estos, a número de partículas. Se introducen además las moléculas en los cambios. Percibimos como los alumnos confunden los términos: masa atómica, molecular y molar (que ya se había explicado en la anterior sesión). Se propone establecer unos criterios de evaluación, pero los alumnos no establecen bien las diferencias entre conceptos y no son capaces de diseñar criterios adecuados aunque tienen nociones. Al obtener estos resultados, en vez de llevar a cabo el trabajo cooperativo, se opta por dedicar al resto de la clase a la explicación de cómo se hacen los ejercicios en la pizarra paso a paso. Los alumnos copian y preguntan dudas. Se les pregunta y ellos responden. Suelen contestar siempre los mismos alumnos. Varios de los estudiantes se quejan de no entender. Se propone un ejercicio en el que deben trabajar individualmente durante unos minutos. Muchos preguntan dudas. ¿Cuál puede ser la causa de estos resultados? La desmotivación como propone Catebiel (2003), el docente como propone Treagust. et al. (2007) o la dificultad de la materia como propone De Pro (2013).

Al final de la sesión se entrega la hoja de autoevaluación con los indicadores de logro para que la rellenen mientras se preparan la prueba de evaluación de la última sesión. Los datos obtenidos se analizan en la sesión 4 puesto que muchos de los estudiantes la completaron después de la prueba de evaluación, en vez de hacerlo en casa.

Tras el transcurso de esta sesión y a la vista de los resultados, la docente sustituta de la profesora titular de la clase, me recomienda que la primera media hora de la sesión 4 la dedique a repasar en la pizarra y a afianzar conceptos. También me recomienda mandar ejercicios de deberes concretos (figura de líder autoritario) porque considera que los alumnos por cuenta propia no los realizan.

Sesión 4.







Figura 10. Partes en las que se divide la sesión 4. Se evalúan cada una de las partes.

La primera media hora de la clase se dedica a repasar conceptos. Se trata de aclarar ideas. Los alumnos copian y hacen preguntas. Hay alumnos que han estudiado, pero hay un alto porcentaje que no se ha preparado bien la prueba. Traemos de nuevo a Catebiel (2003) que nos habla de la desmotivación del alumnado.

En cuanto a los resultados de la prueba de indicadores de logro (ver **Tabla 9**) responden 16 alumnos de 28. A la pregunta de ¿controlo el tema?, la nota media que se ponen es de 6 aproximadamente y, 11 de los 16 consideran que tienen que repasar la formulación. A rasgos generales y basándonos en las dos caras positivas y las dos caras negativas, la mitad de los alumnos creen que han alcanzado los criterios evaluados y la otra mitad considera que no lo ha hecho. Tras su autoevaluación, podemos extrapolar que el 50% de los alumnos consideran que han aprendido y la otra mitad de la clase no.

Tabla 9. Autoevaluación de los alumnos que valora los indicadores de logro. Aparece completa con los porcentajes de las respuestas obtenidas de los alumnos. Muchos de los alumnos en vez de completarla en casa al estudiar, lo hicieron después de la prueba de evaluación en la sesión 4.

Indicadores de logro - PORCENTUALES %					RESPUESTAS
Localizo la masas moleculares de los elementos en la tabla periódica	6%	0%	25%	69%	16
Calculo las masa moleculares	19%	25%	19%	38%	16
Puedo cambiar de fórmula química a nombre del compuesto y viceversa	25%	6%	50%	19%	16
Interpreto adecuadamente la nomenclatura sistemática, de Stock sin problemas	13%	25%	50%	13%	16
Puedo calcular la composición centesimal de cada elemento en su masa molecular	29%	21%	7%	43%	14
Cambio sin problemas de gramos a moles y viceversa	13%	25%	38%	25%	16
Cambio sin problemas de moles a número de partículas (moléculas o átomos) y viceversa	19%	31%	31%	19%	16
Cambio sin problemas de gramos a cantidad de partículas y viceversa	19%	38%	25%	19%	16
Puedo hacer el cambio de unidades de litro de agua a gramos de agua	12%	29%	41%	18%	17
A partir del valor de la concentración M (mol/litro) puedo hallar los moles o los litros	25%	31%	25%	19%	16
Conozco la relación entre el volumen y la masa del agua (densidad) y su valor	6%	19%	38%	38%	16
¿Más ideas de autoevaluación?	40%	20%	0%	40%	5
¿Controlo el tema? Valora del 1 al 10	NOTA	5,71429	NC 2		
¿Debo repasar la formulación?	SÍ 11	NO 2	NC 3		

A continuación se muestran los resultados de la prueba de evaluación (ver **Tabla 10**), de acuerdo con los criterios de evaluación recogidos en la **Tabla 5** del apartado de **Metodología**. Se obtienen 6 aprobados y 19 suspensos, de los cuáles 9 están en el límite de los mínimos requeridos (pueden considerarse como aprobados). Para poner en contexto la clase, la docente titular informa de que tras la evaluación del segundo cuatrimestre se registran 14 suspensos, de los cuales, posteriormente recuperan 7. Los datos obtenidos se asemejan por lo tanto a lo que ha sucedido a lo largo del curso. Señalar el caso del alumno 15 y 17 que obtienen un 10 y un 8,25, respectivamente. Sabemos que la alumna que ha sacado el 10 quiere estudiar una carrera científica, le motiva lo que aprende y sabe gestionar su aprendizaje.

Llegados a este punto, si valoramos en conjunto la predisposición de los alumnos con respecto a la asignatura, la docente titular de la clase comenta que 15 de los alumnos están interesados en cursar la asignatura de Física y Química en 4º de ESO, es un porcentaje alto dados los resultados obtenidos en la materia.

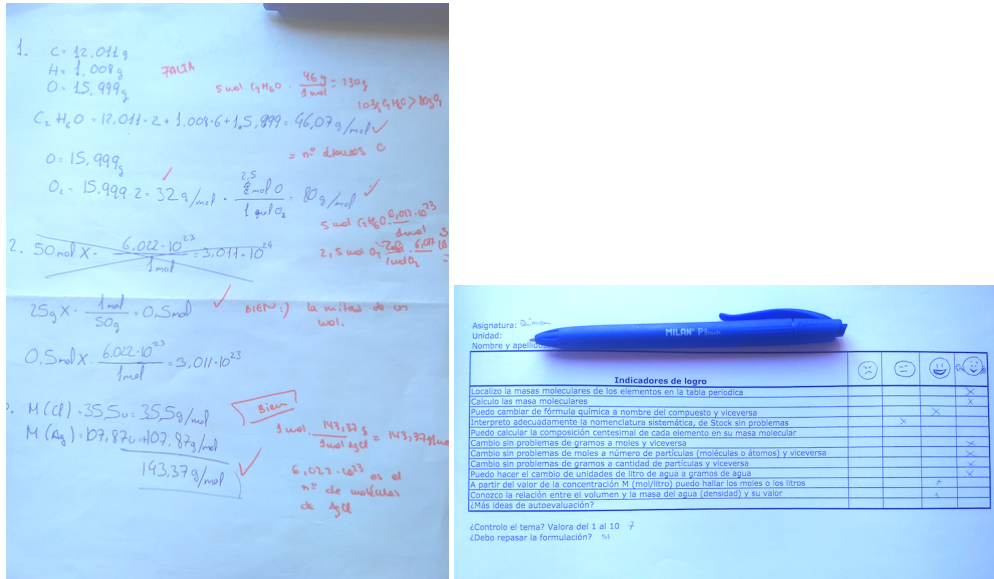


Figura 11. Ejemplo de prueba de evaluación y tabla de indicadores de logro de un alumno de la clase de 3° B del Colegio Sagrado Corazón de Jesús tras poner en práctica el PID.

Tabla 10. Resultados de la prueba de evaluación de la clase de 3° B del Colegio Sagrado Corazón de Jesús tras poner en práctica el PID.

Alumnos	Criterios de evaluación				TOTAL /4	TOTAL /10	Aprobados	
	Ejercicio 1	Ejercicio 2	Ejercicio 3	Ejercicio 4				
1	0	1	0	0	1	2,5	Suspensos	19
2	0,3	0	0,6	1	1,9	4,75	Suspensos 0-1	3
3	0	1	0,15	0	1,15	2,875	Suspensos 1-2	1
4	0,55	0	1	1	2,55	6,375	Suspensos 2-3	6
5	0	0	0	0,1	0,1	0,25	Suspensos 3-4	9
6	0,55	1	1	0	2,55	6,375		
7	0	0,1	0	0	0,1	0,25		
8	0	1	0	0	1	2,5		
9	0	0	1	0	1	2,5		
10	0,2	0	0,1	0,1	0,4	1		
11								
12	0,9	0	1	0	1,9	4,75		
13	0	1	0,6	0	1,6	4		
14	0,15	0	0,9	0,1	1,15	2,875		
15	1	1	1	1	4	10		
16	0	0	1	1	2	5		
17	0,3	1	1	1	3,3	8,25		
18	0,2	0	0,5	0,9	1,6	4		
19								
20	0,2	0	0,5	0,9	1,6	4		
21	0,3	0	1	1	2,3	5,75		
22	0	0	0,1	0	0,1	0,25		
23	0,3	1	0,6	0	1,9	4,75		
24	0,2	0,1	0,6	1	1,9	4,75		
25	0,2	0,9	0,1	0,6	1,8	4,5		
26	0	0	1	0	1	2,5		
27	0,3	1	0,6	0	1,9	4,75		
SUMA	5,65	10,1	14,35	9,7	39,8	99,5		
MEDIA	0,23	0,40	0,57	0,39	1,59	3,98		

Discusión y consideraciones finales

Tras analizar los resultados obtenidos al poner en práctica el Proyecto de Innovación Docente, en primer lugar nos preguntamos ¿ha supuesto una mejora en el aprendizaje de los estudiantes la aplicación de la innovación metodológica?

