

Diseñando procesos de enseñanza-aprendizaje en el área de conocimiento de la química: Construyendo una plataforma online del siglo XXI

Designing improved teaching-learning processes for the field of knowledge of chemistry: Building an online platform for the 21st century

Erlantz Lizundia

1. Reflexionemos un poco...

1.1. ¿Por qué debemos enfocar nuestros esfuerzos durante el Bachillerato?

El proceso de enseñanza-aprendizaje resulta sumamente relevante durante el Bachillerato, ya que obedece a la necesidad de establecer una unión entre la formación de carácter general que los alumnos adquieren en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y las exigencias del aprendizaje de las disciplinas específicas que se imparten en posteriores etapas educativas como la Formación Profesional y la Universidad, por lo que este curso resulta clave en el futuro académico y profesional de los alumnos (Rodríguez Menéndez, Inda Caro y Peña Calvo, 2014).

Otro de los aspectos que confiere una especial relevancia al Bachillerato como etapa educativa es el de las becas, que desde siempre han posibilitado la realización de los estudios postobligatorios a un amplio sector de la población. Este aspecto resulta más relevante en la actualidad, cuando una crisis económica sin precedentes está impidiendo que muchos alumnos puedan continuar estudiando. A todo ello se suma el hecho de que el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, mediante el Decreto 726/2017 de 21 de julio que regula la concesión de becas de estudios en Bachillerato, Formación Profesional y diversas enseñanzas para el curso 2017/2018, endurece sustancialmente los requisitos que deben cumplir los solicitantes. De este modo resulta esencial mejorar los procesos de aprendizaje de los alumnos durante el Bachillerato, máxime teniendo en cuenta que los resultados académicos que obtienen los alumnos están lejos de ser los mejores ya que únicamente el 78,2 % del alumnado evaluado en segundo curso de Bachillerato en régimen ordinario obtiene el título. Además, se observa que dicha tasa es notablemente superior a la de los demás niveles educativos, ya que en el conjunto del territorio nacional, el 85,7 % de los estudiantes evaluados en cuarto curso obtuvo el graduado en Educación Secundaria (Informe 2017 sobre el estado del sistema educativo; Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) http://ntic.educacion.es/cee/informe2017/i17cee_informe.pdf). Tradicionalmente, el sistema educativo español destaca a nivel europeo como uno en los que la repetición de curso constituye un fenómeno social. En este contexto, el informe "La repetición de curso en la educación obligatoria en Europa; normativa y estadísticas de EURYDICE4" del 2011 incluso establece el término "cultura de la repetición de curso", hecho que refleja la relevancia de dicho hecho.

Por todo ello resulta necesario desarrollar estrategias que posibiliten un aprendizaje efectivo por parte de los alumnos, para que además de obtener un alto rendimiento académico que les permita acceder a las ayudas económicas para cursar los estudios postobligatorios, les permita obtener unos conocimientos más afianzados y sólidos que puedan asegurar su éxito académico/profesional en etapas sucesivas.

1.2. ¿Y en el área de conocimiento de la Química en particular?

La Química es una asignatura que tradicionalmente ha presentado grandes dificultades de aprendizaje en los alumnos de cualquier parte del mundo y edad. Existe en el imaginario colectivo una percepción negativa sobre la química ya que se asocia con los problemas medioambientales, los desastres ecológicos, los venenos... Así, diversos estudios se han referido a la "*quimiofobia*" como un temor irracional hacia las sustancias químicas, de acuerdo a Morais (2015) y Ropeik (2015). Además, bien es sabido que la comprensión de la química no es una tarea trivial y está sujeta a una gran complejidad. De este modo, es necesario un alto nivel de abstracción para comprender los conceptos asociados a la química, ya que para su enseñanza se emplea un lenguaje completamente diferente mediante la representación de símbolos, fórmulas y ecuaciones (Gabel, 1999). Todo ello hace que en términos generales, el rendimiento en el área de conocimiento de las ciencias experimentales en general y en la Química en particular se encuentra por debajo de la media, lo que está provocando una creciente preocupación por parte de los docentes encargados de impartir dicha asignatura. Además, el índice de fracaso escolar durante el primer año de carrera resulta alarmantemente alto en el caso de las ciencias experimentales y las ingenierías, donde una de las áreas de conocimiento clave resulta ser la Química, ya que permite a los estudiantes desarrollarse en la experimentación científica, lo que a la postre representa la base fundamental de la ciencia y de la tecnología (Moreno Martínez y Calvo Pascual, 2017).

No sólo se puede responsabilizar a los alumnos de los pobres resultados académicos obtenidos, si no que los docentes, en su papel de investigadores, deben reflexionar sobre cuál es su papel e introducir modificaciones en la práctica educativa que busquen la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje de los alumnos. Por ello, en este trabajo se propone diseñar una serie de estrategias educativas innovadoras con el fin de potenciar el aprendizaje de los alumnos, haciendo hincapié no sólo en el rendimiento educativo de los alumnos, si no en otros aspectos de carácter más personal como son la autoestima, la motivación, la cooperación, las relaciones interpersonales... Así, además de mejorar el conocimiento científico de los alumnos en química, también se pretende mejorar la percepción que los estudiantes tienen hacia las ciencias experimentales en general y la química en particular. Iniciativas de investigación-acción como las que se proponen a lo largo del presente trabajo son sólo una pequeña parte de lo que se puede llegar a hacer siempre y cuando contemos con profesionales de la educación formados tanto en ciencias de la educación como en las correspondientes ciencias referentes.

1.3. ¿De dónde surge la necesidad de introducir cambios metodológicos?

La juventud actual presenta unas prioridades mucho más diversificadas de las que se tenían hace décadas. Esta transformación está siendo impulsada en parte por la disponibilidad de nuevos medios para crear y divulgar la información mediante el empleo de tecnologías digitales, lo que se tiende a llamar como la sociedad de la información. En este nuevo contexto, el empleo de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) se presenta como una cuestión clave para todas las profesiones en general y para la docente en particular. Es por ello por lo que se deben adaptar los modelos y las prácticas educativas a los nuevos requerimientos que están surgiendo mediante una visión prospectiva (Valverde-Crespo y González-Sánchez, 2016; López Domínguez y Carmona Vázquez, 2017).

El docente del siglo XXI debe hacer especial hincapié en transformar el "saber sabio" (el conocimiento más teórico y

difícil de digerir para los alumnos) al “saber enseñado”, pasando todo ese conocimiento obtenido a partir de la formación en la ciencia del docente referente a conocimientos formativos mediante la ayuda de las Ciencias de la Educación. En este sentido, los esfuerzos docentes actuales se enfocan hacia el impulso de acciones educativas basadas en el trabajo diario, donde el alumnado se sitúa como pieza clave del sistema educativo. Se debe enseñar al alumnado para las verdaderas necesidades que van a tener en su futuro, y no para las necesidades que actualmente existen. La transformación digital ha marcado un antes y un después en cuanto a las profesiones más demandadas, ya que según previsiones realizadas para el 2018, la mayoría de las profesiones más demandadas no existían en forma de estudios universitarios hace cinco años (<http://noticias.universia.es/practicas-empleo/noticia/2017/12/29/1157122/profesiones-demandadas-2018.html>) lo que representa una simple muestra de la evolución constante de nuestra sociedad. Así, se debe impulsar una educación basada (además de en conocimientos) en el desarrollo de competencias básicas que confieran flexibilidad y capacidad de adaptación a los alumnos, no sólo para su vida académica y profesional sino también para su crecimiento como persona. Otro ejemplo que resulta verdaderamente ilustrativo es el de la obsolescencia del conocimiento. La cantidad total de conocimiento en el mundo se duplica cada 18 meses y cada 10 años la mitad de la información deja de ser válida (Sociedad Americana de Entrenamiento y Documentación, ASDT en inglés), por lo que ya no resulta útil trabajar mediante un mero aprendizaje memorístico, si no que se debe ser capaz de encontrar esa información.

