UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tesis Doctoral

María del Mar López Guerrero

Málaga, 2021

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

AUTOR: María del Mar López Guerrero

https://orcid.org/0000-0003-4095-1778

EDITA: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode
Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización
pero con el reconocimiento y atribución de los autores.
No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Esta Tesis Doctoral está depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA): riuma.uma.es

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR

D./Dña ARÍA DEL MAR LÓPEZ GUERRERO
Estudiante del programa de doctorado EDUCACIÓN Y COMUNICACIÓN SOCIAL de la Universidad de Málaga, autor/a de la tesis, presentada para la obtención del título de doctor por la Universidad de Málaga, titulada: ACTITUD HACIA LA QUÍMICA DE LOS ESTUDIANTES DE 1º CURSO DE INGENIERÍA MECÁNICA. EFECTOS DE UNA PROPUESTA DIDÁCTICA CENTRADA EN LA UTILIDAD DE LA QUÍMICA

Realizada bajo la tutorización de ÁNGEL BLANCO LÓPEZ y dirección de ÁNGEL BLANCO LÓPEZ Y JOSÉ SERRANO ANGULO (si tuviera varios directores deberá hacer constar el nombre de todos)

DECLARO QUE:

La tesis presentada es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, conforme al ordenamiento jurídico vigente (Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo.

Igualmente asumo, ante a la Universidad de Málaga y ante cualquier otra instancia, la responsabilidad que pudiera derivarse en caso de plagio de contenidos en la tesis presentada, conforme al ordenamiento jurídico vigente.

En Málaga, a 15 de Julio de 2021

Fdo.: MARIA DEL MAR LÓPEZ GUERRERO

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Edificio Pabellón de Gobierno. Campus El Ejido. 29071
Tel.: 952 13 10 28 / 952 13 14 61 / 952 13 71 10
E-mail: doctorado@uma.es

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Actitud hacia la Química de los estudiantes de 1º curso de Ingeniería Mecánica. Efectos de una propuesta didáctica centrada en la utilidad de la Química

TESIS DOCTORAL

Autora: María del Mar López Guerrero

Directores: Dr. Ángel Blanco López y Dr. José Serrano Ángulo

Programa de doctorado: Educación y Comunicación Social

Málaga, Octubre de 2021

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Facultad de Ciencias de la Educación

D. **Ángel Blanco López**, Doctor en Ciencias de la Educación y D. **José Serrano Ángulo**, Doctor en Matemáticas, por la Universidad de Málaga

HACEN CONSTAR:

Que la tesis doctoral titulada **Actitud hacia la Química de los estudiantes de 1º curso de Ingeniería Mecánica. Efectos de una propuesta didáctica centrada en la utilidad de la Química** ha sido realizada por Dña. **María del Mar López Guerrero** bajo nuestra dirección.

AUTORIZAMOS

En cumplimiento de la legislación vigente, a su trámite y presentación para la obtención del grado de Doctor en el Programa de Doctorado de la Universidad de Málaga de Educación y Comunicación Social por parte del interesado.

En Málaga, a 16 de Julio de 2021.

La Doctoranda

Los directores de la Tesis

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

AGRADECIMIENTOS

La realización de esta Tesis doctoral ha sido el proyecto central de mi formación pedagógica durante estos últimos años, trascendiendo del ámbito puramente académico para llegar a convertirse en unos de los ejes principales de la faceta social, afectiva, emocional y familiar de mi vida durante este periodo.

Son muchas las personas a las que tengo que manifestar mi más sincero agradecimiento por el apoyo recibido durante todo este tiempo para el desarrollo del presente trabajo.

Mi agradecimiento, admiración y cariño: A mi padre, Daniel López, y a mi madre, Mª del Carmen Guerrero, los dos pedagogos más importantes que tendré el gusto de conocer jamás, por su amor incondicional, su apoyo incansable y su sabio consejo.

A mi hermana, Gema López, por ser como es y por tener una paciencia bastante más que infinita para estar a mi lado SIEMPRE.

A Rocío López, por su apoyo incondicional, y por su REGALO, el dibujo de la portada de esta Tesis.

A Rubén, la personilla que me ha INSPIRADO a hacer que la Química sea “mágica” y enfoque mi docencia para motivar al alumnado y atraer su atención.

A Sara Guevara, Gloria, Charo, Lidia y Roberto, por estar ahí en los buenos y los malos momentos, y me ha ayudado a superar los momentos de crisis.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

A mis directores, Dr. José Serrano Angulo y Dr. Ángel Blanco López, por la orientación académica que me han brindado antes, durante, y me seguirán brindando, después de la presentación de este trabajo.

A todos los amigos, viejos y nuevos, cercanos o lejanos, por ser capaces de compartir los momentos más alegres que uno podrá recordar y, al mismo tiempo, prestar vuestro hombro y ofrecer una inyección de ánimo en otros momentos menos joviales.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

“Excelente maestro es aquel que, enseñando poco, hace nacer en el alumno un deseo grande por aprender” Arturo Graf (1848-1913) Escritor y Poeta Italiano

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

PRESENTACIÓN

La memoria que aquí se presenta corresponde a la Tesis Doctoral de Dra. María del Mar López Guerrero realizada en el Programa de Doctorado de Educación y Comunicación Social de la Universidad de Málaga y desarrollada en la línea de investigación de Didáctica de las Ciencias y Educación Ambiental.

Gran parte del trabajo de esta Tesis se ha realizado en el marco de cuatro proyectos de innovación educativa:

Título del proyecto: Desarrollo de contenidos multimedia para reforzar los procesos de enseñanza y aprendizaje en distintos Grados de la Universidad de Málaga. Código PIE13-65 UMA

Entidad financiadora: Universidad de Málaga

Coordinadora: Mª del Mar López Guerrero

Año: 2013-2015

Título del proyecto: Desarrollo de Nuevas Metodologías para la Mejora de Educación Uso del MOOC para la Enseñanza de la Química. Estudio Comparativo España y Reino Unido (PIE17-035)

Entidad financiadora: Universidad de Málaga

Investigador principal: Mª del Mar López Guerrero

Año: 2017-2019

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Título: Fomento De Redes Docentes De Excelencia "INEDUQUIM (Innovación Educativa en Química)".

Entidad financiadora: Universidad de Málaga

Tipo de actividad: Coordinadora Curso 2018/19 y 2019/20 (Universidad de Málaga)

Año: 1 Septiembre 2018 hasta la actualidad

Título del proyecto: Nuevas estrategias de enseñanza de la Química (PIE19-023)

Entidad financiadora: Universidad de Málaga

Investigador principal: Mª del Mar López Guerrero

Año: 2019-2021

La doctoranda tiene las siguientes publicaciones que avalan la presentación de esta Tesis:

AUTORES: **M. M. López Guerrero, G. López Guerrero, S. Rojano Ramos**

TÍTULO: Uso de un Simulador para Facilitar el Aprendizaje de las Reacciones de Óxido-Reducción. Estudio de caso, Universidad de Málaga.

REF. REVISTA: **Educación Química** 29 (2018) 79-98 Clave: A

DOI: 10.22201/fq.18708404e.2018.3.63728

Indicios de calidad: SCIMAGOJR IP: 0.192 Posición:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

AUTORES: **M. M. López Guerrero, A. Blanco López, J. Serrano Angulo**

TÍTULO: Valoración de la Utilidad de la Química por los Estudiantes de Ingeniería Mecánica: Efecto de una Propuesta Didáctica.

REF. REVISTA: **Educación Química** 28 (2017) 14-21 Clave: A

DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2016.09.004

Indicios de calidad: SCIMAGOJR, Scopus IP: 0.27 Posición: 778/979

AUTORES: **S. Rojano Ramos, M. M. López Guerrero**

TÍTULO: Teaching Sciences using Didactic Strategies based on Information and Communications Technologies.

REF. REVISTA: **Advances in Higher Education,** 1 (2017) 1-9 Clave: A

DOI: 10.18686/ahe.v1i2.918

AUTORES: **M. M. López Guerrero**

TÍTULO: Using Computer Animation Simulation in Chemistry in order to Solve Students´ Misinterpretations and Misconceptions about Oxidation-reduction Reactions.

REF. REVISTA: **International Journal of Innovative Technology & Adaptive Management (IJITAM)** 1 (2014)1-7 Clave: A

AUTORES: M.M. López Guerrero, Gema López Guerrero, Mª Teresa Siles Cordero and E. Vereda Alonso

TÍTULO: New methodologies to improve the chemistry learning at university

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

REF. REVISTA: Proceedings of The 3rd International Academic Conference on Humanities and Social Sciences, (2019) 1-8.

ISBN 978-609-8239-75-1 pub

Lugar de publicación: Berlín, Alemania

TÍTULO: How to make chemistry interesting for engineering students through information and communication technology

REF. REVISTA: Proceedings of the 23rd International Academic Conference. International Institute of Social and Economic Sciences (USES) Eds, (2016) 408-418

DOI: 10.20472/IAC.2016.023.078

ISBN 978-80-87927-23-6

Lugar de publicación: Venecia, Italia

AUTORES: M. M. López Guerrero, G. López Guerrero

TÍTULO: Implementation of ITC to make the chemistry more interesting in engineered grades

REF. REVISTA: Proceedings of the 23rd international academic conference. lnternational lnstitute of Social and Economic Sciences (USES) Eds, (2016) 302-308

ISBN 978-80-87927-23-6

Lugar de publicación: Venecia, Italia

AUTORES: M. M. López Guerrero, G. López Guerrero, S. Rojano Ramos

TÍTULO: Using ICT in order to improve chemistry learning at the University degrees

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

REF. REVISTA: Proceedings of the 17th lnternational Academic Conference. lnternational lnstitute of Social and Economic Sciences (USES) Eds, (2015) 264-274

ISSN: 2336-5617

Lugar de publicación: Viena, Austria

AUTORES: M. M. López Guerrero, G. López Guerrero

TÍTULO: The effect of a multimedia application in the oxidation-reduction reaction learning process

REF. REVISTA: Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. Francisco José García-Peñalvo, University of Salamanca Eds, (2014) 343-347

ISBN 978-12-200-01-199

Lugar de publicación: Salamanca, España

AUTORES: M.M. López Guerrero, G. López Guerrero

TÍTULO del CAPÍTULO: How to teach chemistry? Is chemistry a new universal language?

TÍTULO del LIBRO: International Congress on Education, Innovation and learning technologies, (2015) 167-180

ISBN: 978-84-944311-3-5

Editorial: ScienceKNOW Conferences, Instituto Politécnico de Portalegre Portugal

Lugar de publicación: Granada (ES)

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

AUTORES: M.M. López Guerrero, S. Rojano Ramos, G. López Guerrero

TÍTULO del CAPÍTULO: Chemistry learning at the university degrees by employing ITCs

TÍTULO del LIBRO: International Congress on Education, Innovation and learning technologies, (2015) 200-2010

ISBN: 978-84-944311-3-5

Editorial: ScienceKNOW Conferences, Instituto Politécnico de Portalegre Portugal

Lugar de publicación: Granada (ES)

AUTORES: M. M. López Guerrero

TÍTULO del CAPÍTULO: Using computing animation simulation in chemistry in order to solve students´ misinterpretations and misconceptions about oxidation-reduction reactions

TÍTULO del LIBRO: ICEILT International Congress on education, innovation and learning technologies, (2014) 130-145

ISBN: 978-989-95089-1-0

Editorial: Instituto Politécnico de Portalegre, Portugal

Lugar de publicación: Madrid (ES)

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Resumen

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Resumen

Motivación de la investigación.

La finalidad o el objetivo principal de esta Tesis es tratar de mejorar la visión de los estudiantes de Ingeniería Mecánica sobre la utilidad de la Química, entendiendo que el reconocimiento de dicha utilidad es un aspecto importante para implicarse en su aprendizaje gracias a la motivación, como se ha puesto de manifiesto en la literatura (Blanco y Prieto, 1996; Campanario y Moya, 1999; Campanario y Otero, 2000; Childs y Sheehan, 2009; Picquart et al., 2010). Para ello, se ha diseñado y se ha implementado, siguiendo las orientaciones de la investigación basada en el diseño (Reeves, 2011; Rinaudo y Donolo, 2010), una propuesta didáctica centrada en dicho aspecto y se ha evaluado su impacto en la visión de los estudiantes de Química del primer curso de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Málaga sobre la utilidad de la Química y sobre su actitud ante ella.

La inquietud para realizar la investigación que se presenta surgió del estudio de la literatura al respecto, así como de las observaciones de la propia autora durante su experiencia docente como profesora de Química en los estudios de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Málaga.

Como profesora de Química de la Universidad de Málaga, concretamente en la asignatura Química de los Grados de Ingeniería desde el curso 2009/10, he observado el escaso interés que despierta entre los estudiantes el aprendizaje de la Química, cuestión que es avalada por diversos trabajos de investigación (Oliver et al., 2011; Ollino et al., 2007).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Durante mis clases he podido observar, curso tras curso, prácticamente las mismas reacciones entre mis estudiantes sobre muchos de los contenidos de Química que tienen que aprender, normalmente sus preguntas son ¿para qué me sirve esto que tengo que estudiar?, ¿cuál es la utilidad de la Química? No me servirá para nada la Química, esta asignatura no debería estar presente en este Grado, etc.

Por ello, es necesario hacerle comprender que la Química es la ciencia que estudia la composición, estructura y propiedades de la materia, los cambios que experimenta durante las reacciones químicas y su relación con la energía (Chang, 2007). Es una ciencia universal y básica, necesaria para otras áreas de conocimientos, es por ello, que es una asignatura fundamental en distintos grados técnicos y profesionales. Gracias a ella se pueden explicar fenómenos básicos como la oxidación de un clavo, se puede conocer la estructura y propiedades de las moléculas, sintetizar nuevos medicamentos, conocer la reactividad de dichos medicamentos, se puede eliminar contaminantes emergentes de las aguas naturales o residuales, etc. Y si nos hacemos las siguientes cuestiones, ¿podemos vivir sin la Química?, ¿podría existir un mundo sin gasolina, o sin anestesia para las operaciones?

La Química está presente en todo lo que nos rodea, ha sido un pilar fundamental en el desarrollo de la humanidad, en el desarrollo tecnológico y económico de los países, en la mejora de la calidad de vida de las personas, y en la comprensión de nuestro entorno. En todo ello y mucho más, radica la importancia y universalidad de su enseñanza.

Sin embargo, aunque es una asignatura necesaria, se encuentra en crisis debido al escaso interés que muestras los estudiantes por esta

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

disciplina, ya que es considerada de difícil aprendizaje, y se manifiesta en una actitud negativa hacia la misma. “La enseñanza de la Química se halla en crisis a nivel mundial” (Galagovsky, 2005a. p. 8), ni los países ricos, con su abundancia de recursos han sido capaces de lograr despertar el interés de los estudiantes por esta ciencia. Una de las principales razones de este problema es que la asignatura se trata de forma similar a como se trata en los libros, sin contextualizar, y a través de ejemplos desvinculados (Izquierdo, 2017; Kind, 2004).

Además, la Química es considerada de gran complejidad por los estudiantes, ya que se trabaja con mediciones a escala macroscópica, se razona en términos de átomos y moléculas de escala microscópica, y se utilizan un nuevo lenguaje a través de fórmulas y simbolismos.

La forma de enseñar la Química, así como muchas otras asignaturas está basada en la memorización de una serie de reglas, hipótesis y fórmulas (Muñoz, 2012). Esta forma de enseñanza esta descrita para cubrir las necesidades educativas concretas del Currículo y no las necesidades de los propios estudiantes. Por ello, el estudio de la Química pierde interés en la población, así como en los grados profesionales o técnicos relacionadas con esta área. Esto también se observa en Grados de otros campos del conocimiento, como lo son las Ingenierías, la Medicina, la Biología, en los que se puede observar una clara actitud desfavorable de los estudiantes hacia la asignatura, quienes desde el primer día de clase ya manifiestan su poco interés por la asignatura.

La enseñanza de la Química no debe limitarse a la simple transmisión de conocimiento, leyes, fórmulas y teorías; para conseguir un aprendizaje significativo es necesario mostrar su utilidad en la vida diaria, en el

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

desarrollo de un país y de una sociedad (Ausubel, 1991). Ausubel señala que, un aprendizaje es significativo cuando "puede relacionarse, de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno/a ya sabe" (Ausubel et al. 1991, p. 37). El aprendizaje será significativo cuando el estudiante pueda incorporarlo a las estructuras de conocimiento previo que posee, adquiriendo significancia para él. En este sentido, si el estudiante presenta una actitud negativa hacia la Química, debido a su entorno social; el docente deberá corregir ese conocimiento previo para lograr una predisposición positiva hacia la misma que permita el aprendizaje significativo. Por lo tanto, es importante conocer con antelación la actitud del estudiante hacia esta, de modo que nos permita establecer cuáles son los conceptos que conllevan al estudiante a una actitud positiva y cuáles son los conceptos que conllevan a una actitud negativa frente a la asignatura de Química.

Los estudiantes de estas titulaciones llegan a clases de la asignatura de Química con una actitud negativa, no tienen disposición por aprender, pierden el interés por la asignatura, se desmotivan y finalmente no aprueban.

Marco teórico.

En términos generales, podemos decir que los docentes de Química en la Universidad se encuentran con el problema del poco interés por esta materia que muestra el alumnado y que, especialmente, se encuentra pronunciado en el caso del alumnado de los grados de Ingeniería (De Jong, 1998; Ollino et al., 2007).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

La Química en los grados Ingeniería está marcada por la deserción y el bajo rendimiento académico de los estudiantes en esta asignatura. Esta problemática ha llegado a ser designada como “quimifobia” (Ollino et al., 2007). Según algunas investigaciones, esto es debido principalmente, a la deficiente formación en esta asignatura durante la Enseñanza Secundaria, y así como, la forma en la que se enseñan los problemas y la teoría, que se muestran insuficientes para permitir la comprensión de la asignatura por parte del alumnado (Driver et al., 1989; Oliver et al., 2011; Perich, 2008).

Por ello, un docente deberá prestar atención a la actitud que sus estudiantes muestran hacia la Química y diseñar una didáctica atractiva que genere una actitud favorable. El docente puede intentar realizar cambios en la didáctica favoreciendo la actitud positiva, que facilite la predisposición adecuada para el aprendizaje. Así, se podrán generar cambios en la enseñanza que consideren los tres aspectos fundamentales para el aprendizaje significativo propuesto por Ausubel.

Si se lograra establecer que la causa del fracaso de los estudiantes en las asignaturas de Química es la falta de una actitud, se podrían plantear alternativas de enseñanza que nos permitirán corregir las actitudes negativas, y de esta forma conseguir que fueran menos los que fracasasen.

Como se ha comentado, en la Universidad hay una alta tasa de deserción y fracaso de los estudiantes que comienzan los estudios (Oliver, et al., 2011), por lo tanto, como Docentes de Educación Superior es necesario cambiar el enfoque tradicional, donde solo hay transmisión de los contenidos a través del uso de libros y pizarra, mostrando la Química como algo poco interesante. Una modificación interesante de la didáctica

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

de esta asignatura sería el acercamiento de la Química a situaciones cotidianas que hagan evidente su importancia en nuestro quehacer profesional, vida diaria y cultural. Esta modificación didáctica es la que se realiza en esta investigación para mejorar tanto la visión de la utilidad de la Química como la actitud hacia la misma. No obstante, esta problemática no es novedosa ni restringida a los estudiantes universitarios, como así lo manifiestan distintos informes realizados sobre la enseñanza de las ciencias en el ámbito europeo. Según el informe Rocard (Rocard et al., 2007) son complejos los factores que relacionan la actitud de los estudiantes con el aprendizaje de las ciencias, aunque se considera evidente que la manera en que el profesorado enseña ciencia en el aula constituye un factor clave para la mejora, por lo que se muestra necesario avanzar en esta dirección.

Desde el compromiso personal por mejorar la formación y las clases de química son muchas las cuestiones que podrían plantearse al respecto: ¿El interés o la actitud por la Química son únicamente responsabilidad del estudiante? ¿Es posible ofrecer una Química más cercana a los intereses reales de los estudiantes? ¿Podemos potenciar la relevancia y utilidad de los contenidos? ¿Qué estrategias didácticas favorecen un aprendizaje significativo de la Química? Como afirma Furió (2006): «Somos los profesores los verdaderos protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química. Somos el centro de atención de los estudiantes. Está en nuestras manos el interesarlos por muy desmotivados que lleguen a clase. La motivación depende, en gran medida, de cómo presentemos los problemas, de las estrategias que les propongamos y, especialmente, de las expectativas positivas del propio profesor respecto del éxito de cada uno de sus estudiantes» (p. 227).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

La problemática con la que se encuentran en los primeros cursos los estudiantes de Ingeniería, en la Universidad, es que se encuentran con una realidad que ven compleja, y con dificultad para proyectar al marco conceptual y práctico de la Química a lo que será su quehacer en un futuro no muy lejano. Es necesario que conozcan un lenguaje diferente, para que, de esta forma, cuando conozcan y comprendan la Química, puedan explicar los fenómenos que ocurren en la vida diaria (Chang, 2007). Así se observa que esta asignatura no despierta un gran interés en los estudiantes de Ingeniería, lo que dificulta su aprendizaje significativo, provocando una adquisición de conocimientos mecánica, de escasa retención. Este aspecto es realmente importante si compartimos la idea de que "tal vez y sobre todo en ciencia, solo podrá ser educado aquel a quién se le genere un verdadero interés por el tema en cuestión" (Golombek, 2008, p. 31).

Partiendo de la consideración de que estos problemas son fruto de cuatro aspectos que no actúan de forma independiente, sino que se relacionan entre sí a la hora de explicar la toma de decisiones y las actitudes de los estudiantes con respecto a la Química:

- La Naturaleza de la Química en sí y sus contenidos.
- Su aprendizaje.
- Su enseñanza.
- Su imagen y sus perspectivas profesionales.

A continuación, se recogen las ideas que se han considerado relevantes en la literatura sobre el tema, en las que se sustenta el diseño de la propuesta didáctica. Se comienza analizando la naturaleza de la

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Química como Ciencia, su imagen, incluyendo la naturaleza de los conceptos clave de la misma, su objeto de estudio y su procedimiento de trabajo, es decir, la forma en la que los químicos abordan los problemas. También se analiza la imagen de la Química en la sociedad, destacando el carácter ambivalente que presenta la misma para los ciudadanos.

Se sigue con el análisis de los factores más importantes que influyen directamente en el aprendizaje de la disciplina, centrándose en sus vertientes cognitivas y afectivas. En la vertiente cognitiva se abordan cuestiones relativas a las concepciones e ideas previas de los estudiantes y su influencia en el aprendizaje. A continuación, se tratan las dificultades de aprendizaje de distintos conceptos químicos.

Por otro lado, en la vertiente afectiva se analizan tanto los aspectos relativos a los sentimientos, emociones, creencias y actitudes de los estudiantes y se muestran cómo estos elementos conciernen tanto a los docentes como a los estudiantes, y a su aprendizaje, concluyéndose que se podrá mejorar el aprendizaje mejorando las creencias y actitudes de ambos acerca de dicha disciplina.

Se hace una reflexión sobre algunos de los problemas y desafíos con los que se encuentra actualmente la enseñanza de la Química en todos sus niveles educativos, particularmente en la Educación Superior. Estos problemas se manifiestan fundamentalmente en una falta de interés de los estudiantes por el aprendizaje de la Química. Para superar estos problemas se propone un conjunto de soluciones desde la enseñanza de la Química. En concreto, sobre la manera de diseñar, enseñar y evaluar, la introducción de las TIC, la contextualización de la enseñanza de la Química y la utilización de nuevos enfoques sobre el trabajo práctico.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Una vez estudiado e investigado acerca de la problemática relacionada con el aprendizaje de la Química, el trabajo se centra en la Química como una disciplina fundamental en la formación en Ingeniería, concretamente para un Ingeniería Mecánica, que es el Grado en el que se ha llevado a cabo esta investigación. Se comienza analizando las razones que justifican la importancia que la Química tiene en la formación de estos profesionales y a su vez, en la influencia que la Ingeniería tiene también en la Química. Además, se plantean las características que suelen presentar los estudiantes que se inician en este grado con respecto a su motivación, interés y actitud hacia la Química.

Como se ha indicado, se trata de una línea de trabajo muy importante en la Didáctica de la Química. El profesorado de Química se encuentra con el problema del escaso interés por esta materia que tiene el alumnado de los grados universitarios no específicos de Química, especialmente, los de Ingenierías, manifestándose principalmente en un bajo rendimiento académico, en un descenso de la matrícula e incluso en un abandono.

Objetivos y Preguntas de investigación.

Intentando atender a los problemas identificados acerca de la enseñanza aprendizaje de la Química, en esta Tesis se pretende profundizar en el análisis de las razones por las que el alumnado no le otorga utilidad a la Química en el Grado de Ingeniería Mecánica de la asignatura Química. En concreto, se pretende analizar sus expectativas sobre el valor y la importancia que concede a esta asignatura en su formación como ingeniero, y su percepción sobre la dificultad de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

conceptos de Química qué van a estudiar, así como las razones por las que los consideran o no difíciles.

El objetivo último de esta investigación es utilizar el conocimiento sobre la situación de partida del alumnado del Grado de Ingeniería Mecánica en la asignatura Química, para construir y aplicar metodologías alternativas que generen interés, curiosidad y motivación por aprenderla.

Responder a la pregunta ¿cómo mejorar la actitud de los estudiantes de primer curso de Ingeniería Mecánica hacia la Química y especialmente la percepción de la utilidad de la misma?, implica plantearse tres fases más concretas de la investigación:

1. Diagnosticar el punto de partida de los estudiantes con respecto a los aspectos considerados en la investigación, en este caso, conocer su actitud inicial hacia la Química y hacia la utilidad de la Química. También se ha considerado relevante analizar o diagnosticar su visión sobre los conceptos que se muestran en la asignatura Química.

2. Desarrollar una propuesta didáctica basada en este diagnóstico inicial, así como en otros conocimientos relevantes en el ámbito de la didáctica de la Química, que pudiesen ayudar a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química en esta asignatura.

3. Evaluar el impacto que dicha propuesta produce en la actitud de los estudiantes y su visión sobre la utilidad de la Química y en las calificaciones obtenidas.

Con respecto al diagnóstico sobre la situación inicial de estos estudiantes, se han planteado las siguientes preguntas:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

a)¿Qué actitudes sobre la Química muestran los estudiantes cuando comienza sus estudios de Ingeniería?

b) ¿Qué visión tienen los estudiantes sobre la utilidad de la Química, al comienzo de su formación como Ingeniero?

c) ¿Existe relación entre el nivel de estudios que posee el estudiantes al comienzo del curso académico y las expectativas que los estudiantes tienen sobre utilidad de la Química en su formación como Ingeniero?

d) ¿Qué conceptos son considerados difíciles por los estudiantes antes de cursar la asignatura de Química?

Con respecto a la evaluación del impacto de dicha propuesta didáctica, se han planteado las siguientes preguntas:

a) ¿Qué actitudes muestran los estudiantes al finalizar la asignatura?

b) ¿Qué visión tienen los estudiantes sobre la utilidad de la Química, al finalizar la asignatura?

c) ¿Existe relación entre las calificaciones obtenidas por los estudiantes de la asignatura y su actitud hacia la Química al finalizar la asignatura?

Hay que hacer constar que, dada la naturaleza del estudio llevado a cabo, no todas las preguntas se han formulado en el mismo momento, y cada una de ellas tiene un sentido especial en las distintas fases de la investigación que se mostraran a continuación.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Metodología.

El desarrollo de esta investigación tiene como objetivos analizar, comprender y mejorar, los procesos de enseñanza y aprendizaje en contexto, mediante el diseño y estudio sistemático de formas particulares de aprendizaje, estrategias y herramientas de enseñanza (Molina y Castro, 2011). Este tipo de estudios se desarrollan usualmente en torno a la introducción de nuevas herramientas para el aprendizaje o nuevas formas de organización del contexto de aprendizaje (Confrey, 2006).

En este tipo de enfoques metodológicos, denominado Investigación basada en el diseño (Rinaudo y Donolo, 2011), el proceso de la investigación se centra en diseñar innovaciones educativas y explorar todos los aspectos de la misma durante su puesta en práctica, desde el compromiso de aunar teoría, el plan de acción diseñado y la puesta en práctica, al tiempo que el propio análisis de la intervención puede contribuir a elaborar y mejorar las teorías sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Normalmente, este tipo de investigación se dirigen a estudiar los problemas de aprendizaje en sus contextos naturales con el propósito explícito de su mejora, lo que conlleva prestar atención al importante y variado número de factores que influyen en las prácticas educativas (Confrey, 2006).

En este caso concreto, la investigación pretende contribuir a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Química en los estudios del Grado en Ingeniería Mecánica. En concreto, a mejorar de la visión de la utilidad de la Química por parte de los estudiantes, mediante el diseño, implementación y evaluación de una propuesta didáctica que

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

enfatice la relevancia de la Química en diferentes ámbitos de la vida personal, social y profesional.

Una vez planteadas las preguntas de investigación, se trabajó en el diseño de una propuesta didáctica que abarcarse de forma transversal a todas las unidades didácticas de la asignatura de Química, mediante el desarrollo de actividades específicas centradas en la mejora de la comprensión de conceptos y en actividades centradas en destacar la utilidad de la Química.

De esta manera, la elaboración de este material educativo; la planificación y diseño, la construcción y validación de la secuencia didáctica, se convirtieron en un aspecto importante de esta investigación.

La investigación se ha estructurado en dos grandes bloques, a los que nos referiremos como “estudios piloto” y “estudio principal”. En cada uno de ellos, se diferencian tres fases: diagnóstico, diseño de una propuesta didáctica y de evaluación.

		ETAPA 1	ETAPA 2
Fase 1	DIAGNÓSTICO	UTILIDAD de la Química en el ámbito ACADÉMICO	UTILIDAD de la Química en el ámbito PROFESIONAL, ACADÉMICO Y PERSONAL
Fase 2	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN, PROPUESTA FORMATIVA	PROPUESTA INICIAL	PROPUESTA FINAL
Fase 3	EVALUACIÓN	UTILIDAD de la Química, DIFICULTAD DE LOS CONCEPTOS	UTILIDAD de la Química, ACTITUD HACIA LA QUÍMICA

Figura 1. Estructuras y etapas de la investigación

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

En su conjunto las dos etapas del estudio se llevaron a la práctica durante dos cursos académicos consecutivos (2012/13 y 2013/14).

La etapa 1, denominada estudio piloto, se articula en torno a una primera propuesta didáctica que se plantea para dar respuesta, por un lado, a los datos obtenidos en el diagnóstico inicial de los estudiantes entorno a su visión sobre la utilidad de la Química, así como la dificultad de sus conceptos y, por otro lado, los resultados de investigación acerca de este tema recogidos en la literatura (Fase 1).

Tras la puesta en práctica de dicha propuesta didáctica (Fase 2) se llevó a cabo una evaluación del impacto de la misma sobre los dos aspectos considerados en el diagnóstico, utilidad de la Química y dificultad de sus conceptos (Fase 3). El análisis de los resultados obtenidos llevó a plantear algunas modificaciones y mejoras en la investigación que se incorporaron al estudio principal.

La etapa 2, el estudio principal, núcleo central de este trabajo, engloba el proceso de diseño y elaboración de la versión final de la propuesta didáctica en torno al aprendizaje y enseñanza de los conceptos que aparecen a lo largo de la asignatura, basado en el uso de experiencias que tengan lugar en la vida cotidiana, o en su futuro profesional, con la finalidad de positivar la visión que tienen los estudiantes hacia la Química, así como el análisis del seguimiento de su puesta en práctica y valoración.

En este caso, la fase de diagnóstico se centró en la visión de los estudiantes sobre la utilidad de la Química, incorporándose un estudio más general sobre la actitud de los estudiantes. En el caso de la utilidad los resultados del estudio piloto muestran la necesidad de diferenciar

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

tres ámbitos sobre este concepto: académico, profesional y personal. Se consideró también importante incorporar la visión de los estudiantes sobre otros aspectos actitudinales que pueden influir en el interés de los estudiantes por la Química y su aprendizaje. De esta forma, se puede analizar la posible relación entre la actitud como un constructo más general y la utilidad, aspecto más novedoso que no ha sido tratado de forma independiente hasta el momento en la investigación sobre la enseñanza de la Química.

En la segunda fase del estudio principal, se implementó la nueva versión de la didáctica formativa en la que se incrementó el número de actividades propuestas para favorecer la visión de los estudiantes hacia la utilidad de la Química. Desde el punto de vista metodológico, la novedad principal consistió en el fomento de la participación de los estudiantes, de forma que ellos mismos exponen al grupo clase sus trabajos sobre actividades de la vida cotidiana o profesional en la que aplicaban los conceptos de Química estudiados en la asignatura.

En la tercera fase, de evaluación, se estudia el impacto de esta nueva propuesta en la visión de los estudiantes sobre la utilidad de la Química en cada uno de los ámbitos analizados, la actitud de la Química y el impacto en la relación entre ambos aspectos.

En cuanto a la muestra que participó en la investigación, en el estudio piloto, participaron 3 grupos completos de estudiantes de la asignatura en el curso académico 2012/13, conformado por un total de 159 estudiantes, de los cuales, 130 asistían, participaban y trabajaban asiduamente en clase.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Estos estaban distribuidos de la siguiente forma, 49 del grupo A, 42 del grupo B y 39 del grupo C. De estos, 100 también respondieron a la tarea final.

En el estudio principal, participaron un total de 31 estudiantes, de los cuales, 12 estudiantes del grupo A, y 19 estudiantes del grupo B de primer curso del Grado de Ingeniería Mecánica. Del mismo modo se comprobó que no había diferencias significativas entre los grupos.

Para recabar información sobre las opiniones, ideas y creencias de los estudiantes en las fases de diagnóstico de ambos estudios (piloto y principal), se utilizaron los siguientes instrumentos al inicio y al final de curso.

Cuestionario 1. Un primer cuestionario, utilizado en el estudio piloto, cuya finalidad era conocer el grado de utilidad que los estudiantes otorgaban a la Química en su formación, y la dificultad que otorgan los estudiantes a los diferentes conceptos que se tratan a lo largo de la asignatura.

Cuestionario 2. Se volvió a pasar una tarea para recabar la visión que los estudiantes tenían sobre la utilidad de la Química. En este caso, se diferenció el concepto de "utilidad de la Química" en tres ámbitos: útil para la vida cotidiana, cultura general y futuro profesional. Una segunda parte de este cuestionario estaba formado por una prueba de actitud hacia la Química, tomada de la bibliografía, (Molina et al., 2011). Se ha escogido esta prueba, ya que ha sido utilizada por los investigadores citados en una muestra similar a la de esta investigación.

Tras la conformación de la muestra de participantes y la recolección de los datos las primeras etapas de la investigación, la

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

atención se centra en el estudio e interpretación de la información obtenida de aplicación de los cuestionarios, tanto de las preguntas cerradas y como de las respuestas a las preguntas abiertas. El análisis de las respuestas a las preguntas abiertas consistió en generar un sistema de categorías y subcategorías en cada una de las dimensiones de interés planteadas, facilitando obtener una serie de conclusiones con relación a los resultados obtenidos (Dey, 2005).

Resultados.

Los resultados obtenidos de esta investigación se pueden organizar en los siguientes apartados:

a) Estudio sobre la percepción de los estudiantes y el profesorado acerca de la dificultad de los conceptos de Química.

Entre los conceptos planteados cinco fueron considerados muy difíciles por los estudiantes, estos son: constante del producto de solubilidad, número de oxidación, enlace covalente, acido-base fuerte, agente oxidante. Estos también fueron considerados difíciles por el profesorado. Es de destacar que el nivel de dificultad asignado a los conceptos fue superior en el caso de los docentes.

b) La visión de los estudiantes sobre la utilidad de la Química

Estos resultados parecen indicar que la propuesta didáctica, tanto en el estudio piloto como en el principal ha influido de forma positiva en la visión de los estudiantes.

c) Actitud de los estudiantes hacia la Química

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

En términos globales se puede decir que la propuesta didáctica ha tenido un impacto importante en la actitud de los estudiantes hacia la Química. Se han obtenido diferencias significativas en 15 de los 23 ítems estudiados, entre las respuestas obtenidas al principio y final de curso.

Respecto a los resultados obtenidos por dimensiones, se aprecia que los estudiantes mejoran su actitud en las dimensiones Importancia e Interés por la Química y no cambian de forma significativa en las dimensiones Utilidad y Facilidad para el estudio y la comprensión de la Química.

d) ¿Existe relación entre las calificaciones obtenidas por los estudiantes de la asignatura y su actitud hacia la Química al finalizar la asignatura?

Al comparar los resultados obtenidos para cada una de las dimensiones estudiadas y las calificaciones obtenidas en la asignatura de Química, no se encontraron correlaciones significativas en ninguno de los casos, aunque todos mostraron correlaciones positivas.

Esta falta de correlación significativa da a entender que las mejoras, ya mencionadas, que la propuesta didáctica ha conseguido en la actitud sobre la Química se extienden por igual a todos los estudiantes y no solo a aquellos que han obtenido calificaciones más elevadas.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Conclusiones.

a) ¿Qué visión tienen los estudiantes sobre la utilidad de la Química, al comienzo de su formación como Ingeniero?