Vemos como los alumnos han sido receptivos al cambio de docente y al cambio de metodología. Les interesaba el hecho de aplicar otro sistema de trabajo y durante el transcurso de las primeras sesiones parecían motivados y respondían a lo propuesto. No así al trabajo que se proponía realizar en casa. Muchos de los alumnos no dedican tiempo a la asignatura. En general, son alumnos con múltiples actividades extraescolares y no están demasiado motivados con la asignatura de Física y Química de 3º de ESO. Sin embargo, vemos que aunque los resultados obtenidos no han sido buenos muchos de ellos quieren continuar con la material al año que viene.

Hemos observado como los alumnos también se quejan de no entender. Nos preguntamos cuál puede ser la razón, ¿son conceptos realmente complejos, no se trabajan lo suficiente o bien no son enseñados de la manera adecuada?

Los estudiantes que han participado en este PID, son alumnos con mucho potencial, saben desenvolverse en según que situaciones pero les falta la capacidad de autoaprendizaje. Sería interesante seguir trabajando la competencia de aprender a aprender y dar las nociones para el desarrollo del conocimiento metacognitivo.

En lo referido a la figura del liderazgo democrático, no se han podido sacar demasiadas conclusiones debido a la limitación temporal de este proyecto. Muchas de las actividades planeadas tampoco se han podido llevar a la práctica por la misma razón, la falta de tiempo y quizá de organización por falta de experiencia como docente innovadora. Otra de las limitaciones en la puesta en práctica de este PID ha sido no conocer a los alumnos con los que se estaba trabajando desde el principio.

Reflexionar además sobre cuáles son las prioridades de los alumnos con esta edad, 14 y 15 años y, sobre cómo les puede afectar al aprendizaje la etapa de cambio en la que se encuentran.

Como consideración final, proponer el cambio de roles, en el que los estudiantes sean los protagonistas del aula y el trabajo de las competencias transversales como algo prioritario para el crecimiento como personas y la integración social, porque la finalidad de la educación es la socialización.

Referencias

- Aguilera, C., Manzano, A., Martínez, I., Lozano, M^a.C., Casiano, C. (2017) *El modelo Flipped Classroom. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, vol. 4, núm.1 pp. 261-266. Badajoz: España. Disponible el 12/05/2019 en <https://www.redalyc.org/pdf/3498/349853537027.pdf>
- Ajello, A. M. (2003). La motivación para aprender. En C. Pontecorvo (Coord.), *Manual de psicología de la educación* (pp. 251-271). España: Popular.
- Allueva, P. (2002). *Desarrollo de Habilidades Metacognitivas: Programa de Intervención*. Zaragoza: Consejería de Educación y Ciencia. Diputación General de Aragón.
- Alonso, J. (2005). Motivación para el aprendizaje: la perspectiva de los alumnos. *Ministerio de Educación y Ciencia. La orientación escolar en centros educativos*. (pp.209-242) Madrid: MEC.
- Berenguer, C. (2016). Acerca de la utilidad del aula invertida o Flipped Classroom. En M. Tortosa, S.Grau y J. Álvarez (Ed.), XIV Jornadas de redes de investigación en docencia universitaria. *Investigación, innovación y enseñanza universitaria: enfoques pluridisciplinares*. (pp. 1466-1480). Alicante, España: Universitat d'Alacant. ISBN: 978-84-608-7976-3.
- Bergmann, J., Sams, A. & cols. (2014) What Is Flipped Learning? *Flipped Learning Network (FLN)*.
- Catebiel, (2003) Enseñanza de la química con un enfoque CTS: su vinculación con el cambio actitudinal de los estudiantes. *Tecné Episteme y Didaxis TEΔ*, Número extra 1o Congreso Sobre Formación de Profesores de Ciencias.
- CPR-Badajoz (1997). *Guía para la reflexión y la evaluación de la propia práctica docente*. Centro de Profesores y de Recursos, Demarcación nº3 de Badajoz pp.16
- De Pro, A. (2003). Algunas reflexiones sobre la enseñanza y el aprendizaje de la Física y de la Química. *Educación en el 2000*, septiembre 2003, 12-17.
- Fernández, A. (2006) Metodologías activas para la formación de competencias. *Education siglo XXI*. 24 pp.35-56
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*. 12(3), 299-313.
- Naranjo, M.L. (2009). Motivación: Perspectivas teóricas y algunas consideraciones de su importancia en el ámbito educativo. *Revista Educación*. 33(2), 153-170, ISSN: 0379-7082.
- Orden ECD/489/2016. (2016) Currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. ANEXO II Currículo de las materias de la ESO. Física y Química. 26 mayo

2016. Comunidad Autónoma de Aragón. Recuperado el 13/05/2019 en:
http://www.educaragon.org/HTML/carga_html.asp?id_submenu=60
- RD 1105 2014 (2015). Currículo Básico Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Madrid: MEC. Recuperado el 13/05/2019 en:
http://www.educaragon.org/HTML/carga_html.asp?id_submenu=60
- Rojas, J. *E.Dinámica de grupos* (pp. 34-38). Barcelona: UOC. Disponible en
http://materials.cv.uoc.edu/cdocent/P09_80542_00397.pdf
- Santrock, J. (2002). *Psicología de la educación*. México: Mc Graw-Hill.
- Wilson, M. (2014). Consideraciones para la medición de las progresiones de aprendizaje en donde el aprendizaje objetivo se representa como un ciclo. *Pensamiento educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*. 51(1), 156-174.

ANEXO II. Trabajo Práctico

Título: Trabajo Practico + Reflexión didáctica

Realizado por: Laura Solanas Laguna

Profesores: Ana de Echave y Paco Serón

Asignatura: Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Física y Química. Máster de Educación Especialidad de Física y Química.

Curso: 2018-2019

1. Actividad TP de Química de 3º de ESO a realizar por los alumnos

“¿Cómo cambian las cosas a nuestro alrededor?”

1.1.Objetivo

- Comprender reacciones químicas de la vida cotidiana
- Estudiar efectos de las mismas a distintos niveles y circunstancias.
- Valorar factores que afectan a la velocidad de reacción
- Realizar pruebas variadas y realizar comparaciones de los resultados para posteriormente sacar conclusiones.

1.2.Introducción de la práctica

En esta práctica vamos a trabajar con la manzana. ¿Qué le sucede a la manzana cuando se abre? ¿Qué ocurre con el paso del tiempo?

¿Cómo se llama el proceso a nivel científico? ¿Cuál sería el reactivo, lo que tenemos al inicio y, cuál el producto lo que se tiene después del cambio?

¿Cómo se llama la reacción que afecta a la manzana? Podemos explicarlo con nuestras palabras.

¿En una reacción que puede verse afectado? ¿Se te ocurre algún factor que pueda afectar a la reacción?

1.3. Materiales e instrumentos

- 4 manzanas y/o plátanos (como alternativa)
- 1 Limón o naranja
- 1 Papel de film
- 1 Caja
- 1 Cuchillo
- Hoja de papel sobre la que trabajar

***Sugerencia:** Si no hay en el centro: nevera, microondas/estufa, la práctica se puede realizar en casa.

1.4. Desarrollo de la práctica

Estudiamos la manzana a cuatro niveles con respecto al tiempo:

- Variación de condiciones: condiciones normales, limón, envoltura en plástico
- Variación con la luz: oscuridad (dentro de una caja), al lado de la ventana, en un estado intermedio
- Variación de superficie manteniendo constante la temperatura y la luz
- Variación de temperatura: nevera, temperatura ambiente, microondas (para casa en caso de faltar material en el centro) Opcional.

Hacemos medidas y toma de datos cada 5 minutos

La práctica también se puede realizar con otra fruta, el plátano. Si alguno de los compañeros lo hace, sería interesante comparar los resultados entre los grupos de la manzana y aquellos de los plátanos para establecer diferencias y tratar de buscar por qué se dan.

1.5. Procedimiento paso a paso

Variación de condiciones:

1. Se pela la manzana
2. Se corta en tres tercios: 1/3 se mantiene sin tratar o a las condiciones de la habitación, otro tercio se baña con zumo de limón o naranja y otro se envuelve en plástico film.

3. Cada 5 minutos se anota la imagen y se describe lo sucedido: aspecto más, especulaciones e ideas.

Variación con la luz:

1. Se pela la manzana
2. Se corta la manzana en tres tercios: un tercio se mete dentro de una caja oscura, otro en la mesa de trabajo del laboratorio y por último, cerca de la ventana.
3. Cada 5 minutos se anota la imagen y se describe lo sucedido: aspecto e ideas.

Variación de superficie:

1. Se pela la manzana
2. Corta la manzana en tres tercios: un tercio se conserva entero, otro tercio sería la manzana cortado a rodajas y otro tercio cortado a trozos más pequeños.
3. Cada 5 minutos se anota la imagen y se describe lo sucedido: aspecto e ideas.

1.6.Toma de resultados

Tabla 1. Tablas para la toma de resultados de la práctica 1.