Aunque los cambios socioeconómicos que ha sufrido nuestra sociedad son evidentes para la gran mayoría de los docentes, y la legislación establece nuevos marcos educativos que tratan de adaptarse a esta nueva situación, a día de hoy no todos los docentes aplican cambios metodológicos de calado que impulsen una mejora educativa en las aulas. Por otro lado, aunque resulta evidente la necesidad de realizar prácticas de laboratorio en química, actualmente no existe una ordenación específica que aborde este tema, lo que da lugar a que en muchas ocasiones no se contemple en la planificación docente de los centros educativos la realización de dichas prácticas. Así, en el presente trabajo se propone la realización de una serie de novedosas metodologías de enseñanza-aprendizaje centradas en el área de conocimiento de la Química que permitan obtener una mejora en los procesos de aprendizaje de los alumnos.

2. ¿QUÉ PAUTAS DEBEMOS SEGUIR PARA MEJORAR LOS PROCESOS EDUCATIVOS?

2.1. Marco teórico: teorías de aprendizaje como base para desarrollar metodologías innovadoras

Los seres humanos percibimos y aprendemos de diversas formas, lo que implica que haya distintos tipos de aprendizaje. Así, a la hora de diseñar las diversas acciones innovadoras se ha tenido en cuenta las diversas teorías de aprendizaje.

La teoría del *aprendizaje por descubrimiento* desarrollada por el Dr. Jerome Seymour Bruner (1960, 1966) y enmarcada dentro de lo que se conoce como la Psicología Cognitiva ha permitido modificar la concepción moderna de la Educación, posibilitando la superación de modelos reduccionistas tradicionales. De este modo, la educación actual se concibe como un proceso en el que los docentes deben actuar como guía del proceso de aprendizaje de los alumnos. Los docentes entablan un diálogo activo con el alumnado, donde ellos mismos serán los responsables de su aprendizaje. El objetivo ya no es recordar una información concreta, si no que deben transformar la nueva información adquirida en un conocimiento novedoso y útil, cuestionando los conceptos e ideas previamente establecidas para así poder crear un dilema cognitivo. Tal y como se puede observar en la Figura 1, durante este proceso de descubrimiento guiado por el docente se facilita enormemente la retención del conocimiento.

Figura 1

Los distintos modos de aprendizaje generan diferentes capacidades de recordar (expresado en modo porcentual). Así, el aprendizaje con mayor efectividad es el "aprendizaje por descubrimiento"



Fuente: Elaboración propia

Los docentes deben alejarse de la concepción tradicional de interacción profesor-alumno para centrarse en encontrar situaciones que favorezcan la construcción del conocimiento por los propios alumnos e impulsar así el *aprendizaje cooperativo*, ya que mediante la interacción grupal los alumnos se interesan no sólo por esfuerzo y rendimiento personal sino también por el rendimiento de los demás, lo que garantiza la productividad y eficacia del grupo. Está demostrado que además del rendimiento puramente académico (el rendimiento obtenido a partir de la cooperación es superior a la competición y al aprendizaje individual (Johnson, 1981)), "...la capacidad de todos los estudiantes para aprender a trabajar cooperativamente con otros es la piedra angular para construir y mantener parejas estables, familias y amistades duraderas..." (Johnson, 1982), por lo que el aprendizaje cooperativo puede ayudar a resolver una serie de problemas presentes en la sociedad actual como la violencia, la falta de motivación, los conflictos étnicos...

Por otro lado, el planteamiento de información nueva debe significar un desafío para los alumnos y provocar cuestionamiento en ellos, replanteándose lo que sabían previamente. Mediante el *aprendizaje significativo*, Ausubel (1978) hizo hincapié en el proceso a través del cual la información nueva es relacionada con un aspecto relevante de la estructura del conocimiento previo del individuo mediante la reorganización interna de esquemas. En este proceso, tanto la estructura cognoscitiva previamente existente como el nuevo conocimiento son modificados para dar lugar a nuevos conocimientos, lo que permite que estos últimos tengan un carácter funcional para el individuo. Para ello, es necesario comenzar por conceptos básicos que permitan integrar los conceptos posteriores

Para poder trabajar de una forma adecuada y eficiente estos tipos de aprendizajes, las acciones educativas deben ser desarrolladas teniendo en cuenta:

- La *Zona de Desarrollo Próximo* (ZDP) establecida en 1931 por Vygotsky (1978), donde se subraya que la relevancia del docente como mediador en el proceso enseñanza-aprendizaje radica en que cuando el alumno es guiado por alguien que posee mayores competencias, dicho alumno es capaz de alcanzar capacidades mucho mayores que realizando esa misma tarea por sí solo.

- La madurez cognitiva de los alumnos de Bachillerato ("*Etapas de las operaciones formales*", Jean Piaget (1969)) posibilita introducir conceptos complejos ya que son capaces de comprender abstracciones simbólicas y de analizar fenómenos complejos en términos de causa-efecto.

2.2. Adecuación de las metodologías al currículo

El currículo se define como la regulación de los elementos que determinan los procesos de enseñanza y aprendizaje para cada una de las enseñanzas. De este modo, el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (véase BOE núm. 3, de 3 de enero de 2015, Referencia: BOE-A-2015-37), por lo que en el presente trabajo la plataforma online propuesta se adecua a los contenidos mostrados mediante el Real Decreto 1105/2014. Además, se prevén nuevos cambios en el currículo en ESO y Bachillerato para el curso 2018/2019, donde a priori también se introducirán proyectos interdisciplinares. De este modo, también se hace especial hincapié en la realización de trabajos grupales con aspecto multi- e interdisciplinar.

En términos generales, la Química tiene un fuerte carácter instrumental ya que aporta conocimientos básicos en los que se sustentan un gran número de disciplinas científico-tecnológicas. El desarrollo de esta materia se presenta clave para que los alumnos puedan adquirir buenas prácticas de laboratorio y puedan profundizar en la práctica de la actividad científica. También es importante relacionar la Química con aspectos de la vida cotidiana de modo que los alumnos desarrollen una formación crítica del papel de la química en el progreso de nuestra sociedad como por ejemplo prestando atención a los perfiles STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematic): Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. De este modo, la Química de 2º de Bachillerato tiene entre sus objetivos que los alumnos interioricen las teorías, leyes y modelos químicos para que los puedan integrar en un contexto de la vida cotidiana, que los alumnos reconozcan el carácter tentativo/creativo del trabajo científico, que mediante el conocimiento de la química los alumnos se puedan enfrentar a los retos que presenta la sociedad actual de una forma satisfactoria...

De este modo, habitualmente la docencia en las aulas se rige a partir de las denominadas Unidades Didácticas (normalmente 10-12 (McGrawHill, 2007; Oxford Educación, 2009)). De entre todas ellas, una de las que presenta mayores dificultades de comprensión y que resulta más relevante ya que se plasman todos los conocimientos adquiridos durante el curso es el que se desarrolla durante la última Unidad Didáctica, y cuya columna vertebral son los "*Polímeros*". Ello se debe al alto grado de abstracción que se necesita para poder comprender la relación estructura-propiedades-procesado-funcionamiento (el llamado tetraedro de Ciencia de los Materiales) de las cadenas de elevado peso molecular. Por mucho que los alumnos hayan comprendido y asimilado conceptos asociados a los distintos tipos de enlaces, los principios de la termodinámica, el equilibrio químico, las diferentes relaciones de transferencia de protones/electrones... en este apartado es donde los alumnos deben aunar todos los conocimientos adquiridos de forma relativamente independiente e interrelacionarlos en un único escenario. Es por ello que surge la necesidad de desarrollar experiencias innovadoras que posibiliten un aprendizaje de mayor calidad para los alumnos aplicados al área de los materiales poliméricos.