Del ***estudio piloto*** se concluye que, *al comienzo del grado, los estudiantes manifiestan una valoración media alta de la utilidad de la Química.* Estos resultados están en la línea de los obtenidos por Molina et al., (2011).

Las razones planteadas por los estudiantes para justificar sus valoraciones se sitúan en tres ámbitos: la utilidad de la Química durante la carrera, para su futuro profesional y como parte de una formación general.

Los estudiantes muestran un alto grado de coherencia entre las valoraciones que hacen y las razones que aportan para apoyarlas.

*En el **estudio principal**,* los estudiantes tuvieron la oportunidad de manifestar su opinión sobre cada una de las tres dimensiones de la utilidad de la Química derivadas del estudio piloto.

*Al inicio de curso la gran mayoría de los estudiantes (89.3%) otorgaron una valoración alta (3) a la **Utilidad para su formación académica**, que es corroborada también con una alta valoración de las justificaciones que emplean para defender sus valoraciones.*

*Las valoraciones al inicio de curso tanto para la dimensión relativa a la **formación profesional** como para la **de cultura general**, son algo más bajas que las indicadas en la dimensión de la formación académica, ya que solo dos tercios de los estudiantes indican un nivel de utilidad alto (3). En estas dos dimensiones las justificaciones aportadas por los estudiantes*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

manifiestan una visión más favorable sobre la utilidad de la Química que las puntuaciones otorgadas.

Los estudiantes muestran un muy alto grado de coherencia (90%) entre las valoraciones otorgadas a las distintas dimensiones de la utilidad de la Química y las justificaciones correspondientes.

b)¿Existe relación entre el nivel de estudios que posee los estudiantes al comienzo del curso académico y las valoraciones que hacen sobre la utilidad de la Química en su formación como Ingeniero?

Tanto en el estudio piloto como en el principal, la valoración de los estudiantes sobre la utilidad de la Química es independiente del nivel de estudio inicial en esta materia.

c)¿Qué conceptos son considerados difíciles por los estudiantes antes de cursar la asignatura de Química?

En el estudio piloto cuatro son los conceptos considerados difíciles (valoración media superior a 2.5, en una escala de 1 a 4) por los estudiantes: tipo de hibridaciones, reacciones oxido-reducción, la ecuación Schrödinger y la constante del producto de solubilidad, siendo el resto de los conceptos considerados valorados como fáciles (valoración media igual o inferior a 2.5).

Se ha puesto de manifiesto un alto grado de coincidencia en el grado de dificultad asignados por los estudiantes y las tres profesoras de la asignatura participantes en este estudio. Así, en 12 de los 19 conceptos analizados, ambos grupos coincidieron en su valoración en el grado de dificultad.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

d)¿Qué actitudes sobre la Química muestran los estudiantes cuando comienza sus estudios de Ingeniería?

En el estudio principal, los estudiantes muestran una actitud positiva hacia la Química en determinados aspectos que tienen que ver con las dimensiones: Interés (ítem 3: Les gustaría tener clases de Química con mayor frecuencia), Utilidad (ítem 23: considerarían cambiarse de carrera y tener una profesión relacionada con la Química) e Importancia (ítem 16: Todas las carreras de la universidad deberían tener un curso de Química).

La dimensión Facilidad para el estudio y la comprensión de la Química presenta al comienzo de curso un carácter ambivalente ya que los estudiantes muestran acuerdo hacia determinados ítems de esta dimensión en los que se mencionan directamente la facilidad (ítem 5: Resuelven con facilidad los problemas de Química e ítem 20: Comprenden con facilidad los conceptos de Química) y, a su vez, con otro dos ítems que aluden a la dificultad (ítem 2: Consideran que los símbolos utilizados en las clases son difíciles de entender e ítem 12: La Química es una ciencia muy compleja para mi nivel de conocimientos).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Referencias bibliográficas.

Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1991). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo* (2nd Ed.). Trillas.

Blanco, A. y Prieto, T. (1996). Algunas cuestiones sobre la comprensión de la química desde la perspectiva de las "ideas de los alumnos". *Investigación en la Escuela*, *28*, 79-94.

Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, *17*(2), 179-192.

Campanario, J. M. y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, *18*(2), 155-169.

Chang, R (2007). *Química*. McGrawHill.

Childs, P.E. y Sheehan, M. (2009). What´s difficult about Chemistry? *Chemistry Education Research and Practice*, *10*, 204-218.

De Jong, O. (1998) Los experimentos que plantean problemas en las aulas de Química: Dilemas y soluciones. *Enseñanza de las Ciencias*, *16*(2), 305-314.

Driver, R.; Guesne, E. y Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia.* Morata/MEC.

Furió, C. (2006). *La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida.* Actas de las IV Jornadas

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Internacionales para la Enseñanza Preuniversitaria y Universitaria de la Química. Mérida, México.

Galagovsky, L. (2005). La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿qué enseñar, ¿cómo, cuánto, para quiénes? *Química Viva*, *1*, 8-22.

Golombek, D. (2008). *Aprender Y Enseñar Ciencias: Del Laboratorio Al Aula Y Viceversa.* IV Foro Latinoamérica de Educación Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Izquierdo, A.M. (2017). Atando cabos entre contexto, competencias y modelización ¿Es posible enseñar ciencias a todas las personas? *Modelling in Science Education and Learning*, *10*(1),310-326.

Kind, V. (2004) Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas. School of Education, Durham University, (2nd Ed.)

Molina, M., Castro, E., Molina, J.L., y Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, *29*(1), 75–88.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Muñoz O. G. (2012). *Praxis Docente y Desarrollo de Aprendizajes Significativos en el Nivel De 2° Medio en la Unidad de Química Orgánica* (Tesis Doctoral, Universidad del Biobío). Repositorio Universidad de Biobío. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiV3tn0iNvxAhUP_RQKHaV6DS8QFjAAegQIBxAD&url=http%3A%2F%2Frepobib.ubiobio.cl%2Fjspui%2Fbitstream%2F123456789%2F1749%2F1%2FNeira_Sandoval_Gerardo.pdf&usg=AOvVaw26LXvpmYPh4cwvPbSUVZLM.

Muñoz-Repiso, M. (2004). Investigación, política y práctica educativas. En J. C Torre Puente y E. Gil Coria (Eds.). *Hacia una enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje: libro homenaje a Pedro Morales.* Universidad Pontificia Comillas.

Oliver, M.C., Eimer, G. A., Bálsamo, N.F. y Crivello, M.E. (2011). Permanencia y abandono en química general en las carreras de ingeniería de la universidad tecnológica nacional- facultad regional Córdoba (UTN-FRC), Argentina. *Avances en Ciencia e Ingeniería*, *2*(2), 117-129

Ollino, M.A., Reveco P.O. y Alarcón H. (2007). *Enseñanza de la química a estudiantes de ingeniería de primer año: cuatro semestres*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

probando las estrategias de aprendizaje activo en diferentes escenarios.

http://industrial.ubiobio.cl/web/.

Perich, D. (2008). *Articulación educación media-educación superior.* http://www.sectormatematica.cl/articulos/articulacion_danny.pdf.

Picquart, M., Guzmán, O., y Sosa, R. (2010). Razonamiento científico e ideas previas en alumnos de ciencias básicas de la UAM-Iztapalapa. *Latin American Journal of Physics Education, 4*(1), 1056-1064.

Reeves, A. (2011). Practice-based research and the development of evidence. *Counselling and Psychotherapy Research*, *27*(3), 87-87.

Rinaudo, M.C. y Donolo, D. (2010). Una perspectiva prometedora en la investigación educativa design studies. A promising outlook on educational research. *Revista de Educación a Distancia*, *22*, 1-29.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walwerg, H. y Hemmo, V. (2007). *Science education now. A renewed pedagogy for the future of europe. High level group on science education.* Brussels: European commission.

http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Summary

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Summary

Research motivation.

The purpose or main objective of this Thesis is to try to improve the vision of Mechanical Engineering students on the usefulness of Chemistry. Given that the recognition of this unit is an important aspect to get involved in student learning thanks to motivation, as has been shown in the literature (Blanco and Prieto, 1996; Campanario and Moya, 1999; Campanario and Otero, 2000; Childs and Sheehan, 2009; Picquart et al., 2010). Thus, a teaching proposal focused on this aspect has been designed and implemented, following the guidelines of design-based research (Reeves, 2011; Rianudo and Donolo, 2010). The impact on the attitude and the usefulness of Chemistry for first-year Mechanical Engineering students at the University of Malaga has been studied in this research.

The concern to carry out the research arose from the study of the literature on the matter, as well as from the observations of the author herself during her teaching experience as a professor of Chemistry in the studies of Mechanical Engineering at the University of Malaga.

As a professor of Chemistry at the University of Malaga, specifically in the Chemistry subject of the Engineering Degrees, I have observed the little interest that the learning of Chemistry arouses among students, a question that is supported by various academic studies (Oliver et al., 2011; Ollino et al., 2007).

During my classes I have been able to observe, year after year, practically the same reactions among my students about many of the Chemistry contents that they have to learn. Normally, some of their usual questions are: what is the relevance of this that I have to study? usefulness

UNIVERSIDAD DE MALAGA

of Chemistry? Chemistry will not help me at all, this subject should not be present in this Degree, etc.

Therefore, it is necessary to make them understand that Chemistry is the science that studies the composition, structure and properties of matter, the changes it experiences during chemical reactions and its relationship with energy (Chang, 2007). It is a universal and basic science, necessary for other areas of knowledge, which is why it is a fundamental subject in different technical and professional degrees. Thanks to it, basic phenomena such as the oxidation of a nail can be explained, the structure and properties of molecules can be known, new drugs synthesized, the reactivity of drugs can be known, emerging pollutants can be eliminated from natural or waste waters, etc. If we ask ourselves the following questions: can we live without Chemistry? Could a world exist without gasoline, or without anesthesia for operations?

Chemistry is present in everything that surrounds us, it has been a fundamental pillar in the development of humanity, in the technological and economic development of countries, in the improvement of people's quality of life, and in the understanding of our environment, hence the importance and universality of its teaching.

However, although it is a necessary subject, it is in crisis due to the scant interest that students show for this discipline, since it is considered difficult to learn, and manifests itself in a negative attitude towards it. "Chemistry teaching is in crisis worldwide" (Galagovsky, 2005a. P. 8), not even rich countries, with their abundance of resources, have been able to awaken the interest of students in this science. One of the main reasons for this problem is that the subject is treated in a similar way to how it is

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

treated in books, without contextualizing, and through unrelated examples.

In addition, Chemistry is considered highly complex by students, since it works with macroscopic scale measurements, reasoning in terms of microscopic scale atoms and molecules, and a new language is used through formulas and symbolisms.

The way of teaching Chemistry, as well as many other subjects, is based on the endless repetition of a series of rules, hypotheses, and formulas (Muñoz, 2012). This form of teaching is described to meet the specific educational needs of the Curriculum and not the needs of the students themselves. For this reason, the study of Chemistry loses interest in the population, as well as in the professional or technical degrees related to this area. This is also observed in degrees from other scientific fields, such as Engineering, Medicine, Biology, for which a clear unfavorable attitude of students towards these subjects can be observed from day one of class.

The teaching of Chemistry should not be limited to the simple transmission of knowledge, laws, formulas and theories; In order to achieve meaningful learning, it is necessary to show its usefulness in daily life, in the development of a country and a society (Ausubel, 1991). Ausubel points out that learning is significant when “it can be related, in a non-arbitrary and substantial way, with the students` knowledge” (Ausubel et al. 1991, p. 37). Learning will be significant when the student can incorporate it into the structures of prior knowledge that they possess, acquiring significance for them. In this sense, if the students have a negative attitude towards Chemistry due to their social environment,

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

the teacher must correct this prior knowledge to achieve a positive predisposition towards it that allows meaningful learning. Therefore, it is important to know in advance the students' attitude towards it. This will allow us to identify those concepts that lead the student to a positive attitude and those that lead to a negative attitude towards the subject of Chemistry.

The students of these degrees come to Chemistry classes with a negative attitude, they have no disposition to learn, they lose interest in the subject, they become unmotivated and finally they do not pass.

Theoretical framework.

In general terms, we can say that Chemistry teachers at the University are faced with the problem of little interest in this subject shown by students and that, especially, it is renowned in the case of students of Engineering degrees (De Jong, 1998; Ollino et al., 2007).

Chemistry in Engineering degrees is marked by dropouts and low academic performance by students on this subject. This problem has come to be designated as “chemophobia” (Ollino et al., 2007). According to some research, this is mainly due to the deficient training in this subject during Secondary Education, as well as the manner in which problems and theory are taught, which are insufficient to allow the understanding of the subject (Driver et al., 1989; Oliver et al., 2011; Perich, 2008).

Therefore, a teacher should pay attention to the attitude that their students show towards Chemistry and design attractive teachings that generates a favorable attitude. The teacher can try to make changes in

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

teaching favoring a positive attitude, which facilitates the adequate predisposition for learning. Thus, changes in teaching can be generated that consider the three fundamental aspects for meaningful learning proposed by Ausubel.

If it is possible to establish that the cause of student failure in Chemistry subjects is the lack of an attitude, teaching alternatives could be proposed that will allow us to correct negative attitudes, and in this way to achieve fewer failures.

As mentioned before, at university level there is a high dropout and failure rate for students beginning their studies (Oliver, et al., 2011). Therefore, as Higher Education Teachers it is necessary for us to change the traditional approach, where there is only transmission of the contents through the use of books and a blackboard, showing Chemistry as something uninteresting. An interesting modification of the teachings of this subject would be the approach of Chemistry to everyday situations that make evident its importance in our professional, daily and cultural life.

This teaching modification is what is carried out in this research, aiming to improve both the vision of the usefulness of Chemistry and the attitude towards it. However, this problem is not new or restricted to university students, as shown by various reports on science teaching in Europe. According to the Rocard report (Rocard et al., 2007), the factors that relate students' attitudes to science learning are complex, although it is considered evident that the manner teachers teach Science in the classroom is a key factor for improvement, which is why it is necessary to move in this direction.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

From the personal commitment to improve chemistry training and classes, there are many questions that could be raised in this regard: Is the interest or the attitude in learning Chemistry the solely responsibility of the student? Is it possible to offer a Chemistry unit, closer to the real interests of the students? Can we enhance the relevance and usefulness of the content? What teaching strategies favor a meaningful learning of Chemistry? As stated by Furió (2006): «We teachers are the true protagonists of the teaching-learning process of Chemistry. We are the center of attention of the students. It is in our hands to interest them, no matter how unmotivated they come to class. Motivation depends, to a large extent, on how we present problems, on the strategies we propose to them and, especially, on the teacher's own positive expectations regarding the success of each of his students ” (p. 227).

The problem that engineering students encounter in the first year at university is that they find a reality that they perceive as complex. They find it difficult to projecting what their work will be and to conceptualize and establish a practical chemistry framework in their foreseeable future. It is necessary that they know a different language, so that, when they know and understand Chemistry, they can explain the phenomena that occur in daily life (Chang, 2007). Thus, it is observed that this subject does not arouse great interest in Engineering students, which hinders their meaningful learning, causing an acquisition of mechanical knowledge, with little retention. This aspect is important if we share the idea that "perhaps and especially in science, only those who are generated a true interest in the subject in question can be educated" (Golombek, 2008, p. 31).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Starting from the consideration that these problems are the result of four aspects that do not act independently, but are related to each other when explaining decision-making and students' attitudes regarding Chemistry:

- The Nature of Chemistry itself and its contents.
- Their learning.
- Their teaching.
- Your image and your professional perspectives.

Next, the ideas that have been considered relevant in the literature on the subject are collected, on which the design of the teaching proposal is based. It begins by analyzing the nature of Chemistry as Science, its image, including the nature of its key concepts, its object of study and its working procedures, this the way in which chemists approach problems. The image of Chemistry in society is also analyzed, highlighting the ambivalent nature that it presents to citizens.

Below are the ideas that have been considered relevant in the literature on the subject, on which the design of the teaching proposal is based. It begins by analyzing the nature of Chemistry as a science, its image, including the nature of its key concepts, its object of study and its working procedure, that is, the manner chemists approach problems. The image of Chemistry in society is also analyzed, highlighting the ambivalent nature it presents to the public.

It continues with the analysis of the most important factors that directly influence the learning of the discipline, focusing on its cognitive and affective aspects. In the cognitive aspect, issues related to the

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

previous conceptions and ideas of the students and their influence on learning are addressed. Following, the learning difficulties of different chemical concepts are discussed.

On the other hand, in the affective aspect, the aspects related to the feelings, emotions, beliefs and attitudes of the students are analyzed and it is shown how these elements concern both the teachers and the students, and their learning, concluding that it can be improve learning by improving the beliefs and attitudes of both about this discipline.

A reflection is made on some of the problems and challenges currently faced by teachers in the teaching of Chemistry in all its educational levels, particularly in Higher Education. These problems are fundamentally manifested in a lack of interest of the students in learning Chemistry. To overcome these problems, a set of solutions are proposed for the teaching of Chemistry. Specifically, on how to design, teach and evaluate, the introduction of ICT, the contextualization of the teaching of Chemistry and the use of new approaches to practical work.

Once the study and the investigation about the problems related to the learning of Chemistry have been established, the work focuses on Chemistry as a fundamental discipline in engineering training. This has been specifically highlighted for Mechanical Engineering, which is the Degree in which it has been carried out this research. It begins by analyzing the reasons that justify the importance that Chemistry has in the training of these professionals and in turn, in the influence that Engineering also has on Chemistry. In addition, the characteristics that students beginning in this degree usually present with respect to their motivation, interest and attitude towards Chemistry have been considered.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

As previously indicated, this is a very important line of work in Chemistry Teachings. Chemistry teachers are faced with the problem of the lack of interest in this subject among students of non-specific university degrees in Chemistry, especially those of Engineering, manifesting itself mainly in low academic performance, a decrease in enrollment and even in an abandonment.

Objectives and Research Questions.

Trying to attend to the problems identified about the teaching-learning of Chemistry, this Thesis intends to deepen on the analysis of the reasons why the students do not give usefulness to Chemistry in the Degree of Mechanical Engineering of the Chemical subject. Specifically, it is intended to analyze their expectations about the value and importance that they attach to this subject in their training as an engineer, and their perception about the difficulty of Chemistry concepts that they are going to study, as well as the reasons why they consider them or not difficult.

The ultimate objective of this research is to use the knowledge about the starting situation of the students of the Degree in Mechanical Engineering in the Chemistry subject, to build and apply alternative methodologies that generate interest, curiosity, and motivation to learn it.

Answering this question: ‘how to improve the attitude of first-year Mechanical Engineering students towards Chemistry and especially the perception of its usefulness?’ implies considering three more specific phases of the investigation:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

1. To diagnose the starting point of the students with respect to the aspects considered in the investigation. In this case, by knowing their initial attitude towards Chemistry and towards the usefulness of Chemistry. It has also been considered relevant to analyze or diagnose their vision on the concepts shown in the Chemistry course.

2. To develop a teaching proposal based on this initial diagnosis, as well as on other relevant knowledge in the field of Chemistry teachings, which could help to improve the teaching-learning process of Chemistry in this subject.

3. To evaluate the impact that said proposal produces on the attitude of the students and their vision of the usefulness of Chemistry and the obtained marks.

Regarding the diagnosis of the initial situation of these students, the following questions have been raised:

a) What attitudes about Chemistry do students show when they begin their Engineering studies?

b) What vision do students have about the usefulness of Chemistry, at the beginning of their training as an Engineer?

c) Is there a relationship between the level of studies that students have at the beginning of the academic year and the expectations that students have regarding the usefulness of Chemistry in their training as an Engineer?

d) What concepts are considered difficult by students before taking the Chemistry course?

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Regarding the evaluation of the impact of teaching proposal, the following questions have been raised:

a) What attitudes do students show at the end of the course?

b) What vision do students have about the usefulness of Chemistry, at the end of the course?

c) Is there a relationship between the grades obtained by the students of the subject and their attitude towards Chemistry at the end of the subject?

It should be noted that, given the nature of the study carried out, not all the questions were asked at the same time, and each one of them has a special meaning in the different phases of the investigation that will be shown below.

Methodology.

The development of this research aims to analyze, understand, and improve the teaching and learning processes in context, through the design and systematic study of particular forms of learning, teaching strategies and tools (Molina and Castro, 2011). This type of study is usually developed around the introduction of new tools for learning or new forms of organization of the learning context (Confrey, 2006).

In this type of methodological approaches, called Design-Based Research (Rinaudo and Donolo, 2011), the research process focuses on designing educational innovations and exploring all aspects of it during its implementation, from the commitment of combine theory, the designed action plan and implementation, while the analysis of the intervention

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

itself can contribute to elaborate and improve theories about the teaching and learning processes.

Normally, this type of research is aimed at studying learning problems in their natural contexts with the explicit purpose of their improvement, which entails paying attention to the important and varied number of factors that influence educational practices (Confrey, 2006).

In this specific case, the research aims to contribute to the improvement of the teaching-learning processes of Chemistry in the studies of the Degree in Mechanical Engineering. Specifically, to improve the students' vision of the usefulness of Chemistry, through the design, implementation and evaluation of a teaching proposal that emphasizes the relevance of Chemistry in different areas of personal, social and professional life.

Once these research questions had been raised, we worked on the design of a teaching proposal that would be covered in a transversal manner to all the didactic units of the Chemistry subject, through the development of specific activities focused on improving the understanding of concepts and activities focused on highlighting the usefulness of Chemistry.

In this way, the development of this educational material; planning and design, construction, and validation of the teaching sequence, became an important aspect of this research.

The research has been structured in two large blocks, which we will refer to as "pilot studies" and "main study". In each of them, three phases are differentiated: diagnosis, design of a teaching proposal and evaluation.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

		STAGE 1	STAGE 2
Phase 1	DIAGNOSIS	UTILITY of Chemistry in the ACADEMIC field	UTILITY of Chemistry in the PROFESSIONAL, ACADEMIC AND PERSONAL field
Phase 2	DESIGN AND IMPLEMENTATION, TRAINING PROPOSAL	INITIAL PROPOSITION	FINAL PROPOSAL
Phase 3	EVALUATION	UTILITY of Chemistry, DIFFICULTY OF CONCEPTS	UTILITY of Chemistry, ATTITUDE TOWARDS CHEMISTRY

Figure 1. Structures and stages of the investigation

The two stages of the study were carried out during two consecutive academic years (2012/13 and 2013/14).

Stage 1, called a pilot study, revolves around a first teaching proposal that arises to respond, on the one hand, to the data obtained in the initial diagnosis of students around their vision of the usefulness of Chemistry, as well as the difficulty of its concepts and, on the other hand, the research results on this topic collected in the literature (Phase 1).

After putting this teaching proposal into practice (Phase 2), an evaluation of its impact was carried out on the two aspects considered in the diagnosis, the usefulness of Chemistry and the difficulty of its concepts (Phase 3). The analysis of the obtained results led to the suggestion of some modifications and improvements in the research that were incorporated into the main study.

Stage 2, the main study, and the central nucleus of this work, encompasses the process of designing and preparing the final version of the teaching proposal around the learning and teaching of the concepts that appear throughout the course. This is based on the use of experiences that take place in daily life, or in their professional future, in order to

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

positive the vision that students have towards Chemistry, as well as the analysis of the follow-up of its implementation and assessment.

In this case, the diagnostic phase focused on the students 'vision of the usefulness of Chemistry, incorporating a more general study on the students' attitude. In the case of utility, the results of the pilot study show the need to differentiate three areas on this concept: academic, professional, and personal. It was also considered important to incorporate the students‘ vision of other attitudinal aspects that can influence the students' interest in Chemistry and its learning. In this way, the possible relationship between attitude as a more general construct and utility can be analyzed, a newer aspect that has not been treated independently until now in research on the teaching of Chemistry.

In the second phase of the main study, the new version of the formative teachings was implemented, the number of activities proposed was increased to favor the students' vision towards the usefulness of Chemistry. From the methodological point of view, the main novelty consisted in the promotion of student participation, in such way, students themselves present to the class group their work on activities of daily or professional life in which they applied the studied concepts of Chemistry.

In the third phase, evaluation, the impact of this new proposal on the students' vision of the usefulness of Chemistry in each of the areas analyzed, the attitude of Chemistry and the impact on the relationship between both aspects was studied.

Regarding the sample that participated in the research, in the pilot study, three complete groups of students of the subject participated in the

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

academic year 2012/13, a total of 159 students, of which 130 attended, they participated and worked assiduously in class.

They were distributed as follows, 49 from group A, 42 from group B and 39 from group C. Of these, 100 also responded to the final task.

In the main study, a total of 31 students of the first year of the Degree in Mechanical Engineering participated, 12 students from group A, and 19 students from group B. Similarly, it was found that there were no significant differences between the groups.

To gather information on the opinions, ideas, and beliefs of the students in the diagnostic phases of both studies (pilot and main), the following instruments were used at the beginning and at the end of the course.

Questionnaire 1. A first questionnaire, used in the pilot study, the purpose of which was to know the degree of usefulness that the students gave to Chemistry in their training, and the difficulty that the students give to the different concepts that are discussed throughout the subject.

Questionnaire 2. A task was passed again to gather the vision that the students had about the usefulness of Chemistry. In this case, the concept of "usefulness of Chemistry" was differentiated into three areas: useful for daily life, general culture and professional future. A second part of this questionnaire consisted of an attitude test towards Chemistry, taken from the bibliography (Molina et al., 2011). This test has been chosen, since it has been used by the cited researchers in a sample similar to our investigation.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

After the conformation of the sample of participants and the data collection in the first stages of the research, the focus is on the study and interpretation of the information obtained from the application of the questionnaires, both from the closed questions and from the responses to open questions.

The analysis of the answers to the open questions consisted of generating a system of categories and subcategories in each of the dimensions of interest raised, allowing us to obtain a series of conclusions in relation to the results obtained (Dey, 2005).

Results.

The results obtained from this research can be organized into the following sections:

a) Study on the perception of students and teachers about the difficulty of Chemistry concepts.

Among the concepts raised, five were considered very difficult by the students, these are: solubility product constant, oxidation number, covalent bond, strong acid-base, oxidizing agent. These were also considered difficult by the teachers. It is noteworthy that the level of difficulty assigned to the concepts was higher in the case of teachers.

b) The students' vision of the usefulness of Chemistry.

These results seem to indicate that the teaching proposal, both in the pilot study and in the main one, has had a positive influence on the students' vision.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

c) Attitude of students towards Chemistry.

In global terms it can be said that the teaching proposal has had an important impact on the attitude of students towards Chemistry. Significant differences have been obtained in 15 of the 23 items studied, between the responses obtained at the beginning and end of the course.

Regarding the results obtained by dimensions, it can be seen that students improve their attitude in the Importance and Interest in Chemistry dimensions and do not change significantly in the Utility and Ease of study and understanding of Chemistry dimensions.

d) Is there a relationship between the grades obtained by the students of the subject and their attitude towards Chemistry at the end of the subject?

When comparing the results obtained for each of the dimensions studied and the grades obtained in the Chemistry subject, no significant correlations were found in any of the cases, although all showed positive correlations.

This lack of significant correlation suggests that the improvements, already mentioned, that the teaching proposal has achieved in the attitude about Chemistry extend equally to all students and not only to those who obtained higher marks.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Conclusions.

a) What vision do students have about the usefulness of Chemistry, at the beginning of their training as an Engineer?

From the **pilot study** it is concluded that*, at the beginning of the degree, the students show a high average assessment of the usefulness of Chemistry. These results are similar to those obtained by Molina et al., (2011).*

The reasons raised by the students to justify their evaluations are located in three areas: the usefulness of Chemistry during the career, for their professional future and as part of a general training.

Students showed a high degree of coherence between the assessments they made and the reasons they provided to support them.

In the main study, students had the opportunity to express their opinion on each of the three dimensions of the usefulness of Chemistry derived from the pilot study.

At the beginning of the course, the vast majority of students (89.3%) gave a high rating 3) to the Utility for their academic training, which was also corroborated with a high rating of the justifications they used to defend their assessments.

The evaluations at the beginning of the course for both the dimension related to professional training and that of general culture were somehow lower than those indicated in the dimension of academic training, since only two thirds of the students indicated a level of utility high (3). In these two dimensions, the justifications provided by the students showed a more favorable view of the usefulness of Chemistry than the scores awarded.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

The students showed a very high degree of coherence (90%) between the evaluations given to the different dimensions of the utility of Chemistry and the corresponding justifications.

b) Is there a relationship between the level of studies that students had at the beginning of the academic year and the assessments they made about the usefulness of Chemistry in their training as an Engineer?

In both the pilot study and the main study, the students' assessment of the usefulness of Chemistry is independent of the initial level of study in this matter.

c) What concepts are considered difficult by students before taking the Chemistry course?

In the pilot study, four were the concepts considered difficult (mean evaluation greater than 2.5, on a scale of 1 to 4) by the students: type of hybridizations, oxidation-reduction reactions, the Schrödinger equation and the solubility product constant, being the rest of the concepts considered as easy (average score equal to or less than 2.5).

It has been revealed a high degree of agreement in the degree of difficulty assigned by the students and the three teachers of the subject participating in this study. Thus, in 12 of the 19 concepts analyzed, both groups agreed in their assessment of the degree of difficulty.

d) What attitudes about Chemistry do students show when they begin their Engineering studies?

In the main study, students showed a positive attitude towards Chemistry in certain aspects that have to do with the dimensions: Interest (item 3: They would like to have Chemistry classes more frequently),

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Usefulness (item 23: they would consider changing degrees and have a profession related to Chemistry) and Importance (item 16: All university degrees should have a Chemistry course).

The Ease of study and understanding of Chemistry dimension presents an ambivalent nature at the beginning of the course, since students showed agreement towards certain items of this dimension in which ease is directly mentioned (item 5: They easily solve problems of Chemistry and item 20: They easily understand the concepts of Chemistry) and, in turn, with another two items that allude to the difficulty (item 2: They consider that the symbols used in the classes are difficult to understand and item 12: Chemistry is a very complex science for my level of knowledge).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

References

Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1991). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo* (2nd Ed.). Trillas.

Blanco, A. y Prieto, T. (1996). Algunas cuestiones sobre la comprensión de la química desde la perspectiva de las "ideas de los alumnos". *Investigación en la Escuela*, *28*, 79-94.

Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, *17*(2), 179-192.

Campanario, J. M. y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, *18*(2), 155-169.

Chang, R (2007). *Química*. McGrawHill.

Childs, P.E. & Sheehan, M. (2009). What´s difficult about Chemistry? *Chemistry Education Research and Practice*, *10*, 204-218.

De Jong, O. (1998) Los experimentos que plantean problemas en las aulas de Química: Dilemas y soluciones. *Enseñanza de las Ciencias*, *16*(2), 305-314.

Driver, R.; Guesne, E. y Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia.* Morata/MEC.

Furió, C. (2006). *La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida.* Actas de las IV Jornadas

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Internacionales para la Enseñanza Preuniversitaria y Universitaria de la Química. Mérida, México.

Galagovsky, L. (2005). La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿qué enseñar, ¿cómo, cuánto, para quiénes? *Química Viva*, *1*, 8-22.

Golombek, D. (2008). *Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa.* IV Foro latinoamérica de educación aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Izquierdo, A.M. (2017). Atando cabos entre contexto, competencias y modelización ¿Es posible enseñar ciencias a todas las personas? *Modelling in Science Education and Learning*, *10*(1),310-326.

Kind, V. (2004) Beyond appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas. School of Education, Durham University, (2nd Ed.)

Molina, M., Castro, E., Molina, J.L. y Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, *29*(1), 75–88.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Muñoz O. G. (2012). *Praxis docente y desarrollo de aprendizajes significativos en el nivel de 2° medio en la unidad de Química Orgánica* (Tesis Doctoral, Universidad del Biobío). Repositorio Universidad de Biobío. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiV3tn0iNvxAhUP_RQKHaV6DS8QFjAAegQIBxAD&url=http%3A%2F%2Frepobib.ubiobio.cl%2Fjspui%2Fbitstream%2F123456789%2F1749%2F1%2FNeira_Sandoval_Gerardo.pdf&usg=AOvVaw26LXvpmYPh4cwvPbSUVZLM.

Muñoz-Repiso, M. (2004). Investigación, política y práctica educativas. En J. C Torre Puente y E. Gil Coria (Eds.). *Hacia una enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje: libro homenaje a Pedro Morales.* Universidad Pontificia Comillas.

Oliver, M.C., Eimer, G. A., Bálsamo, N.F. y Crivello, M.E. (2011). Permanencia y abandono en química general en las carreras de ingeniería de la universidad tecnológica nacional- facultad regional Córdoba (UTN-FRC), Argentina. *Avances en Ciencia e Ingeniería*, *2*(2), 117-129

Ollino, M.A., Reveco P.O. y Alarcón H. (2007). *Enseñanza de la química a estudiantes de ingeniería de primer año: cuatro semestres*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

probando las estrategias de aprendizaje activo en diferentes escenarios.

http://industrial.ubiobio.cl/web/.

Perich, D. (2008). *Articulación educación media-educación superior.* http://www.sectormatematica.cl/articulos/articulacion_danny.pdf.

Picquart, M., Guzmán, O. y Sosa, R. (2010). Razonamiento científico e ideas previas en alumnos de ciencias básicas de la UAM-Iztapalapa. *Latin American Journal of Physics Education, 4*(1), 1056-1064.

Reeves, A. (2011). Practice-based research and the development of evidence. *Counselling and Psychotherapy Research*, *27*(3), 87-87

Rinaudo, M.C. y Donolo, D. (2010). Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. Design studies. A promising outlook on educational research. *Revista de Educación a Distancia*, *22*, 1-29.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walwerg, H. & Hemmo, V. (2007). *Science education now. A renewed pedagogy for the future of europe. High level group on science education.* Brussels: European commission.

http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

ÍNDICE

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Índice

Capítulo 1. Introducción 3

1.1. Origen de esta investigación 3

1.2. Objetivo de la Tesis 5

1.3. Organización de la memoria de esta Tesis 9

Capítulo 2. La naturaleza de la Química y su imagen 17

2.1. La naturaleza de la Química 18

2.2. Notas sobre la evolución histórica de la Química 21

2.3. Imagen de la Química 24

2.4. Impacto de la Química en la Sociedad 27

Capítulo 3. Aprendizaje de la Química 35

3.1. Aspectos sobre el aprendizaje de la Química 37

3.2. Dimensión conceptual 38

3.2.1. Concepciones e ideas previas de los estudiantes 38

3.2.2. Dificultades de aprendizaje 43

3.2.3. Conversión de la materia 46

3.2.4. Relaciones cuantitativas 47

3.2.5. Visión de los estudiantes sobre la dificultad de los conceptos de Química 49

3.3. La dimensión afectiva 54

3.3.1. Dimensión afectiva de los estudiantes 55

3.3.2. Dimensión afectiva de los docentes 63

Capítulo 4. Enseñanza de la Química 67

4.1. Desafíos en la enseñanza de la Química 68

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

4.2. Diseñar, enseñar y evaluar 70
4.3. Las TIC en la enseñanza y aprendizaje de la Química 72
4.3.1. Incorporación de las TIC a la educación 72
4.3.2. Las TIC en la enseñanza de la Física y la Química 76
4.3.3. El uso de la TIC en la enseñanza de la Química 78
4.4. Contextualización 86
4.4.1. La contextualización en la enseñanza de las ciencias 87
4.4.2. La contextualización en la enseñanza de la Química 91
4.5. Trabajos prácticos en Química 94
4.5.1. Tipos de trabajos prácticos 96

Capítulo 5. Química en los estudios de Ingeniería 101
5.1. La Ingeniería y la Química 102
5.2. Grado en Ingeniería Mecánica 107
5.2.1. La Química en el Grado de Ingeniería Mecánica 108
5.3. Los estudiantes de Química en Ingeniería Mecánica 113

Capítulo 6. Diseño general de la investigación 117
6.1. Introducción 118
6.1.1. Problemas que encuentra este tipo de investigación 122
6.2. Problema y pregunta de investigación 124
6.3. Esquema general de la investigación 128
6.4. Participantes 131
6.5. Algunas consideraciones éticas 132
6.6. Instrumento de recogida de la información 132
6.6.1. Instrumentos de investigación para las fases de diagnostico 133

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

6.6.2. Instrumentos de investigación para el desarrollo de la propuesta didáctica 136
6.7. Análisis de los datos 137

Capítulo 7. Percepción de los estudiantes sobre la dificultad de los conceptos de Química 141
7.1. Estudio de la percepción de los conceptos por los estudiantes 142
7.1.1. Descripción del cuestionario 143
7.2. Resultado y discusión 143
7.3. Diseño del cuestionario 146
7.3.1. Descripción del cuestionario 150
7.4. Aplicación del cuestionario 151
7.4.1. Características de la muestra 152
7.5. Análisis de los datos 153
7.6. Resultados 154
7.6.1. Análisis de descriptivo de cada concepto 154
7.6.2. Clasificación de los conceptos en función de la dificultad asignada por los estudiantes. 174
7.7. Grado de dificultad de los conceptos. 175
7.8. Relación entre las valoraciones de los estudiantes y las profesoras sobre la dificultad de los conceptos 178
7.9. Conclusión 181

Capítulo 8. Diseño y desarrollo de la propuesta didáctica 187
8.1. Criterios para el diseño de la propuesta didáctica 188
8.1.1. Percepción de los estudiantes sobre la dificultad de los conceptos de Química 189
8.1.2. Las ideas previas que presentan los estudiantes 190

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

8.1.3. Necesidad de relacionar los conceptos de Química con la vida diaria 192
8.1.4. El uso de las TIC como herramienta para el aprendizaje 193
8.1.5. Implicación de los estudiantes en las actividades de la propuesta formativa 194
8.1.6 Aspectos relacionados con el contexto 195
8.2. Desarrollo de la propuesta didáctica 200
8.2.1. Estudio Piloto 200
8.2.2. Estudio Principal 203
8.3. Metodología 204
8.4. Evaluación del aprendizaje de los estudiantes 206
8.5. Actividades de enseñanza-aprendizaje 208
8.5.1. Desarrollo de algunas de las actividades de enseñanza-aprendizaje 214

Capítulo 9. Utilidad de la Química 263
9.1. Objetivos 264
9.2. Metodología 264
9.2.1. Instrumento de recogida de datos 264
9.3. Resultados 267
9.3.1. Utilidad de la Química 267
9.3.2. Justificaciones aportadas por los estudiantes 271
9.4. Coherencia entre la valoración de la utilidad y de las justificaciones 275
9.5. Objetivos 276
9.6. Metodología 276
9.6.1. Instrumento de recogida de datos 276
9.7. Análisis de los datos 278

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

9.7.1. Comparación de las valoraciones sobre la utilidad de la Química al inicio y final de curso 279

9.7.2. Relación entre la Utilidad de la Química y nivel de estudios del alumnado 285

9.7.3. Justificaciones aportadas por los estudiantes 286

9.7.4. Coherencia entre la valoración de la utilidad y de las justificaciones 294

Capítulo 10. Actitud hacia la Química 301

10.1. Instrumento de medida 302

10.2. Resultados del cuestionario 305

10.2.1. Estudio de frecuencias de cada ítem 305

10.2.2. Análisis de las diferencias por ítem de las respuestas al cuestionario al inicio y al final del curso 310

10.2.3. Efecto de la propuesta sobre las respuestas a cada uno de los ítems 313

10.2.4. Análisis de las dimensiones del cuestionario 317

10.2.5. Relación entre la actitud hacia la Química final de curso y sus calificaciones 326

Capítulo 11. Conclusiones 329

11.1. Conclusiones 331

11.2. Impacto de la propuesta didáctica 334

11.3. Implicaciones didácticas 338

11.4. Limitaciones 341

11.5. Propuestas para continuar la investigación 342

Chapter 11. Conclusions. 347

11.1 Conclusions. 349

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

11.2. Impact of the didactic proposal 352
11.3. Didactic implications 355
11.4. Limitations 357
11.5. Proposals to continue the investigation 358

Referencias 363

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CAPÍTULO 1

Introducción

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Capítulo 1. Introducción

1.1. Origen de esta investigación

En la sociedad actual del siglo XXI, uno de los mayores retos es la educación. En un mundo global que se encuentra marcado por las relaciones internacionales y un mercado laboral globalizado, que se extiende más allá de las fronteras de los distintos países, la formación de las nuevas generaciones hay que plantearla basándose en las nuevas necesidades creadas.