Variación de condiciones					
	0'	5'	10'	15'	1 día
Condiciones Normales					
Dibujo					
Descripción					
Limón/ Naranja					
Dibujo					
Descripción					
Envoltura plástico					
Dibujo					
Descripción					

Variación de la luminosidad					
	0'	5'	10'	15'	1 día
Oscuridad (dentro caja)					
Dibujo					
Descripción					
Al lado de la ventana					
Dibujo					
Descripción					
En estado intermedio					
Dibujo					
Descripción					

Variación de la superficie					
	0'	5'	10'	15'	1 día
Manzana por la mitad					
Dibujo					
Descripción					
Manzana a rodajas					
Dibujo					
Descripción					
Manzana a cuadrados					
Dibujo					
Descripción					

Variación de la temperatura					
	0'	5'	10'	15'	1 día
Nevera					
Dibujo					
Descripción					
Temperatura ambiente					
Dibujo					
Descripción					
Microondas/ estufa					
Dibujo					
Descripción					

1.7. Conclusiones finales

Formula las conclusiones obtenidas tras la observación de los resultados

Reflexiona acerca de lo que pasa tanto a nivel macroscópico como a nivel microscópico. Para ello observa los dibujos que has realizado en las tablas.

¿Qué sucede cambiando las condiciones (limón, plástico, contacto con el aire)?

¿Y, cambiando la luminosidad? ¿Si varía la temperatura observamos alguna diferencia?

Y por último, ¿si se cambia la superficie?

INFORMACIÓN EXTRA...

para entender completamente lo que le sucede a la manzana:

A nivel químico en el proceso de oxidación de la manzana los fenoles pasan a quinonas.



Figura 1. Reacción química de oxidación de la manzana

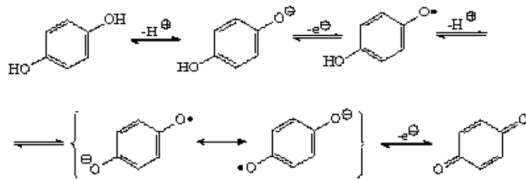


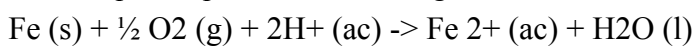
Figura 2. Oxidación de los fenoles de la manzana a quinonas.

Reflexión

¿La manzana que tipo de compuesto es? ¿Orgánico o inorgánico? ¿Conoces algún caso en la naturaleza en el que se dé este proceso en un compuesto inorgánico?

*Solución: Es un compuesto orgánico. Esta reacción, es un poco compleja. Si comparamos el proceso, con la oxidación del hierro, se simplifican las variables.

Vemos que lo que sucede es lo siguiente:



Como actividad final, se ponen en común los resultados a través del portavoz del grupo. El anotador , apunta las observaciones y comentarios.

Algunas ideas para comentar con el compañero:

-Las reacciones químicas como hemos visto se asocian a cambios en la estructura molecular o a nivel de los enlaces de las sustancias ¿conoces otros tipos de reacciones químicas que ocurran en casa?

-Valoración: ¿las reflexiones planteadas eran acertadas? ¿En qué puntos coincidíamos todos y en cuáles no? ¿Cuáles eran los nuestros razonamientos? Señala los acertados y aquellos que estaban equivocados.

-Comentario: Para la realización de la práctica se emplean sustancias orgánicas, por lo que después de la realización de la práctica se pueden comer y no producir desechos.

2. Actividad TP de Física de Bachiller como guía para el profesor

“Y ahora...un poco de luz”

2.1. Contextualización

Práctica dirigida a los alumnos de 2º de Bachiller, cuyos contenidos trabajados están recogidos en el bloque 4, Ondas, del Currículo

Tabla 2. Fragmento del currículo de 2º de Bachiller, bloque 4: Ondas que recoge lo referido a los conceptos de reflexión y refracción que se van a trabajar.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	COMPETENCIAS CLAVE	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
Crit.FIS.4.9. Emplear la ley de la reflexión y la ley de Snell para explicar los fenómenos de reflexión y refracción.	CMCT	Est.FIS.4.9.1. Experimenta y justifica, aplicando la ley de Snell, el comportamiento de la luz al cambiar de medio, conocidos los índices de refracción.

2.2. Objetivo

- Comprender los conceptos de reflexión y refracción de la luz y trabajar con ellos.
- Emplear la ley de reflexión y la ley de Snell
- Cambiar los medios para extraer conclusiones

2.3. Introducción

La luz es una onda y como tal se encuentra sometida a los fenómenos ondulatorios. En esta práctica se trabaja, en concreto, la reflexión y refracción de la luz. ¿Qué sabemos de ellos?

Cuando un rayo de luz se propaga en un medio transparente y llega a una superficie de separación con otro, también transparente, una parte sigue propagándose en el mismo medio, es decir, se refleja. Otra parte pasa al otro medio, es decir, se refracta.

¿Cómo afectan estos fenómenos a la vida cotidiana? ¿Dónde se pueden observar? Pon ejemplos.

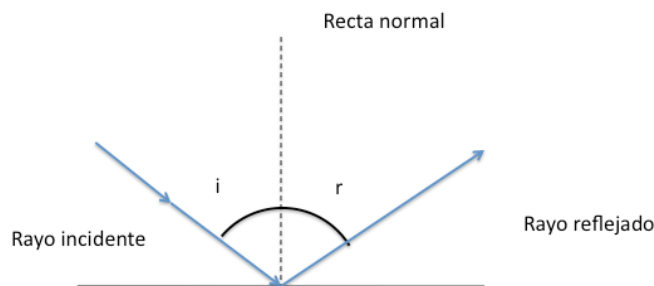
La reflexión de la luz permite que veamos los objetos, puesto que el cambio de dirección que sufre la onda de la luz al chocar contra la superficie de los mismos hace que estos mismos estén iluminados y podamos diferenciarlos.

En cuanto a la refracción que se debe al cambio de dirección de la onda de la luz cuando cambia de medio, se puede observar entre el aire y el agua cuando un boli se introduce en este líquido cuando está

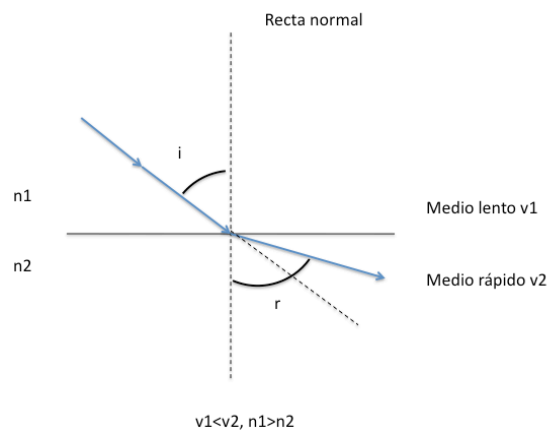
Realiza una representación de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz.

Solución

a)



b)



c)

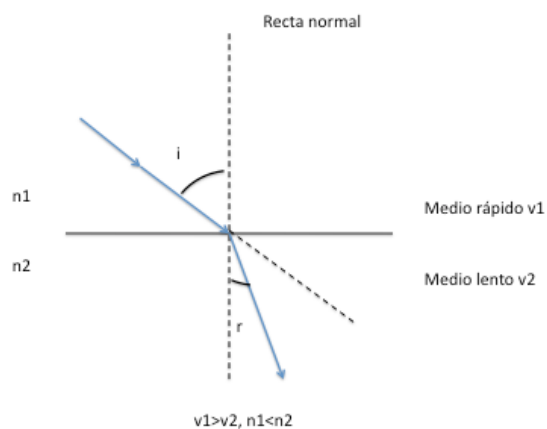


Figura 3. Reflexión de la luz (parte a), refracción de la luz (parte b y c)

Para llevar a cabo la práctica necesitamos saber algo más:

¿Qué es la luz visible? ¿Cuál es su composición? ¿Qué es el espectro ?

La luz visible está formada por vibraciones electromagnéticas con longitudes de onda que van aproximadamente de 350 a 750 nanómetros (1 nm=1 milmillonésimas de metro). Lo que conocemos como luz blanca es la suma de todas las ondas comprendidas entre esas longitudes de onda, cuando sus intensidades son semejantes.

Recuperado en:

http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/color/Luz_Origen_propied.htm

Espectro visible por el ojo humano

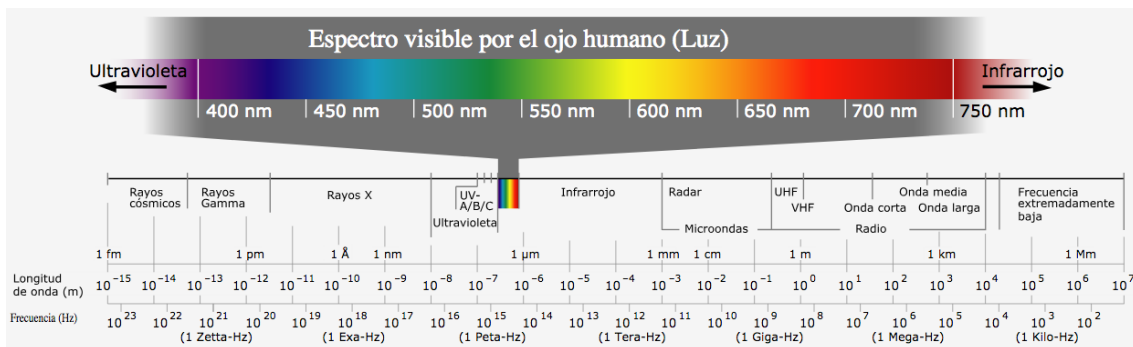


Figura 4. Espectro visible por el ojo humano.

Dato: Velocidad de la luz en el espacio: $3 \cdot 10^8$ m/s.

2.4. Materiales

Ejercicio 1

- Láser
- Recipiente de cristal con agua y unas gotas de leche. Puede ser un tupperware o una botella.