2.3. Ventajas asociadas al uso de las TIC

Durante la última década en especial, el uso de diversos recursos informáticos se ha convertido en una tarea prácticamente imprescindible a la hora de desarrollar procesos de enseñanza-aprendizaje significativos. Bien es sabido que los sistemas educativos actuales se enfrentan al desafío de utilizar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para proveer a sus alumnos con las herramientas y conocimientos necesarios para el siglo XXI (Toledo Morales y Sanchez García, 2017). Dentro de este marco se encuadran iniciativas comenzadas hace más de 10

años como las que ha impulsado Nicholas Negroponte mediante el proyecto “Un Laptop por niño” (“One Laptop per Child”), donde se ha demostrado que el hecho de tener a disposición de los alumnos programas interactivos y oportunidades para su experimentación resulta en un incremento notable de la capacidad de los usuarios de aprender. En un contexto más cercano al nuestro también se ha comprobado que las calificaciones del área de conocimiento Álgebra obtenidas por un grupo de alumnos que han utilizado los iPad de Apple® para fortalecer su aprendizaje han crecido un 20% en comparación con aquellos que basaron su aprendizaje en métodos de corte más tradicional. Ello es debido a que se cambia el papel pasivo que tienen los alumnos por un papel proactivo impulsado por la interactividad de los contenidos, lo cual facilita la asimilación de conceptos y da lugar a un aprendizaje más efectivo. Además, se ha demostrado que el empleo de las TIC puede mejorar el rendimiento de los alumnos que presentan mayores dificultades, lo que resulta extremadamente útil para poder ayudar a los alumnos que más apoyo necesiten (García-Valcárcel, Basillota y López Salamanca, 2014). Así, tal es la importancia de dichos recursos en el ámbito educativo que en 2009 el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, a través del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado aprobó el “Programa Escuela 2.0” con el propósito de implantar las TIC en las aulas mediante la dotación de un ordenador portátil por docente y alumno, pizarra digital y conexión inalámbrica en las aulas de 5º-6º de Primaria y 1º-2º de la ESO. En sus primeros dos años, este programa ha facilitado el acceso de un ordenador portátil como instrumento de aprendizaje a 650.000 alumnos.

Sin duda alguna, el empleo de las TIC permitirá mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de los alumnos en comparación con modelos educativos más tradicionales. En este sentido, la labor del docente consistirá en guiar a los alumnos para que ellos mismos sean capaces de utilizar las nuevas tecnologías como herramientas de aprendizaje significativo de una forma autónoma.

3. ¿DESDE QUÉ ENFOQUE?

El hecho de impartir docencia en Química presenta el reto adicional de que un gran número de alumnos (y la sociedad en general) piensa que el conocimiento científico se basa en ecuaciones y definiciones complejas que deben ser memorizadas más que comprendidas. Así, a los alumnos les resulta muy compleja la interpretación de argumentaciones en el ámbito científico, lo cual constituye un verdadero obstáculo para el aprendizaje. De acuerdo a un reciente estudio publicado por la prestigiosa revista *Proceedings of the National Academy of Sciences*, los enfoques tradicionales son uno de los principales responsables de los fracasos que para la enseñanza de las ciencias, ingenierías y matemáticas (Freeman, 2014).

Por todo ello, en el presente trabajo se propone la realización de diversas experiencias educativas que se alejarán de conceptos puramente teóricos que hagan especial hincapié en los procesos de aprendizaje de los alumnos. Además, también se debe fomentar una “cultura científica” que favorezca una participación efectiva de la ciencia en la vida cotidiana. Siguiendo la concepción de la relación ciencia-sociedad y en consonancia con lo establecido por el Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa (CNIIE), se debe:

- establecer una relación de la ciencia y la tecnología con la sociedad.
- facilitar la comprensión del lenguaje científico mediante un proceso de alfabetización.
- impulsar la investigación científica.
- facilitar la participación ciudadana en actividades científicas para poder acercar la ciencia a la cultura como parte intrínseca de ella.

3.1. Desarrollo de una plataforma online como acción de innovación educativa

Mediante la integración de diversas metodologías docentes que impulsen procesos de enseñanza-aprendizaje propios del siglo XXI en una única plataforma permite obtener una alta interactividad y riqueza de formatos, mostrando los contenidos en diferentes soportes, ya sean vídeos, gráficos, audio, textos, ejercicios interactivos... lo que contribuye a reforzar la comprensión de dichos contenidos (Acosta de G, 2006). Además, esta diversidad de metodologías contribuirá a mantener un alto grado de motivación en los alumnos, lo que a su vez garantizará el éxito educativo. Estas acciones planificadas con el objetivo de mejorar los procesos educativos ayudarán a superar modelos comunicativos unidireccionales presentes en los sistemas educativos tradicionales, al mismo tiempo que permite reproducir fenómenos semejantes a los que ocurren en la realidad de modo rápido y favoreciendo el pensamiento reflexivo. En este sentido, se han llevado a cabo acciones similares en diversos ámbitos educativos:

- El "Departamento de Ingeniería Química" de la Universidad de Alicante ha desarrollado una *web* (http://iq.ua.es/MedioAmbiente/Agua,_tecnologias_de_tratamiento_y_medio_ambiente/Inicio.html) llamada Red Tecnológica de Innovación Educativa que trata de unificar materiales desarrollados por los propios profesores del departamento como otros materiales auxiliares obtenidos de fuentes externas aplicables en el ámbito de la caracterización de aguas y sus tecnologías de tratamiento.
- El "Grupo de Innovación Educativa" del "Departamento de Ingeniería de Materiales" de la Universidad Politécnica de Madrid (véase <http://www.madrimasd.org/blogs/ingenieriamateriales/>) ha desarrollado una interesante herramienta online que sigue un formato de blog, cuyo título es "Materiales al día – Novedades en Ingeniería de Materiales". Esta herramienta trata de acercar la ciencia a la sociedad mediante el uso de videos de carácter divulgativo, gráficos, esquemas, *posts* ilustrativos...