Este marco social, laboral y del conocimiento demanda personas cualificadas y competentes para desenvolverse en los distintos ámbitos profesionales. Para adaptarse a esta realidad y ofrecer una educación de calidad la Universidad debe realizar un importante cambio educativo.

Este cambio educativo debe estar directamente relacionado con la formación del profesorado universitario, ya que, no habrá transformación educativa sin formación del profesorado. Así, si queremos cambiar la educación y adaptarla a la sociedad actual es necesario mejorar la formación inicial y permanente del profesorado.

Como profesora de Química de la Universidad de Málaga llevo unos años observando el escaso interés que despierta entre los estudiantes el aprendizaje de la Química en los Grados de Ingeniería (Ollino et al., 2007; Oliver et al., 2011).

Durante mis clases, en los Grados de Ingeniería Mecánica y de Electricidad he podido observar, curso tras curso, prácticamente las mismas reacciones entre mis estudiantes sobre muchos de los contenidos

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

de Química que tienen que aprender, normalmente sus preguntas son ¿para qué?, ¿cuál es la utilidad de la Química?

En esta Tesis se persigue dar respuesta a uno de los grandes problemas a los que deben enfrentarse los profesores de Química cada día en los centros universitarios, como es la falta de motivación y el desapego de los estudiantes respecto a esta disciplina. Bajo esta idea como eje central, se presenta esta Tesis Doctoral que consiste en investigar en torno a la actitud hacia la Química de los estudiantes de 1º curso de Ingeniería Mecánica centrándose en los efectos de una propuesta didáctica cuya finalidad es promover la utilidad de la Química en tres ámbitos diferentes, el de la vida cotidiana, su vida académica y su vida profesional.

No obstante, esta problemática no es novedosa ni restringida a los estudiantes universitarios, como así lo manifiestan distintos informes realizados sobre la enseñanza de las ciencias en el ámbito europeo. Según el informe Rocard (Rocard et al., 2007) son complejos los factores que relacionan la actitud de los estudiantes con el aprendizaje de las ciencias, aunque se considera evidente que la manera en que el profesorado enseña ciencia en el aula constituye un factor clave para la mejora, por lo que se muestra necesario avanzar en esta dirección.

Desde el compromiso personal por mejorar la formación y las clases de química son muchas las cuestiones que podrían plantearse al respecto: ¿El interés o la actitud por la Química son únicamente responsabilidad del estudiante? ¿Es posible ofrecer una Química más cercana a los intereses reales de los estudiantes? ¿Podemos potenciar la relevancia y utilidad de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

los contenidos? ¿Qué estrategias didácticas favorecen un aprendizaje significativo de la Química? Como afirma Furió (2006):

> «*Somos los profesores los verdaderos protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química. Somos el centro de atención de los estudiantes. Está en nuestras manos el interesarlos por muy desmotivados que lleguen a clase. La motivación depende, en gran medida, de cómo presentemos los problemas, de las estrategias que les propongamos y, especialmente, de las expectativas positivas del propio profesor respecto del éxito de cada uno de sus estudiantes*» (p. 227).

Estas ideas me llevaron a adentrarme en la innovación educativa, a explorar nuevas estrategias didácticas para incorporar cambios en los métodos utilizados en mi docencia. Los estudiantes de Ingeniería acogieron dichas innovaciones muy bien, lo que me animó a continuar investigando en esta dirección. Así me planteé formarme específicamente en innovación e investigación educativa. Con esta determinación inicié en el año 2013 el Programa de Doctorado "Investigación e Innovación Educativa" en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga, culminando ahora esta trayectoria con el presente trabajo de Tesis.

1.2. Objetivo de la Tesis.

La finalidad de esta Tesis es tratar de mejorar la visión de los estudiantes de Ingeniería Mecánica sobre la utilidad de la Química, entendiendo que el reconocimiento de dicha utilidad es un aspecto importante para implicarse en su aprendizaje, como se ha puesto de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

manifiesto en la literatura (Berlanas, 2014; Blanco y Prieto, 1996; Campanario y Moya, 1999; Campanario y Otero, 2000; Childs y Sheehan, 2009). Para ello, se ha diseñado y se ha implementado, siguiendo las orientaciones de la investigación basada en el diseño (Reeves, 2011; Rinaudo y Donolo, 2010), una propuesta didáctica centrada en dicho aspecto y se ha evaluado su impacto en la visión de los estudiantes de Química del 1º curso de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Málaga sobre la utilidad de la Química y sobre su actitud ante ella.

La inquietud para realizar la investigación que se presenta surgió del estudio de la literatura al respecto, del informa PISA 2019 (OCDE, 2019), donde se señala la baja calificación de las ciencias en Secundaria, así como de las observaciones de la propia autora durante experiencia docente como profesora de Química en los estudios de Ingeniería Mecánica en la Universidad de Málaga.

En términos generales, podemos decir que los docentes de Química en la Universidad se encuentran con el problema del poco interés que muestra el alumnado, por esta materia y que, especialmente, se encuentra pronunciado en el caso del alumnado de los grados de Ingeniería (De Jong, 1998; Ollino et al., 2007).

La Química en la Ingeniería está marcada por la deserción y el bajo rendimiento académico de los estudiantes, en esta asignatura. Esta problemática ha llegado a ser designada como “quimifobia” (Ollino et al., 2007). Según algunas investigaciones, esto es debido principalmente, a la deficiente formación en esta asignatura durante la Enseñanza Secundaria, y así como, la forma en la que se enseñan los problemas y la teoría, que se muestran insuficientes para permitir la comprensión de la asignatura

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

por parte del alumnado (Driver et al., 1989; Oliver et al., 2011; Perich, 2008).

Los estudiantes de Ingeniería, en la Universidad, se enfrentan en los primeros cursos con una realidad que ven compleja, y con dificultad para proyectar al marco conceptual y práctico de la Química a lo que será su quehacer en un futuro no muy lejano. Es necesario que conozcan un lenguaje diferente, para que, de esta forma, cuando conozcan y comprendan la Química, puedan explicar los fenómenos que ocurren en la vida diaria (Chang, 2007). Así se observa que esta asignatura no despierta un gran interés en los estudiantes de Ingeniería, lo que dificulta su aprendizaje significativo, provocando una adquisición de conocimientos mecánica, de escasa retención. Este aspecto es realmente importante si compartimos la idea de que "tal vez y sobre todo en ciencia, solo podrá ser educado aquel a quién se le genere un verdadero interés por el tema en cuestión" (Golombek, 2008, p. 31). Mi experiencia como profesora durante los 10 últimos años de la asignatura Química en el 1º curso del Grado en Ingeniería Mecánica en la Universidad de Málaga, me ha permitido constatar la existencia de los problemas hasta ahora planteados y la necesidad de buscar fórmulas para ayudar a modificar esta situación, en aquellos aspectos en los que la enseñanza puede ejercer alguna influencia.

En principio, podemos considerar que estos problemas son fruto de cuatro aspectos que no actúan de forma independiente, sino que se relacionan entre sí a la hora de explicar la toma de decisiones y las actitudes de los estudiantes con respecto a la Química:

- La Naturaleza de la Química en sí y sus contenidos.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

- Su aprendizaje.
- Su enseñanza.
- Su imagen y sus perspectivas profesionales.

Por ello, y con objeto de analizar estos aspectos se ha organizado el marco teórico de la Tesis en varios apartados, tal y cómo se muestra en la Figura 1.1.

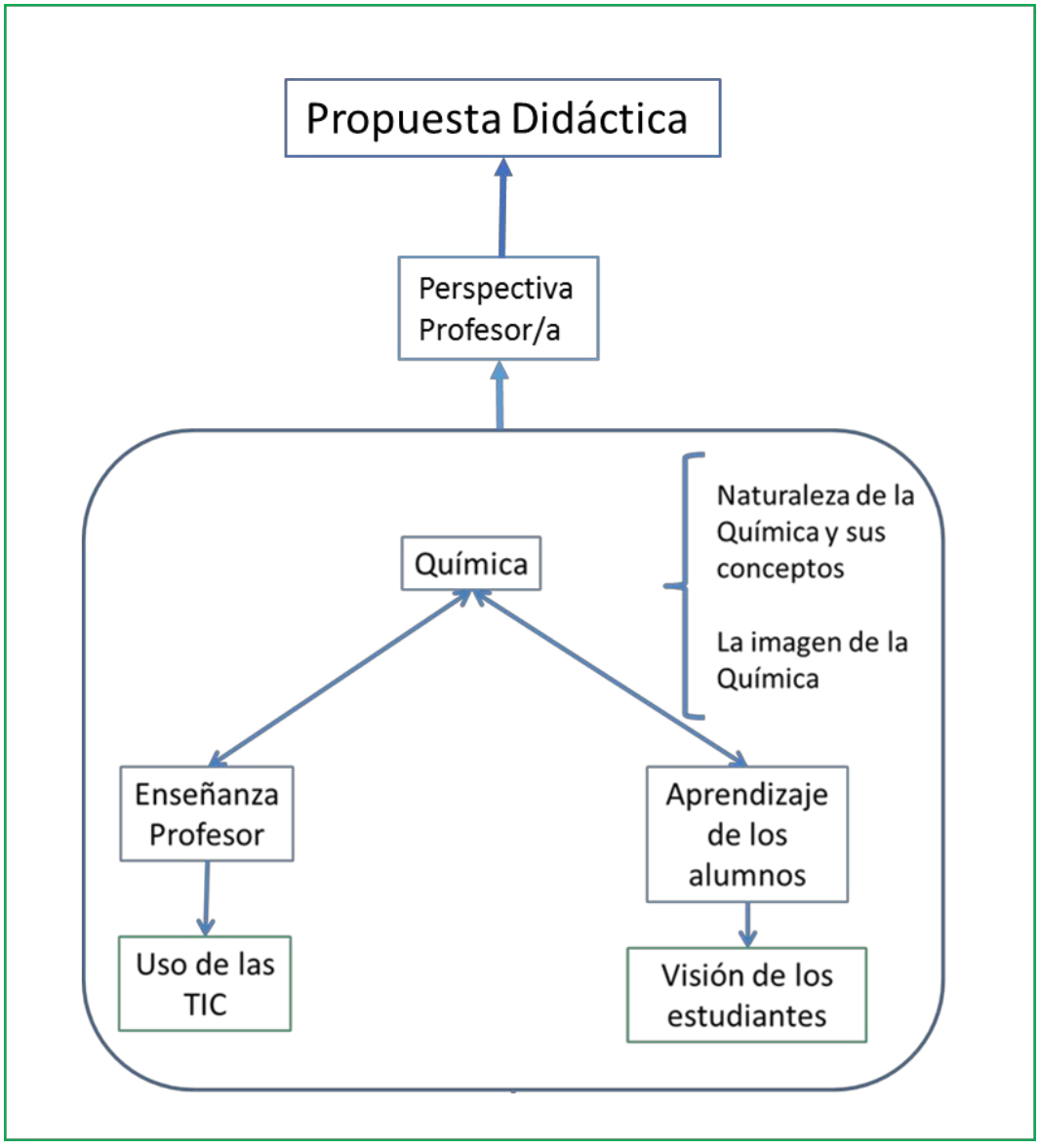


Figura 1.1. Esquema desarrollo de los capítulos del marco teórico de la tesis.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

1.3. Organización de la memoria de la Tesis.

Con objeto de presentar la investigación realizada, la presente memoria se ha elaborado y organizado en dos partes: en la primera parte se recoge el marco teórico, los antecedentes bibliográficos (Capítulos 2, 3, 4 y 5) y el diseño general de la investigación (Capítulo 6) y en la segunda parte se procede a describir, analizar y valorar el diseño y el desarrollo de la propuesta didáctica y las conclusiones (Capítulos 7, 8, 9, 10 y 11).

En el Capítulo 2 se recogen las ideas que se han considerado relevantes en la literatura del tema, sobre las que se sustenta el diseño de la propuesta didáctica. Se comienza analizando la naturaleza de la Química como Ciencia, su imagen, incluyendo la naturaleza de los conceptos clave de la misma, su objeto de estudio y su procedimiento de trabajo, es decir la forma en la que los químicos abordan los problemas. En el segundo apartado se lleva a cabo una breve revisión de la evolución histórica de la Química en torno a la idea de revoluciones, es decir, cambios significativos en la forma en la que esta ciencia ha abordado y hablado sobre la estructura de la materia. A continuación, en el tercer apartado se analiza la imagen de la Química en la sociedad, destacando el carácter ambivalente que presenta la misma para los ciudadanos. Y finalmente, en el cuarto apartado, se concluye tratando el impacto actual de la Química en la sociedad.

En el Capítulo 3, se analizan los factores más importantes que influyen directamente en el aprendizaje de la disciplina, centrándose en sus vertientes cognitivas y afectivas. En la cognitiva se abordan cuestiones relativas a las concepciones e ideas previas de los estudiantes y su influencia en el aprendizaje. A continuación, se tratan las dificultades de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

aprendizaje y se finaliza este apartado con la dificultad de distintos conceptos químicos.

Por otro lado, en la afectiva se analizan tanto los aspectos relativos a los sentimientos, emociones, creencias y actitudes de los estudiantes y se muestran cómo estos elementos conciernen tanto a los docentes como a los estudiantes, y su aprendizaje, concluyéndose que se podrá mejorar el aprendizaje mejorando las creencias y actitudes de ambos acerca de dicha disciplina.

En el capítulo 4 se reflexiona sobre algunos de los problemas y desafíos con los que se encuentra actualmente la enseñanza de la Química en todos sus niveles educativos, particularmente en la Educación Superior. Estos problemas se manifiestan fundamentalmente en una falta de interés de los estudiantes por el aprendizaje de la Química. Una vez planteados estos problemas se propone un conjunto de soluciones desde la enseñanza de la Química. En concreto, sobre la manera de diseñar, enseñar y evaluar, la introducción de las TIC, la contextualización de la enseñanza de la Química y la utilización de nuevos enfoques sobre el trabajo práctico.

El capítulo 5 se centra en la Química como una disciplina fundamental en la formación de Ingeniero, concretamente para un Ingeniero Mecánico que es el Grado en el que se ha llevado a cabo esta investigación. Se comienza analizando las razones que justifican la importancia que la Química tiene en la formación de estos ingenieros y a su vez, en la influencia que la Ingeniería tiene también en la Química. En un segundo apartado se aborda como la Química está recogida en la normativa que regula el Grado de Ingeniería Mecánica, concretándose

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

en la memoria de verificación de la Universidad de Málaga y en la programación docente vigente en los cursos académicos en los que se realizó la investigación. Se finaliza el capítulo planteando las características que suelen presentar los estudiantes que se inician en este grado con respecto a su motivación, interés y actitud hacia la Química.

Una vez finalizado el marco teórico, en el capítulo 6, se describe el problema de investigación objeto de estudio de esta Tesis y el enfoque metodológico utilizado acorde al problema que se plantea. Esta investigación se han utilizado varios enfoques metodológicos que se describen en el primer apartado, así como su fundamento. En un segundo apartado se delimita y formulan el problema de investigación y las preguntas de investigación que han guiado el desarrollo de esta Tesis. En el apartado tercero, se sintetizan los aspectos básicos del diseño del proceso investigativo y se muestran las etapas fundamentales de su desarrollo. Los apartados del cuarto al sexto muestran otros aspectos importantes del proceso investigativo, como son la descripción de los participantes; las técnicas e instrumentos utilizados para el acceso, obtención y producción de información, y finalmente, algunas consideraciones sobre el análisis de los datos obtenidos.

En el capítulo 7 se describen los resultados del estudio sobre la percepción de los estudiantes y el profesorado acerca de la dificultad de los conceptos de Química. Durante el curso académico 2011/12 se llevó a cabo una prueba piloto para iniciar esta investigación. Para ello, en primer lugar, se construyó un cuestionario en el que se seleccionaron distintos conceptos de la asignatura Química. A continuación, se detalla el

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

cuestionario y se finaliza el estudio piloto con los resultados del cuestionario. Los puntos más destacados de este análisis fueron detectar cuales eran los conceptos considerados por los estudiantes más difíciles de dicha asignatura, 5 conceptos considerados muy difíciles por los estudiantes fueron: constante del producto de solubilidad, número de oxidación, enlace covalente, acido-base fuerte, agente oxidante. Seguidamente, este mismo cuestionario es cumplimentado por los docentes de la asignatura y se obtuvo que había coincidencias en 12 de los 19 conceptos, y se destacó que tanto los conceptos de tipo de hibridaciones, reacción oxido-reducción, ecuación Schrödinger, constante del producto de solubilidad, son considerados difíciles por ambos, profesores y estudiantes.

En el capítulo 8 se aborda el diseño y desarrollo de la propuesta didáctica en la que se ha centrado la investigación en la que se basa esta Tesis, y que se encuentra incorporada a la programación docente de la asignatura Química del Grado de Ingeniería Mecánica.

En primer lugar, se analizan los criterios y los referentes principales que se han tenido en cuenta para su diseño; el segundo apartado está dedicado al proceso de diseño y experimentación, detallando los aspectos más destacados del estudio Piloto y del Principal; el tercer apartado, describe los diferentes componentes del diseño de la propuesta didáctica que se utilizó en la estudio Principal (objetivos, contenido, metodología, evaluación del aprendizaje a los estudiantes), y por último, el cuarto apartado se dedica a la descripción pormenorizada de las actividades más relevantes para la finalidad propuesta, así como, un breve descripción de su desarrollo en el aula.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

En el capítulo 9 se presentan y se analizan los resultados obtenidos sobre la valoración que hacen los estudiantes acerca de la utilidad de la Química. Durante el curso 2012/13 se realizó un primer estudio (etapa 1) en el que se indagó sobre la valoración que los estudiantes le daban a la utilidad de la Química para su formación como Ingeniero Mecánico. En primer lugar, aparecen los objetivos del capítulo, seguido de la metodología, donde se incluye construcción del cuestionario y la muestra. En tercer lugar, aparecen los resultados obtenidos en el estudio de la etapa 1. Aunque se preguntaba específicamente sobre "la utilidad para su formación" se observó que los estudiantes diferenciaban entre utilidad en el ámbito profesional, en el académico y para su cultura general. Así, en la segunda parte del capítulo donde se estudia la etapa 2, la tarea utilizada para recabar la valoración de los estudiantes se dividió en tres apartados, utilidad de la Química para su formación profesional, para su formación académica y como cultura general. A continuación, se estudiaron los resultados obtenidos, entre los que se incluyen los cambios de valoración del inicio y el final de curso.

En el capítulo 10, se analiza el impacto que la propuesta formativa ha tenido sobre la actitud que muestran los estudiantes hacia la Química. Así como, sí se encuentra, o no, relacionado con el rendimiento académico final del alumnado.

En primer lugar, se presenta un estudio descriptivo de las respuestas al cuestionario sobre actitud agrupadas en cuatro dimensiones diferentes, importancia, interés, facilidad y motivación. En segundo lugar, se estudian las diferencias observadas en cada una de las cuatro dimensiones, referidas a los datos obtenidos al principio y al final de curso, es decir tras

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

la puesta en marcha de la propuesta didáctica. Y finalmente, se estudia la relación entre las valoraciones otorgadas a las dimensiones y la actitud total, así como, los cambios de actitud, con las calificaciones obtenidas por lo estudiantes tras la implementación de la propuesta didáctica.

Para terminar, en el Capítulo 11 se presentan las conclusiones, propuestas de mejoras, implicaciones didácticas y sugerencias de investigación. Se trata de analizar el grado de alcance de la investigación y su contribución a la investigación didáctica.

El informe de la Tesis incluye las referencias bibliográficas consultados para el desarrollo de la investigación y los anexos que recogen los documentos complementarios acerca de la investigación realizada (pretest-postest, cuestionario de valoración por parte de los estudiantes, etc.).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CAPÍTULO 2

La naturaleza de la Química y su imagen

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Capítulo 2. La naturaleza de la Química y su imagen.

Este capítulo se centra en la naturaleza de la Química y su imagen como ciencia, y está organizado en cuatro apartados. Se comienza analizando la naturaleza de la Química como Ciencia, su imagen, incluyendo la naturaleza de los conceptos clave de la misma, su objeto de estudio y su procedimiento de trabajo, es decir la forma en la que los químicos abordan los problemas. En el segundo apartado se lleva a cabo una breve revisión de la evolución histórica de la Química en torno a la idea de las Revoluciones, es decir, los cambios significativos en la forma en la que esta ciencia ha abordado y hablado sobre la estructura de la materia. A continuación, en el tercer apartado se analiza la imagen de la Química en la sociedad, destacando el carácter ambivalente que presenta la misma para los ciudadanos. Y finalmente, el cuarto apartado se concluye tratando el impacto actual de la Química en la sociedad.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

2.1. La naturaleza de la Química.

La Química[1] es una ciencia que se ocupa de la materia, pero no desde el punto de vista del *ser,* de lo que es en sí misma como ser material, ni tampoco como un soporte de la energía o de los cambios energéticos- como lo hace la Física es decir, no estudia la materia en general, ni la materia indiferenciada, sino las distintas clases de materia que existen en el mundo, y las transformaciones sustanciales que pueden sufrir, así como los nuevos materiales que el hombre fábrica o puede fabricar en el futuro (Blanco, 2001; Rodríguez, 1986). Está interesada en conocer cada vez mejor todas las *especies químicas* que existen en el Universo (Blanco, 2001).

La *especie Química* constituye el objeto de estudio de la Química y como tal concepto se delimitó por primera vez con referencia al concepto de molécula. Más tarde, al investigarse el estado sólido, se tuvo que ampliar tras comprobar que no todas las sustancias están formadas por moléculas en sentido clásico. Se definió entonces como *todo sistema de átomos unidos entre sí por fuerzas de enlace*. Son las entidades que sufren las transformaciones químicas (reacciones) que también son objeto de estudio de esta ciencia (López et al., 2017).

Al estudiar la constitución, las propiedades y las transformaciones de la materia, resulta que su objeto de estudio es todo el Universo. De hecho, la Química no se puede deslindar completamente de ninguna de las demás ciencias naturales. El biólogo

[1] Aunque se utilice la palabra en singular, esto no impide reconocer la pluralidad de tradiciones históricas que existen en este campo, de métodos y de objetivos científicos, así como la variedad de campos interdisciplinares en los que hoy día trabajan los químicos. Al hacerlo de esta forma se refiere a Química en sentido estricto de la palabra, o el núcleo central de la Química (Schummer, 1998).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

estudia las sustancias en los organismos vivientes, el geólogo se ocupa de las rocas y minerales que componen la tierra; el astrofísico está interesado en las sustancias que se encuentran en las estrellas y en el espacio interestelar. Esta superposición entre la Química y las restantes ciencias ha conducido al desarrollo de muchas áreas interdisciplinares tales como la Bioquímica (la Química de la materia viviente), la Geoquímica (la Química de las rocas y los minerales) y la Cosmoquímica (la Química de las estrellas y del espacio interestelar). Consiguientemente, resulta importante el estudio de la Química no sólo por ella misma sino también porque es imprescindible para alcanzar una comprensión plena de otras muchas ciencias y sus aplicaciones (López et al., 2017; Prieto, 1989).

La base del proceder de la Química está constituida por las observaciones y las medidas de las propiedades y de las reacciones de las sustancias. Los principios y las teorías se han desarrollado para sistematizar, racionalizar y explicar dichas propiedades y reacciones, así como para poder efectuar predicciones razonables referentes a sustancias que todavía no han sido estudiadas o sintetizadas. La experiencia de hacer Química es intelectual y visual y, por lo cual, es conveniente tratar de transmitir ambos aspectos al estudiantado (Brady y Holum, 1988; Talanquer, 2013; Tan, 2012).

En el ámbito escolar la Física y la Química se recogen en los currículos y se enseña de forma conjunta hasta niveles avanzados, en España hasta 2º de Bachillerato, entendiéndose que ambas ciencias tienen muchas cosas en común. No obstante, existe un cierto estilo especial que distingue al químico del físico, y que bien pudiera

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

derivarse de la gran tradición artesanal de metalúrgicos y alquimistas que la Química ha heredado del pasado, lo que introduce aspectos de identificación característicos de esta ciencia. Como señala Kuhn (1975), debido a que las artesanías son una fuente accesible de hechos que fortuitamente no podrían descubrirse, la tecnología ha desempeñado frecuentemente un papel vital en el resurgimiento de nuevas ciencias, entre las que la Química ocupa un lugar destacado.

Dos premios Nobel de Química, Roald Hoffmann (1981) y Jean-Marie Lehn (1987), se refieren a la similitud entre la Química y el arte en los procesos intelectuales que llevan a la síntesis de nuevas moléculas. En concreto Hoffmann afirma que «Creo que la actividad creadora no es muy diferente en el arte y en la ciencia; ambas pretenden explicar una parte del universo que nos rodea y, desde ese punto de vista, la actividad científica es incluso más trivial: establecer parámetros perfectamente definidos para la interpretación del universo es más fácil que intentar cuestionar la muerte o el fin del amor» (Hoffman, citado por Cachapúz, 2011b, p. 199).

Otra de las características distintas de la Química es la naturaleza abstracta de sus conceptos. En este caso, nuestros sentidos no pueden ayudarnos a formar conceptos como los de elemento o compuesto, átomo o molécula, electrón o protón. En estos casos, operamos a un nivel intelectual muy diferente de cuando lo hacemos con conceptos como perro o gato, por ejemplo.

Los conceptos de Química, como los de elemento, átomo, electrón, orbital, estado de oxidación, entalpia, etc., no son tangibles como la mayoría de los conceptos cotidianos; son nocionales,

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

semánticos, y su aprendizaje está más influenciado por la enseñanza que por la experiencia. Tratamos de hacerlos reales mediante analogías o groseras simplificaciones y, al hacerlo de esta forma, a menudo aparecen errores conceptuales que deberán ser desaprendidos, proceso que es más duro, incluso, que el de aprender por primera vez. Estas asociaciones erróneas influyen en los nuevos aprendizajes y conducen incluso a más confusión (Chamizo, 2011).

2.2. Notas sobre la evolución histórica de la Química.

William Jensen historiador de Química (1998) divide la historia moderna de la Química en tres revoluciones en base a la manera distinta de hablar de la estructura de la materia (1770-1790, 1855-1875 y 1904-1924) (Chamizo, 2011). Estas tres revoluciones identifican importantes cambios en la concepción estructural de la materia y también de la energía y el tiempo asociado con los cambios químicos, así en la primera revolución el protagonista es A. Lavoisier, se comienza a hablar de la Química cuantitativa• y se crea el Lenguaje de la Química.

En la segunda revolución los protagonistas son S. Cannizzaro, F. A. Kekulé, E. Frankland, D. Mendeléiev y surge la Química molecular, el número de Valencia y se construye la Tabla periódica.

En el periodo entre la segunda y tercera revolución Química fue considerado como la "época de oro de la Química" (Knigth, 1992). La materia está compuesta de átomos y moléculas, lo que permite predecir su comportamiento y facilita copiar moléculas que se

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

encontraban originalmente en plantas y animales, y posteriormente se pueden sintetizar. Así surgieron los colorantes, posteriormente los medicamentos.

La tercera revolución Química implicó el reconocimiento de que los átomos podían dividirse, se descubre la radiactividad, los Rayos X y la Fisicoquímica y sus protagonistas G. N. Lewis, F. Soddy, W. L. Bragg y W. Ostwald. En la cuarta revolución el átomo químico cedió al físico su protagonismo (Izquierdo, 2010). A pesar de sus enormes éxitos en la construcción de nuevos objetos, la Química se percibía como una disciplina desordenada, poco rigurosa e impura (Bensaude-Vincent, 2008).

En los últimos años, Jensen (2010) y otros historiadores (Baird, 2000; Bensaude-Vincent, 2008; Lazlo, 2006) han introducido una cuarta revolución Química gracias a la llegada de nuevos equipos, que podría denominarse “instrumental”. La síntesis Química surgió gracias a la llegada de los nuevos instrumentos y se pudieron preparar nuevos productos más complicados, y de gran importancia biológica y medicinal. Esta cuarta revolución Química implicó cambios significativos en la investigación y la práctica científica, en la estructura de las organizaciones académicas y profesionales (Chamizo, 2011).

La cuarta revolución Química está dominada en buena medida por la sumisión teórica a la física. Aunque la Química permitía explicar las reacciones Química con éxito, con la mecánica cuántica se diseñan las reacciones a partir de sus iones gracias a la espectroscopia (Nye, 1993). Los químicos eran cada vez más fisicoquímicos o bioquímicos y

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

los plásticos y los pesticidas empezaron a cubrir al mundo. La Química se volvió impura y sucia.

Ya desde la Segunda Guerra Mundial se había intentado "limpiar" la imagen de una Química, ya que se asociaba socialmente con los explosivos y los gases venenosos. A su vez los plásticos eran baratos, fáciles de producir y desechables. Así en la 2ª mitad del siglo XX, al final de la cuarta revolución Química, lo artificial domina a lo natural, Bernadette Bensaude-Vincent (2008) "natural-bueno" vs. "sintético-malo".

Entre la cuarta y quinta revolución, se usó de forma indiscriminada del DDT llevó a reconocer que la toxicidad de los pesticidas y herbicidas, y que no sólo afectaba a sus destinatarios sino a toda la cadena alimenticia. La culpa de ello era la ignorancia de las profesionales de la industria Química, estos no conocían suficientemente bien lo que sucedía con sus productos. La imagen pública de que envenenar a unos envenenaba a todos fue profunda, extendida y, desde entonces en muchas sociedades, permanente.

Posteriormente aparece la quinta revolución permitiendo "ver" lo submicroscópico, y de la que surgirán tres nuevos territorios: la Química organometálica, la supramolecular y la nanoquímica. Desde principios del siglo XIX, Jons J. Berzelius estableció las fronteras internas de la Química como orgánica e inorgánica, incorporándose en los currículos de las carreras de Química en prácticamente todo el mundo, diseñándose prácticas de laboratorio, creándose revistas especializadas, etc... En esta quinta revolución las reacciones se llevan

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

a cabo en condiciones menos extremas, acercándose a condiciones que permiten la vida y que disminuyen la generación de potenciales contaminantes (Chamizo, 2011).

Esta nueva posibilidad de manejar átomos de manera individual hizo que fuera imposible distinguir entre ciencia pura y aplicada, o entre física, química y biología.

Con la quinta revolución Química, la Química se volvió un peligro planetario.

Así llegó la Química ambiental, socialmente promueve un código de conducta (ACS, 1994-2007), ayuda a diseñar leyes relacionadas con la contaminación y el manejo de materiales peligrosos, (Chamizo, 2011) maquillándose de "verde".

2.3. Imagen de la Química.

La evolución histórica de la Química descrita en el apartado anterior, y en particular su evolución a lo largo del siglo XX (cuarta y quinta revolución) pueden explicar el hecho de que esta ciencia parece estar perseguida por una mala imagen.

El filósofo de la Química Schummer (2007) indica que la química no sólo domina la imagen pública de las ciencias, sino que también establece, de manera importante, su estrecha y conservadora representación popular que data de hace más de tres siglos. Así el filósofo inglés del siglo XVII Hobbes, indicaba la inferioridad social de aquellos que se dedicaban al trabajo práctico: drogueros, jardineros, herreros, etc. Para él, como para otros muchos académicos de su

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

tiempo, una biblioteca era mucho mejor que un laboratorio. En los laboratorios, donde se realiza un trabajo práctico u no una investigación teórica, por lo que eran consideradas actividades de menor nivel intelectual (Chamizo, 2011).

Diderot, uno de sus editores de la Enciclopedia, reconoce la imagen pública de los químicos: “Los químicos son todavía un pueblo distinto, no muy numeroso, que tiene una lengua propia, sus leyes particulares, sus misterios y que vive prácticamente aislado en medio de un pueblo más grande, que muestra poca curiosidad por sus asuntos y que no espera casi nada de su industria” (Chamizo, 2011, p. 325).

En la actualidad, los avances en Química no se publicitan, no se muestran en televisión, sin embargo, existe una excelente cobertura de noticias de cada accidente químico que se produce en el mundo. Según Schummer et al. (2006) de entre todas las disciplinas científicas, la Química es la que muestra una imagen más negativa, ya que se asocia con venenos, guerras, peligros, contaminación ambiental, pasando por aspectos pseudo científicos de la alquímica, hasta la brujería y la esquizofrenia de científicos enojados. La Química es entendida como una actividad misteriosa, mística, extraña, sombría y peligrosa.

Sin embargo, a veces la Química es considerada una tecnología útil por ejemplo para la fabricación de los plásticos biodegradables, la síntesis de medicina salvavidas como la penicilina o la mejora de la especie humana mediante técnicas de clonación (Zeeman, 2003). Por

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

el contrario, a veces es asociado con peligros latentes como el enriquecimiento de material nuclear.

A lo anterior hay que sumarle la imagen fantástica de la ciencia, de los científicos y sus laboratorios visibles en el cine de ficción, Frankestein, Mr Hyde o Dr. Jekyll, muestran imágenes de laboratorio científicos, como lugares sombríos y grotescos ubicados en lugares ocultos en los subterráneos de los castillos o de casa viejas, asociado con fuerzas sobrenaturales, que ni por asomo son similares a los laboratorios reales (Guerris et al., 2020; Mora y Parga, 2010).

La Química se ha estado quejando por su bajo prestigio y la carencia del reconocimiento público de sus logros, por lo que han intentado, como estrategia, sustraer el término Química del conjunto de la disciplina, para adoptar etiquetas tales como ciencia de los materiales, ciencia molecular, … pero la comunidad de profesionales de la Química difícilmente han enfrentado esta problemática desarrollando verdaderos programas de investigación para entender como esa imagen poco positiva de la Química ha estado dificultando y contribuyendo a facilitar la formación de una imagen adecuada y generando de actitudes hacia la Química y su aprendizaje en sus distintos contextos históricos culturales, populares y académicos (Christenssön y Sjöström, 2014; Mora y Parga, 2010).

La sociedad tiene una falta de idea de cómo la Química forma parte de la sociedad en el buen sentido, y no forma parte de la sociedad en el mal sentido. Los químicos muestran una gran eficacia de comunicación entre ellos, pero no han aprendido a comunicarse

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

hacia el exterior, con la sociedad. Siendo de esta forma capaces de mostrar a la sociedad el lado bueno de la Química.