Ejercicio 2

- Láser de distintos colores: rojo, verde, amarillo y azul.
- Transportador de ángulos
- Espejo
- Folio

Ejercicio 3

- Láser de colores. Por ejemplo: rojo y azul.
- Transportador de ángulos
- Regla
- Recipiente de cristal o recipientes
- Medios: agua, aceite, alcohol, glicerina y/o hielo



ADVERTENCIA: Hacer buen uso del láser, no apuntar a los ojos, es peligroso

- Folio
- Un bolígrafo

Ejercicio 4

- Láser
- Transportador de ángulos
- Regla
- Recipiente de cristal con agua
- Folio
- Un bolígrafo

2.5. Procedimiento

Ejercicio 1

6. Se llena el recipiente con agua y unas gotas de leche
7. Parte a) Se apunta con el láser desde arriba. Reflexiona acerca de lo que sucede
8. Parte b) Se apunta con el láser desde abajo, cambiando el ángulo. ¿Qué sucede? Analiza el resultado.

En caso de que el grado de maduración de los alumnos sea mayor, los puntos 2 y 3, no se especifican y se espera que sean ellos los que propongan apuntar desde diferentes puntos del recipiente con agua y leche y estudien cada uno de los fenómenos que se producen.

Ver vídeo en: <https://didactalia.net/comunidad/materialeducativo/recurso/experimento-de-fisica-refraccion-de-la-luz-y/7aa3c95e-1946-435a-8dc2-02f7c0623911>

2.6. Resultados

¿Qué sucede en cada uno de los casos? ¿Qué fenómenos se están dando?

Parte a) Si se apunta con el puntero desde arriba vemos que el rayo se desvía al pasar del aire al agua. Este fenómeno, el cambio de dirección de la luz, se llama refracción. Para que se produzca la refracción es necesario que el rayo incida oblicuamente.

Parte b) Si se apunta con el puntero desde abajo vemos que el rayo se desvía al pasar del agua al aire. En este caso, podemos ver que si el rayo incide con un ángulo mayor que un cierto ángulo crítico no se produce la refracción. La luz queda atrapada en el interior del agua. Dicho ángulo crítico se llama ángulo límite y el fenómeno reflexión total.

2.5. Procedimiento

Ejercicio 2

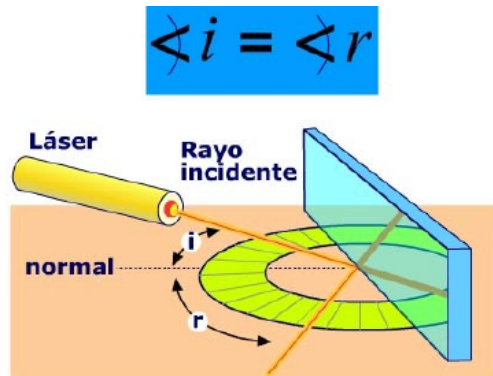


Figura 5. Procedimiento para medir el ángulo incidente y refractado de la luz.

1. Se coloca el transportador de ángulos sobre el folio.
2. En la base se coloca vertical el espejo, como en la figura.
3. Se dibuja un eje perpendicular al espejo en el folio, a los 90° del transportador
4. Se apunta con el láser para estudiar el proceso de reflexión con distintos ángulos: 15°, 30°, 45°, 60°, 90°. Este proceso se lleva a cabo con los distintos láseres (tienen diferente longitud de onda)
5. Completa la tabla con los resultados y contesta las cuestiones

2.6. Resultados

Tabla 3. Tablas para apuntar los resultados del ejercicio 2, sobre reflexión.

Láser rojo

Ángulo incidencia	15°	30°	45°	60°	90°
Ángulo reflexión					
Frecuencia					
Longitud de onda					
Velocidad					

Láser verde

Ángulo incidencia	15°	30°	45°	60°	90°
Ángulo reflexión					
Frecuencia					
Longitud de onda					
Velocidad					

Láser azul

Ángulo incidencia	15°	30°	45°	60°	90°
Ángulo reflexión					
Frecuencia					
Longitud de onda					
Velocidad					

¿A partir de los datos obtenidos en la tabla qué relación observamos entre ambos ángulos? ¿A qué conclusiones podemos llegar?

El ángulo del rayo incidente i y el de reflexión r son iguales: $i=r$

El rayo incidente, el reflejado y la normal a la superficie en el punto de incidencia están en el mismo plano.

El cambio de dirección de los rayos de luz que ocurre en un mismo medio después de incidir sobre la superficie de un medio distinto.

En la reflexión de la luz no cambia la velocidad de la luz v , ni su frecuencia f , ni su longitud

La superficie de trabajo, el espejo es una superficie pulimentada, ¿qué tipo de reflexión se da? ¿Cómo es?

Reflexión especular

Se produce en superficies totalmente pulimentadas como ocurre con los espejos. En este caso la reflexión se produce en una sola dirección gracias a lo cual es posible formar imágenes.

Este tipo de reflexión obedece a la ley de reflexión por lo que ángulo de incidencia de los rayos es igual a ángulo de reflexión.

¿Qué sucedería si la superficie no está pulimentada? Diseña una serie de pasos que te permitieran demostrar lo que sucede.

Se produce cuando la luz incide en una superficie opaca, pero no pulimentada, la cual presenta una serie de irregularidades, que hacen que la luz se refleje en distintas direcciones.

Un hecho importante es que gracias a este tipo de reflexión es posible que nos percatemos de la existencia de luz en algún lugar. Ejemplo un árbol y sus hojas. La

reflexión nos permite ver lo que hay, distinguir que eso es un árbol a través del sentido de la vista.

2.5. Procedimiento

Ejercicio 3

Parte 1:

1. Se coloca el folio sobre la mesa y se divide en dos partes iguales dibujando una recta. A continuación se pone la regla sobre la recta.
2. El recipiente transparente se llena hasta una altura H , ejemplo: $H=5\text{cm}$.
3. Introduce el transportador de ángulos en el recipiente dejando parte sin sumergir. La parte recta del transportador se coloca sobre la parte graduada de la regla que está debajo del recipiente.
4. Coloca el láser formando en primer lugar un ángulo de 15° con la normal de la superficie y mide la distancia x (ver Figura). Repite el procedimiento para los ángulos 30° , 45° , 60° y 90° . Este estudio se realiza con dos láseres de diferente longitud de onda. Ejemplo: rojo y azul.
5. Anota los resultados en la Tabla 5.

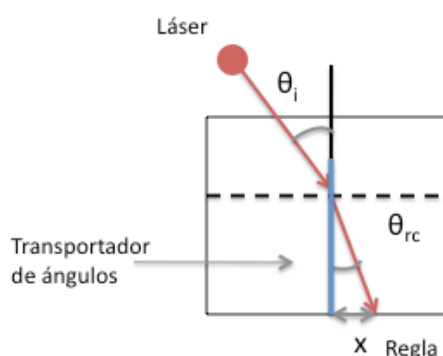


Figura 6. Medida del ángulo de refracción.

6. En primer lugar, se realiza la experimentación con los medios agua-aire. Ahora, escoge una de las sustancias recogidas en la tabla y valora los cambios. Es interesante que cada grupo de la clase elija una sustancia para posteriormente discutir entre todos los resultados obtenidos.

Tabla 4. Medios para el estudio de la refracción en el cambio de medio aire-otro.

Sustancia
Agua pura
Sal de mesa
Alcohol etílico
Glicerina
Hielo

Dato: La distancia x medida y el ángulo de refracción están relacionados mediante la expresión: $\text{tg}(\theta_{rc})=x/H$. Completa la tabla.

*Se plantea a los alumnos la pregunta abierta en clase, pueden conocer el concepto.

2.6. Resultados

Tabla 5. Los resultados de la experimentación de la refracción quedan recogidos en esta tabla que recoge los medios implicados que se estudian, el tipo de láser (color) utilizado, ángulo de incidencia del láser, los centímetros de la luz con respecto al eje el rayo refractado, el ángulo de refracción, el índice de refracción y por último se apunta la frecuencia, longitud de onda y velocidad para las dos situaciones: rayo incidente y rayo refractado.

Medio:

Láser:

Áng. Inci.	15°	30°	45°	60°	90°
x (cm)					
Áng. refrac					
n					
f					
λ					
v					

Medio:

Láser:

Áng. Inci.	15°	30°	45°	60°	90°
x (cm)					
Áng. refrac					
n					
f					
λ					
v					

El índice de refracción del aire es 1, n=1, por lo tanto, ¿cuál es el índice de refracción del agua para cada ángulo de incidencia? ¿Y el índice de refracción para la sustancia que se ha elegido como comparativa? Completa la Tabla 5.

¿Cuál es la desviación estándar de las medidas tomadas? Calcula el valor medio del índice de refracción del agua y su error típico y compáralo con el valor real (n=1,33). ¿Por qué existe una variación entre la n experimental y la n real?

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Figura 7. Fórmulas para calcular la media y la desviación estándar de las medidas.

Valora como varían los ángulos de incidencia y de refracción para las distintas sustancias. ¿Qué conclusiones puedes extraer a partir de todos los resultados obtenidos analizando las distintas variables estudiadas: distintos láseres, distintos medios...?

Cada láser presenta su longitud de onda y su frecuencia y no varía tras darse este fenómeno. Cada medio tienen su índice de refracción y el ángulo refractado, por lo tanto, también será diferente entre los distintos medios.

En general de la refracción:

La refracción de la luz es el cambio de dirección de los rayos de luz que ocurre cuando pasan de un medio a otro en el que la luz se propaga a distinta velocidad.

Se observa que el rayo incidente, el refractado y la normal a la superficie en el punto de incidencia están en el mismo plano

La ley de Snell de la refracción relaciona el ángulo de incidencia i , el de refracción r , y los índices de refracción absolutos de la luz en los medio 1 y 2, n_1 y n_2 , según: $\sin(i)/\sin(r) = n_2/n_1$

2.5. Procedimiento.

Ejercicio 4. Sobre la reflexión total. Trabajamos sobre los sistemas planteados anteriormente estudiando para los diferentes cambios de medio. Ej. Aire-agua.