3.2. Relevancia de introducir las competencias básicas en las metodologías

El fracaso de enseñanza tradicional y la fuerte dependencia de la sociedad sobre las TIC han conllevado la necesidad de introducir nuevas metodologías que se adapten al actual contexto socioeconómico y cultural. En este sentido, el Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria introdujo en el panorama educativo español el concepto de "competencias básicas" de la siguiente manera: "Las enseñanzas mínimas son los aspectos básicos del currículo referidos a los objetivos, las competencias básicas, los contenidos y los criterios de evaluación. El objeto de este real decreto es establecer las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria". Así, se identifican ocho competencias básicas:

1. Competencia en comunicación lingüística.
2. Competencia matemática.
3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.
4. Tratamiento de la información y competencia digital.
5. Competencia social y ciudadana.
6. Competencia cultural y artística.
7. Competencia para aprender a aprender.
8. Autonomía e iniciativa personal

Uno de los objetivos de la enseñanza basada en las competencias básicas es el de acabar con el analfabetismo

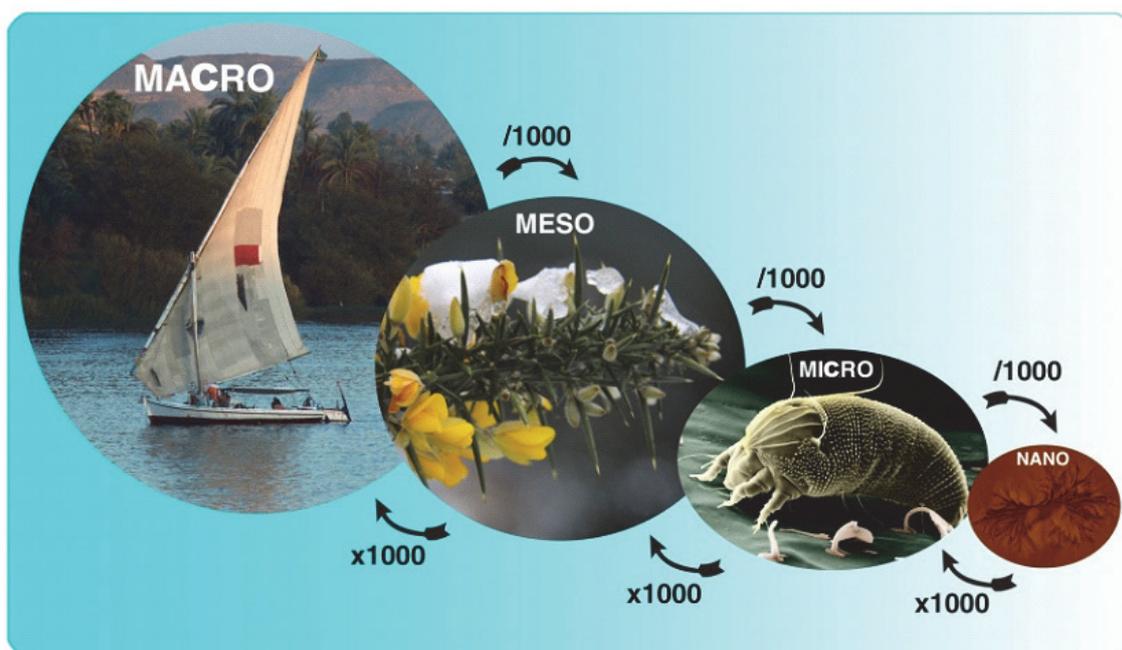
ejecutorio que tienen los alumnos, impulsando un aprendizaje significativo en un contexto de uso real, o dicho en otras palabras, los alumnos deben de ser capaces de aplicar funcionalmente los conocimientos adquiridos a la resolución de tareas que se encuentren en su vida diaria. De este modo, el hecho de tener en consideración dichas competencias a la hora de realizar la programación posibilitará obtener metodologías educativas que permitan avanzar hacia la excelencia educativa.

Así, en mayor o menor medida, los alumnos deben adquirir todas las competencias básicas mediante la Química. Por ejemplo, resulta necesario fomentar la competencia de autonomía e iniciativa personal ya que este debe ser capaz de desarrollar un juicio personal mediante el cual deberá obtener diferentes estrategias de resolución de problemas. De no ser así, difícilmente podrá resolver un problema de cristalografía donde se deben discernir cuales son las variables más relevantes para los cálculos requeridos.

3.3. Por último, ¿cómo enfocar dichas innovaciones educativas?

La unidad didáctica se enmarca en un contexto de alta complejidad espacio-temporal ya que la comprensión del carácter macromolecular de los polímeros es sumamente compleja; el alumnado no puede ni ver ni intuir las moléculas y su configuración espacial. Uno de los aspectos clave es el de comprender la evolución de la ciencia de polímeros a lo largo de la historia y los cambios que se han producido. Diversos estudios han mostrado que uno de los retos a los que se enfrenta el docente es el de la existencia de diferentes niveles de descripción de la materia; la escala macroscópica y microscópica (Figura 2). Cada uno de ellos posee diferentes entidades y conceptos asociados y su enseñanza se suele llevar a cabo mediante representaciones con símbolos químicos, fórmulas y ecuaciones químicas que resultan demasiado abstractos para los estudiantes (Ordenes, Arellano, Jara y Merino, 2014). Por ello, se debe tratar de articular lo más gráficamente posible ambas formas de representación.

Figura 2
Estructura jerárquica de los materiales, desde “macro” hasta “nano”



Fuente: Elaboración propia

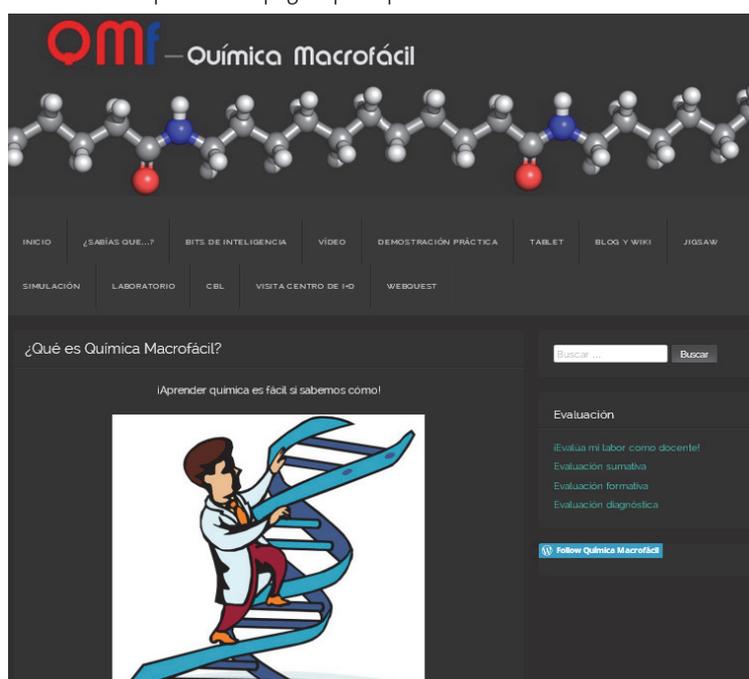
Aunque el currículo se centra en contenidos meramente conceptuales que conciernen a la disciplina científica, también se deben desarrollar metodologías que formen a los alumnos en la ciencia misma; en la forma de construir el conocimiento, los valores implicados en la química, los vínculos que la química tiene con otras disciplinas científico-tecnológicas... por lo que no únicamente se deben reducir los procesos de enseñanza-aprendizaje a lo epistemológico (Vázquez, 2005). Uno de los objetivos prioritarios, además de cubrir los contenidos del currículo, es el de educar en valores, dar a conocer los valores éticos que impregnan el trabajo científico... en definitiva, promover la cultura científica dentro del aula (Ziman, 2000).

4. Acciones enfocadas hacia la IE

4.1. Diseño del software educativo

Teniendo en cuenta lo anteriormente establecido, el presente trabajo tiene como objetivo principal el desarrollo de una “plataforma online” en la cual se integren metodologías educativas innovadoras propias de la educación del siglo XXI y que de este modo sirva a modo de guía para los profesionales de la enseñanza que impartan docencia en la asignatura “Química” de segundo de Bachillerato. Con el objetivo de desarrollar una herramienta con una alta facilidad de navegación, el esquema principal se diseñará en forma de diagrama de flujo para que así los alumnos siempre tengan presente qué función tiene dicho apartado dentro del área temática y permita “pinchar” en cada *subtemario* para abrir una nueva ventana que profundice en dicho aspecto. Se pondrá a disposición de los alumnos una serie de tareas incorporadas en un software educativo para profundizar en el aprendizaje de una forma interactiva. La Figura 3 muestra el aspecto de la página principal del software educativo, al cual se ha llamado “Química Macrofácil” en analogía al termino ampliamente utilizado para los polimeros de Química Macromolecular, ya que los polimeros son moléculas de gran tamaño. De este modo se pretende promover un entorno más amigable que de confianza al alumnado.