Para contrarrestar esta mala imagen de la química, habrá que explotar los beneficios positivos. Los medicamentos, muy necesarios en nuestra sociedad, no son vistos por la sociedad como agentes químicos. Los textiles de moda ocupan un lugar destacado en nuestra cultura, pero no tienen nada que ver con los químicos. La comida sana es beneficiosa, y tiene la particularidad de no poseer productos químicos o tecnología química. Todas estas ideas son ideas equivocadas que el público tiene como creencias.

Por otro lado, hay que recordar que la creencia popular encuentra incompatibles la relación entre religión y ciencia, pensando que los científicos en general son no creyentes (Artigas, 1995).

2.4. Impacto de la Química en la Sociedad.

Todo lo que nos rodea en nuestro planeta está constituido por moléculas, lo que permite decir que *todo es Química*. Gracias a esta virtud la Química sea considerada la *ciencia central*. La Química puede considerarse la ciencia central debido al papel que juega como nexo entre ciencias más básicas, como la física, y las más aplicadas, como la biología, la medicina, la farmacia o la ciencia de los materiales (Herradón, 2020).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

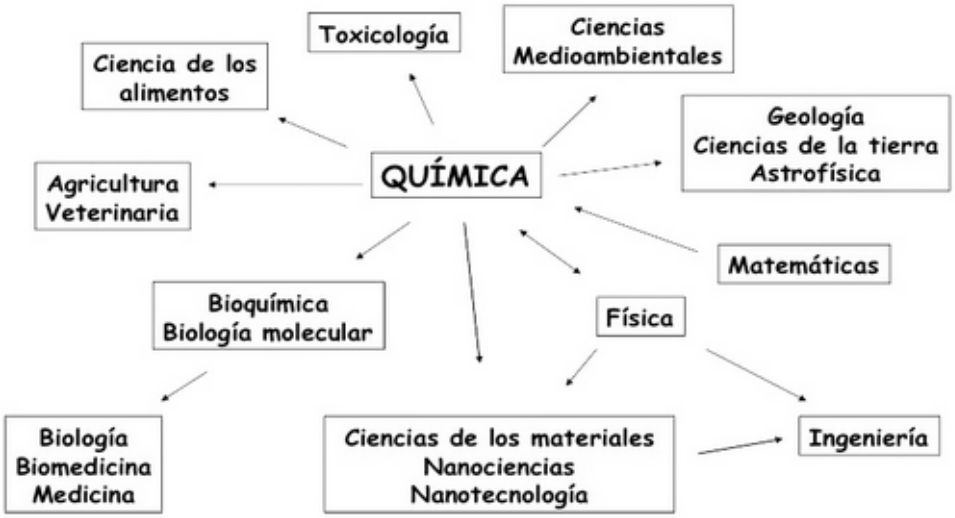


Figura 2.1. La Química como base de otras ciencias (Herradón, 2020).

En el siglo XIX, la Química era una ciencia de moda en la sociedad pues proporcionaba muchas sustancias que facilitaban la vida de las personas. Y aún hoy día sigue beneficiando a la sociedad, proporcionando una vida más saludable (gracias a la potabilización del agua, al desarrollo de medicinas) (Herradón, 2020).

En el siglo XX, y especialmente en sus últimas décadas aparecieron muchos fenómenos vinculados con diferentes aspectos de la Química, por ejemplo: el agujero de ozono, el efecto invernadero, las pilas alcalinas, la lluvia ácida… (Caamaño, 2018; Guerris et al., 2020).

Por otro lado, juntamente con otras ciencias a finales de este siglo tenemos claro que la vida en todos sus eslabones está basada en un ordenado conjunto de reacciones químicas que suceden en los organismos y en todo lo que lo rodea (Caamaño, 2018).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

En el siglo XXI, se continua con los problemas heredados del siglo anterior y se es consciente desde el punto de vista químico, que quemar derivados del petróleo supone que se esté gastando miles de compuestos químicos que constituyen las materias primas con las que se podrían fabricar bienes de consumo, principalmente los plásticos y polímeros con múltiple de aplicaciones. Además, el deterioro medioambiental está estrechamente relacionado con el consumo excesivo de energía. Es indudable que parte de la causa de la alta contaminación ambiental se debe al uso excesivo y no adecuado de sustancias químicas. La Química es también en este siglo esencial para limpiar el planeta de contaminantes (Herradón, 2020).

El estudio de la Química ha servido para solucionar problemas, pero también ha provocado problemas ambientales. La Química juega un papel crucial en todos los aspectos de la vida diaria actual; está implicada en el aire que respiramos, el agua que tomamos, los plásticos que usamos, nuestras comidas, ropa y los edificios que habitamos. La Química es fundamental para la generación de productos químicos, materiales y energía sean sustentables (Sanghi et al., 2012).

Por otro lado, la Química es indispensable para asegurar que las siguientes generaciones de productos químicos, materiales y energía sean sustentables.

Con la llegada del concepto Química Verde, se habla de Química y Medioambiente. Antes de este concepto, los químicos habían valorado el éxito de una reacción o proceso utilizando casi exclusivamente el concepto de "rendimiento". (Trost, 1991). Sheldon

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

propuso el "factor E" que definió como la relación en masa de residuos y productos (o cantidad en gramos de residuos por gramo de producto), considerando así, otro parámetro complementario de medición que toma en cuenta todos los materiales consumidos para obtener el producto puro, pero no incorporados en éste (Sheldon, 1992; 2007).

El concepto de “Química Verde” se relaciona con el diseño de procesos y productos químicos que reduzcan o eliminen el uso y generación de substancias peligrosas. Esta definición fue introducida por Paul Anastas, quien junto con John Warner escribieron el libro “Green Chemistry: Theory and Practice” en 1998 (Anastas, 1998) donde aparecen los principios de la Química Verde, como criterios que buscan valorar cuán respetuosa es una reacción, un proceso o un producto químico con el medio ambiente.

Disminuyendo la generación de residuos o uso de energía, será posible conseguir un ahorro económico. No solo sería beneficio económico, sino que se evitaría la sobreexplotación de recursos naturales y la alteración de ecosistemas. De esta manera se disminuye el riesgo por el manejo de sustancias peligrosas, así como, de accidentes que impacten tanto a la sociedad como a la naturaleza.

La Química Verde está enfocada al diseño de procesos, la preparación y el uso de productos químicos con un potencial de contaminación y riesgo ambiental menor a los tradicionales, basados en diferentes tecnologías (Sierra et al., 2014).

De esta forma la Química Verde está creada para eliminar o disminuir las fuentes de contaminación intentando que nuevos productos y procesos no hagan peligrar cualquier forma de vida. Sin embargo, la

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

naturaleza es un sistema muy complejo, por lo que es necesario lograr un nivel integral de conocimientos multidisciplinarios. Combinar la ciencia y la tecnología con la protección de la naturaleza es un gran reto al que enfrentarse.

En nuestro país una de las principales barreras es la falta de información, lo que implica un desarrollo insuficiente de la conciencia ambiental, las inversiones son insuficientes, así como la transición lenta entre los sectores académico e industrial (Sierra et al., 2014).

En la práctica, se requiere una colaboración estrecha entre los sectores académico, industrial y gubernamental, con la finalidad de sincronizar los diferentes modos de pensar, pero con el común de cuidar el ambiente y la búsqueda de innovación para lograr tecnologías más limpias. El uso de productos "verdes" ha aumentado, no simplemente por moda sino por necesidad.

En estos momentos la Química está viviendo una época dorada, debido a que aparece en tejidos, pinturas, plásticos, vidrio, metales, medicamentos. Hasta aquí, todo estaba a favor, además, nos encontramos con la polución creada por la misma, la ubicación de los desechos industriales, el calentamiento global, la contaminación ambiental, etc. (Sierra et al., 2014).

La Química por lo tanto es necesaria para entender y comprender la ciencia de los materiales, la medicina, la biología, casi todas las Ingenierías, etc. Además, hay que considerar que la Química también es muy importante en la economía, puesto que forma una gran parte del mundo en el que vivimos (Sierra et al., 2014).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

La mayoría de los químicos que trabajan en la educación superior tienen historias que contar sobre este tema. Si se tiene en cuenta, por ejemplo, las bolsas de aire de seguridad en nuestros vehículos. ¿Cómo funcionan si no es a través de la Química?

La Química es una disciplina que se basa en gran medida en las técnicas analíticas para identificar, cuantificar, racionalizar observaciones y así sucesivamente, haciendo uso de la Química básica.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CAPÍTULO 3

Aprendizaje de la Química

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Capítulo 3. Aprendizaje de la Química.

La Química se ha convertido para un gran número de estudiantes en un obstáculo para lograr sus objetivos de estudio, de manera que ha trascendido la parte académica y se ha establecido como un impedimento cognitivo y emocional. Este problema es percibido por los docentes encargados de impartir esta asignatura en los Grados de Ingeniería que suelen comentar que la mayoría de los estudiantes de Química "no quieren aprender", "no les interesa", "no saben sobre la asignatura". Todas estas expresiones hacen referencia a los aspectos cognitivos y afectivos de los estudiantes hacia la Química, poniendo de manifiesto la importancia que los aspectos relacionados con el aprendizaje tienen en la enseñanza de esta materia.

A lo largo de este capítulo, se analizan los factores más importantes que influyen directamente en el aprendizaje de la disciplina, centrándose en sus vertientes cognitivas y afectivas.

En la dimensión conceptual se abordan, en primer lugar, cuestiones relativas a las concepciones e ideas previas de los estudiantes y su influencia en el aprendizaje. A continuación, se tratan las dificultades de aprendizaje y se finaliza este apartado con la dificultad de los distintos conceptos Químicos.

En la dimensión afectiva se analizan tanto los aspectos relativos a los sentimientos, emociones, creencias y actitudes de los estudiantes y muestra cómo estos elementos conciernen tanto a los docentes, como a los estudiantes y su aprendizaje, concluyéndose que se podrá mejorar

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

el aprendizaje mejorando las creencias y actitudes de los estudiantes y personal docente acerca de dicha disciplina.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

3.1. Aspectos generales sobre el aprendizaje de la Química.

Los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Química, al igual que otras disciplinas como la Física o la Biología, presentan características y problemas específicos que conviene analizar, tanto si se enseña como parte de enfoque más generales o integrados.

Las dificultades de aprendizaje que se plantean en la Química se basan en la interacción de la forma en la que los estudiantes aprenden y se enfrentan a los conceptos nuevos y las características propias de la asignatura. Para Johnstone (1993) la Química constituye ahora una parte integral de la educación general de muchos jóvenes, pero quizás no tengamos muy clara la finalidad de su enseñanza. La materia en sí misma plantea muchos problemas provenientes de su estructura conceptual que puede no encajar bien, con lo que, ahora sabemos sobre cómo aprenden las personas. Este mismo autor unos años después consideraba que La Química es un tema difícil para los estudiantes. Las dificultades pueden residir en el aprendizaje humano, así como en la naturaleza intrínseca del tema" (Chiu,2005; Johnstone, 2000) entiende la Química como un mundo lleno de fenómenos interesantes, actividades de experimentación y conocimiento fructífero atractivas para la comprensión del mundo natural y sus manufacturas. Sin embargo, es complejo.

Por ejemplo, Herrón (1996) argumentó que el lenguaje es el origen de muchas de las dificultades de aprendizaje de la Química, ya que los significados de las palabras usadas en Química son muy diferentes a la lengua utilizada en la vida cotidiana. Es necesaria la ayuda con un lenguaje altamente simbólico, que resultan muy útiles para su

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

comprensión, pero que pueden resultar sumamente peligrosos para los estudiantes. Los estudiantes suelen crear ideas espontáneas que en muchas ocasiones debido al gran nivel de abstracción de los conceptos que se estudian en la ESO y en Bachillerato suelen ser erróneas.

Puede suceder que en diseños inadecuados de enseñanza se comience la instrucción por el nivel simbólico; que el nivel macroscópico se relegue a una práctica para reforzar lo aprendido, y que se suponga que la concepción del nivel microscópico forma parte de las destrezas de los estudiantes. Asimismo, Oversby (2000) objeta que los modelos usados en los libros de texto tienen fortalezas y limitaciones.

3.2. Dimensión conceptual.

Uno de los temas que más preocupan es el aprendizaje de los conceptos. Como es conocido, existen varias teorías sobre cómo se adquieren los conceptos. Desde la perspectiva constructivista de las ciencias se diferencias dos contextos, uno basado en las ideas previas de los estudiantes (Brown, 1992; Clement et al., 1989; Driver, 1983; Stejskalová et al., 2019; Wandersee et al., 1994;) y las dificultades de aprendizaje. Concepciones del alumnado de secundaria sobre la comprensión (Campanario y Otero, 2000; Carrascosa y Gil, 1985;).

A continuación, se encuentran detallados ambos aspectos.

3.2.1. Concepciones e ideas previas de los estudiantes.

Desde la década de los ochenta del siglo anterior comenzó a prestarse atención a las denominadas concepciones o ideas de los estudiantes, cuando se constató la importancia que tienen en el

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

aprendizaje de las ciencias. Se ha detectado que el alumnado posee sus propias concepciones sobre los fenómenos naturales y sobre todo aquello que se les quiere enseñar (Brown, 1992; Clement et al., 1989; Driver, 1983; Stejskalová et al., 2019; Wandersee et al., 1994;). Los estudiantes cuentan con sus propios puntos de vista sobre los conceptos científicos y con un lenguaje propio, siendo diferente al lenguaje los científicos. Osborne et al. (1983) diferencian entre la ciencia del alumnado y la de los científicos, o lo que es lo mismo, desde el punto de vista que tiene acerca del mundo y el significado de las palabras que los estudiantes tienden a adquirir de manera formal antes de que reciban alguna enseñanza de las ciencias, y el punto de vista científico.

Se puede decir que en la enseñanza de la ciencia hasta hace unas décadas se ha ignorado la ciencia del estudiante. Se piensa pensaba que el estudiante no tiene conocimiento del tema antes de que le sea formalmente enseñado, es decir comienza con la "mente en blanco" y que esta puede ser llenada con la ciencia del maestro. En algunos casos se considera que, aunque los estudiantes pueden tener algún punto de vista conceptual de un nuevo tema científico por enseñarle, esto tiene poca significación para el aprendizaje y puede ser directa y fácilmente reemplazado.

Normalmente, cuando un docente pregunta en el aula acerca de un concepto que se va a estudiar, el alumnado responde con repuestas equivocadas a las cuestiones planteadas. No obstante, estos denominado errores se comenzaron a contemplar. Si el docente no tiene en cuenta las ideas previas de los estudiantes, el aprendizaje

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

puede ser deficiente. Parece que determinados esquemas conceptuales están ampliamente extendidos en todas las culturas, chocando en muchas ocasiones con las teorías científicas. Asimismo, algunas de las ideas previas de los estudiantes tienen origen en la experiencia cotidiana (Campanario y Otero, 2000; Kind, 2004; Viennot, 1996).

Hoy día, y gracias a la investigación didáctica, se conocen con bastante detalle las ideas que tienen los estudiantes en las áreas del conocimiento científico. Las ideas previas que poseen el alumnado para la interpretación de los fenómenos antes y después de recibir la enseñanza formal sobre el tema en curso se ha estudiado en didáctica de las ciencias experimentales (Brown, 1992; Clement et al., 1989; Cohen et al., 1983; Campanario y Otero, 2000; Furió y Guisasola, 1999; Suarez, 2016), y ha evolucionado a lo largo de los años según se muestras en los trabajos de Carrascosa, 1983; Carrascosa y Gil, 1985; Gil y Carrascosa, 1992. Estos trabajos muestras estudios descriptivos, sin embargo, no pueden ser utilizados como predicciones sobre lo que sucederá en situaciones similares, es imposible conocer cuáles serán las ideas de un estudianteen una situación concreta.

Garnett et al. (1995) presentaron un estudio en el que se han recopilados las ideas previas que habían sido publicadas, a esta esa fecha, en relación con la Química, poniendo de manifiesto la importancia de conocerlas, ya que su conocimiento favorece la enseñanza y el aprendizaje de esta ciencia.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que el pensamiento del estudiante deriva de su integración en el medio social y cultural. El

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

estudiante acepta las ideas que están asumidas en su cultura, transmitidas a través del lenguaje, formando parte de la vida cotidiana. Son ideas aceptadas como idea común a pesar de haber sido rebatidas durante años. Siendo esto consecuencia de haberse integrado la cultura científica en la cultura popular. Se puede decir que la percepción de cualquier fenómeno será filtrada ontológica y conceptualmente por el estudiante, basándose en la experiencia física, sino también en la cultura y lenguaje cotidianos. Este filtro puede revelar muchas de los dificultades y obstáculos epistemológicos comentados en la literatura (Llorens, 1994).

Por otro lado, la enseñanza y los docentes pueden ser una fuente alternativa de concepciones (Wandersee et al., 1994). Los mismos profesores de Química descubren que los conceptos básicos de la Químicas son difíciles de enseñar, conceptos tales como: materia, sustancia, elemento, compuestos, etc.… Esto es porque la definición dada de estos conceptos en los libros de textos es escasa o involucra ideas en los estudiantes que aún no son familiares para ellos.

Quizás el aspecto más preocupante de las ideas previas no sea su existencia, sino su persistencia. Todos los resultados obtenidos hasta el momento muestran la gran resistencia al cambio que presentan las estructuras mentales construidas por los estudiantes. Así, raramente la exposición de las ideas científicas denominadas “correctas” hace abandonar al alumnado sus ideas previas, las que suelen permanecer inalteradas después de largos periodos de enseñanza y que a su vez cohabitan con las ideas científicas (Furió y Guisasola, 2001).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Los estudiantes mantienen dos esquemas paralelos de conocimientos, uno sobre fenómenos, teorías, leyes, fórmulas y métodos, que le sirven en el medio escolar para resolver ejercicios y aprobar los exámenes; y otra, los estudiantes mantienen su arsenal de ideas previas, que les son útiles para entender la realidad y para interaccionar con el medio que les rodea. Inclusive, es frecuente que una vez han terminado sus grados los estudiantes universitarios y licenciados/as siguen manteniendo concepciones erróneas sobre ciertos fenómenos científicos (Furió y Guisasola, 1999).

Es importante resaltar que un estudiante no asimilará un nuevo esquema conceptual si no es consciente de las posibles limitaciones del que ya posee, y si no entiende la necesidad de modificarlo. Por tanto, el aprendizaje significativo de las ciencias no se dará por acumulación de información transmitida, sino por cambio conceptual; esto constituye un proceso semejante al modo cómo se da el progreso científico.

El cambio conceptual no debe ser, por tanto, la simple sustitución de un concepto equivocado por otro correcto, sino que el proceso de cambio debe involucrar relaciones entre preconceptos, de modo que todos ellos sean los que entran en crisis y no un concepto aislado. Este proceso de enseñanza y aprendizaje es denominado enfoque constructivista: los esquemas conceptuales son construidos activamente por la persona que aprende (Campanario y Moya, 1999; Driver, 1983; Driver y Oldham, 1986). Así, el papel del docente consiste en situar a su alumnado frente a situaciones y problemas para los que

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

deben imaginar soluciones, diseñar experimentos de contrastación de las hipótesis, etc.… (Driver, 1983).

Con relación a las ideas previas del alumnado, como comenta Mercé Izquierdo en su artículo (2009), “es posible aprender Química en la escuela ya que las ideas básicas en las que se fundamenta son mínimas y simples” (p. 26). Esta autora sugiere acercar las ideas fundamentales de los estudiantes, de forma que conformen una base sólida y rigurosa sobre la que construir aprendizajes posteriores más complejos, reflexionando y comprendiendo multitud de fenómenos que suceden en la vida cotidiana. Así, de forma explícita e implícita se incluyen tres acciones fundamentales en los aprendizajes significativos: hacer, reflexionar y comunicar (Izquierdo, 2009).

3.2.2. Dificultades de aprendizaje.

Otro de los aspectos importantes desde la perspectiva constructivista es el denominado “dificultad de aprendizaje”. En el caso de las ciencias, las dificultades de aprendizaje surgen por la forma en que los estudiantes, y en general las personas sin amplia formación científica, perciben y razonan sobre los fenómenos, que se caracteriza por el uso de metodologías superficiales (Carrascosa y Gil, 1985) a las que se suele denominar metodología de sentido común y el uso de heurísticos no adecuados (Campanario y Otero, 2000). La metodología del sentido común se caracteriza por la rapidez en extraer conclusiones a partir de unas pocas observaciones cualitativas poca rigurosas, aceptándose como verdades absolutas evidencias del sentido común

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

asumidas por la cultura cotidiana. Este tipo de pensamiento se opone a una concepción hipotética del conocimiento científico. Esta modelo de conocimiento hipotético significa ponerlo en duda y someterlo a ensayos mediante experimentos, empleando el análisis de su coherencia con otras ideas admitidas en la teoría de conocimientos en el que se ha basado (Furió y Furió, 2000). Hoy día se considera que las concepciones, ideas previas o los errores conceptuales que los estudiantes manifiestan sobre muchos aspectos de la ciencia son fruto de esta forma de razonamiento.

En el caso de la Química, las dificultades de aprendizaje se basan en la interacción de la forma en la que los estudiantes aprenden y se enfrentan a los conceptos nuevos y las características propias de esta ciencia. Las dificultades de aprendizaje de la Química pueden englobarse en tres grandes ámbitos: La naturaleza corpuscular de la materia, la aplicación cuantitativa de las leyes químicas y la conservación de propiedades no observables (Pozo et al.,1991).

A continuación, se describen cada uno de estos ámbitos.

La naturaleza corpuscular de la materia.

Este concepto es necesario para poder interpretar la estructura de la materia y sus propiedades. Diversos trabajos estudiados (Benarroch, 2000; Blanco y Prieto, 2004; Domínguez García-Rodeja et al., 1996; Hernández, 1997) muestran que los estudiantes utilizan este modelo en muy poca proporción en sus explicaciones en secundaria e incluso en la universidad, y cuando lo hacen, en una proporción muy elevada es de forma errónea, utilizando ideas mixtas entre sus propias

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

concepciones y las científicas. Normalmente intentan explicar lo submicroscópico con lo macroscópico, atribuyendo a las partículas propiedades similares a las de sus características observables.

El aprendizaje de la Química necesita correlacionar y coordinar los aspectos vinculados con los tres niveles en los que se manifiesta el conocimiento químico: macro, submicro y simbólico (Johnstone, 2006). La Química describe la estructura microscópica de la materia y sus propiedades, pero esta es una visión abstracta, no se puede ver y es difícil de imaginar, por lo tanto, su percepción sensorial es muy difícil. Así, la Química describe la materia como constituida por partículas en continuo movimiento imperceptibles, por otro lado, se puede observar la transformación de la materia. Y para poder explicarlo se necesita un leguaje específico y simbólico. Es necesaria la ayuda de un lenguaje altamente simbólico, que resultan muy útiles para su comprensión, pero que pueden resultar sumamente peligrosos para los estudiantes. Los estudiantes suelen crear ideas espontáneas, que en un gran número de ocasiones debido a que los conceptos que se estudian en la ESO y en Bachillerato tienen un gran nivel de abstracción, suelen ser erróneas (Blanco y Prieto, 1996).

Las investigaciones realizadas en diferentes países mostraron que, en gran parte, las concepciones alternativas, son debidas a desconexiones entre los niveles macroscópicos y submicroscópicos (de Vos y Verdonk, 1987; Furió et al., 2000; Gabel et al., 1987; Onwu y Randall, 2006; Trinidad Velasco y Garritz, 2003; Yusuf, 2020). Puede suceder que en diseños inadecuados de enseñanza se comience la instrucción por el nivel simbólico; que el nivel macroscópico se relegue

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

a una práctica para reforzar lo aprendido, y que se suponga que la concepción del nivel microscópico forma parte de las destrezas del estudiante. Blanco y Prieto (2004) establecieron, a partir de un análisis de la literatura al respecto, un esquema de progreso sobre la comprensión de la naturaleza de la materia en el que se identifica cuatro dimensiones clave: A. Imagen de la materia (continuidad-discontinuidad); B. Aceptación del vacío; C. Características de las partículas y D. Recurso a los niveles macroscópico/microscópico en las explicaciones. El orden en que se citan no implica ninguna jerarquía desde el punto de vista científico ni desde el punto de vista del aprendizaje. Una buena descripción del desarrollo de la comprensión podemos obtenerla si conocemos cómo se produce en cada una de estas dimensiones, consideradas, para este análisis, como si fuesen independientes unas de otras, aunque la afirmación de que los estudiantes «tienen teorías» implica que sus concepciones sobre cada una de ellas están relacionadas. La articulación de las ideas de cada una de estas vertientes permite identificar, según estos autores cuatro "teorías" sobre la naturaleza de la materia: continua-macroscópica, macro-micro, partículas-vacío y escolar, respectivamente, las cuales son propuestas para investigar el aprendizaje de los estudiantes en este dominio.

3.2.3. Conservación de la materia.

Como es sabido en los cambios físicos se conservan la masa y las sustancias, mientras en los químicos desde el punto de vista de la Química ambos están relacionados, dependiendo de los cambios de la

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

estructura microscopia de la materia (Pozo et al., 1993). Por lo tanto, para poder explicar, interpretar y comprender los procesos es necesario tener en cuenta la conservación de ciertas propiedades no observables de la materia. En los cambios físicos que experimenta la materia se conservan las sustancias que intervienen, se mantiene su identidad y no cambia su estructura microscópica, ya sean moléculas o iones. En ambos casos los cambios son reversibles y pueden recuperarse las sustancias intactas, tanto en su estructura como en su cantidad. En los cambios químicos la identidad de las sustancias que participan el proceso se modifica, se produce una reordenación de los átomos que las forman, cambiando por tanto su estructura microscópica, lo que hace la transformación no sea reversible por métodos físicos (Pozo et al., 1993). Además, a lo largo de la historia ha habido interpretaciones diversas sobre la conservación y no conservación de la materia en todo tipo de procesos.

No obstante, son problemas totalmente diferentes para los estudiantes de Secundaria (Pozo et al., 1993).

3.2.4. Relaciones cuantitativas.

Se entiende por cuantificación de relaciones la representación cuantitativa de las leyes fisicoquímicas y su aplicación práctica. La cuantificación constituye el tercer gran problema en la compresión de la Química. Este problema está directamente relacionado con los dos anteriores, y no podrá superarse mientras no se hayan superado estos dado que la mayor parte de los cálculos que han de realizarse en el estudio de la Química están basados en la medida del número de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

partículas que intervienen en un proceso y en su conversación a lo largo de él. La aplicación cuantitativa de las leyes químicas constituye una de las partes más importantes de esta ciencia, la que más dificultades representa para los estudiantes (Pozo et al., 1993).

Los cálculos que los estudiantes deben aprender a realizar se resumen a la aplicación del cálculo proporcional. Este cálculo puede parecer sencillo, sin embargo, los docentes de Química saben las grandes dificultades que entraña el aprendizaje de las relaciones cuantitativas y las resoluciones de problemas de Química.

Numerosos son los investigadores que han puesto de manifiesto la relación entre manejo de cálculos proporcionales y los rendimientos en Química, así como las dificultades que encuentras en su aplicación, (Galagovsky et al., 2015; Pozo et al., 1991; Pozo et al. 1993; Raviolo & Lerzo, 2016).

La máxima dificultad proviene del número de proporciones diferentes y sucesivas que es necesario ejecutar para resolver el problema (Gailiunas, 1987) y por la necesidad de encontrar una estrategia de resolución apropiada a cada caso. (Pozo y Gómez-Crespo, 1994).

Sin embargo, el mayor problema se encuentra en la aplicación cuantitativa de las leyes químicas relacionadas con las dificultades propias de los conceptos químicos. El concepto más importante para la mayoría de los cálculos el mol, siendo este un concepto muy complejo para la mayoría de los estudiantes, son muchos los que no comprenden su significado y lo utilizan de forma errónea.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

3.2.5. Visión de los estudiantes sobre la dificultad de los conceptos de Química.

El principal problema que se encuentran los docentes de Química en Ingeniería es la gran dificultad que presentan los estudiantes para comprender significativamente los conceptos fundamentales y necesarios para explicarla, es una situación que se repite y que se encuentran los docentes encargados de impartir la materia en cuestión. Relacionado con este tema se encuentra la investigación realizada por Childs y Sheehan (2009), sobre cuáles son los conceptos de Química considerados difíciles por los estudiantes irlandeses. La finalidad de dicho trabajo es proporcionar información a los profesores/as de Química, sobre cuáles son los conceptos que mayoritariamente encuentran difíciles los estudiantes. Por ello, esta investigación es relevante y refleja los cambios que deben ocurrir en cuanto a la forma de enseñar la Química. (Quílez, 2019; Childs y Sheehan, 2009).

En esta investigación revisa investigaciones realizados por Bojezuk (1982), Ratcliffe (2002) en Gran Bretaña, Johnstone (2006) en Escocia y Jimoh (2005) en Nigeria. En la Tabla 3.1 se muestran los temas que fueron considerados como difíciles en dos o más de estos los estudios.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 3.1.

*Conceptos identificados como difíciles por los estudiantes (*Childs y Sheehan*, 2009).*

Conceptos
Química Orgánica (síntesis, mecanismos de reacción, formulación orgánica…)
Moles y Numero de Avogadro
Equilibrios químicos y cálculos de equilibrios
Cálculos de titulación y volumetría
Escritura de ecuaciones químicas
Reacciones redox

En la Tabla 3.1, se muestran los conceptos y temas, en función de la dificultad expresada por el alumnado irlandeses de diferentes niveles educativos, del estudio realizado por Childs y Sheehan (2009). Los datos se obtuvieron, por un lado, justo antes de realizar el examen denominado "Junior Certificate" que se lleva a cabo al final de los tres primeros cursos de secundaria (Tabla 3.2). Por otro lado, se obtuvieron datos de los estudiantes al realizar el examen denominado "Leaving Certificate", necesario para poder acceder a la Universidad (Tabla 3.3). Finalmente, también se obtuvieron datos de los estudiantes del primer año de universidad (Tabla 3.4).

En estas tablas aparecen los conceptos que han sido considerados difíciles por los estudiantes, y para ello han considerado

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

que los conceptos difíciles eran aquellos en los que los valores de las medias se encontraban entre 2.5 y 5. En estas tablas aparecen los resultados obtenidos de los estudiantes de 1º año de grado.

Tabla 3.2.

Conceptos identificados como difíciles al nivel del Junior Certificate (n=607). (Childs y Sheehan, 2009).

Junior Certificate topic (n=607)	Mean value*	Junior Certificate topic (n=607)	Mean value*
Chemical equations	3.83	Neutralisation reactions	2.94
Covalent compounds	3.29	Electronic configuration	2.83
Ionic compounds	3.20	Groups of elements	2.68
Chemical changes	3.20	Crystallisation	2.66
Covalent bonding	3.18	Carbon dioxide	2.63
Isotopes	3.11	Solutions	2.62
Atoms	3.09	Periodic Table	2.58
Reactions of elements	3.05	Physical changes	2.58
Atomic number	3.02	Elements	2.58
Ionic bonding	3.02	Acids and bases	2.51
Compounds	2.98	Plastics	2.54

*Mean values $2.5 \leq x \leq 5.0$.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 3.3.

Conceptos identificados como difíciles al nivel del Leaving Certificate (n=424) (Childs y Sheehan, 2009).

Leaving Certificate Topic *(n= 424)*	Mean value*	Leaving Certificate Topic *(n= 424)*	Mean value*
Organic reaction mechanisms	3.67	Transition elements	2.90
Organic synthesis	3.60	Hess's law	2.90
Electrochemistry	3.44	Equilibrium constant	2.90
Chemical equilibria calculations	3.33	Intermolecular forces	2.88
Infra red spectroscopy	3.33	Industrial chemistry	2.87
Carboxylic acids	3.25	Shapes of molecules	2.84
Reactions of alcohols	3.25	Writing chemical formulae	2.83
Stoichiometry	3.25	Gas laws	2.79
Carbonyl group	3.21	The Mole	2.79
Haloalkanes	3.20	Naming organic compounds	2.79
Polymers	3.20	Acid/base equilibria	2.66
Halogen chemistry	3.18	Analysing results of experiments	2.61
Materials	3.07	Le Chatelier's principle	2.58
Chromatography	3.07	Covalent bonding	2.59
Hydrocarbons	3.06	Mass spectrometry	2.59
Redox reactions	3.04	Activation energy	2.54
Percentage yields	3.04	Oxidation numbers	2.54
Isomerism	3.00	Electronegativity and trends on the periodic table	2.54
Volumetric calculations	2.96	Atmospheric chemistry	2.53
Equilibrium	2.97	Ionisation energy	2.53
Chemical equilibria	2.96	Balancing equations	2.52
Concentration of solutions	2.95	Oil refining and fuels	2.51
Reaction rates, order of reaction	2.94		

*Mean values $2.5 \leq x \leq 5.0$.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 3.4.

Conceptos identificados como difíciles al nivel del primer año de universidad (n=136). (Childs y Sheehan, 2009).

1st year University topic *(n= 136)*	Mean value*	1st year University topic *(n= 136)*	Mean value*
Percentage yields	3.71	The Mole	3.24
Organic reaction mechanisms	3.70	Isomerism	3.23
Reactions of alcohols	3.69	Gas laws	3.22
Chemical equilibria calculations	3.67	Alkanes and alkenes	3.22
Halogen chemistry	3.66	Acid/base equilibria	3.22
Carbonyl group	3.63	Intermolecular Forces	3.20
Electrolysis	3.62	Organic synthesis	3.20
Carboxylic acids	3.60	Le Chatelier's principle	3.20
Redox reactions	3.58	Oxidation numbers	3.20
Concentration of solutions	3.56	Electronic structure of atoms	3.18
Transition elements	3.56	Reaction rates: effect of temperature	3.17
Haloalkanes	3.55	Radioactivity	3.09
Electrochemical cell	3.55	Analysing results of experiments	3.02
Hydrocarbons	3.51	Activation energy	3.02
Reaction rates, order of reaction	3.51	Catalysis	2.96
Chromatography	3.50	Acid/base theory	2.91
Faraday's law	3.49	Oil refining and fuels	2.88
Writing chemical formulae	3.49	Ionic bonding	2.87
Equilibrium constant	3.47	Ionisation energy	2.85
Volumetric calculations	3.47	Water analysis, hardness etc	2.79
Polymers	3.45	Atomic structure	2.78
Shapes of molecules	3.42	Planning experiments	2.74
Hess's law	3.40	Covalent bonding	2.73
Naming organic compounds	3.40	Balancing equations	2.72
Infrared spectroscopy	3.38	Patterns and trends on the Periodic Table	2.71
Mass spectrometry	3.31	Water treatment	2.65
Equilibrium	3.29	pH scale	2.60
Chemical equilibria	3.28		

*Mean values $2.5 \leq x \leq 5.0$.

En la Tabla 3.4 se muestran 55 conceptos que han sido considerados difíciles, de los 60 conceptos presentados a los estudiantes.

En esta investigación se ha podido comprobar que los conceptos que son considerados difíciles por los estudiantes de Secundaria siguen siendo considerados difíciles por los estudiantes de 1º año de Grado, he incluso aumenta el número de conceptos considerados como tales.

En la investigación realizada por Childs y Sheehan (2009) se puede observar que los resultados coinciden con los realizados en otros países como Gran Bretaña, Escocia y Nigeria (Tabla 3.1).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

3.3. La dimensión afectiva.

Gómez (2000) define el término dimensión afectiva como "un extenso rango de sentimiento y humores que son generalmente considerados como algo diferente de la pura cognición", considerando no solo los sentimientos y emociones, sino también las creencias, actitudes, valores y apreciaciones.

Gómez (2000) resalta que los profesores/as, alumnado y padres tienen su perspectiva sobre la disciplina a estudiar. Su enseñanza y aprendizaje afecta a las creencias del estudiante, siendo la toma de conciencia, la actividad emocional un mecanismo de control personal en sus relaciones con las otras personas y en su autorregulación del aprendizaje. Por ello, es muy importante la dimensión afectiva en el aprendizaje de la Química.

En la Figura 3.2 se indican los aspectos más importantes que configuran la dimensión afectiva tanto en los estudiantes como en los docentes, así como su interrelación, resaltándose que esta influye el aprendizaje de la Química.

Cómo el hecho de aprender provoca reacciones afectivas y los efectos condicionan el comportamiento y la capacidad de aprender; se puede concluir que la relación entre la dimensión afectiva y el aprendizaje no es unidireccional (Estrada, 2002).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

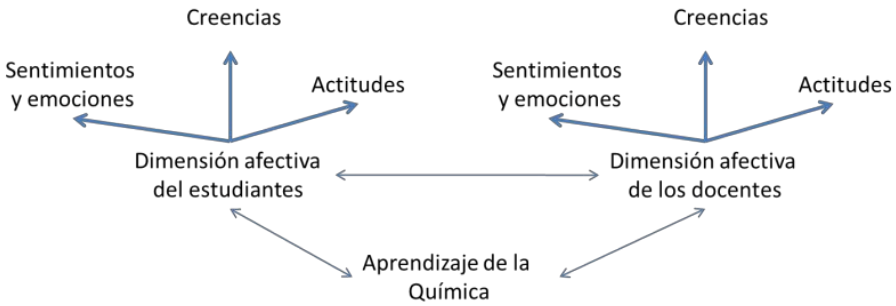


Figura 3.2. Relación dimensión afectiva y aprendizaje de la Química.