1. Se coloca el folio sobre la mesa y se divide en dos partes iguales dibujando una recta. A continuación se pone la regla sobre la recta.
2. El recipiente transparente se llena hasta una altura H , ejemplo: $H=5\text{cm}$.
3. Introduce el transportador de ángulos en el recipiente dejando parte sin sumergir. La parte recta del transportador se coloca sobre la parte graduada de la regla que está debajo del recipiente.
4. Encuentra el ángulo límite para los diversos medios estudiados haciendo varias medidas variando con el láser el ángulo incidente.

2.6. Resultados

¿Qué medidas realizo?

Se estudia para los distintos cambios de medios el ángulo límite y si se da o no la reflexión total.

Diseña una tabla y escribe los resultados. También se pueden añadir a las tablas de resultados anteriores, Tabla 5.

Se añade una columna a la Tabla 5 de resultados.

¿Es igual en ambos casos o diferente?

Reflexionar sobre la reflexión total. Cuando la luz pasa desde un medio más refrigente para un menos refrigente, existe un ángulo límite, de manera que para ángulos mayores de este, el haz de luz no puede cambiar de medio, de modo que el haz se refleja totalmente en el interfaz de los medios. Este fenómeno es importante para aplicaciones tales como la fibra óptica y telescopios.

2.7. Evaluación del proceso.

Se entrega un informe individual que incluya reflexión sobre los resultados y conclusiones.

Se propone trabajar en grupos durante el desarrollo de la práctica (todo depende del número de alumnos y del clima de la clase).

Se apuesta por una puesta en común de los resultados entre toda la clase y una reflexión conjunta.

Reflexión didáctica

1. Reflexión y análisis didáctico general

A continuación se presenta una reflexión didáctica sobre el trabajo práctico planteado. Dicha reflexión se estructura en base a los tres elementos básicos del sistema didáctico: el profesor, el alumnado y el conocimiento. Se realiza un estudio analizando aspectos como: el contexto, el papel atribuido de los sujetos participantes de un proceso de enseñanza-aprendizaje, el clima en el aula, el contenido impartido, los niveles de enseñanza y el currículo, la secuenciación de actividades, etc.

Se estudian también las dificultades de aprendizaje y se incluye, una adaptación del Trabajo Práctico (TP) diseñado para otro nivel con la intención de reforzar con más ejemplos las argumentaciones que se explican en los análisis presentados precedentemente.

Como introducción, presento además el Modelo de las cuatro etapas de Millar, Thiberghiem y Le maréchal (2002), ver Figura 8, que sirve como instrumento para el análisis de la eficacia de un TP y puede ser muy útil en esta reflexión didáctica. Este Modelo habla de dos niveles: el nivel hacer y el nivel aprender y, hace una diferenciación entre aspectos observables e ideas en el aprendizaje de los alumnos. De manera que el análisis de un TP y la respuesta que presentan los alumnos al realizarlo atiende a cuatro etapas: ¿qué hacen los alumnos? ¿qué piensan? ¿qué recuerdan? ¿qué comprenden?



Figura 8. Modelo de las cuatro etapas de Millar, Thiberghiem y Le maréchal (2002). Instrumento para el análisis de la eficacia de un TP.

El TP se plantea como una metodología activa que puede mejorar el proceso de Enseñanza-Aprendizaje (E-A). Para conseguir que sea así como indica Hodson (2000), el experimento o actividad planteada debe ser adecuado, es decir, hay que plantear un objetivo claro y que funcione reflexionando en cada ejercicio al ser planteado, ¿por qué?, ¿para qué?, ¿Cómo lo recibe el alumno?, etc.

La clave está en la construcción y reconstrucción del conocimiento (Hodson, 2000, pp.305), puesto que los alumnos parten de un conocimiento previo que adquieren de manera natural en su vida: televisión, prensa, Internet, vídeos... Resulta muy conveniente estudiar en el propio proceso de enseñanza si los alumnos presentan concepciones alternativas. Si entienden o no el concepto explicado o lo hacen de otra manera.

Por otro lado, también interesa estudiar el conocimiento previo de los alumnos para conocer el contexto inicial y adecuar el contenido de las actividades diseñadas al grupo de trabajo. También conviene evaluar si el conocimiento aprendido a lo largo del E-A es correcto. Conocer a los alumnos, valorar su edad, circunstancias y cómo funcionan en grupo supone de igual modo un punto a tener en cuenta.

Focalizando ya en los TP desarrollados, comentar que se apuesta por un modelo constructivista basado en que el aprendizaje de ciencias consiste en la reconstrucción de modelos y procesos y en que la labor de la enseñanza de las ciencias es mediar en el aprendizaje. Este modelo pretende un aprendizaje controlado por los alumnos en el que el profesor presenta un rol reflexivo, se trabaja en grupos y se potencia el diálogo entre los estudiantes. Se trata de comparar modelos y resolver problemas. Es muy importante atender a las ideas del alumno puesto que los estudiantes tienen ideas previas personales que influyen en como se recibe, entiende e interioriza la información como se ha nombrado previamente. Kolb (2015) habla del aprendizaje como la transformación de la experiencia.

Por su parte, Gil D. y Valdés C. (1996, pg.155-157) hablan de cómo se ha reorientado la visión en los últimos años sobre las prácticas de laboratorio que ahora consideran de suma importancia la selección de lo que se propone realizar y cómo se propone realizar. Se recomienda llevar las actividades al aula y estudiar su validez. En este caso, el TP no se ha puesto en práctica, por limitaciones espacio-temporales como alumna de Máster, pero de igual modo se realiza una reflexión didáctica sobre lo planteado, pensado siempre en la mejora. Gil D y Valdés C. (1996, pg.155-157) sugieren varios puntos a tener en cuenta al realizar trabajos prácticos sin que sirva de algoritmo a seguir por el docente:

“

1. “Presentar situaciones problemáticas abiertas de un nivel de dificultad adecuado.
2. Favorecer la reflexión de los estudiantes sobre relevancia e interés que dé sentido al estudio.
3. 3.Potenciar los análisis cualitativos, significativos para comprender y acotar las situaciones planteadas
4. Plantear la emisión de hipótesis como investigación central de la investigación científica.

5. Conceder la importancia a la elaboración de diseños y a la planificación de la actividad experimental a los estudiantes
6. Plantear el análisis detenido de los resultados, fiabilidad..., comparaciones con otros resultados..Prestar atención a los conflictos
7. Consideración de posibles perspectivas y replanteamientos de estudio
8. Pedir un esfuerzo de integración que considere la contribución del estudio realizado a la construcción de un cuerpo coherente de conocimientos, así como las posibles implicaciones en otros campos de conocimientos.
9. Dar importancia a la elaboración de memorias científicas que potencien el debate.
10. Potenciar la dimensión colectiva del trabajo científico organizado.”

Finalmente, tras esta introducción teórica sobre los trabajos prácticos y en base a ella, se construye una reflexión crítica de la didáctica de los dos alternativas planteadas. Dicha reflexión se hace de manera individual valorando en primer lugar la práctica 1: *¿Cómo cambian las cosas a nuestro alrededor?* y en segundo lugar la práctica 2: *“Y ahora, un poco de luz...”*.

1. Práctica 1: *¿Cómo cambian las cosas a nuestro alrededor?*

1.1. Contextualización y Contenido

La primera práctica tiene como objetivo la enseñanza de conocimientos sobre las reacciones químicas en la vida cotidiana, en concreto se estudia un ejemplo muy común de reacción de oxidación: la oxidación de la manzana.

Se plantea como un guión para una clase de 3º de la ESO. Y, por tanto, a nivel de contenidos está respaldada por la programación curricular de 3º de ESO, bloque 3: Los cambios químicos. Ver Tabla 6, donde quedan recogidos los criterios de evaluación, competencias clave y estándares de aprendizaje evaluables sobre los que se trabaja. A nivel procedimental, se pretende que los alumnos estudien fenómenos observables, formulen hipótesis, tomen datos, interpreten resultados de tablas y saquen conclusiones (cuando se plantea para alumnos de mayor edad, son ellos los que pueden proponer el estudio). Por último, a nivel actitudinal se valora la participación de los alumnos, la búsqueda de respuestas y proactividad al planteamiento de hipótesis y la resolución de la experimentación.

En cuanto al rol del profesor, se propone una postura reflexiva que potencie el diálogo entre los alumnos. Como sugiere Ogborn et al. (1998), el docente optaría por un estilo de explicación que denominan: “Vamos a pensarlo juntos” en la que el profesor reúne y da forma a las ideas procedentes de la clase. Y dónde las contribuciones de los estudiantes son fundamentales. El profesor media para animarles, suministrarles ideas

adicionales y aclaraciones. Implica continuos desplazamientos entre la apertura de oportunidades para los participantes y el proporcionar el marco y validar el material.

Tabla 6. Fragmento de la programación curricular de 3º de ESO, bloque 3: Los cambios químicos.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	COMPETENCIAS CLAVE	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
Crit.FQ.3.1. Distinguir entre cambios físicos y químicos mediante la realización de experiencias sencillas que pongan de manifiesto si se forman o no nuevas sustancias.	CMCT	Est.FQ.3.1.1. Distingue entre cambios físicos y químicos en acciones de la vida cotidiana en función de que haya o no formación de nuevas sustancias.
		Est.FQ.3.1.2. Describe el procedimiento de realización de experimentos sencillos en los que se ponga de manifiesto la formación de nuevas sustancias y reconoce que se trata de cambios químicos.
Crit.FQ.3.2. Caracterizar las reacciones químicas como cambios de unas sustancias en otras.	CMCT	Est.FQ.3.2.1. Identifica cuáles son los reactivos y los productos de reacciones químicas sencillas interpretando la representación esquemática de una reacción química.
Crit.FQ.3.5. Comprobar mediante experiencias sencillas de laboratorio la influencia de determinados factores en la velocidad de las reacciones químicas.	CMCT	Est.FQ.3.5.1. Justifica en términos de la teoría de colisiones el efecto de la concentración de los reactivos en la velocidad de formación de los productos de una reacción química.
		Est.FQ.3.5.2. Interpreta situaciones cotidianas en las que la temperatura influye significativamente en la velocidad de la reacción.