Figura 3
Aspecto de la página principal del software educativo



Fuente: Elaboración propia

Se integran diversas acciones enfocadas hacia la innovación educativa en una única plataforma en concordancia con las nuevas posibilidades que la educación del siglo XXI permitirá al alumnado desarrollar diversas competencias, destrezas y habilidades, además de ayudar a la comprensión de los contenidos propios de la Unidad Didáctica. Así, la Figura 4 muestra acciones de IE enfocadas particularmente en el ámbito de los polímeros.

Figura 4
Acciones de Innovación Educativa que se integrarán en una única plataforma online



Fuente: Elaboración propia

Por ejemplo, mientras que mediante el empleo de ejemplos específicos se favorece el aprendizaje basado en problemas, con la realización de las prácticas de laboratorio o la simulación de procesos se impulsa el aprendizaje significativo (los alumnos se dan cuenta, que de verdad, lo que están aprendiendo tiene una aplicación en el mundo real, y muy necesaria por cierto), con la ayuda de los bits de inteligencia se favorece el aprendizaje multimedia (la información se transmite a través de diversos canales como son el auditivo y el visual), con el Challenge Based Learning se impulsa el aprendizaje por descubrimiento (el alumno debe “enredar” e “investigar” en toda esta maraña de información que se le presenta)... A continuación se muestra de forma más específica algunos de los apartados propuestos:

- “¿Sabías que...?”

Esta es la primera tarea que se plantea ya que mediante este formato es posible generar un gran interés sobre el alumnado. Al introducir aspectos novedosos que resulten sorprendentes el docente es capaz de romper los esquemas predefinidos que el alumnado posee, generando un dilema cognitivo. Si esta confrontación de datos que el alumno tiene dentro de su cabeza no puede ser explicada mediante sus esquemas cognitivos existentes, y siempre que esté abierto a ello, el alumno se dará cuenta de que dichos sistemas son incorrectos. Es en este momento, mediante la modificación de dichos esquemas cognitivos cuando se produce el aprendizaje. El empleo de estos datos y anécdotas ayudan al docente a enmarcar la unidad didáctica dentro de un contexto real, volviendo al alumno más receptivo a la

información que se le facilita. Además, se potencia el aspecto mnemotécnico, ya que el alumno asociará los conocimientos adquiridos con la anécdota o curiosidad. De este modo, se proponen las siguientes preguntas:

- ¿Sabías que las macromoléculas se forman a partir de la repetición de una misma unidad estructural?
- ¿Sabías que la palabra polímero viene del griego *poly*-muchos y *mero*-parte?
- ¿Sabías que el ADN y las proteínas del cuerpo humano son polímeros orgánicos?
- ¿Sabías que los polímeros tienen propiedades mecánicas tan diferentes que abarcan desde las ruedas de los coches hasta los recubrimientos exteriores del casco de los barcos?
- ¿Sabías que se han concedido números Premios Nobel de Química a investigadores que han trabajado con los polímeros?
- ¿Sabías que se prevé que el consumo mundial de plásticos para el 2015 sea de 330 millones de toneladas?
- ¿Sabías que la pelota de squash al ser golpeada únicamente deja marca en la pared lateral?

Figura 5
Aspecto específico del apartado “¿Sabías que...?”

Fuente: Elaboración propia

- *Bits de inteligencia*

En esta actividad que durará un minuto se proyectarán 60 imágenes relacionadas con los polímeros, su estructura, propiedades y utilización industrial. Se trata de mostrar imágenes simples y gráficas mediante las cuales los alumnos se introduzcan en la unidad didáctica. El desarrollo de esta actividad competencial permite desarrollar un aprendizaje de alto valor cognitivo ya que resultan extremadamente útiles a la hora de generar una base para que el alumno pueda relacionar lo aprendido posteriormente y promover dilemas cognitivos. Por ejemplo, se introducirán dos imágenes relacionadas con las proteínas y el ácido nucleico (ADN). Los alumnos se preguntarán: ¿es esto correcto? ¿qué tiene que

ver una bolsa de plástico con el ADN? ¿se ha equivocado el profesor? De esta forma, cuando los alumnos tengan que tratar con la definición de lo que es una macromolécula (la repetición de una o unas pocas unidades mínimas o monómeros, que forman polímeros), seguro que no se les olvida, pues asociarán dicha definición con un dilema cognitivo que tuvieron durante su aprendizaje.

- *Video motivador*

En esta actividad se mostrarán dos breves videos en el que de una forma divulgativa y sencilla se muestran dos experimentos relacionados con los polímeros.

- En el primer video se muestra un experimento realizado por un conocido programa televisivo en el cual juegan con el carácter newtoniano/no-newtoniano de los fluidos; al igual que ocurre con los polímeros: <http://www.youtube.com/watch?v=f2XQ97XHjVw>
- El segundo video se muestra una estructura en forma de flor obtenida mediante impresión 3D compuesta de un polímero sensible al agua que cambia su forma en función de la humedad. El video, parte de un trabajo publicado en la prestigiosa *Nature Materials* en 2016 es simplemente sorprendente: <https://media.nature.com/original/nature-assets/nmat/journal/v15/n4/extref/nmat4544-s4.mp4>

Ambos videos pretenden impactar a los alumnos y sirven para motivarlos hacia los contenidos y actividades que van a desarrollarse durante la Unidad Didáctica

- *Demostración práctica en el aula*

Pongamos como ejemplo el carácter visco-elástico de los polímeros. La visco-elasticidad se refiere al estudio de las propiedades mecánicas de los polímeros, que debido a su estructura macromolecular presentan propiedades tanto elásticas como visco-elásticas. Desde un punto de vista del “saber sabio” se deberían explicar tanto la Ley de Hooke (correspondiente a la elasticidad) como la ecuación de Volterra (correspondiente al comportamiento visco-elástico), para luego profundizar con diversas ecuaciones de los fluidos no-newtonianos, la fluencia, los modelos Maxwell, Kelvin-Voigt, el modelo estándar de sólido visco-elástico... Todo esto resulta extremadamente complicado para unos alumnos de Bachillerato,

Para explicar dicho comportamiento se utilizarán dos estrategias. Por un lado el docente mostrará a los alumnos que el comportamiento visco-elástico se da en numerosos materiales que se utilizan a diario. La fluencia es una propiedad que depende del tiempo de observación, por lo que a los alumnos les costará visualizarlo. Pero si se les explica que todos los materiales fluyen, todos, si el tiempo de observación es muy largo y se les pone como ejemplo los vidrios de las catedrales, donde a los largo de los siglos el vidrio tiende a “deslizarse” hacia abajo y crea ventanas más gruesas en la parte inferior, lo entenderán fácilmente y además se motivarán muchísimo. Por otro lado, el docente utilizará el “Silly Putty” (Crayola LLC), que es un juguete basado en polímeros que muestra un comportamiento visco-elástico en la que dependiendo de la fuerza aplicada su viscosidad varía de forma no lineal, para así poder desarrollar una demostración de dicho concepto en el mismo aula.