A continuación, se describen los aspectos que configuran la dimensión afectiva, entre los estudiantes y entre los docentes.

3.3.1. Dimensión afectica de los estudiantes.

Al comenzar el aprendizaje, el alumnado posee ciertas creencias sobre la misma, así como sobre sí mismo, con respecto a su capacidad para enfrentarse al aprendizaje. El proceso educativo genera en el estudiante diversos estímulos que crean cierta tensión, sobre lo que reacciona emocionalmente, ya sea de forma positiva o negativa, estando este comportamiento condicionado por sus creencias previas. Siempre que el profesor/a sea capaz de hacer que las condiciones generadas en el aula se repitan, las emociones se van solidificando hasta convertirse en actitudes positivas o negativas hacia el proceso de aprendizaje de la Química, influyendo en sus creencias originales y en su formación personal (Chaves et al., 2008).

Por otro lado, Chaves et al. (2008) indica que los sentimientos constituyen un factor muy importante en el momento de comprender

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

el desenvolvimiento de un estudiante en las lecciones. El miedo al fracaso en Química es una construcción afectiva complicada basada en varios factores como las características de los estudiantes, el contexto familia y la práctica de los profesores, deben ser considerados y abordados para comprender las distintas situaciones que ocurren en el aula (Pintrich, 1994).

Las emociones son reacciones a la información recibida de nuestro entorno, cuya intensidad depende de las evaluaciones subjetivas que realizamos y en las que tienen gran influencia los conocimientos previos y las creencias (Bisquerra, 2000). Damasio (2010) añade que las emociones no solo son reacciones a los estímulos del presente, sino que también se producen por el recuerdo o la evocación de hechos sucedidos en el pasado o por el anticipo de posibles situaciones futuras.

Tobin (2010p. 303) señala que en el aprendizaje de las ciencias «las emociones actúan como un pegamento social que interconecta intereses y acciones individuales y colectivas». Los estados emocionales positivos favorecen el aprendizaje de las ciencias y el compromiso de los estudiantes como aprendices activos, mientras que los negativos limitan la capacidad de aprender (Olitshy y Milne, 2012; Vázquez y Manassero, 2007). Esta podría ser una de las causas por la que algunos estudiantes superdotados, con un alto coeficiente intelectual cognitivo, fracasen en sus estudios. Por lo tanto, el cambio conceptual es tanto cognitivo como afectivo (Thagard, 2008) y los profesores que ignoran los aspectos afectivos del aprendizaje pueden limitar el cambio conceptual en sus estudiantes.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Para Hargreaves (1998: 558): «Las emociones están en el corazón de la enseñanza». Los sentimientos y las emociones tienen un papel vital en el desarrollo del aprendizaje, ya que el mundo subjetivo y emocional que cada persona desarrolla sobre la realidad exterior da sentido a las relaciones y hace comprender el lugar propio que ocupamos en un mundo más amplio. Actualmente se considera que lo cognitivo configura lo afectivo y lo afectivo lo cognitivo, siguiendo la teoría de los moldes cognitivo-afectivos de Hernández (2002), y la idea de la enseñanza-aprendizaje como una práctica emocional en la que intervienen procesos cognitivos y afectivos es aceptada por investigadores y educadores (Hargreaves, 1996).

Las emociones son un reflejo de sus sentimientos e intrínsecas a las personas. Por ello, las actividades didácticas que el docente plantea no son percibidas de forma similar por todo el alumnado, y las emociones que generan en cada uno de ellos dependerá de lo que sientan, como perciben al profesor, la asignatura y como se enfrentan a ella. Unos muestran alegría, reto y ánimo, y otros sienten desesperación, tristeza, desánimo y estrés, lo que puede contribuir o afectar su aprendizaje. Candia (2009) sugiere que, sí se pueden cambiar las evaluaciones, interpretaciones y atribuciones, se podrían cambiar las emociones de miedo y ansiedad que se experimentan al enfrentarse a ellos.

Una creencia es el conjunto de puntos de vista, de representaciones subjetivas que la persona va interiorizando y reforzando o debilitando en el de cursar de su vida. En general son muy

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

fuertes, y ejercen una influencia sobre las acciones del individuo y son altamente resistentes al cambio.

Se pueden dividir en dos tipos de creencias:

a) Creencias sobre la Química como disciplina.

b) Creencias sobre sí mismo, y su relación con la disciplina.

Si el estudiante aborda el aprendizaje con la creencia de que es difícil y se enfrenta a una enseñanza que no le permite comprender los contenidos o resolver los ejercicios, se frustrará y no será capaz de avanzar en su aprendizaje, proporcionándole un pensamiento negativo respecto al mismo en esta materia. Por ello, como indica De Faria (2008), para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la Química es conveniente tener en cuenta estos factores.

En ciencias se define "actitud" como la suma total de sentimientos, inclinaciones, prejuicios, temores, nociones preconcebidas, amenazas o convicciones del individuo acerca de una cuestión determinado (Espinosa y Román, 1993).

Hay que tener en cuenta que las actitudes poseen un carácter multidimensional, integrando los componentes afectivo-evaluativos, cognitivos y conductuales (Gargallo et al., 2007). Según Vázquez et al. (2001) actitud es un concepto que aglutina tres elementos; elemento cognitivo (dificultad, convicciones o creencias acerca de la Química); elemento afectivo, gusto o disgusto, predisposición favorable o desfavorable hacia la Química; elemento conductual, aplicaciones que le dan o suponen tiene la Química. Estos autores consideran que las actitudes son sensibles al aprendizaje y al cambio a través del conocimiento y de la comunicación persuasiva, aspectos que muestran

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

implicaciones claras para el aprendizaje pudiendo ser planteadas como consecuencias de la instrucción.

Así pues, las actitudes de los estudiantes hacia la Química corresponden a opiniones cognitivas y reacciones emocionales acerca de varios aspectos de esta. Según el estudio de Salta y Tzougraki, (2004) serían: la importancia de la Química en la vida; la importancia del curso de Química; la dificultad del curso de Química; el interés por el curso de Química y la utilidad del curso de Químico en el futuro de una profesión.

La actitud de los estudiantes hacia la Química no es producto del azar, sino que es el resultado de la interacción de los factores anteriormente mencionados, por lo que se puede decir que la actitud es una característica de cada individuo. La actitud que tienen los estudiantes hacia la Química, no se limita a filtrar la nueva información proporcionada, también le dan significado, y la interpretan, formando parte, de una trama o estructura de recepción de las nuevas ideas o conceptos que contamina e influye en el modo de responder ante el aprendizaje de la Química (Muciño y Samano, 2007).

Noseda et al., (1996) sostienen que el alumnado puede ser capaz de plantearse preguntas y tener deseo de conocer, es decir curiosidad; pueden ser creativos, es decir, consideran direcciones múltiples y encuentran ideas de soluciones nuevas ante una situación dada; pensar en encontrar una solución por sí mismo, confianza; basarse en la experiencia para dudar de las representaciones personales, así como de las afirmaciones recibidas de otros; tratar espontáneamente de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

pasar de la intención al acto, actividad investigadora; así como cooperación y comunicación con otros compañeros. Es decir, las conductas de los estudiantes, la actitud hacia la Química no es provocada por fuerzas internas, ni por fuerzas externas (normas culturales y estructuras sociales), sino que son el resultado de la reflexión interpretativa personal de los significados derivados socialmente.

Además, las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia constituyen un factor importante que ejerce influencia sobre la motivación. Por ello, y debido a que las actitudes están estrechamente ligadas con los logros académicos, y el desarrollo de actitudes positivas en los estudiantes hacia las disciplinas científicas constituye una de las grandes responsabilidades de cada profesor de ciencias.

Por ello, para educar es necesario que los estudiantes posean o desarrollen actitudes que favorezcan el aprendizaje efectivo, asegurando así la correcta y productiva aplicación de sus conocimientos. La educación científica debe impartirse desde tres enfoques principales (Martínez et al., 2006):

a) Debe promoverse la actitud positiva y propositiva hacia la ciencia

b) Fomentar la participación y responsabilidad como parte de la sociedad.

c) Impulsar la formación científica a partir de la profundización de conceptos y su aplicación.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Como se ha comentado, es importante el componente afectivo que propicie el aprendizaje, y permita obtener resultados favorables en las evaluaciones y en el comportamiento de los estudiantes, lo que conllevara una actitud positiva hacia la Química (Liguori y Noste, 2005, citado en Santandreu et al., 2010).

Díaz y Hernández (2010) indican en su investigación que una de las cosas más importantes son los factores afectivos y motivacionales de los estudiantes. La motivación de los estudiantes determina qué y cuanto aprenden, estando influenciado por estados emocionales, creencias, intereses, metas y hábitos de pensamiento de la persona que aprende. Son conocidos los efectos de la motivación sobre el esfuerzo, ya que la adquisición de conocimiento y habilidades requiere de un trabajo intensivo por parte del estudiante. Sin motivación se reducen las posibilidades de que surja el deseo de realizar un esfuerzo por aprender. Por tanto, es importante incentivar en los estudiantes la motivación intrínseca por aprender, que pueden estimularse con tareas novedosas y no muy complejas.

Si los estudiantes, tiene una imagen de la disciplina como materia difícil y se enfrenta con actividades que requieren habilidades que no ha desarrollado, y con un docente que no facilita la comprensión de contenidos, esta idea se verá reforzada para toda la vida. Por el contrario, son las tareas son accesibles, permitiéndoles mostrar los conocimientos adquiridos, la imagen original puede sufrir modificaciones e influenciar su motivación para el estudio de la materia.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Actualmente, en la enseñanza en la universidad se insiste en la aplicación de metodologías de enseñanza y aprendizaje que se encuentran alejadas de la realidad que el alumnado experimenta, implicando un aprendizaje memorístico y sin significado, y lo que da lugar a un aprendizaje superficial, que no les permite integrar el conocimiento previo con el reciente, ni contextualizar el conocimiento de la Química, mermando la capacidad crítica, reflexiva y creativa (Marinkovich, 2007).

Por ello, se debe intentar modificar la forma de enseñar los contenidos de modo que se acerquen a lo cotidiano (Izquierdo, 2005) y transforme la mente del que aprende, haciendo que se reconstruyan los producto y procesos culturales, (Pozo y Gómez-Crespo, 1997). Para ello, el docente debe dar a conocer a los estudiantes la importancia de aprendizaje de determinados contenidos fundamentales en Química, indicando cual es la relevancia de ellos y su relación el mundo actual o futuro profesional.

Los factores afectivos también tienen una influencia en el rendimiento escolar, juntamente con factores familiares, escolares (infraestructuras, prácticas didácticas, recursos educativos, etc.) y otros relacionados con el alumnado (habilidades, etc.) (Lamas, 2010).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

3.3.2. Dimisión afectiva de los docentes.

Las investigaciones sobre el profesorado de Ciencias han estado enmarcadas por diversos enfoques, uno de ellos es el denominado conocimiento didáctico del contenido (CDC). Shulman (2012) lo define como el conocimiento elaborado de forma personal por los profesores en la práctica de la enseñanza, constituyendo un cuerpo de conocimientos que distingue a la enseñanza como profesión y una forma de razonamiento y acción didáctica por la cual los profesores transforman un contenido dado en representaciones comprensibles para sus estudiantes.

En el CDC del profesor hay cinco componentes, todos ellos interrelacionados y centrados en la materia específica de enseñanza: la visión y propósitos sobre la enseñanza, el conocimiento sobre el currículo, sobre las estrategias de enseñanza, sobre los estudiantes y el aprendizaje, y sobre la evaluación. Para Friedrichsen et al. (2009), la visión y los propósitos sobre la enseñanza tienen un estatus diferente a los otros cuatro componentes, ya que también condicionan e influyen en el conocimiento académico y en el propio proceso de transformación e integración en el CDC.

Sin embargo, en los últimos años numerosos autores consideran que las emociones sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje de cada materia deben formar parte del CDC del profesor (Garritz, 2010; Garritz y Ortega-Villar, 2013). El propio Shulman (2012) reconoce que el olvido de la parte afectiva fue una de las debilidades de las

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

formulaciones iniciales sobre el CDC y defiende que las emociones deberían incorporarse a este.

Belbase (2010) diferenció cuatro grupos de influencias en la conformación de dicha dimensión afectiva de los docentes, la influencia de la sociedad, el contexto socio cultural del pensamiento químico, la influencia de recursos para la enseñanza y el papel del docente en el aprendizaje de la disciplina.

Es muy interesante que el docente sea consciente del papel que su dimensión afectiva tiene en la estructuración de la dimensión afectiva de sus educandos/as, ya que el profesor/a es el modelo en valores, comportamientos y actitudes para sus educandos/as (Díaz y Hernández, 2010, p. 46). El docente cuando llega al aula lleva una visión de sus estudiantes que influye en lo que les va a proponer, como lo realizará y como lo valorará, y a su vez, los estudiantes tienen una percepción del instructor o docente que afectará a la interpretación de dichas propuestas (Solé, 1999). Ponce et al. (2008) indica que los profesores/as deben ser transmisores no solo de herramientas cognitivas, sino de motivaciones de logro y de expectativas positivas. Para lograr una modificación, es necesario realizar un cambio en la metodológica de la enseñanza que se utiliza en el aula, que influya positivamente en la imagen de esta y tenga en cuenta a las personas a las que va dirigida, en base a sus características cognitivas, afectivas y contextuales (Ponce et al. 2008). Por ello, el docente tiene un papel crucial en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CAPÍTULO 4

Enseñanza de la Química

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Capítulo 4. Enseñanza de la Química.

Este capítulo va destinado a reflexionar sobre algunos de los problemas y desafíos con los que se encuentra actualmente la enseñanza de la Química en todos sus niveles educativos, particularmente en la Educación Superior. Estos problemas se manifiestan fundamentalmente en una falta de interés de los estudiantes por el aprendizaje de la Química, hecho que comienza a manifestarse desde niveles educativos iniciales.

Una vez planteados estos problemas se propone un conjunto de soluciones, desde la enseñanza de la Química, que se han organizado en torno a 4 apartados. La manera de diseñar, enseñar y evaluar, la introducción de las TIC, la contextualización de la enseñanza de la Química y la promoción del trabajo práctico con nuevos enfoques.

La mayor parte del capítulo se dedica a analizar cada uno de estos apartados que constituyen las características más destacadas de la propuesta didáctica utilizada en esta investigación, con especial énfasis en la contextualización de la enseñanza de la Química y el uso de las TIC.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

4.1 Desafíos en la enseñanza de la Química.

En Educación Superior, el aprendizaje de la Química al igual que en otros niveles educativos con un conjunto de problemas que plantean desafíos en su enseñanza. En primer lugar, se plantea la falta de motivación entre los estudiantes como un obstáculo importante para el aprendizaje formal. Ya que este tipo de aprendizaje es el requerido en la educación universitaria, y necesita para ello no solo de las habilidades cognitivas de nivel formal sino también de la implicación e interés de los estudiantes (Blanco, 2017; Cachapúz, 2011a; 2011b).

¡La Química ya no es divertida! Incluso los mayores recuerdan la Química como algo incomprensible y aborrecible. Se constata que un gran número de estudiantes no la eligen cuando la asignatura es optativa. Inclusive los buenos estudiantes tienen dificultades para aplicar los conocimientos a ciertos fenómenos; lo que implica que estos estudiantes tengan la sensación de que la Química no sirve para explicarlos (Wallace, 2003). Por todo esto, se puede decir que el estudio de la Química no es atractivo para los jóvenes, falta entusiasmo. Algunas de las razones de esta situación son externas al sistema educativo como el malestar generacional, falta de perspectivas futuras para los jóvenes, que quizás no contemplan la Química como algo fundamental para su futuro profesional, mientras otras provienen del propio ámbito educativo como errores en las políticas educativas, currículos demasiado académicos o burocratización del trabajo de los profesores (Blanco, 2017; Cachapúz, 2011a).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Ya en 2005, Galagovsky escribió “la enseñanza de la Química se halla en crisis a nivel mundial y eso no parece asociada a la disponibilidad de recursos de infraestructura, económicos o tecnológicos para la enseñanza, ya que en países ricos no se logra despertar el interés de los alumnos” (2005, p. 8). Esta reflexión ponía de manifiesto la importancia de tener en cuenta la influencia que las metodologías didácticas tienen en el interés y motivación de los estudiantes. Las denominadas metodologías tradicionales suelen encontrarse apartadas de la realidad que los estudiantes viven, partiendo de un aprendizaje memorístico-mecánico, que desmotiva y minimiza la capacidad de pensar críticamente, reflexionar y crear (Galagovsky, 2005).

Por lo tanto, se requiere aplicar otras metodologías didácticas que sean capaces de interesar e involucrar a los estudiantes en el aprendizaje de la Química y que este sirva, no solo para adquirir conocimientos de Química sino para desarrollar capacidades y actitudes de alto nivel. Por lo tanto, una enseñanza de la Química de calidad debería promover un desarrollo óptimo e interés por parte de los estudiantes por participar de manera activa en la evolución de la sociedad (Kolsto, 2000; 2008).

Así, uno de los desafíos que se plantea el docente es como motivar a los estudiantes para que dediquen esfuerzo a la adquisición de un nuevo lenguaje, para que el aprendizaje sea significativo y útil para el individuo. Solo sí lo que se enseña, pasa a formar parte del lenguaje y se incorpora al pensamiento, producirá un aprendizaje significativo (Blanco, 2017).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Una posible solución a estos problemas sería fomentar y promover la interdisciplinariedad en la enseñanza de la Química y de las ciencias en general entre los jóvenes (Blanco, 2017; Cachapúz, 2011a) centrando los currículos en problemas que resulten familiares para los estudiantes y que resulten de interés. Así como, buscar otros enfoques que muestren una imagen de la Química menos técnica y que les devuelva una vertiente más cultural y ética (Blanco, 2017; Lévy-Leblond, 2001;). Desde este punto de vista es necesario modificar también la forma concreta de enseñar los contenidos científicos acercándolos a lo cotidiano (Izquierdo, 2005) dando la importancia adecuada al aprendizaje de determinados contenidos fundamentales en Química, indicando su relevancia y relación con el mundo actual o profesional.

Los avances en las investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias y en especial de la Química invitan a replantear la actividad docente en torno a unos aspectos entre los que se encuentran los siguientes (Contreras y Díaz; 2007)

- La manera de diseñar, enseñar y evaluar.
- La inclusión de las TIC.
- La Contextualización de la enseñanza de la Química.
- La promoción del trabajo práctico.

4.2. Diseñar, enseñar y evaluar.

Es interesante aplicar unidades didácticas que favorezcan no solo los cambios conceptuales en torno a los conceptos fundamentales, sino que también favorezcan predisponer positivamente a los

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

estudiantes hacia la Química, su aprendizaje y las aplicaciones de la materia en estudio en el mundo cotidiano o profesional, para lo que es necesario que los estudiantes estén en capacidad de plantearse hipótesis fundamentadas a partir de los conocimientos disponibles, desarrollar conceptos novedosos en su estructura mental y ponerlos en práctica a través del diseño de prácticas experimentales o a través de la puesta en evidencia de las teorías en aspectos de la vida cotidiana o/y profesionales (Vílchez y Perales; 2018).

Por ello, es interesante preguntarse *¿Cuáles son las características de una unidad didáctica que favorezca el aprendizaje de las ciencias?* (Vílchez y Perales; 2018).

Algunos autores plantean la hipótesis de que las unidades didácticas para la enseñanza de la Química en el ámbito universitario deberían organizarse mediante programas de actividades desde una orientación constructivista. Se entiende que esta orientación favorece el cambio en concepciones científicas, en actitudes hacia la ciencia, y en prácticas cotidianas de la vida profesional de quienes aprenden, mejorando el poder explicativo, el lenguaje utilizado, las predisposiciones de las personales y las maneras en la que las personas ponen en práctica los conocimientos que van aprendiendo (Loaiza, 2011).

Desde esta perspectiva, son las actividades de enseñanza aprendizaje, y no los contenidos científicos, las que tienen un papel fundamental en el aprendizaje (Furió y Furió, 2000). Así, la introducción de actividades innovadoras debería ser el comienzo para aumentar poco

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

a poco la mejora del aprendizaje de la Química, lo que requerirá un diseño fundamentado y detallado de la Química.

La meta es promover en los estudiantes cambios no solo en sus sistemas de conceptos, sino también en sus procedimientos y actitudes (Cormier, 2010; Daza et al., 2009). Estos cambios son detectados y valorados mediante el proceso de evaluación, entendido como el mecanismo que ayuda a estudiantes y docentes a identificar los momentos claves, específicos y de especial cuidado en el proceso educativo, para tomar correcciones y redirigir esfuerzos para lograr los objetivos de enseñanza y de aprendizaje propuestos (Cormier, 2010; Daza et al., 2009).

4.3. Las TIC en la enseñanza y aprendizaje de la Química.

En este apartado se analiza en primer lugar el papel que hoy día las TIC juegan en la educación en un sentido general y las distintas formas de contemplarlas. Posteriormente, el análisis se centrará en el uso de las TIC en la enseña de la Física y la Química, analizando diferentes tipos de aplicaciones y su utilidad en el aprendizaje de la Química (Daza et al., 2009).

4.3.1 Incorporación de las TIC a la educación.

El término TIC incluye toda la tecnología digital destinada a facilitar la obtención de información y su almacenamiento a recuperar, transmitir o recibir información electrónica en forma digital, a procesar

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

datos, a automatizar trabajos entre otros elementos (Castro et al., 2007).

Estas nuevas tecnologías, en su denominación original, provocan transformaciones en las estructuras económicas, sociales y culturales, y que han incidido en casi todos los aspectos de nuestras vidas, por lo que, debe reflejarse también en la vida de la escuela y en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

El informe que realizó la OCDE en el año 2001 indica que los argumentos pedagógicos que están centrados en el papel de las TIC en el proceso educativo se han ido haciendo más potentes en la medida que las aplicaciones diseñadas se han hecho más útiles, ya que amplían y enriquecen el aprendizaje (Castro et al., 2007). La Comisión Europea proclamaba en 2005 que las TIC han de permitir aprender en cualquier lugar, en cualquier momento y en cualquier circunstancia (Castro et al., 2007).

El término tecnología digitales engloba una gran variedad de aplicaciones y dispositivos informáticos que permiten tareas y ejercicios en el ámbito educativo. Su misión en educación es presentar, visualizar y analizar los contenidos educativos, además de ayudar, como herramienta al profesorado ya que pueden plantear actividades que favorezcan el que los estudiantes construyan lo conceptos y los modelos pertinentes respecto a alguna disciplina (Hernández, 2017).

Muchas de ellas van dirigidas a gestionar y organizar de modo distinto a como se hacía en la cultura del papel o varias de las facetas de la vida escolar (gestión de estudiantes, comunicaciones con los

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

estudiantes y familias, plataforma de apoyo a la docencia, ampliación de la oferta educativa, etc.).

Interesa ahora destacar aquellas otras aplicaciones que ayudan a la realización de actividades de enseñanza-aprendizaje, es decir, el uso de las TIC como ayuda directa al aprendizaje. En este sentido, se considera que las TIC pueden modificar de una manera sustancial los entornos de aprendizaje, flexibilizándolo y permitiendo:

- ✓ Promover la relación entre iguales en clase impulsando el trabajo colaborativo gracias a la utilización de las wikis o foros mediante las plataformas digitales o realizando *webquest* o *quizz*, entre otros proyectos.
- ✓ Modificar la relación entre el profesorado – alumnado, eliminando barreras espacio temporales. El acceso a la información puede realizarse a través de medios digitales o en el propio internet.
- ✓ Gestionar el aula mediante una red interna de centro, desde la que se puede tutorizar el trabajo del alumnado mediante distintos dispositivos.
- ✓ Facilitar a realización de tareas asincrónicas, proporcionando de esta forma una mayor flexibilidad en el proceso de aprendizaje (Cabero et al., 2004).
- ✓ Permitir el acceso a una gran cantidad de recursos y materiales didácticos disponibles en la red, ayudando al profesorado a facilitar el proceso de aprendizaje.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

- ✓ Favorece el aprendizaje independiente y el autoaprendizaje con el colaborativo y en grupo.

Por todo ello, las TIC desafían los puntos de vista y las prácticas usuales en torno a la forma en las que se organizan y desarrollan los procesos de enseñanza-aprendizaje.

No obstante, es importante tener en cuenta que el mero hecho de usar las TIC no significa generación o adquisición de conocimiento significativo, es necesario su incorporación dentro de una acción perfectiva, su estructuración y organización, y la participación activa y constructiva del estudiante (Bódalo, 2007).

Así, pone a disposición del docente y del alumnado una amplia gama de herramientas para comunicarse tanto de forma individual, como colectiva. Estas herramientas pueden ser sincrónicas o asincrónicas. La aplicación de las nuevas tecnologías, pueden implicar la movilización de metodologías docentes y estrategias que favorezcan una enseñanza activa, constructiva y participativa (Barroso y Llorente, 2007; Cabero y Román, 2006).

Por otro lado, usar las TIC de forma similar a la que se haría en la enseñanza tradicional es un gran error. Esta tecnología permite realizar cosas totalmente diferentes a las efectuadas con las tecnologías tradicionales. Como remarcan Barberá et al. (2001, pp. 58) "El reto no se encuentra tanto en desarrollar los cursos tradicionales en formato hipermedia sino más bien en ser capaces de adoptar nuevas perspectivas en la concepción de los procesos de enseñanza

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

aprendizaje y de la construcción del conocimiento". Siendo aquí, donde funciona la creatividad del profesorado.

La interactividad es una de las características más importantes de estos entornos formativos, permite interaccionar con las personas y con el material. La interacción del sujeto con el entorno permite construir su propio itinerario formativo adaptándolo a sus necesidades y eligiendo los sistemas simbólicos con los que desea actuar. Interactividad para poder estar conectado con diferentes participantes del sistema, ya sea el profesor/a u otros estudiantes, favoreciendo una comunicación horizontal y vertical entre los participantes. Además de interactividad donde no será un mero receptor pasivo de información (Bódalo et al., 2007).

4.3.2. Las TIC en la enseñanza de la Física y Química.

En el caso de la enseñanza de las materias científicas de Física y Química, el papel de las TIC como ayuda al aprendizaje anteriormente comentado sigue siendo válido, como en otras materias, pero adquieren en este caso algunas características específicas debido al papel predominante de la experiencia y los experimentos en las materias científicas. De esta forma, se muestran a continuación los tipos de aplicaciones más adecuados a la enseñanza de las ciencias () (Bódalo, 2007; Barroso y Llorente, 2007; Cabero et al., 2004; Cabero y Román, 2006; Mondeja y Zumalacarregui, 2009; Haudemand et al., 2014).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

- Aplicaciones para la visualización de sistemas y fenómenos, que permiten visualizar imágenes dinámicas de sistemas o de procesos: como serían las simulaciones o animaciones.

- Aplicaciones para la creación de modelos y la modelización, que permite al estudiante construir modelos y ejecutarlos, ejercitando tareas y habilidades relacionadas con la modelización.

- Sistemas de captura automática de datos o sistemas MBL (Microcompuer Based Laboratory), en los que mediante sensores acoplados a un ordenador podemos recoger datos sobre la evolución de un proceso a través de la capación de alguna señal que proceda del mismo.

- Aplicaciones para la representación de la información, tales como mapas conceptuales, diagramas, cuadros sinópticos cuya finalidad es ayudar a estructuras la información y mostrar la relación jerárquica entre diferentes conceptos.

Como resumen de los diferentes usos de las TIC en la educación científica, Pontes (2005), indica que estas permiten aplicaciones específicas, como programas de autoevaluación, tutoriales interactivos, enciclopedias multimedia, simulaciones y laboratorios virtuales, laboratorios asistidos por ordenador, etc.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

4.3.3. El uso de la TIC en la enseñanza de la Química.

En el caso de la enseñanza de la Química y especialmente en el ámbito universitario las aplicaciones de las TIC pueden ser similares a lo comentado en el apartado anterior para la educación científica. No obstante, algunas de ellas adquieren en este caso especial relevancia, como son las aplicaciones para la visualización de sistemas y fenómenos, para la modelización y para el trabajo práctico como los laboratorios virtuales y los sistemas de captura automática de datos (Daza et al., 2009).

A continuación, se describen con detalle las características y ventajas educativas del uso de cada uno de estos tipos de aplicaciones.

***Aplicaciones para la visualización de sistemas y fenómenos*.**

Este tipo de aplicaciones permiten la visualización de fenómenos u objetos que no pueden ser observados directamente y se basan en representaciones dinámicas (modelos) que supone otra manera de explorar mundos físicos. Entre este tipo de aplicaciones se encuentra las simulaciones, las animaciones, los laboratorios virtuales, etc.

Esta forma de representación son muchas más atractivas para los estudiantes que verlas en un formato clásico, descritas en un papel o imagen fija. Por ejemplo, la visualización de una reacción redox a nivel submicroscópico que facilita el aprendizaje y la compresión de este tipo de reacciones ya que permite ver el cambio de tamaño de los átomos cuando ganan o pierden electrones y el flujo de dichos

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

electrones entre los átomos de los distintos elementos entre los que tienen lugar la reacción redox (López et al., 2018).

Después de haber observado un proceso es necesario su interpretación, construir un modelo conceptual que de razón de ese fenómeno o aplicar un modelo existente para explicar lo que se ha observado. Por lo tanto, debemos diferenciar entre visualizar, observar, explicar y construir o aplicar algún modelo conceptual. Ver no es equivalente a observar, porque observar requiere operaciones cognitivas como comparar y diferenciar respecto a otros similares (Gutiérrez, 2005). Diferentes investigaciones han mostrado que nuestra observación está siempre guiada por nuestro conocimiento previo, y así las imágenes observadas se leerán a través de dichas lentes. Sólo podemos percibir aquello de lo que tenemos suficiente base teórica para hacer posible su percepción, ya que cualquier observación está impregnada de teoría (Kuhn, 1962).

Con este tipo de herramienta, las imágenes que ofrecen las simulaciones, las animaciones, los laboratorios virtuales, etc., pueden ayudar a los estudiantes a entender los hechos y las ideas en el contexto de un marco conceptual.

Algunos estudios han evidenciado que las simulaciones podrían ser herramientas útiles para ayudar a los estudiantes en el proceso de construirse representaciones mentales de los sistemas y fenómenos. Algunos autores consideran que disponer de una representación visual como modelo ayuda al desarrollo del pensamiento de los científicos, mostrándose cada vez más evidencias de que igualmente también

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

puede ser esencial para que los estudiantes comprendan los fenómenos científicos. (Monaghan y Clement, 1999). Se puede decir que las simulaciones, las animaciones, el laboratorio virtual, entre otros, pueden proporcionar este apoyo al alumnado y resultar significativas.

Gracias a estas aplicaciones, los estudiantes son capaces de comprender el significado que transmiten las imágenes de la animación o la simulación. Son capaces de interpretar las diferentes representaciones que corresponden a un solo fenómeno como un mero cambio de lenguaje, lo que significa ser capaz de integrar diferentes piezas de información. Por lo tanto, se necesita cierta agilidad para la transferencia de este tipo: observar y describir un mismo hecho utilizando diferentes lentes y lenguajes sería análogo a observarlo y describirlo utilizando diferentes modelos.

A pesar de que una animación o una simulación pueden diseñarse con el fin de mostrar simultáneamente diferentes representaciones de cierto proceso, hay que tener presente que la integración de las distintas representaciones no es obvia (Sáez y Pintó, 2007).

Para ayudar a la creación de conceptos algunas simulaciones pueden ser útiles, pero el mero hecho de no poder interactuar modificando las condiciones en las que se producen las diferentes imágenes, no las hace útiles para la adquisición de habilidades específicas, como controlar variables y analizar relaciones entre ellas.

También, podemos considerar útiles las simulaciones para la formación de modelos mentales que ayuden a la creación de conceptos, cuando se utilizan simulaciones se espera que los

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

estudiantes sean capaces de interactuar con ellas. Se involucran en un proceso de indagación pudiendo explorar el papel de cada uno de los parámetros. Según Pintó (2007), hay dos problemas principales en el uso de simulaciones. En primer lugar, no se debe atribuir un valor inadecuado a los resultados de las simulaciones. A veces los estudiantes, al trabajar con simulaciones, asignan valores a ciertos parámetros y concluyen que han verificado alguna ley. Sin embargo, esto nunca puede ocurrir, ya que la simulación se ejecuta siguiendo las reglas del juego introducidas por el diseñador y estas reglas consisten en los modelos matemáticos de la física, la química o la biología. Por lo tanto, nada extra se crea cuando se ejecuta una simulación. Sólo pueden visualizar los aspectos que el diseñador ha contemplado de los modelos que ha introducido. Lo mismo puede decirse para cualquier aplicación donde los estudiantes pueden interactuar con el ordenador.

En segundo lugar, las simulaciones permiten a los estudiantes mostrar e investigar fenómenos que son difíciles de experimentar o de analizar a fondo en un aula o en un laboratorio debido a su extrema complejidad.

Aplicaciones para la construcción de modelos.

Tras la observación de un fenómeno o proceso la tarea más importante de un científico es encontrar la explicación, creando un modelo o aplicando un modelo existente para justiciar la observación (Clement, 2000).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

La enseñanza de los modelos y la modelización se ha convertido en un tema frecuente en la investigación didáctica de las Ciencias (Izquierdo, 2017; Oliva, 2019). Se ha insistido en la necesidad de que los estudiantes comprendan el proceso de elaboración de modelos y el papel de los modelos en la ciencia, para comprender la naturaleza de la ciencia.

La importancia de que los estudiantes construyan modelos como una forma de entender la producción de los modelos científicos ha llevado a producir más y mejores herramientas informáticas específicas. Mediante estas aplicaciones de modelización conceptual, los estudiantes construyen sus propias representaciones ejecutables de un proceso o de un fenómeno, luego ejecutan el modelo, simulando el proceso modelizado, y comprueban si el modelo funciona correctamente, verificando si el fenómeno modelizado se comporta como lo haría en el mundo real.

Los enfoques de enseñanza de las ciencias basados en promover la modelización se han demostrado que son eficientes. Se ha evidenciado que construir modelos de contenido científico, usando softwares de modelización facilita el proceso de enseñanza y aprendizaje (Lawrence, 2005; Löher et al., 2003).

La construcción modelos computacionales proporciona elementos para comprender fenómenos complejos, y sobre todo, ayuda a los estudiantes a coordinar e integrar los hechos y las teorías científicas, lo que conlleva adquirir una visión más unificada y coherente de la ciencia (Hestenes, 1987).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Sistemas de captura automática de datos y laboratorios virtuales.

Existen un conjunto de aplicaciones informáticas que son de gran ayuda en el trabajo practico en la Química, especialmente aquellas relativas a la captura automática de datos y los denominados laboratorios virtuales.

Mediante los sistemas de captación de datos o sistemas MBL (Microcomputer Based Laboratory), se obtienen datos en tiempo real y diferentes modalidades de representación con un mínimo esfuerzo. Gracias a ello, los estudiantes pueden ejercitar procesos científicos, tales como interpretar gráficos o vincular los fenómenos reales con sus representaciones gráficas (Pintó, 2011).

Estas aplicaciones contribuyen a tener más tiempo en el laboratorio para analizar y discutir los resultados de las mediciones y sobre los conceptos asociados, en lugar dedicarlo a la toma de datos como en los trabajos de laboratorio tradicionales. Esto favorece un enfoque más profundo del aprendizaje de los conceptos científicos.

Los sistemas de captación automática de datos una tecnología muy útil para impulsar el aprendizaje de los conceptos científicos y el de los procesos científicos, así como permite la promoción del pensamiento crítico (Russell et al., 2004). Se ha constatado que el estilo del profesor y su experiencia con MBL, desempeñan un papel crucial en el rendimiento de los estudiantes.

También es necesario ser conscientes de que existen algunos problemas epistemológicos cuando se utilizan el MBL. Durante el fenómeno experimental que se examina suelen producirse pequeñas

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

perturbaciones y los gráficos obtenidos pueden ser muy distintos de los esperados. El problema radica en que estamos esperando obtener gráficos de funciones matemáticas como las correspondientes a modelos ideales sin tener presente que se analizan fenómenos reales. Las causas de los gráficos inesperados puede ser una configuración errónea del software o por la alta sensibilidad de los sensores que captan todos los detalles. Hay que considerar que el gráfico de un fenómeno real no es correcto porque no se ajusta a la idealidad matemática de una visión errónea de la naturaleza del trabajo experimental.

Por otro lado, los Laboratorios Virtuales (LV) son simulaciones creadas para la exploración virtual de fenómenos de Química, Biología y Física. Estos permiten desarrollar las habilidades de pensamiento científico a los estudiantes mediante la generación de experiencias virtuales de aprendizaje. Permite interacciones reales en entornos apropiados a niveles de aprendizaje variados para estudiantes.

Los LV permiten a los estudiantes visualmente conectarse con los conceptos y realizar experimentos a los que en ocasiones no podrían tener acceso. Así se están enriqueciendo las clases de Química, Física y Biología, pudiendo ser un complemento a los libros de texto (Cabero y Barroso, 2007).