1.2. Objetivos

Se plantean los siguientes objetivos de aprendizaje:

- Comprender reacciones químicas de la vida cotidiana
- Estudiar efectos de las mismas a distintos niveles y circunstancias.
- Valorar factores que afectan a la velocidad de reacción
- Realizar pruebas variadas y realizar comparaciones de los resultados para posteriormente sacar conclusiones.

Cabe mencionar que los materiales biológicos son complejos, por lo tanto, hay que definir cuidadosamente con que trabajamos para poder conseguir el objetivo planeando y no divagar. El modelo presentado para la realización de la práctica y el aprendizaje en ciencias debe ser comprensible.

También conviene mencionar que los objetivos seleccionados son generales y albergan conceptos, procedimientos y actitudes, sin diferenciar unos aspectos de otros de forma más ordenada. Esto es así puesto que el contexto de la clase puede variar y en función del conocimiento de la misma cuando se va a poner llevar al aula se pueden adecuar.

Estudiamos a los alumnos en una clase de 3º. Alumnos de 14-15 años que es el segundo año que estudian la asignatura de Física y Química y, el primero que hablan de los cambios químicos. Estos estudiantes, pueden haber observado fuera del aula diferentes tipos, pero es ahora, cuando comienzan a establecer y comprender la diferencia entre los cambios a nivel físico y los cambios químicos. Por lo tanto comentar que la realización de esta práctica se ha diseñado para llevarse a cabo tras haber explicado previamente en el aula previamente el concepto de cambio químico y físico, el de reacción química y conocer lo que es un producto y un reactivo.

1.3. Detección de dificultades de aprendizaje

- Los alumnos pueden haber observado cambios a su alrededor, pero ¿hasta qué punto se han detenido a pensar en cuál es el origen?
- ¿Qué capacidad de analizar situaciones y encontrar explicaciones han adquirido o desarrollado en los tres primeros años de ESO?
- El alumno no asocia que un cambio a nivel macroscópico o de fenotipo está causado por un cambio a nivel microscópico, a nivel molecular. Por ejemplo, debido a un cambio en la reestructuración de los enlaces entre moléculas.
- A diario un alumno no se para a pensar que puede haber sustancias que afecten a la velocidad de reacción de los procesos.
- Los alumnos con esta edad a nivel procedimental muchas veces no tienen establecido un procedimiento de actuación, paso por paso para conseguir una

serie de datos y a continuación procesarlos. Procesar, analizar y realizar una reflexión crítica de los resultados obtenidos suele ser complejo con esta edad.

- Los alumnos no suelen detenerse a pensar en las múltiples variables que pueden estar influyendo en un proceso determinado, que puede hacer que todo varíe. Se pretende, por lo tanto, que los alumnos sean concientes de todos los factores que pueden estar implicados en cualquier proceso y como afectan, en este caso, en la reacción química de oxidación de la manzana.

1.4. Análisis de la secuencia de actividades.

La metodología aplicada en este proceso de enseñanza-aprendizaje (E-A) es un trabajo práctico basado en una experimentación sencilla. Se establece un orden que estructura el proceso con una serie de actividades, cada una de las cuáles tiene un objeto definido. Tipos de actividades: actividades de sondeo de conceptos previos, actividades introductorias, actividades de desarrollo y las de evaluación. Además, se introducen información de ampliación, para explicar el proceso biológico complejo de la oxidación de la manzana. La intención es que los alumnos tengan una noción del tema. No se quiere profundizar a nivel químico en las moléculas que están sufriendo la reacción. Este aspecto podría valorarse si la práctica estuviese dirigida a un grupo de Bachiller. En tal caso, sería interesante que los alumnos relacionasen conceptos de dos disciplinas: biología y química.

Al mismo tiempo, las actividades se clasifican en tres niveles: básico, medio y superior dependiendo de la dificultad (Ver Tabla 7). Y se organizan de manera progresiva. De este modo el docente analizando el clima en el aula y los alumnos, puede adecuarlas al ritmo de trabajo. De igual modo, hago mención a la posibilidad de adaptación de la práctica a niveles superiores, análisis que se realiza más adelante.

Tabla 7. Ejemplo de tabla para realizar la clasificación del tipo de actividad en función de su grado de dificultad.

Tipo de actividad	Nivel Básico	Nivel medio	Nive superior
Preguntas previas	x		
...			

A continuación se realiza un análisis de las actividades propuestas.

1.4.1. Actividad 1: Preguntas previas.

¿Qué le sucede a la manzana cuando se abre? ¿Qué sucede con el paso del tiempo?

Con este tipo de preguntas se conocen los conceptos previos que tienen los alumnos. Pregunta nivel básico en base a nuestra clasificación. Mera observación del medio que le rodea y reflexión. El alumno se pone en contacto, empieza a observar y a entender

tanto a nivel procedimental como al actitudinal. Cuando los alumnos, son mayores se les guía menos en la reflexión.

¿Cómo se llama el proceso a nivel científico? ¿Cuál sería el reactivo, lo que tenemos al inicio y, cuál el producto lo que se tiene después del cambio?

¿Cómo se llama la reacción que afecta a la manzana? Podemos explicarlo con nuestras palabras.

Con estas preguntas, pretendemos que el alumnos emplee terminología, conceptos y vocabulario científico. Además de seguir conociendo lo que sabe.

¿En una reacción que puede verse afectado? ¿Se te ocurre algún factor que pueda afectar a la reacción?

Esta última pregunta que requiere la reflexión de los alumnos, introduce además el tema de la práctica que se basa en el estudio de los factores que van a afectar a la velocidad de la reacción.

1.4.2. Actividad 2: Desarrollo de la práctica propiamente dicho.

Si los alumnos de 3º no llegan a profundizar en los factores que pueden afectar de algún modo a la reacción, el profesor les dirige y sugiere. Los alumnos de niveles superiores, ya han adquirido mayor capacidad de reflexión y tienen mayor conocimiento a nivel de conceptos, por lo tanto, se recomienda que el docente en una sesión introductoria plantee las preguntas previas e introductorias y que sean los alumnos, posteriormente, en otra sesión, los que diseñen la práctica aportando variaciones y especificando los factores que van a variar en su estudio, dirigido a conocer como afectan.

Para los alumnos de 3º, se lleva a cabo el procedimiento indicado y se recogen los resultados. A los alumnos de cursos superiores, por su parte, se les impulsa a diseñar la tabla que deben rellenar para recoger los datos. Se determina, primero, a nivel grupal y después, se termina de definir y corregir con ayuda del profesor de manera común para todo el grupo.

Los alumnos tienen que ser conscientes de todas las variables que pueden verse afectadas y son objeto de estudio. Es por esto, que esta actividad se clasifica de dificultad media-superior. El grado depende en gran medida de cómo se plantee y a qué grupo. Si se dan directamente las variables al alumno, sin una reflexión previa, por ejemplo: variación de condiciones (limón, al aire libre o con plástico film), variación con la luz, variación de la superficie de la manzana estudiada con respecto al tiempo, la dificultad es menor. Y, si se plantea reflexión y los alumnos no lo consiguen por si mismo, el docente interviene.

Por último, comentar que para llevar a cabo esta actividad el docente debe decidir en función de las características de su clase sobre el tiempo y el material:

- El tiempo dedicado a la actividad. En este caso se han considerado múltiples variables, pero el número puede verse reducido.
- La disponibilidad de material. Es fácil de conseguir, pueden traerlo los alumnos de casa. Hacer mención a las experiencias alternativas que pueden darse, por ejemplo, en vez de estudiar la oxidación de la manzana, también existe la posibilidad de emplear el plátano. Siempre puede haber múltiples opciones.

1.4.3. Actividad 3: Conclusiones finales. Actividad de reflexión.

A los alumnos de tercero se les dan las pautas, para que a través de estas preguntas piensen en los resultados obtenidos. Para alumnos de más nivel, pueden omitirse. Y pedir simplemente que extraigan conclusiones. (Actividad dificultad media-superior).

¿Qué sucede cambiando las condiciones (limón, plástico, en contacto con el aire)?

¿Y, cambiando la luminosidad? ¿Si varía la temperatura observamos alguna diferencia? Y por último, ¿si se cambia la superficie?

Formula las conclusiones obtenidas tras la observación de los resultados

Reflexiona acerca de lo que pasa tanto a nivel macroscópico como a nivel microscópico. Para ello observa los dibujos que has realizado en las tablas.

Se introducen ya conceptos como microscópico y macroscópico, para que los alumnos comiencen a diferenciar dentro de un sistema diferentes niveles de estudio.

Comentar que en la tabla de resultados se pide que dibujen para la detección de ideas alternativas si las hubiese. Y, en cursos superiores, los estudiantes configuran la tabla para obtener los resultados.

Los alumnos trabajan en grupos, y exponen los resultados. Hay una reflexión grupal donde se valora lo que se ha realizado en cada momento. Si hay algún error la intención es corregirlo y aprender de ello.