- *Aplicación de la tablet*

Mediante el empleo de la *tablet* el docente busca superar el alto nivel de abstracción que presenta el empleo de símbolos, fórmulas y ecuaciones mediante el empleo de diferentes *apps*. Para ello se proponen ejemplos de aplicación reales utilizando herramientas 3D, vídeos explicativos... donde los alumnos aprenderán desde un punto de vista más interactivo. Aunque en ocasiones resulte demasiado caro obtener una licencia completa de dichos programas, existen versiones de estudiante o de prueba que se pueden descargar de forma gratuita.

ChemDraw® y Chem3D®: Este editor de moléculas permite dibujar distintos grupos funcionales, cadenas poliméricas... Los alumnos deberán representar una serie de polímeros mediante esta herramienta. Esta actividad les permitirá jugar con las moléculas, creando y modificando diferentes estructuras químicas.

Aplicación de NETZSCH: Una vez que los alumnos han asimilado en qué consiste un polímero, se propone que utilicen la aplicación gratuita de NETZSCH mediante la cual podrán obtener las características más relevantes de los materiales poliméricos. Así, introduciendo cuales son las propiedades necesarias para una aplicación en concreto (por ejemplo, una alta resistencia al impacto para envase y embalaje, o una alta rigidez para piezas estructurales...) esta aplicación nos indica que polímero es el más indicado. Así, se pretende unir la parte teórica con la parte práctica, de aplicación, ya que los alumnos se darán cuenta de la importancia de conocer aspectos teóricos (propiedades mecánicas, térmicas, densidad, morfología...) para poder elegir adecuadamente qué material se debe utilizar en cada aplicación, lo que ayudará a que los alumnos obtengan un aprendizaje de carácter significativo.

Keynote: Se juntará a los alumnos en grupos de 4 y se les asignará un polímero de uso habitual (PVC, PP, PE, PS, Teflón...). Pues bien, deberán realizar una presentación de 10 minutos mediante la *app* "Keynote" en la que explicarán a sus compañeros tanto sus propiedades físico-químicas como sus aplicaciones en la vida real. Para ello deberán emplear todos los conocimientos aprendidos durante la unidad didáctica.

- *Blog y Wiki*

Con la ayuda de internet los alumnos pueden ser parte activa del aprendizaje ya que comparten información y colaboran para crear conocimiento, creando lo que se denomina el "aprendizaje en red". Estas redes enriquecen la experiencia de aprendizaje en cualquier contexto de aprendizaje, ya que el apoyo entre compañeros impulsa el aprendizaje cooperativo. Se desarrollará un blog escolar en el que el docente colgará periódicamente una serie de noticias relacionadas con el mundo de los polímeros y los alumnos comenten dichas noticias y vayan presentando sus dudas. Estas cuestiones podrán ser respondidas tanto por el docente como los alumnos. Ello permitirá obtener una herramienta dinámica y novedosa, que se modifica continuamente y se actualiza en función de lo que está pasando. Así, los alumnos comprobarán que los conocimientos propios de la Química contribuyen a enriquecer nuestro mundo, como por ejemplo a la hora de desarrollar nuevas aplicaciones tecnológicas. Por otro lado, el docente preparará una plataforma educativa online con la ayuda del software libre MediaWiki y se les pedirá a los alumnos que semanalmente vayan colgando sus impresiones, inquietudes, dudas... el docente no tomará parte activa de dicho proceso, si no que únicamente se limitará a observar y evaluar el proceso de aprendizaje de los alumnos.

Los beneficios educativos de compaginar ambos formatos radican en la naturaleza de cada plataforma. Mientras que el primero consiste en una secuencia cronológica de entradas seguidas de comentarios, en el cual el docente guiará el aprendizaje, en el segundo todos y cada uno de los alumnos tienen la capacidad de guiar al grupo en el sentido que permite a los demás editar lo que un participante ha escrito, lo que resulta más interactivo. Así, el hecho de que tanto docentes como alumnos puedan aportar al desarrollo del software educativo posibilita que se puedan atajar los dilemas que se vayan presentando durante el proceso de aprendizaje desde un punto de vista multidisciplinar y desde

diversas capacidades cognitivas, aspecto que sin duda contribuirá a la realización de una herramienta innovadora más potente y eficaz.

- *Jigsaw*

Para poder entender nuestro entorno y los adelantos científico-tecnológicos que se dan en nuestra sociedad resulta imprescindible conocer qué tipos de materiales poliméricos existen y cuáles son sus principales características. De este modo, para que los alumnos tomen conciencia sobre la importancia de dichos materiales y sus propiedades, se plantea una actividad de trabajo cooperativo de tipo Jigsaw ya que se ha comprobado que el desempeño académico y el desarrollo de las habilidades sociales de los alumnos que aprenden en situaciones cooperativas son mejores que cuando lo hacen en situaciones individualistas y competitivas, además de aumentar la motivación de los alumnos y hacer del aula un entorno más ameno.

En esta actividad, se formarán grupos heterogéneos (para que cada uno aporte su granito de arena desde la diversidad) y compensados (respecto a facilidades y capacidades de aprendizaje) de 4 alumnos. Cada uno de los alumnos se deberá especializar en los siguientes temas: elastómeros, termoplásticos, termoestables y biopolímeros. Tras faltar guías y websites de consulta, el alumnado preparará su trabajo en casa y luego, en el aula se pondrán en común los conocimientos adquiridos delante de sus compañeros de grupo (los 4 alumnos tratarán sobre los 4 tipos de materiales). Esta fase resulta sumamente relevante ya que uno de los aspectos clave que pretende abordar el presente trabajo es el de proponer tareas a los alumnos donde tengan que gestionar su tiempo. Los alumnos pasarán a ser una especie de "docentes", con lo que podrán aprender de una forma mucho más efectiva. Después, deberán formular unas preguntas que pasarán al docente. El docente, con la ayuda de todas las preguntas recopiladas realizará un test y se procede a la evaluación del aprendizaje. Uno de los aspectos a tener en cuenta antes de realizar la presente actividad es la labor que previamente debe hacer el docente en aras de obtener un ambiente que inspire confianza en el aula. Para realizar la evaluación de cada alumno se tendrá en cuenta las capacidades adquiridas por el grupo en su globalidad. Esto se realizará mediante una media ponderada, donde se tendrá en cuenta el rendimiento de cada alumno; no se evalúa individualmente la capacidad de aprender cada contenido si no la capacidad de dar a conocer ese contenido.

Para profundizar en dicha Unidad Didáctica, también se puede realizar:

- *Simulación de un proceso real de inyección*
- *Prácticas de laboratorio*
- *Challenge-based learning (CBL)*
- *Visita a un centro de I+D*
- *WebQuest*

4.2. Seguimiento

Para poder comprobar la validez de las iniciativas innovadoras propuestas, se deberá llevar a cabo una correcta evaluación. Para ello, en este apartado se definen un conjunto de actividades para recoger información sobre la actividad docente y así el alumnado pueda debatir la validez de las estrategias de enseñanza-aprendizaje empleadas.

Así, se realizará una evaluación que constará de tres apartados:

Evaluación diagnóstica

Con la ayuda de un cuestionario como el que se muestra a continuación se conocerá el punto de partida en el que se encuentra el alumnado y en función de los resultados obtenidos se adecuará la planificación docente. Por ejemplo, en el caso de que el alumnado carezca de unos conocimientos básicos sobre polímeros, se declinará realizar el Jigsaw y la Simulación CAE, ya que su asimilación puede resultar más compleja. Por el contrario, en este caso se potenciará la realización de la demostración práctica en el aula, el uso de la *tablety* la visita al centro de I+D.