Estos LV ayudan por lo tanto no solo a reforzar, sino a aplicar los conceptos estudiados en el aula, los jóvenes interpretan gráficas, recopilan y analizan diferentes clases de datos, sintetizan información relevante que les permite predecir situaciones, formular hipótesis y plantear sus propias conclusiones. Del mismo modo, el laboratorio

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

virtual suministra las recomendaciones e instrucciones que el estudiante deberá tener en cuenta a la hora de asistir a una práctica en un entorno real.

Sin querer que deban suprimir las experiencias directas de los estudiantes en los laboratorios reales de Química, no se puede dejar de reconocer que los LV ofrecen una serie ventajas, que Cabero y Barroso (2007) las sintetiza de la siguiente forma:

- La habilidad con que inicialmente cuentan los estudiantes en el manejo de simuladores e instrumentos informáticos, los capacita para desenvolverse rápida y fácilmente en entornos tecnológicos.

- Las actitudes positivas que, al menos inicialmente, los alumnos muestran hacia entornos tecnificados.

- La posibilidad de realizar con los estudiantes tanto un trabajo individual, como grupal y colaborativo.

- El trabajar en un ambiente de enseñanza e investigación "protegido".

- La posibilidad de ofrecerle al estudiante prácticas que por el coste de estas no serían accesible para muchos centros educativos: tubos de rayos catódicos, espectroscopios, …

- El poder reproducir los experimentos un número elevado de veces.

- El poder extender el concepto de laboratorio, a las aulas, a las aulas de informática, e incluso al domicilio del alumnado.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

- Permiten grabar los registros y procesos seguidos por los estudiantes durante la realización de la práctica.

- Y que se requiere menos inversión de tiempo para la preparación del experimento y la recogida de los materiales.

Todas estas ventajas se han corroborado en trabajos en los que se ha investigado cómo el laboratorio de química virtual afecta la alfabetización científica de los estudiantes, la investigación habilidades y prácticas, se han realizado unos experimentos pedagógicos. (Bortnik et al., 2017; Darby-White et al., 2019; Dovi et al., 2021).

4.4. Contextualización.

En términos generales podemos decir que la enseñanza en contexto plantea relacionar la ciencia con la vida diaria, actual o futura, de los estudiantes y hacer ver su interés en los ámbitos personal, profesional o social. King (2012) indica, en este sentido, que una metodología basada en contextos consiste en aplicar la ciencia a una situación del mundo real que se usa como estructura central para la enseñanza. Los conceptos científicos se enseñan a medida que son necesarios para comprender mejor la situación planteada.

Chamizo e Izquierdo (2005) consideran que los conceptos científicos surgen de situaciones problemáticas y, por lo tanto, requieren de una situación real en la que se aplican y en la que toman sentido. Por tanto, la ciencia siempre se desarrolla en contexto. Considerar lo contrario sólo tienen sentido desde una postura filosófica en la que la ciencia se considere separada de la sociedad en la que se construye y en

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

la que se manifiesta culturalmente. En esta postura, la de la lógica positivista tal y como la han ido transmitiendo los libros de texto al servicio de una enseñanza memorística (Perales y Jiménez, 2002), la ciencia es vista como la acumulación de conocimiento incorporado en un determinado marco teórico y las teorías son entendidas como sistemas axiomáticos para los cuales pueden aplicarse los métodos de validación del análisis lógico.

En las clases hay que situar al alumnado en contextos sociales de construcción, ubicarlos en situaciones que impliquen desacomodar sus estructuras conceptuales, al frente a situaciones que no se pueden resolver/solucionar con los conocimientos que el estudiantado posee hasta el momento. De esta manera los estudiantes aceptan las necesidades de adquirir y construir nuevos conocimientos que le den la posibilidad de resolver estas situaciones, que ahora son denominadas situaciones problema (Mosquera, 2008). Hay que mostrar a los estudiantes otras explicaciones fundamentadas y con convenio científico de forma que el perfil conceptual de los estudiantes se modifique libre y voluntariamente. De esta forma, es el propio estudiante quien decide no utilizar tanto su sentido común para explicar fenómenos de la vida cotidiana y /o profesional, y sí usar su conocimiento científico construido en el aula (Mosquera, 2008).

4.4.1. La contextualización en la enseñanza de las ciencias.

Son posibles múltiples relaciones entre los conceptos y los contextos, y en función de estas relaciones surgen diversas formas de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

contextualizar la ciencia para su enseñanza. Un contexto puede relacionarse con varios conceptos de diferentes campos de las ciencias. Por ejemplo, el contexto del efecto invernadero puede relacionar con los conceptos químicos de gas y de reacciones de gases y los conceptos físicos de radiación infrarroja y calor.

Contrariamente, un concepto puede relacionarse con varios contextos. Por ejemplo, el concepto de agua del grifo puede relacionarse con los contextos personal/social o con los científicos/químicos. Así, el significado de un concepto puede ser diferente según el contexto con el que se relacione. El agua embotellada (Rodríguez, 2016) en el contexto personal/social se considerada pura ya que parece clara y es segura beberla, sin embargo, en el contexto científico no es pura, ya que contiene pequeñas cantidades de sustancias disueltas.

En la enseñanza de las ciencias, el orden de presentación de los contextos y los conceptos relacionados pueden variar y, por esta razón, la función de los contextos también puede variar (Tabla 3.1).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 3.1. Enfoques de enseñanza basadas en el contexto en función del papel de los contextos (tomada de De Jong, 2006a; 2006b).

Enfoque de enseñanza	**Orden de presentación**	**Función del contexto**
Tradicional	Los contextos después de los conceptos	Ilustración Aplicación
Más moderno	Los contextos preceden a los conceptos	Orientación Motivación
Reciente	Los contextos preceden a los conceptos y otros contextos vienen después.	Todas las funciones mencionadas en los enfoques anteriores

En algunos de los más recientes enfoques de enseñanza basada en el contexto, los contextos no sólo preceden a estos conceptos, sino que también son seguidos de otros contextos. En estos enfoques, las cuatro funciones de los contextos aparecen combinadas (Tabla 4.2).

Este enfoque está relacionado con el concepto de contexto planteado por Gilbert (2006) como "Contexto como la reciprocidad entre conceptos y aplicaciones". Desde este punto de vista, no sólo son los conceptos los que están relacionados con sus aplicaciones, sino que las aplicaciones también afectan al significado atribuido a los conceptos. El contexto está formado por la yuxtaposición de concepto y aplicación

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

en las estructuras cognitivas de los estudiantes. El significado es creado por la adquisición de los aspectos relevantes de la estructura del conocimiento científico. Este modelo de contexto proporciona un "medioambiente mental" con el que se pueden relacionar otras ideas.

Tabla 3.2. Estrategias para una enseñanza basada en el contexto (tomado de De Jong, 2006a)

Fase de la enseñanza basada en el contexto	**Objetivo**
Utilizando un contexto introductorio	Evocar la "necesidad de conocer" de los estudiantes, esto es, explicitar las preguntas de los estudiantes.
Recogiendo y adaptando las preguntas de los estudiantes	Preparar a los estudiantes para encontrar respuestas aprendiendo sobre conceptos relevantes.
Reestructurando el contenido del libro de texto o seleccionando información de internet	Promover relaciones entre las preguntas realizadas por los estudiantes y la información entre textos o páginas web
Ofreciendo un contexto para continuar la indagación	Promover en los estudiantes la "necesidad de aplicar" sus conocimientos

La contextualización de cursos completos, unidades didácticas o actividades de enseñanza aprendizaje permite mostrar la relevancia de los contenidos científicos en nuestra vida diaria o en el desarrollo de la sociedad en que vivimos. Esto permite que los estudiantes tengan oportunidades de ver que es un conocimiento relevante para

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

interpretar el mundo que le rodea y sea capaz de aplicarlo para solucionar los verdaderos problemas que proporciona la realidad cotidiana, a la vez que se genera un aprendizaje más específico que le permitirá seguir aprendiendo en el futuro.

4.4.2. La contextualización en la enseñanza de la Química.

Al estar la Química presente en todas partes y actividades humanas, tanto de la vida cotidiana, como de la vida profesional, muchos temas de interés pueden ser utilizados de forma que la curiosidad sea la que motive al alumnado, es decir, que los modelos y las teorías vayan de la mano de los experimentos. Por ello, el principal objetivo es analizar y debatir ejemplos y experiencias para fomentar el aprendizaje de la Química desde una doble vertiente, mostrando como está la Ciencias involucrada en múltiples campos y facilitando su aprendizaje con analogías de ejemplos de la vida cotidiana y /o profesional) (Caamaño, 2018; Jiménez-Liso y De Manuel Torres, 2009; Jiménez-Liso et al., 2001).

Hay una gran multitud de fenómenos cotidianos que pueden introducirse en el currículo de Química. La incorporación en el aula de estos procesos cotidianos y/o profesionales, conllevaría una mejora en cuanto al conocimiento de la materia a enseñar por el docente, ya que promueve una renovación de actividades y metodologías de enseñanza y genera en el alumnado un interés y actitud más activa por la Química. Por ejemplo, los procesos que ocurren en el hogar al cocinar, al limpiar, etc. Estos fenómenos pasan desaprovechados por los docentes y desapercibidos por los estudiantes (Furió y Furió, 2009).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Por ello, es necesario tener precaución con la selección de los fenómenos de la vida cotidiana y/o profesional fenómenos que se incorporan, en función del nivel de exigencia, adecuándolo al nivel de desarrollo cognitivo de los estudiantes.

Como ejemplos de contextualización, se encuentran los fenómenos que ocurren en la cocina; por ejemplo, cuando se habla de técnicas de separación de mezclas, se pueden poner ejemplos de situaciones caseras, se usan papeles de filtro para separar el café solido del líquido extraído, coladores para separar la pulpa de las frutas. En cuanto a cambios de estado, se evapora un caldo o un fumet para concentrarlo. La olla exprés se puede usar para explicar el efecto de gases a presión y la relación entre presión y temperatura (Caamaño, 2018; Jiménez-Liso y De Manuel Torres, 2009; Jiménez-Liso et al., 2001).

Sin embargo, es importante no solo ceñirse a la Química cotidiana para captar la atención del alumnado con fenómenos curiosos de difícil explicación, lo que daría lugar solo a espectáculo, e implica el riesgo de inducir a un carácter mágico a la Química y generando una imagen de dificultad, lo que desemboca en una actividad negativa (Jiménez-Liso y De Manuel Torres, 2009; Jiménez-Liso, et al., 2001).

La perspectiva de la enseñanza basada en el contexto ha dado lugar a una serie de proyectos innovadores que en sus primeros momentos partían de las aplicaciones de la Química (Caamaño, 2018). La aplicación de proyecto en contexto surgió en la década de los 80. Como consecuencia la nueva visión del aprendizaje de las ciencias se desarrolló un gran número de investigaciones sobre las ideas previas o

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

concepciones alternativas de los estudiantes, cuyos resultados se difundieron a lo largo de los años 80 y 90 (Caamaño, 2018).

El proyecto CLISP (Children Learning in Science Project, 1983-1988) fue uno de los pioneros, aplicaba la visión constructivista del aprendizaje a la enseñanza de las ciencias. En España, la Química Faraday fue uno de los primeros proyectos para la enseñanza de la Química que hizo suyos los principios de renovación de esta década. En la Química Faraday se trataba de construir los conceptos y modelos químicos como respuesta a las cuestiones básicas que se habían planteado a lo largo del desarrollo histórico de la Química.

La elaboración y experimentación de las unidades del proyecto se llevó a cabo con el patrocinio del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de Barcelona y del Colegio de Licenciados de Cataluña (Grup Recerca-Faraday, 1988; Caamaño, 2018)

La década de los 90 estuvo en gran parte condicionada por el gran número de reformas educativas y curriculares (Caamaño, 2001). El primer texto de Química general en EUA con un enfoque claramente en contexto fue Chemistry in Context. Applying Chemistry to Society (Schwartz et al., 1994), y fue dirigido a estudiantes universitarios no específicamente de ciencias.

En la década del 2000, se ampliaron el número de países que desarrollaron currículos de Química en contexto. En España pueden seguirse los cambios curriculares que tuvieron lugar en esta década a la reforma del currículum de ciencias de la educación secundaria (Caamaño e Izquierdo, 2003; Furió et al., 2007; Gutiérrez et al., 2008). El currículum

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

de Química actual alude a la conveniencia de enseñar una Química contextualizada y propone temas CTS como la obtención de sustancias elementales a partir de minerales, los medicamentos, los polímeros, el efecto invernadero en la atmósfera, la acción de los CFC sobre la capa de ozono, las aplicaciones de los enzimas, la fabricación del acero, etc. (Caamaño, 2018).

En la década del 2010 se han continuado aplicando y reformulando los proyectos de Química en contexto iniciados en la década anterior, a la vez que se han iniciado nuevos. En España se han llevado a cabo varios proyectos que contemplan la Química en contexto, relacionados con la salud que contemplan aspectos químicos (Blanco et al., 2015) y Competencias de pensamiento científico, que tiene la enseñanza en contexto como uno de sus principios didácticos (Aliberas et al., 2015). O la estructuración de los contenidos y las actividades siguiendo la filosofía de la Química Faraday (Caamaño et al., 2015; Caamaño, 2016).

4.5. Trabajos prácticos en Química.

Los trabajos prácticos son unos de los tipos de actividades más relevantes en la enseñanza de las ciencias por permitir: la familiarización, la observación y la interpretación de fenómenos o conceptos estudiados en clases, la aplicación de estrategias de investigación para la resolución de problemas teóricos y prácticos (Caamaño, 2002).

Aunque no existe una definición precisa de este concepto que suele utilizarse en la enseñanza de la ciencia de diferentes formas (prácticas de laboratorio, experimentos, experiencias prácticas, etc.)

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

se puede entender como tal aquellas actividades de enseñanza aprendizaje de las Ciencias en las que los estudiantes tienen que interaccionar de alguna forma con determinados aspectos del mundo físico, natural o tecnológico (materiales, dispositivos tecnológicos, seres vivos, etc.) (Caamaño, 2002).

Los trabajos prácticos son considerados relevantes por diversas razones:

- Motivan a los estudiantes.
- Permiten la relación de los conceptos con fenómenos de la vida cotidiana.
- Permiten la interpretación de fenómenos.
- Ayuda a la comprensión de fenómenos.
- Permite contrastar experimentalmente hipótesis emitidas en la elaboración de un modelo.
- Permite acercarse a la metodología y los procedimientos propios de la indagación científica.
- Permite el trabajo en equipo, así como el desarrollo de actitudes y aplicación de normas propias del trabajo experimental.

Aunque este tipo de actividades son muy valiosos, algunas pueden ser muy costosas, ya que es necesario disponer de materiales, instrumentos de medida y productos adecuados, exigen tiempo para su preparación, y requieren cierto conocimiento y experiencia por parte de los profesores/as para su realización (Nieda, 2004). Por otro

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

lado, no siempre son efectivos, no siempre se consiguen los resultados esperados.

4.5.1. Tipos de trabajos prácticos.

Los trabajos prácticos, se pueden clasificar en diferentes categorías en función de los objetivos que se esperan alcanzar con ellos. La que se presenta a continuación, se basa en las propuestas de Caamaño (1992, 2003), Gott y Duggan (1995) y Woolnough (1991) .

- ***Experiencias***. Estos trabajos tienen como objetivo familiarizar a los estudiantes con fenómenos, o ilustrar algún principio o dar oportunidad para predecir y explicar fenómenos. Como ejemplo, la observación del comportamiento de diferentes materiales, como se comportan un fluido newtoniano y uno que no lo es, como sería el agua o maicena disuelta en agua. Dentro de las experiencias suele distinguir entre:
- *Experiencias perceptivas*. Cuya finalidad es obtener una familiarización con los fenómenos generalmente de tipo cualitativo, como puede observar y clasificar distintos productos en función de sus características observables, color, olor, textura…
- *Experiencias ilustrativas*. Permiten ilustrar un concepto o fenómeno o relación entre variables. Por ejemplo, que le ocurre al equilibrio químico cuando aumenta la presión, o el volumen, o alguno de los reactivos o productos.
- *Experiencias interpretativas*. Permiten interpretar el fenómeno observado, mediante explicaciones, construidas a partir de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

sus propias ideas. Estas actividades animan a los estudiantes a emitir hipótesis explicativas de los fenómenos observados.

Uno de los tipos de actividades interpretativas más utilizadas en la enseñanza de las ciencias en general, y de la Química en particular, es la denominada POE (Predicción-Observación-Explicación). Se basan en que los estudiantes hagan una predicción sobre que va a ocurrir y por qué creen que va a ocurrir un determinado fenómeno que posteriormente van a observar. Se trata de fenómenos simples que pueden ser recreados en un corto espacio de tiempo y que pueden ser repetidos las veces que sea necesario. Una vez realizado los estudiantes tienen que describir lo que han observado y explicar lo sucedido, relacionándolo con la predicción que realizaron. Así, estas actividades permiten a los estudiantes poner de manifiesto sus ideas de los estudiantes, al pedirle una predicción de los fenómenos antes de observarlos y desarrollar una hipótesis en la que descanse la predicción formulada. También, permite crear conflictos conceptuales cuando la experiencia no responde a las expectativas de los estudiantes, y consolidar nuevas ideas en contextos experimentales diferentes.

- ***Ejercicios prácticos.*** Este tipo de trabajos prácticos permiten aprender determinados procedimientos, realizar experimentos que ilustren o corroboren la teoría explicada. Por ejemplo, aplicar diferentes métodos de separación de sustancias (filtración, decantación, cristalización, destilación, etc.). Se suelen diseñar actividades centradas en la determinación de propiedades o variables que permitan comprobar la asimilación de los aspectos

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

teóricos presentado previamente, por ejemplo, demostración de la conservación de la masa en reacciones químicas (Caamaño, 2002).

- ***Investigaciones***. Se trata de trabajos prácticos que ayudan a los estudiantes a trabajar como lo hacen los científicos en la resolución de problemas, familiarizarse con el trabajo científico y también desarrollar una mejor compresión de la naturaleza de dicho trabajo científico y en general, de la ciencia. Se suelen distinguir dos tipos de investigaciones en la enseñanza de las Ciencias:
  - Investigaciones para resolver problemas teóricos. Su finalidad es ayudar a los estudiantes a resolver problemas de interés en el marco de una doctrina, como por ejemplo cuando se les pide a los estudiantes como determinar la relación entre la presión de un gas y su volumen.
  - Investigaciones para resolver problemas prácticos. Su finalidad es ayudar a los estudiantes a comprender la forma de proceder de los científicos en cuanto a los aspectos más relacionados con la planificación y realización de experimentos. Se trata de resolver el problema no dirigido especialmente a la obtención de un conocimiento teórico, aunque esto no significa que los estudiantes no aprendan conocimientos al realizar este tipo de investigaciones. Algunos ejemplos de investigaciones prácticas serían aquellas en las que se les propone a los estudiantes responder a la siguiente pregunta: ¿Qué detergente elimina mejor las manchas? ¿Dónde se disuelve mejor el cacao, en leche fría o caliente? ¿Dónde se extrae mejor el café, en agua fría o caliente? Generalmente estas investigaciones se plantean en contextos de la vida cotidiana.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CAPÍTULO 5

Química en los estudios de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Capítulo 5. Química en los estudios de Ingeniería.

En la actualidad, la Química es una base fundamental para un Ingeniero, ya que es conocido por todos, que se pueden construir materiales con unas características y propiedades características, materiales que pueden ser fabricados gracias a la Química. Esto hace que la Química, sea una materia muy importante para los ingenieros. Por ello, a lo largo de este capítulo se estudiará la importancia de la Química para un Ingeniero, centrándose especialmente en los Ingenieros Mecánicos.

Este capítulo, se centra en la Química como una disciplina fundamental en la formación de Ingeniero, concretamente para un Ingeniero Mecánico que es el Grado en el que se ha llevado a cabo esta investigación. Se comienza analizando las razones que justifican la importancia que la Química tiene en la formación de estos ingenieros y a su vez, en la influencia que la Ingeniería tiene también en la Química. En un segundo apartado se aborda como la Química está recogida en la normativa que regula el Grado de Ingeniería Mecánica, concretándose en la memoria de verificación de la Universidad de Málaga y en la programación docente vigente en los cursos académicos en los que se realizó la investigación. Y se finaliza el capítulo planteando las características que suelen presentar los estudiantes que se inician en este grado con respecto a su motivación, interés y actitud hacia la Química.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

5.1. La Ingeniería y la Química.

Entre la ciencia y la sociedad hay un puente que es la Ingeniería, el ingeniero aplica los descubrimientos científicos en la solución de sus problemas. El interés principal de todos los ingenieros es mejorar las características del producto que diseñan.

La Ingeniería es una actividad profesional que se dedica al estudio y aplicación de las diversas ramas de la tecnología. La Ingeniería se puede definir como la profesión en la que las ciencias naturales y el conocimiento de la matemática, la experiencia y la práctica se aplica con juicio para desarrollar los materiales y las fuerzas naturales para el beneficio de la naturaleza humana (Wright, 1994). Al ser una disciplina de carácter tecnológico, está involucrada con el cambio, por lo que la concepción del siglo pasado no puede ser la misma de hoy día.

La Ingeniería es considerada la encargada de transformar los descubrimientos científicos en aparatos, dispositivos, etc. Normalmente los químicos no son los encargados de aprovechar las propiedades de los materiales, son los ingenieros los que aprovechan están propiedades. Por lo tanto, es necesario que posean conocimientos de ciencias, y en concreto de la Química (Cicció, 2013).

Con anterioridad a la aparición del término ingeniería mecánica, eran los físicos quienes aplicaban teorías y realizaban experimentos que permitían resolver problemas cotidianos. Con la llegada de la Revolución Industrial, se fueron introduciendo maquinaria, lo que daría lugar a fábricas e industrias. La utilización y la necesidad de mejorar esta maquinaria dieron origen ingeniería mecánica que, basada en la física permitió la creación mejora de dicha maquinaria.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

La acepción más actual es la propuesta por Edward Krick (1996) "La ingeniería mecánica es aquella actividad profesional que se ocupa del diseño, construcción y operación de sistemas mediante los cuales se convierte la energía en formas mecánicas útiles como son las máquinas de vapor, motores de combustión interna, etc.; y los mecanismos necesarios para convertir la energía de salida de esas máquinas a la forma deseada".

La Química es una ciencia muy importante, ya que el conocimiento de las reacciones químicas permite entre otras cosas, fabricar materiales que reúnan unas características específicas para su uso. Sin embargo, los químicos no son las personas encargadas de aprovechar las características de estos materiales; son los ingenieros los que son capaces de aprovechar las propiedades y las características de los materiales.

La Química es muy importante para los ingenieros puesto que estos se dedican a diseñar, instalar, operar y mantener los elementos mecánicos de la industria de transformación teniendo en cuenta las implicaciones futuras. Por ello, lo principal es que conozcan la composición química, las fuerzas intermoleculares e intramoleculares de los materiales con los que trabajan. Estos también se ocupan del diseño y construcción de dispositivos y equipos para el campo de la bioingeniería y el uso de biomateriales, industria minera, siderurgia, petrolera y generación de energía, etc. En todos campus es necesario que los ingenieros tengan conocimientos básicos de Química (Villalonga et al., 2009). Como ya se ha comentado en capítulos anteriores, varios investigadores afirman que la Química no es una

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

elección popular y que el campo es deficiente en todos los niveles de educación, academia e industria (Ogunde et al., 2017; Salonen et al., 2018; Shirly et al., 2020). Por ello, es necesario hacerles comprender a los estudiantes en que consiste la Ingeniería y lo útil que será para ellos la Química en el campo profesional, académico o cultural. En el marco de la innovación, por ejemplo, en los 80s o 70s los ingenieros mecánicos se centraban en diseñar autos más potentes, sin importar ni el consumo ni las emisiones. Hoy día, el ingeniero tiene que diseñar motores eficaces, que consuman poco y mantengan el medioambiente, aunque a veces suponga sacrificar parte de la potencia del motor.

Los ingenieros de automóviles, caso que nos ocupa, buscan materiales de poco peso y a su vez, que sean resistentes, y ahorro de combustible, para esto se requiere un sistema de combustión eficaz para la construcción de los vehículos. El estudio de la Química y posterior aplicación de esta permitirá al ingeniero realizar las mezclas en base a sus conocimientos. Además, la Química capacita al ingeniero mecánico para el desarrollo de nuevos combustibles, amigables con el medioambiente

Sin embargo, la ingeniería mecánica no solo debe centrarse en la eficacia de los procesos industriales, sino también al diseño de sistemas que permitan satisfacer las necesidades del entorno, de manera sustentable y eficiente.

La Química, junto con otras Ciencias, es fundamental para la formación integral de un ingeniero por muy diversas razones (Ogunde et al., 2017; Salonen et al., 2018; Shirly et al., 2020):

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

a) Aporta conocimientos sobre las transformaciones de la materia (Física y Química), sus cambios de energía, estructura, propiedades y su relación con el entorno.

b) En la actualidad, gracias a la Química, es posible fabricar materiales bajo pedido, materiales con propiedades y características determinadas. De esto se encargan los ingenieros, y por ello, deben tener conocimiento de los principios básicos de las ciencias, entre las que se localiza la Química, para poder comprender que ocurre, no solo en la naturaleza, sino también en los procesos de la vida diaria e industriales (Cicció, 2013; Ogunde et al., 2017; Salonen et al., 2018; Shirly et al., 2020).

c) El Ingeniero Mecánico diseña, instala, opera y mantiene los elementos mecánicos que se emplean en las industrias de la transformación; por ello, debe tener amplios conocimientos de las propiedades de los materiales, las cuales dependen: de la composición química, de las fuerzas intermoleculares y de las fuerzas intramoleculares presentes en los distintos materiales utilizados.

d) Estos ingenieros diseñan y construyen dispositivos y equipos para el campo de la bioingeniería y de los biomateriales, por lo cual, es básico que conozcan las propiedades de los materiales que van a emplear; finalmente, también incursionan en el campo de la industria minera, siderúrgica, petrolera, Química y de generación de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

> energía; así que, deben poseer conocimientos básicos de los conceptos empleados en Química. (Cicció, 2013).

A su vez, las ingenierías también suponen un campo para múltiples aplicaciones de la Química. Hoy en día, la investigación científico-técnica discurre por algunas direcciones fundamentales como todo lo relacionado con los seres vivos y su transformación: Biología Molecular, Ingeniería Genética, etc. Y en lo referente a la generación y la utilización de nuevos materiales: los grandes avances en técnicas relacionadas con la comunicación, la inteligencia artificial, la robótica o la tecnología espacial, son imposibles si no se dispone de nuevos materiales con altas prestaciones y de un grado de especificidad muy elevada. Estas áreas están íntimamente relacionadas con la Química, así como los láseres y la fibra óptica, la industria del automóvil, aeronáutica o naval, la superconductividad, la construcción, telefonía, ordenadores, la metalurgia, medicina, detergentes, cosméticos, conservación de alimentos, fertilizantes, industria del petróleo, embalajes, nuevas formas de energía, almacenamiento de energía y etc. (Rivera y Melón, 2003).

Erróneamente, se podría decir que el desarrollo correcto de las Ingenierías depende de la Química, sin embargo, los avances científicos y tecnológicos son multidisciplinarios, quiere decir que una se basa en la otra, y a su vez, la Química también depende de las Ingenierías.

¿Qué sería de la Química sin los modernos aparatos de análisis, diseñados, construidos y mejorados por los Ingenieros Mecánicos y los Ingenieros Eléctricos y Electrónicos? Sin los modernos programas de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

ordenador, ¿cómo sería el avance de la Química Teórica? Quiere decir que la Ingeniería y la Química trabajan a la par para el beneficio de la sociedad.

Por otro lado, la Química es una de las ciencias principales y que se han desarrollado para obtener distintas aplicaciones. Esta se dedica al estudio de la materia, sus cambios y todo lo que le rodea. Al estar constituido el mundo por materia, es esencial la Química para conocer las propiedades de los materiales indispensables para el desarrollo de las actividades de un Ingeniero Mecánico.

5.2. Grado en Ingeniería Mecánica.

El título de Graduado en Ingeniería Mecánica pretende formar profesionales con amplias competencias, junto con una amplia formación básica, se pretende proporcionar al estudiante una buena formación específica y en competencias generales, de forma que pueda incorporarse a cualquier campo de trabajo dentro de la Ingeniería Mecánica, adaptándose a los nuevos retos que aparecen constantemente en cualquier disciplina de la Ingeniería. De acuerdo con lo recogido en el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior (MECES) (MEC, 2007), se garantizará que los estudiantes:

- Hayan demostrado poseer y comprender conocimientos dentro del área de la Ingeniería industrial al nivel que, apoyado en libros de textos avanzados, y que incluso incluye algunos aspectos que

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

- Sepan aplicar sus conocimientos en su trabajo o vocación de una forma profesional, poseyendo las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de un argumento y de la resolución de problemas dentro del plano de la Ingeniería Industrial.

- Sean capaces de reunir e interpretar datos relevantes en el campo de estudio de la Ingeniería industrial, permitiendo emitir juicios que incluyan una meditación sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

- Puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones del campo de la Ingeniería industrial a un público tanto especializado como no especializado.

- Desarrollando habilidades necesarias para emprender estudios posteriores.

5.2.1 La Química en el Grado de ingeniería Mecánica.

Las directrices oficiales sobre los planes de estudio este Grado prescriben que la Química tiene que ser una de las asignaturas básica. En el caso concreto de la Universidad de Málaga, esta asignatura tiene un carácter cuatrimestral, con 6 créditos ECTS y se cursa en el primer curso del grado.

El contenido que debe presentar dicha asignatura según viene descrito en la Memoria de Verificación del Título de Graduado en

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Ingeniería Mecánica (en adelante Verifica) (Anexo 5.1) está organizado en los siguientes bloques:

- Estructura de la materia y Química nuclear.
- Transformaciones y equilibrio químicos.
- Electroquímica.
- Análisis instrumental.
- Fundamentos de Química industrial.
- Aplicaciones de la Química orgánica e inorgánica a la Ingeniería.

También aparece en este documento las competencias básicas y específicas que deben adquirir los estudiantes de la asignatura.

- Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les habilite para el aprendizaje de nuevos teorías y métodos, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas circunstancias.
- Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
- Capacidad para emplear y comprender los principios básicos de la Química general, Química inorgánica y Química orgánica y sus aplicaciones en la Ingeniería.
- Que el alumnado tenga las capacidades de interpretar y reunir datos relevantes en el campo de la Ingeniería Mecánica y de la

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

rama industrial que permita emitir juicios que incluyan una deliberación sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

- Que el alumnado pueda transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

- Que los estudiantes hayan desarrollado las habilidades de aprendizaje necesarias para iniciar estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

Guía docente de la asignatura Química.

En la guía docente de la asignatura Química del Grado de Ingeniería Mecánica (Anexo 5.2) se indica que un 63 % de los créditos son teóricos y un 37 % prácticos. El total de horas de clase por estudiante son 60 horas. En esta asignatura se incluyen además de las clases teóricas, prácticas de laboratorio y seminarios prácticos. En los años en los que se realizaron esta investigación se realizó también una visita a la fábrica de cerveza Mahou San Miguel, situado cerca de Málaga capital.

Los contenidos se organizan en tres bloques; Introducción a la Química, Equilibrio Químico y Fundamentos de Ingeniería Química.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Las actividades formativas contempladas en la guía docente son las siguientes:

Actividades expositivas.

Actividades prácticas en instalaciones específicas.

Actividades de discusión, debate, etc.

Actividades de elaboración de documentos.

Para la evaluación se realizan pruebas escritas, se tendrán en cuenta la realización de las prácticas y el informe presentado de las mismas, así como la participación en clase con la exposición de trabajos y la resolución de problemas.

Los resultados de aprendizaje que se esperan al acabar el periodo que dura la asignatura son los siguientes:

ESPEC1 Conocer los conceptos básicos de Química, nomenclatura, teoría atómica, disoluciones, equilibrios.

ESPEC2 Resolver problemas de equilibrio químico, balance de materia y volumetrías.

ESPEC3 Realizar operaciones básicas de un laboratorio de Química, filtración, destilación, preparación de disoluciones, síntesis, volumetría.

CC1 Conocimiento y comprensión de los principios científicos y matemáticos que subyacen a su rama de ingeniería (60 h).

CC2 Una comprensión sistemática de los conceptos y aspectos clave de su rama de ingeniería (15 h).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CC3 Un conocimiento adecuado de su rama de ingeniería que incluya algún conocimiento a la vanguardia de su campo (5 h).

CC4 Conciencia del contexto multidisciplinar de la ingeniería (5 h).

AI1 La capacidad de aplicar su conocimiento y comprensión para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería utilizando métodos establecidos (15 h).

AP2 La capacidad de combinar la teoría y la práctica para resolver problemas de ingeniería (10 h).

CT1 Funcionar de forma efectiva tanto de forma individual como en equipo (20 h).

CT5 Reconocer la necesidad y tener la capacidad para desarrollar voluntariamente el aprendizaje continuo (10 h).

II1 La capacidad de realizar búsquedas bibliográficas, utilizar bases de datos y otras fuentes de información (10 h).

Criterios de evaluación.

La calificación final de la asignatura viene dada por la suma de:

60%Examen Teoría-problemas.

20%Cuaderno de Prácticas de Laboratorio.

20%Pruebas de seguimiento continuas.

La nota de los alumnos a tiempo parcial será el 100% de la calificación del examen final.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

5.3. Los estudiantes de Química en Ingeniería Mecánica.

Los estudios al respecto muestran que habitualmente los estudiantes que ingresan en los estudios de Ingeniería piensan que "la Química no les hace falta a los ingenieros", y para ellos esta asignatura tiene fama de ser más difícil que otras. Esto puede ser debido al propio lenguaje muy específico y por ello, al comienzo de su estudio es necesario estudiar la Química como si se tratara de un nuevo idioma (Oliver et al., 2011). La Química es una ciencia experimental que supone el manejo de conceptos y principios de alto nivel de abstracción cuya comprensión ofrece severas dificultades a muchos estudiantes (Solbes et al., 2007). Nuestra experiencia como docente de esta asignatura corrobora el análisis que realizan estos autores.

Por otro lado, nos encontramos con un fenómeno muy preocupante, sobre todo para los grados de Ingeniería, y es la baja formación con las que llegan de Matemática, Física y Química. Los estudiantes que acceden a la Universidad cada vez muestran una menor formación para las necesidades del Grado (Perich, 2008). Además de todo lo expuesto anteriormente, se debe sumar que hay una gran heterogeneidad en la formación previa de los estudiantes, tanto a nivel de conocimientos como a la metodología para su adquisición.

Todo ello, influye en una falta de interés de los estudiantes de Ingeniería por la Química, ya que como se ha comentado en el apartado (Capítulo 2), lo estudiantes piensan que la Química no es

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

relevante para su formación. Mejorar esta idea de los estudiantes es la razón fundamental por la que se ha realizado esta investigación.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CAPÍTULO 6

Diseño general de la investigación

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Capítulo 6. Diseño general de la investigación.

En los capítulos anteriores se ha presentado el origen y la fundamentación teórica en la que se ha basado esta investigación. En este capítulo, se muestran los aspectos metodológicos, características generales y diseño de la investigación.

Esta investigación se ha basado en varios enfoques metodológicos, tanto de corte cualitativo como cuantitativo, que se describen en el primer apartado, así como su fundamento. En un segundo apartado se delimita y formula el problema de investigación y se plantean las preguntas de investigación que han guiado el desarrollo de esta Tesis. En el apartado tercero, se sintetizan los aspectos básicos del diseño del proceso investigativo y se muestran las etapas fundamentales de su desarrollo. Los apartados del cuarto al sexto muestran otros aspectos importantes del proceso investigativo, como son la descripción de las muestras de participantes; las técnicas e instrumentos utilizados para el acceso, obtención y producción de información, y finalmente, algunas consideraciones sobre el análisis de los datos obtenidos.

Se debe observar, que, dada la finalidad expositiva de este capítulo metodológico, en lo que sigue se describirán los procesos, criterios y estrategias utilizados de una manera genérica, que se irá concretando en los próximos capítulos a medida que se describen los distintos estudios en los que se ha estructurado esta investigación.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

6.1. Introducción.

La investigación educativa ha avanzado de manera importante en los últimos años. Sin embargo, la difusión de esta investigación es escasa, sobre todo en el ámbito educativo de la Universidad (Muñoz-Repiso, 2004), lo que hace que estos resultados de investigación no sean útiles.

Dentro de este tipo de investigación se incluyen un amplio número de enfoques de investigación, generalmente de corte cualitativo, que han permitido el avance en la mejora de la calidad de las prácticas instructivas y la ampliación de conocimiento sobre los procesos de aprendizaje (Confrey, 2006; diSessa y Cobb, 2004).

El desarrollo de esta investigación tiene como objetivos analizar, comprender y mejorar, los procesos de enseñanza y aprendizaje en contexto, mediante el diseño y estudio sistemático de formas particulares de aprendizaje, estrategias y herramientas de enseñanza (Molina et al., 2011). Este tipo de estudios se desarrollan usualmente en torno a la introducción nuevas herramientas para el aprendizaje o nuevas formas de organización del contexto de aprendizaje (Confrey, 2006). En este contexto, se elabora, implementa y se somete a escrutinio un producto, recogiendo los problemas que se presentan, las necesidades de mejora, los avances y fracasos, todo lo necesario para posteriormente llevar a cabo un rediseño.