1.4.3. Actividad 4. Actividad de ampliación:

¿La manzana que tipo de compuesto es? ¿Orgánico o inorgánico? ¿Conoces algún caso en la naturaleza en el que se dé este proceso en un compuesto inorgánico?

Se da información sobre el proceso biológico que sufre la manzana. Esta reacción con componentes orgánicos es compleja y hay que tener muchos factores en cuenta. Para cursos superiores se puede relacionar con conceptos como la velocidad de reacción y extraer conclusiones con respecto a los resultados conseguidos y estos contenidos.

Además, se propone indagar sobre una reacción de oxidación de compuesto inorgánicos, como por ejemplo, la oxidación de un trozo de hierro. Los alumnos de tercer curso, pueden hacerlo con ayuda del profesor y pensar en los símbolos químicos que podrían estar relacionados. A los de más nivel, se les puede pedir que escriban la reacción y la ajusten. La orientación que se le da a una práctica depende de los conocimientos que tengan los alumnos, son aspectos que puede definir el docente basándose el temario.

En cuanto a los restos de la práctica, son biológicos, manzano o plátano y se podrían comer.

1.5. Práctica adaptada a cursos superiores

Si se plantea una comparativa entre prácticas dirigidas a distintos cursos niveles sobre el mismo contenido, como ya hemos ido comentando, para los alumnos de 3º de ESO se plantea una reflexión final más guiada, mientras que en otros cursos se introduce temario o se les hace más preguntas para que ellos estructuren sus respuestas.

Traigo un fragmento del currículo de 1º de Bachiller de Química, ver Tabla.8, como comparativa del fragmento recogido en la Tabla 6 que es un fragmento del currículo sobre las reacciones químicas para tercer curso. Notar la diferencia de contenidos, más profundidad a medida que los cursos son superiores.

Tabla 8. Fragmento de la Programación Curricular de Química de 1º de Bachiller

QUÍMICA
BLOQUE 3: Aspectos generales de las reacciones químicas
CONTENIDOS: Sistemas termodinámicos. Primer principio de la termodinámica. Energía interna. Entalpía. Ecuaciones termoquímicas. Ley de Hess. Segundo principio de la termodinámica. Entropía. Factores que intervienen en la espontaneidad de una reacción química. Energía de Gibbs. Consecuencias sociales y medioambientales de las reacciones químicas de combustión. Concepto de velocidad de reacción. Teoría de colisiones. Factores que influyen en la velocidad de las reacciones químicas. Utilización de catalizadores en procesos industriales. Equilibrio químico. Ley de acción de masas. La constante de equilibrio: formas de expresarla. Equilibrios con gases. Factores que afectan al estado de equilibrio: principio de Le Chatelier. Aplicaciones e importancia del equilibrio químico en procesos industriales y en situaciones de la vida cotidiana.

2. Práctica 2: “Y ahora...un poco de luz”

2.1 Contextualización y contenido

Esta práctica se orienta al aprendizaje de conocimientos relacionados con la luz, concretamente se estudian los fenómenos de reflexión y refracción. Se dirige a los alumnos de 2º de Bachiller en la asignatura de Física, cuyos contenidos trabajados están recogidos en el bloque 4, Ondas, del Currículo, ver Tabla 9.

Tabla 9. Fragmento del currículo de 2º de Bachiller, bloque 4: Ondas que recoge lo referido a los conceptos de reflexión y refracción que se van a trabajar.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	COMPETENCIAS CLAVE	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
Crit.FIS.4.9. Emplear la ley de la reflexión y la ley de Snell para explicar los fenómenos de reflexión y refracción.	CMCT	Est.FIS.4.9.1. Experimenta y justifica, aplicando la ley de Snell, el comportamiento de la luz al cambiar de medio, conocidos los índices de refracción.

2.2. Objetivos

- Comprender los conceptos de reflexión y refracción de la luz y trabajar con ellos.
- Emplear la ley de reflexión y la ley de Snell
- Cambiar los medios para extraer conclusiones

2.3. Dificultades de aprendizaje

La práctica se diseña para alumnos de 2º de Bachiller, de 17 o 18 años. Están en su última etapa del instituto y desde segundo han estudiado Física y Química. Hay que tener en cuenta que son alumnos que ya ha elegido una vía científica. Generalmente el clima en el aula en estos cursos es bueno. Los alumnos suelen estar motivados y mostrar interés, aunque se encuentran en un año de estrés influido por el fin de etapa, la prueba de acceso a la universidad y la decisión sobre su futuro. Cuentan con un pensamiento lógico procedimental y actitudinal base, que se ha ido trabajando a lo largo de los cursos en el instituto. Por ejemplo, en 1º de Bachiller como recoge el currículo, se utilizan las estrategias básicas de la actividad científica como: plantear problemas, formular hipótesis, proponer modelos, elaborar estrategias de resolución de problemas, diseños experimentales y análisis de los resultados.

Sin embargo, en ocasiones aparecen dificultades de aprendizaje, como vemos a continuación:

- Cuando las bases son estables, los conceptos son más fáciles de adquirir, pero, si ha habido algún problema en el proceso de E-A, puede ser muy complejo seguir construyendo en el conocimiento.
- La reflexión y la refracción son conceptos físicos muy específicos aunque presentan la ventaja de que pueden visualizarse a simple vista.
- Puede suponer un problema dar sentido físico y fórmulas físicas a algo que se contempla en el mundo real. Llevar al papel algo que tan solo se observa.
- Otra dificultad puede estar dada por la vinculación física-matemáticas. En física se trabaja con conceptos matemáticos como la trigonometría: seno, coseno y tangente.

Finalmente, comentar que la práctica se plantea para ser realizada una vez se han estudiado los conceptos en clase y se conocen por lo tanto los contenidos. Por lo tanto, se espera que los alumnos hayan trabajado y comprendido el concepto.

2.4. Análisis de la secuencia de actividades.

Con la misma idea que en la práctica 1, la mejora del proceso de aprendizaje, se plantean las actividades siguiendo un orden concreto. En primer lugar se realizan una serie de preguntas previas que sirven para conocer el conocimiento del que parten los alumnos y son, a su vez, introductorias. A partir de ellas se desarrolla la práctica que consta de 4 actividades que se realiza una a continuación de otra y son independientes entre ellas. Por último, los alumnos tienen que valorar los resultados, reflexionar y extraer conclusiones. Se pide que los alumnos realicen un informe que luego presentará a la clase, con la intención de compartir y valorar lo que han hecho, paso esencial en el aprendizaje en ciencias.

Comentar que el nivel de indagación de los alumnos y proposición de ideas, experimentos y factores por parte de los alumnos viene regulado por el docente. El docente valora y regula a los alumnos en cuanto al diseño de actividades. Son alumnos de 2º de Bachiller ya capaces. SI el profesor decide que estos preparen una actividad y esta se desvía del objetivo, el docente puede reconducirla en cualquier momento para darle la orientación adecuada.

2.4.1. Preguntas previas

La luz es una onda y como tal se encuentra sometida a los fenómenos ondulatorios. En esta práctica se trabaja, en concreto, la reflexión y refracción de la luz.

¿Qué sabemos de ellos?

La primera pregunta es de concepto. Directa. Los alumnos exponen lo que saben. Puede plantearse de forma dinámica para trabajar todos juntos toda la clase, o en grupos de 4 o 5. Dependiendo del número total, el alumnos en el aula, de la participación a nivel individual y grupal y, por lo tanto, de la necesidad de que el docente tenga que guiar más la clase para incentivar la participación de los alumnos o menos.

¿Cómo afectan estos fenómenos a la vida cotidiana? ¿Dónde se pueden observar? Pon ejemplos.

Con esta pregunta tratamos de acercar la ciencia a la realidad. A la aplicación práctica de la vida diaria. Se lanza la idea de que la ciencia explica fenómenos naturales y que influyen en nuestra vida.

Realiza una representación de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz.

Con esta actividad, conocemos las ideas previas de los alumnos, para saber si su conocimiento previo es acertado o no lo es, y plantear el resto de actividades para ampliar conocimientos, reconstruir los conceptos o clarificarlos, si no son lo suficientemente claros. Sería interesante que esta actividad individual se corrigiese por otro compañero y se pusiesen en común varios ejemplos exponiendo el resultado para conseguir mejoras.

Para llevar a cabo la práctica necesitamos saber algo más:

¿Qué es la luz visible? ¿Cuál es su composición? ¿Qué es el espectro ?

Esta información se necesita para el posterior desarrollo de la actividad, por lo tanto se facilita en la introducción para que luego los alumnos puedan tenerla.

2.4.2. Actividad 2: Desarrollo de la práctica propiamente dicho.

El docente para potenciar la indagación puede proporcionar a los alumnos los materiales de trabajo y pedirles que sean ellos los que diseñen las experiencias experimentales para el estudio de los fenómenos de la reflexión y refracción (trabajando en grupos; actividad nivel superior de dificultad). Esto se haría en una sesión. Posteriormente, se pueden poner en común los resultados y se reorientarían las experiencias con el docente como guía. En otra sesión los alumnos la llevarían a la práctica. Lo que llevan a la práctica puede ser lo que el docente ha preparado, pero con una previa reflexión de los alumnos como se ha comentado.

Los alumnos debería afrontar la actividad haciéndose preguntas como:

- ¿Qué objetivos nos marcamos? ¿Qué preguntas iniciales queremos responder?
- ¿Qué tenemos?
- ¿Cómo podríamos reproducir los fenómenos?
- ¿Qué factores podemos estudiar de los mismos? ¿Cómo?