Cuestionario evaluación diagnóstica:

- ¿Qué relación hay entre una macromolécula y un polímero?
- ¿Dónde podemos encontrar los polímeros?
- ¿Un plástico es un polímero? ¿Y viceversa?
- ¿Describe las propiedades más características de los polímeros?
- ¿Qué tipos de polímeros podemos encontrar?
- ¿Son baratos los polímeros? ¿Por qué?
- ¿Sabrías nombrar los polímeros de uso más extendido?
- ¿Qué ha aportado a nuestra sociedad el desarrollo de los polímeros?

Evaluación formativa

Durante esta etapa se propone realizar dos tipos de evaluaciones. La primera la llevará a cabo el docente y permitirá evaluar los avances y problemáticas surgidas en el proceso de aprendizaje. Se comprobará en qué medida se adapta el alumnado a la programación establecida mediante la observación del trabajo diario en el aula. Cuando los resultados obtenidos no sean los esperados o resulten insuficientes (en función del criterio del docente y del centro), se deberán tomar medidas diseñando diferentes estrategias de aprendizaje, organizando tutorías, orientando el aprendizaje del alumnado, recurriendo al apoyo de expertos... La segunda evaluación la llevará a cabo el propio alumnado para conocer sus propios procesos de aprendizaje y los de sus compañeros mediante una autoevaluación y una co-evaluación respectivamente. Ello resulta especialmente interesante ya que permite conocer los procesos de aprendizaje del propio alumnado y compartirlos con lo demás, lo que representa una oportunidad para que aprendan de forma conjunta (se recogerán dichas evaluaciones para así poder conocer el punto de vista del alumnado y actuar desde una visión más amplia).

- Propuesta de autoevaluación:

A analizar...	Valoración (del 1 al 10)
Participo activamente en clase	
Me implico en el trabajo en grupo (organización, planificación, cumplimiento, participación, aportaciones...)	
Trabajo de forma cooperativa	

Asisto puntualmente a clase	
Dedico el tiempo necesario a las diferentes actividades	
He aprendido nuevos conceptos de la Unidad Didáctica	
Mantengo una buena relación con los compañeros	
Mantengo una actitud de atención, respeto y responsabilidad durante el desarrollo de la clase	
Estoy capacitado para dar a conocer aspectos relacionados con los polímeros de una forma científica y a su vez divulgativa	
Estoy personalmente satisfecho	
Valoración GLOBAL	

- Propuesta de co-evaluación

A analizar...	Escala				
	1	2	3	4	5
Ayuda a sus compañeros					
Es respetuoso con los compañeros					
Realiza los trabajos en el grupo asignado					
Cumple con las tareas asignadas					
Participa activamente con entusiasmo					
Fomenta la participación de sus compañeros					
Acepta las opiniones de otros miembros del grupo					
Su intervención a ayudado en mi aprendizaje					
Muestra interés en el aula					
Copia trabajos ajenos					
Valoración GLOBAL					

Evaluación sumativa

Ya que uno de las estrategias más útiles y versátiles a la hora de realizar la evaluación es el sistema de portfolio, el docente pedirá al alumnado que al final de la Unidad Didáctica realicen un portfolio en el que deben presentar y justificar una colección de las mejores tareas realizadas durante dicha unidad. Este portfolio se compondrá de distintos objetos (mapas conceptuales, gráficos, vídeos, presentaciones en público, trabajos de investigación...) que suponen una evidencia del proceso de aprendizaje de los alumnos, en los que con la ayuda de una matriz de rúbrica se valorarán tanto el aprendizaje ligado a las competencias básicas como el ligado a conceptos, procedimientos y actitudes. El

empleo del portfolio presenta el atractivo adicional de servir como una herramienta evaluación para el docente a la vez que impulsa el aprendizaje constructivo para el alumnado, ya que se deben justificar las decisiones sobre lo que se ha introducido en el portfolio, remarcando la calidad y cualidad.

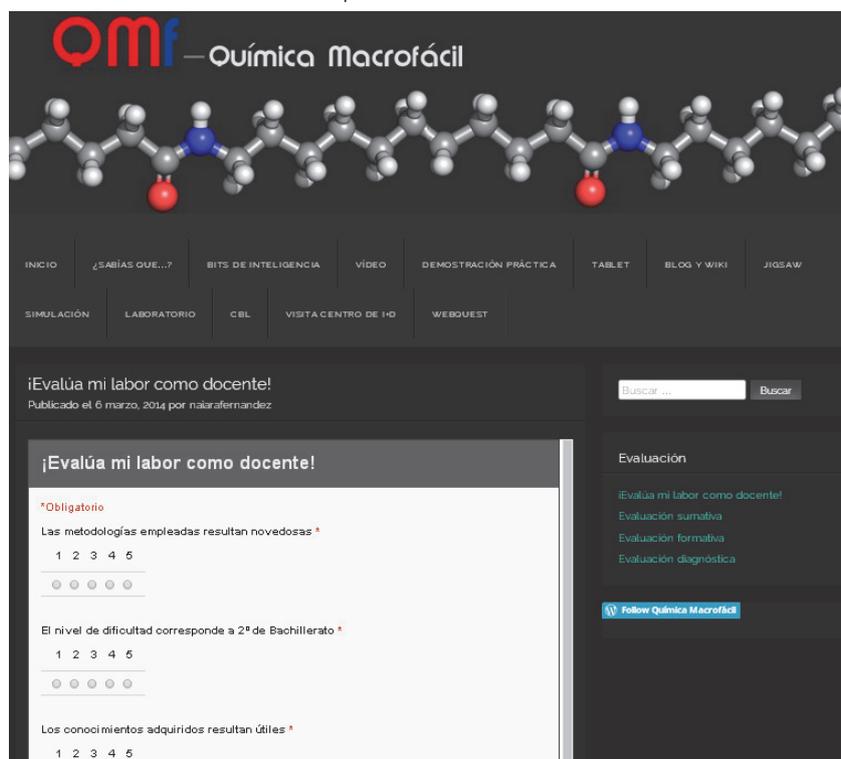
La rúbrica resulta un modo sencillo, rápido y consistente de evaluación en el que mediante una lista de características previamente establecidas se puede conocer el nivel de aprendizaje alcanzado. La consecución de las competencias básicas se evaluará estableciendo equivalencias entre las escalas de calificación y los grados de dominio de las distintas competencias. Así, adoptando un sistema de evaluación más cualitativo, que se enfoque en la evolución del alumnado a lo largo de la Unidad Didáctica y no en la realización de un etiquetado cuantitativo permitirá obtener un conocimiento más acorde con la realidad que el obtenido con las calificaciones numéricas tradicionales.

Evaluación para el propio docente

También será importante conocer el grado de satisfacción del alumnado con respecto a las metodologías empleadas, ya que su actitud hacia ellas influenciará en gran medida los resultados obtenidos. Para ello se pasarán unas encuestas donde el alumnado podrá plasmar sus opiniones sobre las metodologías desarrolladas durante la Unidad Didáctica; su grado de dificultad, su utilidad, la motivación que ha inyectado en los alumnos... Debido a la dificultad que puede presentar la realización de cuestiones abiertas en términos de valoración y cuantificación, se plantea realizar preguntas con respuesta cerrada con una escala numérica de la siguiente manera: 1 completamente en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 ni en desacuerdo ni de acuerdo, 4 de acuerdo, 5 completamente de acuerdo. La Figura 6 muestra la implementación de la "Evaluación para el propio docente" dentro del propuesto software educativo.