Los estudios basados en el diseño son estudios de campo en los que un equipo de investigación interviene en un contexto de aprendizaje particular para atender, mediante un diseño instructivo, al logro de una meta pedagógica explícitamente definida (Rinaudo y Donolo, 2010). Bajo

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

este enfoque se investiga las características del diseño, permitiendo identificar qué características del diseño resultan más eficaces que otras respecto al resultado esperado (Reeves, 2011). Es decir, son intervenciones planteadas para responder preguntas de investigación del tipo "qué sucede", "cómo y por qué funcionan en la práctica" o "cómo y por qué suceden algunas situaciones educativas", pues la intervención objeto de análisis se basa en una situación educativa real, en el contexto donde se producen y donde el propio investigador se halla implicado (Bell et al., 2004; Cobb et al.,2003; Shavelson et al., 2003).

Salgado-Lévano (2007) señala cinco rasgos distintivos de los enfoques de diseño:

a) Combina el diseño de situaciones o ambientes de aprendizaje y enseñanza con el desarrollo de teorías educativas.

b) La investigación y el desarrollo se producen de forma iterativa, configuran un ciclo continuo de diseño de la intervención–puesta en operación–análisis–rediseño.

c) La investigación sobre el propio diseño debe conducir a teorías que ayuden a comunicar implicaciones relevantes a los profesionales de la enseñanza y a otros diseñadores educativos.

d) La investigación debe explicar cómo y por qué funcionan los diseños educativos en contextos reales. No debe limitarse a documentar su éxito o fracaso, propio de la evaluación del producto.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

e) El desarrollo de la investigación debe apoyarse en métodos que permitan constatar las conexiones de los procesos de puesta en operación con resultados de interés.

En este tipo de enfoques metodológicos el proceso de la investigación se centra en diseñar innovaciones educativas y explorar todos los aspectos de la misma durante su puesta en práctica, desde el compromiso de aunar teoría, el plan de acción diseñado y la puesta en práctica, al tiempo que el propio análisis de la intervención puede contribuir a elaborar y mejorar las teorías sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Normalmente este tipo de investigación, se dirigen a estudiar los problemas de aprendizaje en sus contextos naturales, con el propósito explícito de su mejora, lo que conlleva prestar atención al importante y variado número de factores que influyen en las prácticas educativas (Confrey, 2006).

En este sentido, la complejidad de las situaciones de aprendizaje y las interacciones que tienen lugar requiere distinguir entre aquellos elementos que van a ser objeto de estudio, de aquellos otros que se consideran accidentales o se asumen como condiciones del contorno, evitando contradicciones o conflictos durante el desarrollo de las actividades y poniendo en evidencia aquellos que pueden afectar al éxito o fracaso (Barab y Squire, 2004; Cobb et al., 2003).

Los estudios de diseño desafían la suposición de que los resultados de una investigación están contaminados por la influencia del propio investigador (Barab y Kirshner, 2001), pues los investigadores de diseño

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

gestionan el proceso de investigación en colaboración con los participantes, diseñan y ponen en práctica, de forma sistemática, intervenciones para mejorar y refinar los diseños iniciales y avanzar hacia una mejor práctica educativa (Wang y Hannafin, 2005).

En cuanto al rol del investigador se muestra como más adecuado su papel como observador participante, y se asume, de entrada, su fuerte implicación en la implementación de la intervención (Reinking y Bradley, 2008). Se precisa, por otro lado, que la intervención educativa esté sólidamente fundamentada tanto en el conocimiento del campo disciplinario donde se lleva a cabo, como en el conocimiento de una teoría del aprendizaje que englobe los procesos a realizar.

Las cuestiones a las que da respuesta el análisis son típicamente de carácter práctico y están directamente relacionadas con el objetivo de promover el aprendizaje de los estudiantes participantes, en tanto que el análisis retrospectivo persigue contribuir al desarrollo de un modelo teórico para la mejora de la práctica educativa (Cobb y Mayer, 2000; Juuti y Lavonen, 2006).

Por lo general, existe un cierto acuerdo en considerar tres fases importantes en este tipo de investigación, Rinaudo y Donolo (2010):

a) **Fase de preparación**. Esta fase implica definir las metas de aprendizaje o los puntos finales a los que apunta esta investigación, describir las condiciones iniciales o puntos de partida, la elaboración del diseño instructivo, definir las intenciones teóricas del experimento y desarrollar el diseño

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

instructivo que debería llevar al logro de las metas fijadas (Cobb y Gravemeijer, 2008).

b) **Fase de implementación**. Se pretende ensayar el diseño de enseñanza y probar su validez, así como mejorar la teoría utilizada en la primera fase del diseño, así como una mejor comprensión de su funcionamiento (Cobb y Gravemeijer, 2008). A diferencia de otras metodologías este enfoque propone un ajuste continuo del diseño elaborado lo que crea exigencias en cuanto al registro de la documentación que produce la intervención, documentando tanto las revisiones, los fracasos y los resultados producidos.

c) **Fase de análisis retrospectivo**. Se analizan los datos cronológicamente para cada uno de los episodios de la intervención que dan lugar a conjeturas o interpretaciones que se convierten en datos para un segundo ciclo de análisis, en orden a su aceptación o refutación, y así sucesivamente. A partir de las observaciones realizadas y de los resultados de los análisis retrospectivos se puede avanzar hacia la reconstrucción de la teoría que fundamenta el diseño instructivo elaborado.

6.1.1. Problemas que encuentra este tipo de investigación.

Para Barab y Squire (2004) este tipo de investigación permite documentar, comprender e interpretar la intervención educativa, así como, transformar y mejorar la práctica educativa a través de la consideración del importante papel de los contextos sociales en los

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

resultados de la investigación. Pero no solo la aportación debe considerarse en el campo de la práctica educativa pues los continuos ciclos iterativos que resultan a lo largo de la intervención permiten a los investigadores probar y generar teoría (en base a las evidencias sobre el aprendizaje) para resolver problemas en contextos auténticos, que a su vez queda validada por los resultados de la investigación (Brown, 1992; diSessa y Cobb, 2004; Messick, 1992).

La posibilidad de testar teorías en la práctica, de trabajar en colaboración con los docentes para la construcción de conocimiento en contextos reales, reconocer las especificidades de la práctica y las ventajas potenciales de adaptar la teoría al contexto de forma iterativa, abordar los problemas cotidianos del aula que influyen en el aprendizaje para adaptar la enseñanza a las condiciones reales, son entre otras, algunas de las potencialidades que se asocian con los estudios de diseño (Shavelson et al., 2003, citado por Molina et al., 2011).

Por otro lado, diSessa y Cobb (2004) sostienen que muchos estudios basados en el diseño carecen de una base teórica sólida por lo que no generan resultados importantes para el refinamiento y la evolución de la teoría educativa.

Pero en el sentido contrario, Brown (1992) también reflexiona acerca de un exceso de datos para el análisis, por su naturaleza iterativa las investigaciones de diseño dan lugar a una gran cantidad de datos cuyo análisis requiere de un importante esfuerzo, mientras que los resultados obtenidos pueden no contribuir o contribuir muy poco al avance en el conocimiento educativo.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Otro aspecto crítico de los estudios de diseño se relaciona con su dificultad para la generalización de los resultados. La naturaleza iterativa de la investigación y la posibilidad de intervenir en la situación educacional a través de ajustes sucesivos dificulta encontrar qué combinación, realmente, es la que favorece el avance; por otro lado, la complejidad para el desarrollo de una intervención en contextos auténticos es otro factor que limita una posible generalización más allá del contexto utilizado, dándose incluso la posibilidad, de encontrar otras explicaciones alternativas a los resultados obtenidos (Shavelson et al., 2003).

6.2. Problema y preguntas de investigación.

Esta investigación pretende contribuir a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Química en los estudios del Grado en Ingeniería Mecánica. En concreto, a mejorar de la visión de la utilidad de la Química por parte de los estudiantes, mediante el diseño, implementación y evaluación de una propuesta didáctica que enfatice la relevancia de la Química en diferentes ámbitos de la vida personal, social y profesional.

Como se ha indicado en el marco teórico, se trata de una línea de trabajo muy importante en la Didáctica de la Química. Los profesores de Química se encuentran con el problema del escaso interés por esta materia que tiene el alumnado de los grados universitarios no específicos de Química, especialmente, los de Ingenierías, manifestándose principalmente en un bajo rendimiento académico, en un descenso de la matrícula e incluso en un abandono.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Intentando atender a los problemas identificados acerca de la enseñanza aprendizaje de la Química, planteado en los capítulos anteriores, en el cual, se pretende profundizar en el análisis de las razones por las que el alumnado no le otorga utilidad a la Química en el Grado de Ingeniería Mecánica de la asignatura Química. En concreto, se pretende analizar sus expectativas sobre el valor y la importancia que concede a esta asignatura en su formación como ingeniero, y su percepción sobre la dificultad de conceptos de Química qué van a estudiar, así como las razones por las que los consideran o no difíciles.

El objetivo último de esta investigación es utilizar el conocimiento sobre la situación de partida de los estudiantes del Grado de Ingeniería Mecánica en la asignatura Química, para construir y aplicar metodologías alternativas que generen interés, curiosidad, motivación por aprenderla.

Se considera que este problema plantea un reto importante que se concreta en la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo mejorar la actitud de los estudiantes de primer curso de Ingeniería Mecánica hacia la Química y especialmente la percepción de la utilidad de la misma?

Responder a esta pregunta implica plantearse tres investigaciones más concretas:

1. Diagnosticar el punto de partida de los estudiantes con respecto a los aspectos considerados en la investigación, en este caso, conocer su actitud inicial hacia la Química, hacia la utilidad de la

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Química. También se ha considerado relevante analizar o diagnosticar su visión sobre los conceptos que se muestran en la asignatura Química.

2. Desarrollar una propuesta didáctica basada en este diagnostico inicial, así como en otros conocimientos relevantes en el ámbito de la didáctica de la Química, que pudiesen ayudar a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química, en esta asignatura.

3. Evaluar el impacto que dicha propuesta produce en la actitud de los estudiantes y su visión sobre la utilidad de la Química.

A continuación, se detalla cada uno de estos aspectos, formulando las preguntas concretas de investigación.

Con respecto al diagnóstico sobre la situación inicial de estos estudiantes, se han planteado las siguientes preguntas:

a) ¿Qué actitudes sobre la Química muestran los estudiantes cuando comienza sus estudios de Ingeniería?

b) ¿Qué visión tienen los estudiantes sobre la utilidad de la Química, al comienzo de su formación como Ingeniero?

c) ¿Existe relación entre el nivel de estudios que poseen los estudiantes al comienzo del curso académico y las expectativas que los estudiantes tienen sobre utilidad de la Química en su formación como Ingeniero?

d) ¿Qué conceptos son considerados difíciles por los estudiantes antes de cursar la asignatura de Química?

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Con respecto a la evaluación del impacto de dicha propuesta didáctica, se han planteado las siguientes preguntas:

a) ¿Qué actitudes muestran los estudiantes al finalizar la asignatura?

b) ¿Qué visión tienen los estudiantes sobre la utilidad de la Química, al finalizar la asignatura?

c) ¿Existe relación entre las calificaciones obtenidas por los estudiantes de la asignatura y su actitud hacia la Química al finalizar la asignatura?

Hay que hacer constar que, dada la naturaleza del estudio llevado a cabo, no todas las preguntas se han formulado en el mismo momento, y cada una de ellas tiene un sentido especial en las distintas fases de la investigación que se mostraran a continuación.

En esta Tesis, se ha optado por el diseño de una propuesta didáctica que abarca de forma transversal a todas las unidades didácticas de la asignatura de Química, mediante el desarrollo de actividades específicas centradas en la mejora de la comprensión de conceptos y en actividades centradas en destacar la utilidad de la Química.

De esta manera, la elaboración de este instrumento educativo; la planificación y diseño, la construcción y validación de la secuencia didáctica, se convierten en un aspecto importante de esta investigación.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

6.3. Esquema general de la investigación.

Declarado el problema central de nuestra investigación y las preguntas a resolver, así como las bases para su fundamentación metodológica, se describen el esquema general y las etapas de investigación que se resume gráficamente en la Figura 5.1.

Como puede apreciarse la investigación se ha estructurado en dos grandes bloques, a los que nos referiremos como "estudios piloto" y "estudio principal". En cada uno de ellos, se diferencian tres fases de diagnósticos, diseño de una propuesta didáctica y de evaluación.

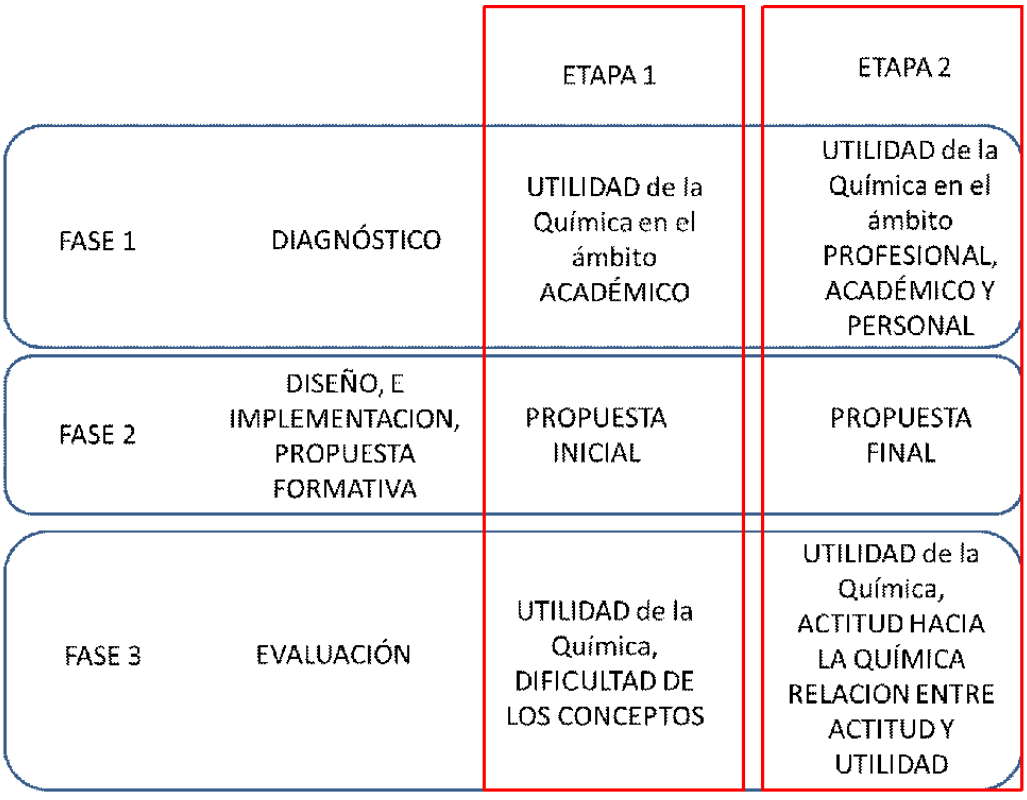


Figura 6.1. Estructuras y etapas de la investigación.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

En su conjunto las dos etapas del estudio se llevaron a la práctica durante dos cursos académicos consecutivos (2012/13 y 2013/14).

La etapa 1, denominada estudio piloto, se articula en torno a una primera propuesta didáctica que se plantea para dar respuesta, por un lado, a los datos obtenidos en el diagnostico inicial de los estudiantes entorno a su visión sobre la utilidad de la Química, así como la dificultad de sus conceptos y, por otro lado, los resultados de investigación acerca de este tema recogidos en la literatura (Fase 1).

Tras la puesta en práctica de dicha propuesta didáctica (Fase 2) se llevó a cabo una evaluación del impacto de la misma sobre los dos aspectos considerados en el diagnóstico, utilidad de la Química y dificultad de sus conceptos (Fase 3). El análisis de los resultados obtenidos llevó a plantear algunas modificaciones y mejoras en la investigación que se incorporaron al estudio principal.

En el capítulo 7, se describe de forma más detallada la investigación desarrollada de la etapa 1.

La etapa 2, el estudio principal se llevó a cabo en el curso académico inmediatamente posterior a la conclusión de los estudios preliminares. El estudio principal, núcleo central de este trabajo, engloba el proceso de diseño y elaboración de la versión final de la propuesta didáctica en torno al aprendizaje y enseñanza de los conceptos que aparecen a lo largo de la asignatura basado en el uso de experiencias que tengan lugar en la vida cotidiana o en su futuro profesional (capítulo 8) con la finalidad de positivar la visión que tienen los estudiantes hacia la

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Química, así como el análisis del seguimiento de su puesta en práctica (capítulo 9) y valoración (capítulo 9).

El estudio principal, ha estado constituido por las tres fases que se muestran en la Figura 6.1. En este caso, la fase de diagnóstico se centró en la visión de los estudiantes sobre la utilidad de la Química e incorporándose un estudio mas general sobre la actitud de los estudiantes. En el caso de la utilidad los resultados del estudio piloto mostraron la necesidad de diferenciar tres ámbitos o planos sobre este concepto, académico, profesional y personal. Se consideró también importante incorporar la visión de los estudiantes sobre otros aspectos actitudinales que pueden influir en el interés de los estudiantes por la Química y su aprendizaje. De esta forma, se puede analizar la posible relación entre la actitud como un constructo más general y la utilidad, aspecto más novedoso que no ha sido tratado de forma independiente hasta el momento en la investigación sobre la enseñanza de la Química, como se indica en el capítulo 10.

En la segunda fase del estudio principal, se implementó la nueva versión de la didáctica formativa en la que se incrementó el número de actividades propuestas para favorecer la visión de los estudiantes hacia la utilidad de la Química. Desde el punto de vista metodológico, la novedad principal consistió en el fomento de la participación de los estudiantes, de forma que ellos mismos los que han expuestos al grupo clase sus trabajos sobre actividades de la vida cotidiana o profesional en la que aplicaban los conceptos de Química estudiados en la asignatura.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

En la tercera fase, de evaluación, se estudia el impacto de esta nueva propuesta en la visión de los estudiantes sobre la utilidad de la Química en cada uno de los ámbitos analizados, sobre la actitud de la Química y como se ha indicado anteriormente el impacto en la relación entre ambos aspectos.

6.4. Participantes.

En este apartado del capítulo se detallan los participantes que forman parte del proceso investigativo en cada uno de los estudios.

En el estudio piloto, participaron 3 grupos completos de estudiantes de la asignatura en el curso académico 2012/13, conformado por un total de 159 estudiantes, de los cuales, 130 asistían, participaban y trabajaban asiduamente en clase.

Estos estaban distribuidos de la siguiente forma, 49 del grupo A, 42 del grupo B y 39 del grupo C. De estos, 100 también respondieron a la tarea final.

En el estudio principal, participaron un total de 31 estudiantes, de los cuales, 12 estudiantes del grupo A, y 19 estudiantes del grupo B de primer curso del Grado de Ingeniería Mecánica. Del mismo modo se comprobó que no había diferencias significativas entre los grupos.

Hay que indicar que no se tiene constancia de que los estudiantes participantes en los dos estudios hubiesen recibido hasta el momento de la investigación una formación en Química con un énfasis en su aplicación en la vida diario mediante el tratamiento de contextos reales.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

6.5. Algunas consideraciones éticas.

Todos los participantes fueron debidamente informados del objetivo de la investigación y del uso que se haría de los datos recabados (Anexo 6.1).

De la misma forma, fue informado el Departamento, así como los compañeros de trabajo del autor. Queremos dejar constancia de que todos ellos brindaron desinteresadamente su participación y mostraron una excelente colaboración con la investigación.

Para mantener el anonimato de los participantes, en los análisis y resultados que se expondrán a lo largo de esta memoria de tesis se utilizará la siguiente codificación:

- En el estudio piloto, los participantes se identifican mediante un código formado por los dos últimos dígitos del año en que se lleva a cabo el estudio más un número de orden.

- En el estudio principal, que abarca un solo curso escolar, se opta, únicamente, por utilizar un número de orden (con dos dígitos) para identificar a los participantes: E01, E02, etc.

6.6. Instrumento de recogida de información.

En este epígrafe se enumeran las diferentes técnicas e instrumentos utilizados para la obtención de los datos de la investigación. La descripción detallada de cada uno de ellos se realiza en los correspondientes capítulos.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

6.6.1. Instrumentos de la investigación para las fases de diagnóstico.

Para recabar información sobre las opiniones, ideas y creencias de los estudiantes en las fases de diagnóstico de ambos estudios (piloto y principal), se utilizaron los siguientes instrumentos.

Cuestionarios.

Durante la investigación los estudiantes cumplimentaron los siguientes cuestionarios.

a) Sobre la dificultad de los conceptos de Química.

En el estudio Piloto se planteó a los estudiantes un cuestionario, Anexo 6.2. formado por 19 tareas, una para cada uno de los conceptos que se habían seleccionado por los profesores que cursaron la asignatura en el curso 2012/13. Para cada una de las tareas (conceptos), los estudiantes debían indicar si lo habían estudiado o no anteriormente, y que grado de dificultad le asignaban en una escala Likert de 1 a 4, debiendo marcar las razones de sus valoraciones de entre un conjunto de ellas, o aportar otras razones propias. Para la elaboración de esta parte del cuestionario se contó con la participación de las tres profesoras que impartían la asignatura durante dicho curso. Estas realizaron una clasificación acerca de la dificultad de los conceptos que se iban a tratar en el transcurso de la asignatura.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

b) Sobre la utilidad de la Química

Cuestionario 1. Un primer cuestionario, utilizado en el estudio piloto, cuya finalidad era conocer el grado de utilidad que los estudiantes otorgaban a la Química en su formación, y la dificultad que otorgan los estudiantes a los diferentes conceptos que se tratan a lo largo de la asignatura. Ha sido creado exprofeso para la misma, y está organizado en tres apartados. Este cuestionario combina cuestiones de tipo abiertas y cerradas (puede consultarse en el Anexo 6.1).

En el primer apartado, se les solicitaba a los estudiantes datos sobre su grado de formación previa en Química previos al comienzo los estudios de este Grado, así como, si habían cursado o no la asignatura de Química en el Grado.

En un segundo apartado, se les solicitaba que indicarán, en una escala Likert de 1 a 4, el grado en el que consideraban que estudiar Química será útil para su formación como Ingeniero Mecánico.

Y un tercer apartado, en el que los estudiantes debían responder justificando la valoración indicada en el segundo apartado.

Cuestionario 2. Este cuestionario comenzaba, al igual que el del estudio piloto solicitando a los estudiantes datos sobre su grado de formación en Química previo al comienzo los estudios de este Grado, así como, si habían cursado o no la asignatura de Química en el Grado una primera

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Se volvió a pasar una tarea para recabar la visión que los estudiantes tenían sobre la utilidad de la Química. En este caso, se diferenció el concepto de "utilidad de la Química" en tres ámbitos: útil para la vida cotidiana, cultura general y futuro profesional (puede consultarse en el Anexo 6.3).

Una segunda parte de este cuestionario estaba formado por una prueba de actitud hacia la Química, tomada de la bibliografía, (Molina et al., 2011). En este estudio la prueba había sido utilizada y validada con una amplia muestra de estudiantes de diversos Grados de Ciencias e Ingenierías de la Universidad de Colombia. La prueba aborda las siguientes dimensiones, interés, importancia, utilidad y dificultad de la Química. El cuestionario está formado por 23 ítems, valorados según una escala Likert de 5 puntos, en la que los estudiantes tienen que mostrar su grado de acuerdo o desacuerdo (entre 1 y 5) sobre las afirmaciones que constituyen cada uno de los ítems. Se ha escogido esta prueba, ya que ha sido utilizada por los investigadores en una muestra similar a la de esta investigación, sin tener en cuenta el contexto social y cultural, estar escrita en español, y ser de fácil aplicación.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

6.6.2. Instrumentos de investigación para el desarrollo de la propuesta didáctica.

La descripción del desarrollo de la puesta en práctica de la propuesta didáctica y la recolección de datos durante ambas etapas del proceso investigativo, se realizan bajo el enfoque cuantitativo de los estudios de caso.

Para la descripción de estos estudios de caso, y al objeto de conseguir la máxima coherencia metodológica, se utilizan, con carácter complementario, múltiples fuentes de datos: producciones escritas de los estudiantes, notas y diarios de clase, cuestionarios de valoración, etc.

Producciones de los estudiantes.

Bajo esta consideración se incluyen las respuestas de los estudiantes al cuaderno de trabajo de laboratorio, las respuestas a los cuestionarios ya indicada anteriormente, las pruebas escritas de evaluación realizada al final de la asignatura.

Otros documentos de especial interés lo constituyen las presentaciones multimedia proporcionadas por los estudiantes para llevar a cabo las exposiciones de clase. Algunos ejemplos de ellas se muestran en el capítulo 8.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

6.7. Análisis de datos.

Tras la conformación de la muestra de participantes y la recolección de los datos, se presenta en este apartado algunas consideraciones generales acerca del proceso de organización e interpretación de los mismos.

En las primeras etapas de la investigación, la atención se centra en el estudio e interpretación del contenido de los cuestionarios, de las respuestas cerradas y abiertas. Para analizar las respuestas abiertas que aparecen en estos cuestionarios se codificó la información para generar un sistema de categorías y subcategorías en cada una de las dimensiones de interés planteadas, facilitando obtener una serie de conclusiones en relación con los resultados obtenidos (Dey, 2005).

Para la valoración por parte de los estudiantes de la propuesta didáctica implementada se procedió a la codificación y categorización de las respuestas textuales al cuestionario de valoración final, lo que permitió obtener información complementaria de la opinión de los participantes en torno a los contenidos abordados y su desarrollo en el aula.

A fin de disponer de datos para detectar cuales eran los puntos de partida de los estudiantes, se utilizó el cuestionario como instrumento de recogida de datos. Se trata, por tanto, de una investigación descriptiva en la que se trata de obtener información acerca del fenómeno o proceso, para describir sus implicaciones.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

En cuanto a los análisis inferenciales, lo habitual es recurrir a comparar las medias de las distribuciones de la variable cuantitativa en los diferentes grupos establecidos por las variables categóricas. Si esta tiene solo dos categorías, la comparación de medias entre grupos independientes se lleva a cabo por el test t de Student.

En los casos en los que no se cumplen las condiciones para llevar las pruebas paramétricas se utilizaron las pruebas no paramétricas "U de Mann Whitney" para muestras independientes y la de Wilcoxon para muestras relacionas, como es el caso de comparar pre test y post test, y test de independencia Chi-cuadrado para estudiar la relación entre variables.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CAPÍTULO 7

Percepción de los estudiantes sobre la dificultad de los conceptos de Química

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Capítulo 7. Percepción de los estudiantes sobre la dificultad de los conceptos de Química.

En este capítulo se analizan los datos obtenidos en la etapa 1 con el cuestionario desarrollado durante 2011/12. Los puntos más destacados de este capítulo fueron detectar cuales eran los conceptos que son considerados por los estudiantes más difíciles de dicha asignatura, para esto se hizo un estudio de cada uno de los conceptos que se les presentaban en el cuestionario.

Además, se estudia la relación entre los conceptos que eran considerados difíciles por los estudiantes y los conceptos considerados difíciles por las profesoras de la asignatura.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

7.1. Estudio percepción de los conceptos por los estudiantes.

Durante el curso académico 2011/12 se llevó a cabo una prueba piloto para iniciar esta investigación. Para ello, se construyó un cuestionario en el que se seleccionaron distintos conceptos de la asignatura Química. Se pretendía averiguar qué conceptos eran los considerados más difíciles por los estudiantes.

En este caso, los estudiantes participantes en el estudio de un grupo clase de 70 estudiantes del grupo A, de la asignatura Química, del Grado en Ingeniería Mecánica fue 39 estudiantes.

El cuestionario fue cumplimentado tras la realización del examen final de forma, que los estudiantes que se presentasen al examen debían conocer los conceptos que se presentaban en el cuestionario. Este se podría contestar en formato papel tras la finalización del examen o a través de la plataforma virtual Moodle de la Universidad de Málaga.

Para conseguir la máxima participación de los estudiantes objeto de estudio se optó por publicitar el mismo. Se realizó una carta de presentación donde se explican los objetivos de nuestra investigación y se invita a participar en la misma.

El objeto de este estudio fue realizar un sondeo para construir el cuestionario que se utilizó en el curso siguiente.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

7.1.1. Descripción del cuestionario.

El cuestionario constas de dos partes, véase Anexo 6.1. En la primera, se les pide a los estudiantes una valoración del grado de dificultad, según una escala de Likert de 4 puntos, de un conjunto de conceptos seleccionados por los investigadores, de entre los que se han enseñado en la asignatura (por ejemplo: electrón, enlace covalente o reducción). Después de cada pregunta en escala Likert, aparece una pregunta abierta donde deben justificar la valoración marcada en la escala Likert.

Y una segunda parte, donde los estudiantes deben proponer conceptos que no han sido incluidos en la primera parte y que, en su opinión, deberían por su importancia ser introducidos en la investigación.

7.2. Resultados y discusión.

Para cuantificar el nivel de dificultad de cada concepto se ha determinado la media y la desviación estándar de cada uno de los conceptos integrados en la primera parte del cuestionario. Con estos estadísticos se han identificado los conceptos considerados por los estudiantes como fáciles (electrón, número másico) o difíciles (número de oxidación, constante de equilibro de precipitación).

A continuación, se muestra la tabla de medias y desviación estándar donde los conceptos han sido ordenados en función del grado de dificultad según la percepción de los estudiantes. Se han divido en tres grupos en función de la media, aquellos conceptos cuyo valor de la media está entre 1.5-2 es considerado fácil, 2-2.5 difícil, y para los valores de la media superior a 2.5 como un concepto muy difícil.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Podemos observar que hay 5 conceptos considerados muy difíciles por los estudiantes, esos son: constante del producto de solubilidad, número de oxidación, enlace covalente, acido-base fuerte, agente oxidante. Los conceptos considerados por los estudiantes difíciles fueron: reacción de reducción, principio de Le Châtelier, propiedades periódicas y finalmente, de los 12 conceptos que aparecían en el cuestionario, 4 fueron considerados muy fáciles por los estudiantes encuestados.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 7.1.

Conceptos considerados difíciles por los estudiantes de Ingeniería Mecánica del curso académico 2011/12.

Concepto	Media	Desviación típica
Constante de equilibrio, Kps	2.82	0.80
Número de oxidación	2.66	0.811
Enlace Covalente	2.66	0.81
Acido fuerte-base débil	2.63	0.81
Agente oxidante	2.55	0.68
Reacción de reducción	2.50	0.76
Principio de Le Châtelier	2.32	0.74
Propiedades Periódicas	2.11	0.73
Electrón	1.55	0.68
Número Atómico	1.53	0.69
Neutrón	1.53	0.65
Número Másico	1.50	0.69

Por otro lado, se estudiaron las posibles influencias de las variables calificación final y convocatoria en la que se encuentra el estudiante en esta asignatura, en la percepción de los conceptos que son difíciles en Química.

Para estudiar la influencia de la variable calificación final obtenida en la asignatura en la percepción del grado de dificultad de los conceptos que tenían los estudiantes, se estudiaron los datos obtenidos con el estadístico "coeficiente de correlación de Spearman". Observándose que no

UNIVERSIDAD DE MALAGA

aparecían diferencias significativas entre el grado de dificultad concedido a cada uno de los conceptos y la calificación obtenida por los estudiantes.

Para estudiar la relación entre la convocatoria (estudiantes de 1ª convocatoria, y estudiantes de 2ª o más convocatorias) en la que se encuentra el estudiante y el grado de dificultad que concede a determinados conceptos, se utilizó la prueba no paramétrica "U de Mann Whitney". Se observó que aparecían diferencias significativas entre la convocatoria en la que se encuentra el estudiante y el grado de dificultad que concede a determinados conceptos. Así, los estudiantes de 1ª convocatoria consideran más difíciles los conceptos de "enlace covalente" y "factores que afectan al equilibrio. Principio de Le Châtelier". Los estudiantes de 2ª o más convocatorias consideran más difíciles los conceptos de "ácido fuerte-base débil" y de "reducción".

7.3. Diseño del cuestionario.

Para construir el cuestionario en el que se ha basado el estudio principal de esta investigación se han utilizado tres fuentes de información:

A. Los datos obtenidos de la prueba piloto del año anterior (curso 2011/12), con lo que ya se sabía cuáles eran los conceptos considerados más difíciles por los estudiantes tras cursar la asignatura de Química.

B. Los datos obtenidos del cuestionario cumplimentado por las tres profesoras que imparten la asignatura durante este curso. Estas realizaron una clasificación de los conceptos que se iban a

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

explicar en el transcurso de la asignatura. Para ello, las tres profesoras cumplimentaron un cuestionario en el que aparecen los conceptos con una escala Likert de 4 puntos (1= muy fácil, 2= fácil, 3=difícil, y 4= muy difícil) para clasificarlo en cuanto a la dificultad de los conceptos.

Así se obtuvo la Tabla 7.1 en la que se ordenaron los conceptos en función de su dificultad. Los datos sombreados en la tabla son los conceptos que fueron considerados muy difíciles por las profesoras de la asignatura. Para medir el grado de dificultad se seleccionaron aquellos datos cuyo valor de la media, en cuanto al grado de dificultad asignado al concepto, era igual o superior a 3.0.

C. Por último, se tuvo en cuenta, los datos obtenidos en la investigación realizada por Childs y Sheehan (2009), en el que se han clasificado los conceptos impartidos en la asignatura de Química, en función del grado de dificultad que les dan los estudiantes irlandeses a los conceptos.

Debido a las coincidencias en cuanto al grado de dificultad asignado a los distintos conceptos de Química en estos tres estudios, se puede considerar que estas tres fuentes le dan validez al cuestionario.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 7.2.

Grado de dificultad asignados a los conceptos por las profesoras de la asignatura.

Conceptos	Valor de la media
1. Dualidad onda-corpúsculo	3.00
2. Principio de incertidumbre de Heisenberg	3.33
3. Ecuación de Schrödinger	4.00
4. Números cuánticos	2.33
5. Orbitales atómicos	1.66
6. Tabla periódica	1.33
7. Configuración electrónica	1.00
8. Radio atómico	1.33
9. Energía de ionización	1.33
10. Afinidad electrónica	1.33
11. Electronegatividad	1.33
12. Concepto de enlace	2.00
13. Teoría de Lewis	1.33
14. Enlace iónico	1.66
15. Ciclo de Born Haber	3.00
16. Enlace covalente	2.33
17. Teoría de enlace de valencia	2.33
18. Teoría de orbitales moleculares	2.33
19. Enlace metálico	2.33
20. Teoría de bandas	3.33
21. Velocidad de reacción	3.33
22. Orden de reacción	2.33
23. Teoría de colisiones	2.00
24. Teoría de estado de transición	2.00
25. Factores que afectan a la velocidad de reac	2.00
26. Mecanismo de la reacción	2.00
27. Factores que afectan al equilibrio. Principio Le Châtelier	2.33
28. Equilibrios acido base	2.33
29. Conceptos de ácido y base	2.00

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 7.2.

Continuación

Conceptos	Valor de la media
30. Concepto de pH	1.33
31. Equilibrio de ionización de ácidos	1.66
32. Equilibrio de ionización de bases	2.00
33. Efecto del ion común	2.33
34. Constante del producto de solubilidad	3.00
35. Solubilidad	3.00
36. Reacciones oxido-reducción	3.00
37. Pilas galvánicas	2.66
38. Potenciales estándar	2.66
39. Ecuación de Nerst	2.66
40. Electrolisis	2.33
41. Agente oxidante y reductor	2.67
42. Combustión del petróleo	1.66
43. Fraccionamiento del petróleo	2.00
44. Craqueo del petróleo	2.33
45. Refino del petróleo	2.0
46. Reacciones de polimerización	3.00
47. Compuestos del silicio	2.66
48. Concentración de la mena	2.66
49. Refino y purificación de los metales	2.00
50. Metalurgia del aluminio	2.66
51. Metalurgia del hierro	2.33
52. Manufactura de los aceros	2.66
53. Compuestos del hierro de interés industrial	2.00
54. Mol	2.00
55. Molaridad	1.33
56. Tipos de hibridaciones	3.00

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

7.3.1. Descripción del cuestionario.

Un cuestionario (Anexo 6.2) donde aparecen 19 conceptos considerados de los más difíciles por los investigadores de este trabajo, a partir de los datos obtenidos de los tres estudios expuestos anteriormente (valores superiores a 2.5 mostrados en la Tabla 7.2). En esta segunda parte, para cada concepto se le pregunta al alumnado si ese concepto lo ha estudiado o no con anterioridad, o si no lo recuerda. Si la respuesta es afirmativa, deben cumplimentar el siguiente apartado de ese concepto en el que se le pide que le dé un valor de dificultad al concepto, en una escala Likert de 4 puntos. Y, por último, se le exponen seis razones para justificar lo que marcaron en el apartado anterior. También se les presenta una pregunta abierta para que pueda ser cumplimentado con alguna otra razón que no aparezca en el cuestionario y ellos lo consideran importante.