Esta idea de que sean los alumnos los que propongan las experiencias la apoyan autores como Hodson (1994, pg.305) que nos habla de un enfoque alternativo para el aprendizaje de la ciencia: “1)procurar oportunidades enfocadas a que los estudiantes exploren la capacidad que tienen en un momento concreto de comprender y evaluar la firmeza de sus modelos y teorías para alcanzar los objetivos de la ciencia; 2)ofrecer estímulos adecuados para el desarrollo y el cambio”

Por lo tanto, tras compartir los resultados de los grupos de alumnos, comienza el desarrollo de la actividad práctica a nivel experimental. Como ya se ha comentado, el docente con un rol de guía termina de definir los procedimientos. Se proponen 4 ejercicios.

Ejercicio 1.

El primer ejercicio, es una práctica sencilla que representa de una forma fácil y visual el proceso de refracción y el fenómeno de reflexión total. La intención de esta actividad es observar, comprender y coger confianza con los conceptos. (Nivel básico de dificultad).

Ejercicios 2 y 3.

A continuación se proponen dos actividades que estudian por separado cada uno de los procesos por individual. Para estudiarlos en profundidad, variando distintos factores. Al diferenciar ahora entre los dos procesos, se pretende que el concepto quede más claro y no haya interferencias entre ambos. Además se presenta como un actividad en la que los alumnos en primer lugar deben pensar los factores que pueden estudiar de cada uno de los fenómenos y posteriormente plantear mediante la experimentación diferentes modos de descubrir lo que sucede en ambos casos.

En el ejercicio 2 se estudia el fenómeno de la refracción. Se cambian varios factores para obtener datos y posteriormente sacar conclusiones. Los niveles de estudio son los siguientes:

- Se estudia para varios ángulos y se mide el resultado. Para llegar a la conclusión de que en la reflexión, el ángulo incidente y el reflejado son iguales.
- Se estudia para varios láseres unicolores que presentan una longitud de onda y frecuencia concretos. Esto se propone para saber si estas magnitudes varían.
- Y se estudia, por último, si varía la velocidad de la luz.

En el guión de prácticas se proporciona una imagen del espectro visible con las longitudes de onda y las correspondientes frecuencias. Los alumnos deben ser capaces de interpretar la imagen y sacar la información que necesiten para llevar a cabo la práctica. El ejercicio 3 por su parte, se centra en el fenómeno de la refracción de la luz. De nuevo se estudian varios aspectos: ángulo incidente, ángulo reflejado, índice de refracción, frecuencia, longitud de onda, velocidad de la luz. Este ejercicio se hace para distintos medios también. Se presenta una comparativa para sacar más conclusiones.

(Grado de dificultad medio). Los alumnos de segundo de bachiller, reconocen ya el concepto de error en ciencias experimentales. Los tipos de errores. Se calcula por tanto el error típico y se les pide a los alumnos que lo comparen con el valor real. Con esto se pretende que no pasen por alto este hecho y sean conscientes de la existencia del concepto de error.

Ejercicio 4.

Por último el ejercicio 4 pretende, volviendo a lo que se ha hecho anteriormente, calcular la reflexión total para los casos anteriores. De este modo, al recapitular y volver sobre lo anterior, se fijan contenidos, se recuerda, se valora lo que se ha hecho y se introduce un dato más de forma progresiva. (Un grado más de dificultad).

2.4.2. Actividad 3: Actividades de reflexión/evaluación

Se plantean los resultados en grupos a los compañeros. El grado de madurez de los alumnos se considera que es el suficiente, por lo tanto, se asume que en termino medio todos los alumnos van a aportar sus ideas. Además, el número de alumnos probablemente no sea muy grande porque es una optativa de 2º de Bachiller.

De forma adicional se presenta un informe individual con una reflexión crítica de la práctica.

2.5. Práctica adaptada a otros cursos

Si estudiamos la programación curricular de otros cursos inferiores a 2º de Bachiller, vemos que en ninguno de ellos se estudian los procesos de reflexión y refracción, por lo tanto la adaptación de esta práctica a otros cursos no parece tener mucho sentido. Sí que hemos visto como en 2º de ESO se estudia la luz de manera general. Uno de los criterios planteados en el bloque de la energía sería:

“Crit.FQ.5.7. Conocer la percepción, la propagación y los aspectos de la luz y del sonido relacionados con el medioambiente. “ Ver Figura 9.

FÍSICA Y QUÍMICA		Curso: 2º
BLOQUE 5: Energía		
CONTENIDOS: Energía. Unidades. Tipos. Transformaciones de la energía y su conservación. Energía térmica. El calor y la temperatura. La luz y el sonido. Energía eléctrica. Fuentes de energía. Uso racional de la energía. Aspectos industriales de la energía.		
CRITERIOS DE EVALUACIÓN		COMPETENCIAS CLAVE
Crit.FQ.5.1. Reconocer que la energía es la capacidad de producir transformaciones o cambios.		CMCT
Crit.FQ.5.2. Identificar los diferentes tipos de energía puestos de manifiesto en fenómenos cotidianos y en experiencias sencillas realizadas en el laboratorio.		CMCT
Crit.FQ.5.3. Relacionar los conceptos de energía, calor y temperatura en términos de la teoría cinético-molecular y describir los mecanismos por los que se transfiere la energía térmica en diferentes situaciones.		CMCT
Crit.FQ.5.4. Interpretar los efectos de la energía térmica sobre los cuerpos en situaciones cotidianas y en experiencias de laboratorio.		CMCT
Crit.FQ.5.5. Valorar el papel de la energía en nuestras vidas, identificar las diferentes fuentes, comparar el impacto medioambiental de las mismas y reconocer la importancia del ahorro energético para un desarrollo sostenible.		CSC
Crit.FQ.5.6. Conocer y comparar las diferentes fuentes de energía empleadas en la vida diaria en un contexto global que implique el consumo responsable y aspectos económicos y medioambientales.		CSC
Crit.FQ.5.7. Conocer la percepción, la propagación y los aspectos de la luz y del sonido relacionados con el medioambiente.		CMCT-CSC
Crit.FQ.5.8. Explicar el fenómeno físico de la corriente eléctrica e interpretar el significado de las magnitudes intensidad de corriente, diferencia de potencial y resistencia, así como las relaciones entre ellas.		CMCT
Crit.FQ.5.9. Conocer la forma en la que se genera la electricidad en los distintos tipos de centrales eléctricas, así como su transporte a los lugares de consumo.		CMCT-CSC

Figura 9. Fragmento de la programación curricular de 2º de ESO, bloque 5: Energía.

3. Conclusiones

A raíz de la reflexión didáctica, se llega a una serie de conclusiones:

En el desarrollo de un TP las actividades se plantean de manera progresiva para que el proceso de aprendizaje pueda darse con éxito. De manera que, en primer lugar, aparecen actividades para detectar los conocimientos previos de los alumnos; en segundo lugar, se describe la situación mediante las actividades introductorias que motiva al alumno y, posteriormente, se realizan las actividades en las que se trabaja el concepto, procedimiento y las actitudes planteadas en los objetivos. Por último se proponen actividades de evaluación del proceso de E-A.

También es importante diferenciar el papel que tiene el docente. Toma el rol de guía. Pretende que los alumnos, participen reflexionen, planteen lo que saben, formulen hipótesis, generen propuestas erróneas, sean conscientes de cuál es la solución correcta, sean capaces de corregirse y reconstruir su propio conocimiento. Tiene la misión de descubrir si el alumnos ha comprendido lo enseñado o tiene ideas alternativas sobre el mismo. Por otro lado, vemos como no trabaja igual con alumnos de ESO o alumnos de bachiller. En la ESO hay un mayor seguimiento. El profesor debe presentar todo más pautado. Se dirige a ellos, les hace planteamientos, mientras que en bachiller, se busca más la participación de los alumnos que sean estos los que tomen la iniciativa. Tienen que tener la capacidad de reflexión.

Por otro lado, conocer el grupo de alumnos con el que se trabaja es esencial. Sus conocimientos previos, sus técnicas de aprendizaje, su capacidad de reflexión, valoración, abstracción y indagación. Primero es interesante conocerlas y posteriormente, trabajarlas. Hemos visto como no es lo mismo aprender ciencias para alumnos de 3º de la ESO que para alumnos de 2º de Bachiller. Su forma de trabajo y metodologías no es lo mismo. Su edad, sus emociones, su motivación por la asignatura que cursan. Su capacidad de diseñar protocolo para la comprensión de conceptos: como la reacciones químicas o la reflexión y refracción. Comentar que trabajamos sobre un saberes basados en la programación curricular.

Terminamos con la reflexión de Del Carmen (2000) sobre los TP que considera mejoran la motivación del alumnado y su actitud hacia la ciencia y facilitan la comprensión de los planteamiento teóricos y el desarrollo del razonamiento científico del alumnado así como la elaboración del conocimiento científico y su significado. Además, induce a la reflexión y al desarrollo del pensamiento crítico; permite considerar la existencia de datos anómalos que tratan de ser explicados.

Bibliografía

- Carmen, L. del. (2000). Los trabajos prácticos. En Perales, F. J. y Cañal, P. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Alcoy: Marfil.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias, 12.(3), 299-313
- Kolb, D. (2015). Experiential Learning. New Jersey: Pearson.
- Millar, R. (2011). Practical work. In J. Osborne & J. Dillon (Eds.), Good practice in science teaching: What research has to say (pp. 108–134). Maidenhead: Open University Press.
- Gil D. y Valdés C. (1996) La Orientación de las Prácticas de laboratorio como investigación un ejemplo ilustrativo. Enseñanza de las ciencias, 14(2), 155-163.
- Ogborn, J., Kress, G., Martins, I. Y McGillicuddy, K. (1998). Formas de explicar: La enseñanza de las ciencias en Secundaria. Madrid: *Aula XXI Santillana*