A analizar...	Escala				
	1	2	3	4	5
Las metodologías empleadas resultan novedosas					
El nivel de dificultad corresponde a 2º de Bachillerato					
Los conocimientos adquiridos resultan útiles					
Las metodologías empleadas impulsan la participación					
Se ha obtenido un nuevo punto de vista sobre la Química					
Se ha obtenido capacidad de manejo del lenguaje científico					
Se ha obtenido capacidad de manejo del método científico					
El docente a apoyado el proceso de aprendizaje					
Valoración GLOBAL (puntuación del 1 al 10)					

Figura 6
El alumnado tiene la posibilidad de evaluar la labor docente



Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones

El presente trabajo se centra en la modificación de la praxis educativa tradicional para así poder dar respuesta a los diferentes contextos educativos presentes en las escuelas del siglo XXI. En este sentido, la construcción de un vehículo de difusión sencillo pero completo basado en las tecnologías de la información y la comunicación pretende no solo mejorar los procesos de aprendizaje de los alumnos el área de conocimiento de la química, sino que además este trabajo pretende servir a modo de reflexión sobre la necesidad de incorporar cambios de calado en las metodologías educativas actualmente existentes en áreas de las ciencias experimentales en general y de la química en particular.

El desarrollo de tal variedad de actividades por parte de los alumnos lleva implícita una atención a la diversidad puesto que mediante el empleo de materiales tan variados cada educando podrá desarrollar el proceso de aprendizaje más acorde a sus necesidades cognitivas. Las iniciativas propuestas posibilitarán que los alumnos puedan interpretar de forma científica los principales fenómenos asociados a los materiales poliméricos, así como sus posibles aplicaciones científico-tecnológicas; todo ello argumentado en leyes y conceptos teóricos previamente. Además, se tratará de estimular a los alumnos su capacidad creativa para que ellos mismos también puedan aportar su granito de arena a la ciencia, que aunque no sea en forma de postulados o teorías rompedoras (aunque, ¿quién sabe?), sí que contribuirán a la construcción social del conocimiento científico en la escuela y en su entorno más cercano.

Bibliografía

- ACOSTA De G, A. (2006). "Propuestas Innovadoras para el Aula Matemática [CD17]". Colección Educar, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, Argentina.
- AUSUBEL, D., NOVAK, J. y HANESIAN, H. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View* (2nd Ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Boletín Oficial Del Estado (2017). Real Decreto 726/2017, de 21 de julio, por el que se establecen los umbrales de renta y patrimonio familiar y las cuantías de las becas y ayudas al estudio para el curso 2017-2018, y se modifica el Real Decreto 1721/2007, de 21 de diciembre, por el que se establece el régimen de las becas y ayudas al estudio personalizadas. https://boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2017-8618
- BRUNER, J. (1960). *The Process of Education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- BRUNER, J. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- FREEMAN, S., EDDY, S. L., McDONOUGH, M., SMITH, M. K., OKOAROAFOR, N., JORDT, H. y WENDEROTH, M. P. (2014). "Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111 (23), 8410-8415.
- GARCIA-VALCARCEL, A., BASILOTTA, V. y LOPEZ SALAMANCA, C. (2014). "ICT in collaborative learning in the classrooms of primary and secondary education". *Comunicar*, 42, 65-74.
- JOHNSON, D.W., MARUYAMA, G., JOHNSON, R.T., NELSON, D. y SKON, L. (1981). "Effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures on achievement: A meta-analysis". *Psychological Bulletin*, 89 (1), 47-62.
- JOHNSON, D. W. y JOHNSON, R. T. (1982). "The effects of cooperative and individualistic instruction on handicapped and non-handicapped students". *Journal of Psychology*, 118(2), 257-268.
- LOPEZ DOMINGUEZ, H. y CARMONA VAZQUEZ, H. (2017). "El uso de las TIC y sus implicaciones en el rendimiento de los alumnos de bachillerato". *Education in the Knowledge Society*, 18 (1), 21-38.
- MCGRAWHILL.http://www.mhe.es/bachillerato/fisica_quimica/844816962X/archivos/media/esp/menu.html
- MORAIS, C. (2015). "Storytelling with Chemistry and Related Hands-On Activities: Informal Learning Experiences To Prevent "Chemophobia" and Promote Young Children's Scientific Literacy". *Journal of Chemical Education*, 92 (1), 58-65.
- MORENO MARTINEZ, L., CALVO PASCUAL y M. A. (2017). "La historia de la química en el currículo de ESO y de bachillerato (LOE). Una revisión interdisciplinar para la investigación didáctica". *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 35 (2), 147-160.
- ORDENES, R., ARELLANO, M., JARA, R. y MERINO, C. (2014). "Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia", *Educacion Quimica*, 25 (1), 46-55.
- OxfordEducation:http://www.jpimentel.com/ciencias_experimentales/pagwebciencias/pagweb/materias/quimica_2_bach/quimica.htm
- PIAGET, J. y INHELDER, B. (1969). *The Psychology of the child*. New York: Basic Books, Inc.
- RODRIGUEZ MENENDEZ, M. C., INDA CARO, M. M. y PEÑA CALVO, J. V. (2014). "Rendimiento en la PAU y elección de estudios Científico-Tecnológicos en razón de género - Achievement the university entrance exam and election of Scientific-Technological degrees by gender". *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 25 (1), 111-

127.

ROPEIK, D. (2015). "On the roots of, and solutions to, the persistent battle between "chemonoia" and rationalist denialism of the subjective nature of human cognition". *Human & Experimental Toxicology*, 34 (12), 1272-1278.

Sociedad Americana de Entrenamiento y Documentación. <http://www.astd.org/>

TOLEDO MORALES, P. y SANCHEZ GARCIA, J. M. (2017). "Interactive whiteboards in the teaching of science: Vision of secondary education teachers". *Journal of Science Education*, 18 (2) 58-63.

VALVERDE-CRESPO, D. y GONZALEZ-SANCHEZ, J. (2016). "Búsqueda y selección de información en recursos digitales: Percepciones de alumnos de Física y Química de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato sobre Wikipedia". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 67-83.

VAZQUEZ, A., ACEVEDO, J. A. y MANASSERO, M. A. (2005). "Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2).

VYGOTSKY, L. S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

ZIMAN, J. (2000). *Real science: What it is and what it means*. Cambridge: Cambridge University Press.

Resumen

En este trabajo se reflexiona sobre el estado actual de la educación en el área de conocimiento de la Química y se presentan diversas metodologías educativas innovadoras desarrolladas con el fin de facilitar la adquisición de procesos de aprendizaje efectivos por parte de los alumnos. Dichas metodologías se implementan mediante las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Presentando tal abanico de posibilidades se busca evitar la sobreabundancia de un mismo tipo de actividad a la vez que se pretende desarrollar una "Guía docente para Química" a utilizar por los docentes de las escuelas del siglo XXI.

Palabras clave: innovación educativa; competencias básicas; química; tecnologías de la información y comunicación.

Abstract

This work shows a consideration about the current state of education in the knowledge area of Chemistry. Several innovative educational methodologies focused towards the improvement of the student's learning processes are described. These student-centered methodologies are put in place with the aid of information and communications technologies (ICT). By developing such possibilities teachers would be able to avoid the overabundance of the same kind of activities. Additionally, this work may serve as a "Chemistry resources for Teachers" which would help lecturers to adapt their methodologies to the novel educational settings that are present in the schools of the XXI century.

Keywords: Educational innovation; Key competences; Chemistry; Information and communications technology.

Erlantz Lizundia

Escuela de Ingeniería de Bilbao
Universidad del País Vasco (UPV/EHU)
erlantz.liizundia@ehu.eus