Y otro cuestionario (véase Anexo 6.1) está constituido por dos partes, de la primera se obtiene información acerca de la formación en Química que tienen los estudiantes, principalmente. Entre las preguntas que se les plantearon se encuentra si estudiaron Química en Bachillerato, si se examinaron de Química en Selectividad, y el número de convocatorias. Todas estas preguntas y algunas otras han sido planteadas para determinar si algunas de estas variables tienen efectos significativos en el grado de dificultad que un estudiante asigna a los conceptos de Química. En esta primera parte también aparece una pregunta abierta acerca de la utilidad que creen ellos que tendrá la Química en su formación profesional.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

7.4. Aplicación del cuestionario.

El cuestionario con el que se ha obtenido la información para esta investigación, se les proporcionó a los estudiantes al comienzo del curso académico 2012/13, cuando aún no se había avanzado en la materia de la asignatura. Para que facilitar su cumplimentación, se le paso en la primera sesión de prácticas, ya que algunos estudiantes no pueden asistir a clases de teoría porque trabajan o tienen otras asignaturas al ser repetidores. A las prácticas están obligados a asistir. Se garantizaba así la participación de todos los estudiantes de la asignatura salvo aquellos que abandonasen el Grado a que no quisiesen formar parte de esta investigación.

En el momento de entrega a los estudiantes para proceder a su cumplimentación, se les advirtió que era un cuestionario en el que debían contestar con la mayor sinceridad posible, sin que hubiera repercusiones, por sus respuestas. Por otro lado, se le garantizó la confidencialidad y el anonimato, indicándoles que, en ningún momento, los datos en los que aparecerían sus nombres iban a ser mostrados posteriormente. Toda esta información estaba reflejada en una carta o nota inicial que se les presentó al comienzo del cuestionario.

Para incentivarlos y gratificarles por el tiempo que les tomo rellenar el cuestionario, a todo el que lo entregarse completamente cumplimentado se les compensaría con 0.5 puntos adicionales sobre la calificación final.

Por otro lado, el cuestionario contaba con instrucciones claras y explicitas sobre cómo debían rellenarse.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

7.4.1. Características de la muestra.

En la Tabla 7.3. se muestran los datos obtenidos de los cuestionarios completados por los estudiantes. La gran mayoría respondió a estas preguntas iniciales que se les planteaban en el cuestionario.

Tabla 7.3.

Datos sobre los estudios anteriores de Química de los estudiantes de Ingeniería.

	Si	No
Estudiaste Química en la ESO	117 (90%)	13(10 %)
Estudiaste Química en Bachillerato	84(64.5%)	46(35.4%)
Te examinaste en Selectividad de Química	19(14.6%)	108(80.1%)
Repites asignatura	21(16.1%)	107(80.3%)

Se puede comentar que 117 estudiantes recuerdan haber estudiado Química en la ESO, de estos 84 estudiantes han estudiado Química en Bachillerado, y se han presentado a Química en Selectividad solo 19 estudiantes, quizás porque no se encontraban seguros en cuanto a sus conocimientos de Química. De los 130 estudiantes que han cumplimentado el cuestionario 21 son repetidores de la asignatura y por lo tanto, deberían tener conocimientos sobre los conceptos que se les presentan en el cuestionario.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

7.5. Análisis de los datos.

El análisis de los datos de este cuestionario se realizó en dos fases, una primera fase estrictamente cuantitativa a través del software SPSS. Y en una segunda fase interpretativa donde se analiza las respuestas a las preguntas abiertas.

Una vez establecidas las consideraciones del apartado anterior, se pasará a exponer los resultados obtenidos. Para ello, se comenzará presentado una tabla donde se muestran los resultados de carácter *descriptivos* obtenidos a partir del cuestionario. Describiéndose posteriormente los datos mostrados en dicha tabla.

En cuanto al análisis de tipo *inferencial*, lo que se pretende es conocer el grado de asociación o independencia entre las variables categóricas e independientes: "estudio Bachillerato opción Química", "estudio Química en la ESO", "repite la asignatura de Química en el Grado de Ingeniería Mecánica", "A cursado la asignatura Química en otra Licenciatura, Diplomatura o Grado", respecto a cuales son conceptos considerados difíciles planteados en la asignatura de Química, variable dependiente del modelo.

De esta forma se pretende obtener respuesta en el análisis de relaciones entre las citadas variables.

Del análisis estadístico de las preguntas cerradas se presenta un estudio de frecuencias absolutas de cada respuesta y los porcentajes.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

7.6. Resultados.

7.6.1. Análisis de descriptivo de cada concepto.

En las páginas siguientes se presentan las fichas con los datos obtenidos con respecto a las preguntas sobre 19 conceptos de Químicas seleccionados. En estas fichas se puede observar cuatro secciones bien diferenciadas. En la primera se recogen las respuestas con respecto al grado en que los estudiantes reconocen haber o no estudiado el concepto en cuestión. En la segunda parte se presentan los resultados con respecto al grado de dificultad que asignan a dicho concepto, los estudiantes que decían haberlo estudiado. En la tercera parte se cuantifican las razones que acompañan a las valoraciones efectuadas y otras aportadas por los estudiantes. Estas aportaciones muestran el código asignado a cada estudiante entre paréntesis.

Finalmente, en la cuarta parte de la ficha, se recogen los comentarios de los investigadores a los resultados obtenidos.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

1. **Afinidad electrónica**

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
f	%	f	%	f	%
70	53.8	20	16.5	31	24.0

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
f	%	f	%	f	%	
4	5.7	46	65.7	20	28.6	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

f	%	
5	**7.1**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
21	**30.0**	Se trata de un concepto fácil de comprender
22	**31.4**	Me lo han enseñado bien
5	**7.1**	No me lo han enseñado bien
9	**12.9**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
8	**11.4**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

Estudié Química en 1º de Bachillerato, pero dediqué la mayor parte del tiempo a formulación, orgánica e inorgánica. (1)

No lo entendí por mi bajo nivel (30)

No lo he estudiado (67,70, 105).

A lo mejor, se puede entender por el nombre aún así tendría poco conocimiento de ello (68).

Comentarios:

Este concepto ha sido estudiado por el 54% de los estudiantes de la muestra y se destaca que una cuarta parte de la muestra no recuerde si lo ha estudiado o no.

Un 71% considera que el concepto es muy fácil o fácil. Es considerado así porque o es un concepto en sí mismo fácil de comprender (30.0%) o es un concepto que ha sido enseñado bien (31.4%).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

2. **Agente oxidante**

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
F	%	f	%	f	%
52	40.3	46	35.7	31	24.0

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
F	%	f	%	f	%	
1	1.9	29	55.8	22	42.3	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

F	%	
5	**9.6**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
16	**30.8**	Se trata de un concepto fácil de comprender
10	**19.2**	Me lo han enseñado bien
5	**9.6**	No me lo han enseñado bien
6	**11.5**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
10	**19.2**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

No recuerdo haberlo estudiado (3).

No lo he estudiado. (19, 67)

Aun no he cogido el concepto (59).

No lo han enseñado (65).

No lo recuerdo pues hace más de dos años (120)

Lo dí muy rápido al final de 2º de Bachillerato (121)

Comentarios:

Este concepto ha sido estudiado, por menos de la mitad de los encuestados (solo un 40.3%). Por otro lado, la valoración de su dificultad está muy polarizada entre fácil (aprox. un 58%) y difícil (un 42%). Ninguno de los encuestados lo considera un concepto muy difícil, por lo que, se puede catalogar con un concepto con dificultad intermedia.

Las razones más frecuentes entre los estudiantes que lo consideran fácil son las relativas a la naturaleza del concepto y las de aquellos que lo consideran difícil tienen que ver con una escasa dedicación a su aprendizaje.

Se puede decir que en términos generales los estudiantes consideran que un concepto fácil de comprender, que ha sido enseñado correctamente, y que si no ha sido entendido es porque el estudiante no le ha dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

3. **Ácido y base**

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
F	%	F	%	f	%
93	72.1	25	19.4	11	8.5

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
f	%	f	%	f	%	
1	1.1	54	58.7	35	38.0	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

f	%	
12	**13.3**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
15	**16.7**	Se trata de un concepto fácil de comprender
26	**18.9**	Me lo han enseñado bien
8	**8.9**	No me lo han enseñado bien
16	**17.8**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
13	**14.4**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

Lo toqué de pasada en Bachillerato, pero le dedique bastante tiempo.(1)

Hace mucho tiempo que lo estudie y no lo recuerdo (3).

Calcular ácidos es lo que más cuesta porque no sé formulación y no ajusto bien las reacciones (20).

Recuerdo haberlo estudiado en 3º ESO pero de eso ha unos 6 años o 7 y recuerdo nada. (83)

No lo he dado (112)

No lo recuerdo suficientemente (120).

Lo mismo que agente oxidante(121)

Comentarios:

Este concepto ha sido estudiado y es recordado por 72.1% de los estudiantes encuestados. La mayoría de estos consideran que el concepto es fácil (58.7%). El concepto es considerado un concepto fácil de comprender (16.7%), que ha sido correctamente enseñado (18.9 %).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

4. Ciclo de Born Haber

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
f	%	f	%	f	%
43	33.6	64	50.0	21	16.4

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
f	%	f	%	f	%	
4	9.8	21	51.2	15	36.6	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

f	%	
9	**22.0**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
11	**26.8**	Se trata de un concepto fácil de comprender
9	**22.0**	Me lo han enseñado bien
3	**7.3**	No me lo han enseñado bien
3	**7.3**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
6	**14.6**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

Es la primera vez que lo estudio (1).

No lo he estudiado (61)

No lo he dado nunca (95,112)

No lo recuerdo (120)

Comentarios:

En este concepto cabe destacar que el 50% de los estudiantes no lo han estudiado con anterioridad, siendo un 33% de los estudiantes los que si la han estudiado con anterioridad, de estos el 61% es considerado un concepto fácil y 39 % lo clasifican como difíciles.

Los que lo han considerado fácil, lo piensan porque consideran que el concepto es fácil en sí o se la han enseñado muy bien. Sin embargo, hay discrepancias en cuanto los que lo consideran difícil, ya que un 22% lo considera un concepto difícil de comprender y un 15 % consideran que el problema ha sido que no le han dedicado el tiempo suficiente y atención a su aprendizaje.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

5. **Constante producto de solubilidad**

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
f	%	f	%	f	%
40	31.7	51	40.5	35	27.8

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
f	%	F	%	f	%	
0	0.0	22	55.0	15	37.5	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

f	%	
7	**17.5**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
6	**15.0**	Se trata de un concepto fácil de comprender
14	**35.0**	Me lo han enseñado bien
7	**17.5**	No me lo han enseñado bien
0	**0.0**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
6	**15.0**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

Es probable que lo diese pero no lo recuerdo (3)

No recuerdo haberlo estudiado (15)

No lo he estudiado. (19)

No lo recuerdo (95)

No lo he dado (112)

Comentarios:

En este caso, el conocimiento del concepto ha estado diversificado, lo conocen un 32% y un 40% no lo han estudiado, siendo un 28 % los que no lo recuerdan.

Más de la mitad de los estudiantes (55%) que lo han estudiado, consideran que el concepto es fácil y un 45% lo consideran difícil. Los que lo consideran fácil, piensan que han recibido una enseñanza adecuada, 35%, o se trata de un concepto fácil en sí mismo. Por otro lado, un 18% de los estudiantes que han estudiado el concepto, lo consideran difícil; un 10% lo consideran difícil en sí mismo, un 18% no han recibido una enseñanza correcta, y un 15 % piensan que no le han dedicado el tiempo suficiente a su estudio y aprendizaje.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

6. Dualidad onda-corpúsculo

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
f	%	f	%	f	%
83	66.4	33	26.4	9	7.2

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
f	%	f	%	f	%	
8	9.6	42	50.6	31	37.6	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

f	%	
18	**21.7**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
10	**12.0**	Se trata de un concepto fácil de comprender
33	**39.8**	Me lo han enseñado bien
9	**10.8**	No me lo han enseñado bien
8	**9.6**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
5	**6.0**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

Le he dedicado bastante tiempo, debido a que mi profesor de Física, relámete era Químico, y por lo tanto, aprovechaba las clases para explicar este tipo de conceptos. (1)

Es un concepto muy abstracto, la primera vez que se ve, luego es fácil.(51)

No lo he estudiado. (95)

También se incluye en el temario de Física (116)

Comentarios:

Según los resultados mostrados, un 66% conocía este concepto con anterioridad. De estos, un 60% lo consideran un concepto fácil, y es considerado como tal porque este concepto es fácil de comprender, 22%, y piensan que se lo han enseñado bien, 40%.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

7. Principio de Le Châtelier

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
f	%	f	%	f	%
26	20.5	79	62.2	22	17.3

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
f	%	f	%	f	%	
3	11.5	16	61.5	6	23.1	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

f	%	
2	**8.0**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
7	**28.0**	Se trata de un concepto fácil de comprender
6	**24.0**	Me lo han enseñado bien
2	**8.0**	No me lo han enseñado bien
5	**20.0**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
3	**12.0**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

No lo he estudiado. (19, 95)

Solo recuerdo la teoría, me lo aprendí de memoria (31).

No recuerdo haberlo estudiado (61).

No lo he dado (112, 120)

Comentarios:

Más del 50% de los encuestados reconocen no haber estudiado con anterioridad el concepto (62%).

De estos estudiantes que lo han estudiado con anterioridad, el 28% piensan que es un concepto fácil en sí mismo, 24% que ha sido correctamente enseñado y el 20% indican que le han dedicado el tiempo suficiente y atención a su aprendizaje.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

8. **Enlace covalente**

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
F	%	f	%	f	%
107	84.3	14	11.0	6	4.7

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
F	%	f	%	f	%	
15	14.0	64	59.8	27	25.2	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

F	%	
10	**9.3**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
33	**30.8**	Se trata de un concepto fácil de comprender
25	**23.4**	Me lo han enseñado bien
4	**3.7**	No me lo han enseñado bien
22	**20.6**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
13	**12.1**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

Solo lo recuerdo por haberlo dado este año pero no lo estudié antes. (55)

No recuerdo exactamente de que trataba (83).

No lo he dado (120)

No lo he estudiado (121)

Comentarios:

Este concepto ha sido estudiado por 84% de los encuestados, de ellos, el 74% coinciden en que el concepto es fácil, debido a que es un concepto fácil en si mismo 31%, o se lo han enseñado bien 24%, o bien, le han dedicado el tiempo suficiente para su aprendizaje, 21%.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

9. **Ecuación Schrödinger**

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
f	%	f	%	f	%
37	29.8	56	45.2	31	25.0

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
f	%	f	%	f	%	
4	10.8	14	37.8	12	32.4	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

f	%	
12	**32.4**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
4	**10.8**	Se trata de un concepto fácil de comprender
12	**32.4**	Me lo han enseñado bien
1	**2.7**	No me lo han enseñado bien
4	**10.8**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
4	**10.8**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

No lo he estudiado. (19)

No recuerdo el concepto (61).

No explicado por mis otros profesores (117)

No lo he dado (120)

Comentarios:

Este concepto parece no haber sido estudiado, o no es recordado por más de la mitad de los estudiantes un 70%. De entre los que sí lo han recordado, 30 %, es un concepto considerado fácil por un 49% y lo consideran difícil un 51 %. Las razones más características por lo que lo consideran fácil, es que se lo han enseñado bien, 32% y de entre las razones por las que se considera difícil, la más frecuente es la que nos indica que se trata de un concepto difícil de comprender en sí mismo, 32%.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

10. **Electronegatividad**

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
f	%	f	%	f	%
96	76.0	17	13.5	13	10.3

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
f	%	F	%	f	%	
10	10.4	65	67.7	21	21.9	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

f	%	
8	**8.3**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
37	**38.5**	Se trata de un concepto fácil de comprender
28	**29.2**	Me lo han enseñado bien
10	**10.4**	No me lo han enseñado bien
5	**5.2**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
8	**8.3**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

Comentarios:

En cuanto a este concepto, el 76% de los estudiantes encuestado ha estudiado este concepto con anterioridad. De ellos, el 78% lo considera un concepto fácil, no siendo considerado por ningún estudiante un concepto muy difícil 0%.

Las razones principales por las que se considera que es fácil son: el concepto es fácil de comprender en si mismo 40%, o porque se lo han enseñado bien, 30%.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

11. **Energía de ionización**

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
f	%	f	%	f	%
83	65.4	25	19.7	19	15.0

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
f	%	f	%	f	%	
9	10.8	45	54.2	28	33.7	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

F	%	
11	**13.3**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
19	**22.9**	Se trata de un concepto fácil de comprender
22	**26.5**	Me lo han enseñado bien
8	**9.6**	No me lo han enseñado bien
13	**15.7**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
10	**12.0**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

No lo he dado (112)

Comentarios:

De nuevo nos encontramos con un concepto que ha sido estudiado por la mayoría de los encuestados, 65% reconoce haber estudiado este concepto con anterioridad. De ellos, el 65% lo considera un concepto fácil, siendo las razones principales por las que afirman que es un concepto fácil, que es un concepto fácil de comprender en sí mismo, 23% y que se lo han enseñado bien 27%.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

12. **Principio de incertidumbre de Heisenberg**

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
f	%	f	%	f	%
91	70	26	20	13	10

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
f	%	F	%	f	%	
8	8.8	46	50.5	35	38.4	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

f	**%**	
19	**21.8**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
24	**27.6**	Se trata de un concepto fácil de comprender
21	**24.1**	Me lo han enseñado bien
6	**6.9**	No me lo han enseñado bien
7	**8.0**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
10	**11.5**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

No recuerdo lo que era, pero sí sé que lo he estudiado.

No me lo ha explicado el profesor anterior (117)

No lo he dado (120)

Comentarios:

Este concepto ha sido estudiado por más de la mitad de los encuestado, un 70%. Los estudiantes que conocen el concepto lo consideran fácil en un 59%, se trata de un concepto fácil de aprender, 28% y se lo han enseñado bien 24%, y un 8% consideran que le han dedicado tiempo suficiente a su aprendizaje.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

13. **Radio atómico**

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
f	%	f	%	f	%
73	57.5	33	26.0	21	16.5

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
f	%	f	%	f	%	
17	23.3	41	56.2	14	19.2	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

f	%	
3	**4.2**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
34	**46.6**	Se trata de un concepto fácil de comprender
18	**24.7**	Me lo han enseñado bien
5	**6.8**	No me lo han enseñado bien
7	**9.6**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
6	**8.2**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

No lo he estudiado. (19)

Pasa lo mismo que con la electronegatividad, conociendo la tabla periódica, es fácil. (51).

No estoy seguro de si es lo que pienso pero no lo recuerdo con seguridad (55).

No lo he dado (112)

Comentarios:

En este caso, el concepto ha sido estudiado por el 58% de los estudiantes encuestado. De estos, el 80% considera que es un concepto fácil, debido principalmente a que opinan que se trata de un concepto fácil de comprender en sí mismo, 47% y que se lo han enseñado bien, 25%.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

14. **Reacción oxido-reducción.**

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
f	%	f	%	f	%
40	31.5	58	45.7	29	22.8

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
f	%	f	%	f	%	
1	2.5	15	37.5	23	57.5	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

f	%	
10	**25.0**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
5	**12.5**	Se trata de un concepto fácil de comprender
9	**22.5**	Me lo han enseñado bien
4	**10.0**	No me lo han enseñado bien
6	**15.0**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
6	**15.0**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

No lo he estudiado. (19)

No es difícil en sí, pero necesitas saber cómo se disocian los ácidos y las bases muy bien. (84).

No lo he dado (112)

Comentarios:

Se trata de un concepto que los estudiantes encuestados no han estudiado en un 46%. Dentro del grupo de estudiantes que, si han estudiado el concepto 31%, el 60 % considera que se trata de un concepto difícil, según su opinión, esto es debido a que se trata de un concepto difícil de comprender en sí mismo, 25%, No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje 15% y no me lo han enseñado bien, 10%.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

15. **Reacción de polimerización.**

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
f	%	f	%	f	%
11	8.7	83	65.4	33	26.0

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
f	%	f	%	f	%	
1	9.1	4	36.4	6	54.5	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

f	**%**	
1	**9.1**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
3	**27.3**	Se trata de un concepto fácil de comprender
1	**9.1**	Me lo han enseñado bien
2	**18.2**	No me lo han enseñado bien
1	**9.1**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
3	**27.3**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

No lo he estudiado. (19, 61)

No lo he dado (112)

Comentarios:

Este concepto no ha sido estudiado por más de la mitad de la clase, un 65%. Es un concepto considerado difícil por un 55% de los estudiantes que han estudiado el concepto con anterioridad. Es considerado difícil porque se trata de un concepto al que no le han dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje 9 %o no se lo han enseñado bien 28%, o se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender 9%.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

16. **Solubilidad**

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
f	%	f	%	f	%
91	71.7	20	15.7	16	12.6

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
f	%	f	%	f	%	
7	7.7	57	62.6	22	24.2	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

f	**%**	
12	**13.3**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
27	**30.0**	Se trata de un concepto fácil de comprender
22	**24.4**	Me lo han enseñado bien
5	**5.6**	No me lo han enseñado bien
15	**16.7**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
9	**10.0**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

No estoy seguro de lo que es, recuerdo que si lo he dado (3).

Le he dedicado tiempo, pero mi aprendizaje fue escaso (45).

No lo he dado (112)

No lo he estudiado (120)

Al final de segundo de bachillerato muy rápido (121)

Comentarios:

Este concepto ha sido estudiado por un 72% de los estudiantes encuestado, considerándolo un concepto fácil en cuanto al grado de dificultad, 70%. Consideran que es un concepto fácil porque se trata de un concepto fácil de comprender 30% o ha sido bien enseñado 24% o le han dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje 17%

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

17. **Teoría de bandas**

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
f	%	f	%	f	%
20	16	69	55.2	36	28.8

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
f	%	f	%	f	%	
1	5.0	10	50.0	8	40.0	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

f	%	
3	**15.0**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
4	**20.0**	Se trata de un concepto fácil de comprender
6	**30.0**	Me lo han enseñado bien
3	**15.0**	No me lo han enseñado bien
1	**5.0**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
3	**15.0**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

No sé lo que es (106)

No lo he dado (112)

No lo he estudiado (121)

Comentarios:

Más de la mitad de los encuestados no ha estudiado el concepto o no lo recuerda, 85%. Es considerado, sin embargo, un concepto fácil por un 50% de los que afirman conocer el concepto, siendo así porque consideran que se trata de un concepto fácil de comprender 20% o se lo han enseñado bien 30% o le han dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje, 5%.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

18. **Tipo de hibridaciones.**

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
f	%	f	%	f	%
47	37.3	60	47.6	19	15.1

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
F	%	f	%	f	%	
3	6.5	11	23.9	27	58.3	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

f	**%**	
14	**30.4**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
3	**6.5**	Se trata de un concepto fácil de comprender
11	**23.9**	Me lo han enseñado bien
3	**6.5**	No me lo han enseñado bien
5	**10.9**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
10	**21.7**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

No lo he dado (112)

Comentarios:

Este concepto no ha sido estudiado o no se recuerda por más del 50% de los estudiantes encuestados. Es considerado por aquellos estudiantes que si lo han estudiado un concepto difícil, 69%. Es considerado como tal porque se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender, 30%, o no le han dedicado el tiempo suficiente y atención a su aprendizaje, 22% o no me lo han enseñado bien, 6.5%.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

19. **Velocidad de reacción.**

¿Lo has estudiado en otros cursos?

Si		No		No lo recuerdo	
f	%	f	%	f	%
69	54.8	41	32.5	16	12.7

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1		2		3		
Muy fácil		Fácil		Difícil		
f	%	f	%	f	%	
6	8.7	36	52.2	25	36.2	

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

f	%	
6	**8.7**	Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.
23	**33.3**	Se trata de un concepto fácil de comprender
11	**15.9**	Me lo han enseñado bien
5	**7.2**	No me lo han enseñado bien
15	**21.7**	He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje
9	**13.0**	No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

Lo he visto en cursos anteriores muy de pasada (1)

Lo he visto este año en clase o algo de física que no tenía nada que ver (55).

Lo hemos visto en clase, pero no hemos profundizado (56)

La velocidad de reacción que he estudiado y se, es la asociada a la automoción. (83).

Comentarios:

Este concepto ha sido estudiado por más de la mitad de los encuestado, por un 55%. Estos consideran que el concepto es fácil 61%, siendo las razones principales por las que se toma esta consideración, que se trata de un concepto fácil de comprender 33% o que han dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje 22% o me lo han enseñado bien, 16%.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

7.6.2. Clasificación de los conceptos en función de la dificultad asignada por los estudiantes.

Con los datos obtenidos del cuestionario se han construido las Tablas 7.4. en la que se clasifican los conceptos en función de la frecuencia en la que aparecen como estudiado, no estudiados o no recordados.

Tabla 7.4.

Conceptos estudiados en la asignatura de Química del grado de Ingeniería Mecánica en función de la frecuencia en la que el alumnado lo ha estudiado.

Concepto	Si		No		No lo recuerdo	
	f	%	f	%	f	%
Reacción de polimerización	11	8.7	83	65.4	33	26.0
Teoría de bandas	20	16.0	69	55.2	36	28.8
Principio de Le Châtelier	26	20.5	79	62.2	22	17.3
Ecuación de Schrödinger	37	29.8	56	45.2	31	25.0
Constante de producto de solubilidad	40	31.7	51	40.5	35	27.8
Reacción oxido-reducción	40	31.5	58	45.7	29	22.8
Ciclo de Born Haber	43	33.6	65	50.0	21	16.4
Tipo de hibridaciones	47	37.3	60	47.6	19	15.1
Agente oxidante	52	40.3	46	35.7	31	24.0
Velocidad de reacción	69	54.8	41	32.5	16	12.7
Afinidad electrónica	70	53.8	30	23.1	30	23.1
Radio atómico	73	57.5	33	26.0	21	16.5
Dualidad onda corpúsculo	83	66.4	33	26.4	9	7.2
Energía de ionización	83	65.4	25	19.7	19	15.0
Principio de incertidumbre de Heisenberg	88	69.3	26	20.5	13	10.2
Solubilidad	91	71.7	20	15.7	16	12.6
Acido y base	93	72.1	25	19.4	11	8.5
Electronegatividad	96	76.2	17	13.5	13	10.3
Enlace covalente	107	84.3	14	1.0	6	4.7

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Según los datos obtenidos se puede concluir que el 50% de los conceptos que se van a trabajar en la asignatura no han sido estudiados por la mitad o más de los estudiantes de la muestra. Destacando como menos estudiado, el concepto de reacciones de polimerización, y el más estudiado, el concepto de enlace covalente.

10 de los 19 conceptos han sido estudiados y son recordados por más del 50% de los estudiantes encuestados. Siendo el concepto más recordado por los estudiantes, el concepto de enlace covalentes, que ha sido estudiado por un 84.3% de los encuestados.

Por otro lado, el concepto que menos ha sido estudiado o es recordado, es el del concepto de reacciones de polimerización, concepto que ha sido estudiado por solo un 8.7% de los encuestados, y que no ha sido estudiado o no es recordado por un 91.4 % de los estudiantes.

7.7. Grado de dificultad de los conceptos.

La escala que se ha utilizado para que los estudiantes valoren el grado de dificultad de los conceptos ha sido una escala Likert de 4 puntos (1= muy fácil y 4= muy difícil).

Para la obtención de los datos y los del siguiente apartado, se han utilizado solo los datos de los estudiantes que han contestado que SI han estudiado cada uno de los conceptos con anterioridad.

Procediendo de esta forma se han obtenido los resultados (media y desviación típica) que se muestran en la Tabla 7.5.

En términos generales los estudiantes suelen dar valores intermedios de dificultad (2 o 3) a la gran mayoría de los conceptos, lo que

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

da lugar a puntuaciones intermedias entre 2 y 3 en todos ellos, excepto para el concepto de “Radio atómico” que es menor.

Si se toma la puntuación de 2,5 como límite entre los conceptos que se catalogan como fáciles y los difíciles, se observa, según los datos de la tabla 7.5 cuatro conceptos considerados difíciles por los estudiantes encuestados, que serían: tipo de hibridaciones, reacciones oxido-reducción, la ecuación Schrödinger y la constante del producto de solubilidad, siendo el resto considerados como fáciles.

Según los resultados obtenidos por Childs y Sheehan (2009) en su investigación, los conceptos que son considerados más difíciles en todos los estudios realizados anteriormente son: la Química orgánica, su síntesis, mecanismos, formulación, preparación y las reacciones de sus compuestos, mol y numero de Avogadro, equilibrio químico y sus cálculos y las reacciones redox. Como se puede observar hay coincidencias en cuanto a la dificultad asignada a estos conceptos, puesto que en esta investigación aparecen clasificados como conceptos más difíciles según los estudiantes, las reacciones de polimerización, siendo estas reacciones de Química orgánica, por otro lado, el principio de Le Châtelier que se englobaría en el equilibrio químico, así como las reacciones redox que son consideradas difíciles en las investigaciones anteriores y en esta misma.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 7.5.

Clasificación de los conceptos en función del grado de dificultad asignada por los estudiantes.

Concepto	Media	Desviación típica
Tipo de hibridaciones	2.74	0.74
Reacción oxido-reducción	2.60	0.59
Ecuación Schrödinger	2.59	0.92
Constante producto de solubilidad	2.53	0.64
Reacción de polimerización	2.45	0.69
Teoría de bandas	2.45	0.69
Ácido y base	2.41	0.56
Agente Oxidante	2.40	0.53
Dualidad onda corpúsculo	2.33	0.68
Velocidad de reacción	2.33	0.68
Ciclo de Born Haber	2.32	0.69
Principio de incertidumbre Heisenberg	2.32	0.72
Solubilidad	2.27	0.68
Energía de ionización	2.25	0.66
Afinidad Electrónica	2.23	0.54
Principio de Le Châtelier	2.19	0.69
Enlace covalente	2.13	0.65
Electronegatividad	2.11	0.56
Radio atómico	1.99	0.70

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

7.8. Relación entre las valoraciones de los estudiantes y las profesoras sobre la dificultad de los conceptos.

Previamente las tres profesoras que iban a impartir la asignatura hicieron una valoración del grado de dificultad de los conceptos que se estudian en la asignatura, la escala lógicamente es una escala Likert de 4 puntos. Los resultados obtenidos para los distintos conceptos, en cuanto a dificultad del concepto dados por las profesoras aparecen en la segunda columna, a la derecha en la Tabla 7.6.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 7.6.

Clasificación de los conceptos en función del grado de dificultad asignado por los estudiantes de la asignatura Química y las profesoras de las asignaturas.

Concepto	Medias	
	Estudiantes	Profesores
Tipo de hibridaciones	2.74	3.00
Reacción oxido-reducción	2.60	3.00
Ecuación Schrödinger	2.59	4.00
Constante producto de solubilidad	2.53	3.00
Reacción de polimerización	2.45	3.00
Teoría de bandas	2.45	3.33
Ácido y base	2.41	2.00
Agente Oxidante	2.40	2.67
Dualidad onda corpúsculo	2.33	3.00
Velocidad de reacción	2.33	3.33
Ciclo de Born Haber	2.32	3.00
Principio de incertidumbre Heisenberg	2.32	3.33
Solubilidad	2.27	3.00
Energía de ionización	2.25	1.33
Afinidad Electrónica	2.23	1.33
Principio de Le Châtelier	2.19	2.33
Enlace covalente	2.13	2.33
Electronegatividad	2.11	1.33
Radio atómico	1.99	1.33

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Los datos se han agrupado en tres grupos de resultados diferentes, unos son aquellos en los que no aparecen coincidencias, concepto que los estudiantes consideran fáciles y las profesoras difíciles, otro en los que hay coincidencias en cuanto a la dificultad del concepto y un tercer grupo, en los que coinciden en cuanto al grado de facilidad de los conceptos, asignado tanto por los estudiantes, como por las profesoras.

Se observa que las profesoras realizan una mayor discriminación en el grado de dificultad que le asignan a cada concepto, ya que sus valores van desde 1.33 a 4 y los estudiantes valoran el grado de dificultad entre 2.74-1.99.

Si se comparan los datos obtenidos de los estudiantes encuestados y los comparamos con los datos obtenidos de los profesores de la asignatura encuestados, y teniendo en cuenta, que la escala de valoraciones es la misma. Se puede decir:

Se observa que hay coincidencia en 12 de los 19 conceptos, destacar que tanto los conceptos de tipo de hibridaciones, reacción oxido-reducción, ecuación Schrödinger, constante del producto de solubilidad, son considerados difíciles por ambos, profesores y estudiantes.

Por otro lado, los conceptos: acido base, energía de ionización, afinidad electrónica, principio de Le Châtelier, enlace covalente, electronegatividad y radio atómico, son considerado fáciles por ambos.

Sin embargo, se observan discrepancias entre siete de los conceptos estudiados en este trabajo, como son reacción de polimerización, teoría de bandas, agente oxidante, dualidad onda corpúsculo, velocidad de reacción, ciclo de Born Haber, principio de incertidumbre de Heisenberg y

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

solubilidad, los cuales, han sido considerados por los profesores de la asignatura como conceptos difíciles y por los estudiantes han sido considerados fáciles.

7.9. Conclusión.

Los cuatro conceptos considerados más difíciles por los estudiantes también lo son para las profesoras.

El profesorado considera, en términos generales, un mayor grado de dificultad a los conceptos que los estudiantes también consideran difíciles.

Los estudiantes discriminan menos en sus valoraciones que las profesoras.

La mayoría de los estudiantes que estudian Ingeniería Mecánica han estudiado Química en la ESO, de hecho 117 estudiantes de los 130 estudiantes encuestados, un 90% de los estudiantes. Sin embargo, con un nivel de estudios superior en Química son muchos menos, solo 84 de los 130 encuestados han estudiado Química en Bachillerato, un 64.5 % y posteriormente, un porcentaje muy pequeño se examinaron de la misma en Selectividad, solo un 14.6 % de los estudiantes, 19 de los encuestados, ya que no se encuentran muy seguros de sus conocimientos de Química. Esto puede explicar que un gran número de estudiantes manifiesten no recordar haber estudiado algunos conceptos o no haberlos estudiados.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

A. Sobre la utilidad de la Química en su formación como Ingenieros.

El 38.5% de los estudiantes de la muestra consideran que la Química tiene una baja utilidad para su formación como ingeniero y el 61.5% que tiene alta utilidad.

De las razones aportadas por los estudiantes para justificar sus valoraciones se extrajeron 145 ideas que se han organizados en cuatro categorías: la Química como base de otras asignaturas (A), Conocimientos y habilidades importantes en Química (B), Aspectos culturales (C) y Aspectos profesionales (D).

Las diferencias más importantes entre las razones aportadas por los estudiantes, que valoran la Química como baja o alta utilidad son radican en las categorías B y D.

Los estudiantes que valoran más la utilidad de la Química utilizan más la categoría B que los estudiantes que la valoran menos. Por el contrario, los estudiantes que valoran menos la utilidad de la Química utilizan más la categoría D, es decir, plantean razones que relacionadas con aspectos profesionales.

No se ha encontrado relación entre el nivel de estudios de Química que poseían los estudiantes antes de comenzar el curso académico, y la utilidad que le otorgaban a la Química para su futuro profesional.

B. Sobre la valoración de los estudiantes del grado de dificultad de los conceptos antes de cursar la asignatura de Química y

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

su relación con el grado de nivel de estudios y el grado de utilidad asignado a la Química.

- Los conceptos que han sido considerados en esta investigación como difíciles por los estudiantes, aquellos que obtuvieron una media superior a 2.5, son el tipo de hibridaciones, reacciones de óxido reducción, ecuación Schrödinger y constante del producto de solubilidad.

- Se ha observado que de los 19 conceptos solo en 4 de ellos aparecen diferencias significativas en función del nivel de estudios que posee el estudiante al comienzo del curso. Estos conceptos son: afinidad electrónica, ecuación Schrödinger, electronegatividad y reacciones de polimerización.

C. Sobre la relación entre las valoraciones de los estudiantes y la del profesorado sobre el grado de dificultad de los conceptos de Química.

Se ha observado que las profesoras tienen mayor capacidad de discriminación en cuanto a dificultad, que los estudiantes, puesto que las medias van desde 1.33 hasta 4. Sin embargo, los estudiantes valoran entre 1.99 y 2.74.

A su vez, se puede observar que hay coincidencias en cuanto al grado de dificultad de los conceptos, según la visión del profesorado y el alumnado. Así son considerados difíciles por ambos colectivos, los tipos de hibridaciones, reacciones de óxido reducción, ecuación Schrödinger y la constante del producto de solubilidad.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CAPÍTULO 8

Diseño y desarrollo de la propuesta didáctica

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Capítulo 8. Diseño y desarrollo de la propuesta didáctica.

En este capítulo se aborda el diseño y desarrollo de la propuesta didáctica en la que se ha llevado a cabo la investigación en la que se basa esta Tesis, y que se encuentra incorporada a la programación docente de la asignatura Química del Grado de Ingeniería Mecánica.

La finalidad principal de la propuesta didáctica es mejorar la actitud hacia la Química, especialmente la visión de la utilidad por parte de los estudiantes de primer curso de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Málaga. Dicha propuesta incorpora y comparte a su vez, los objetivos docentes de la asignatura en la que se ha desarrollado esta investigación.

El capítulo se encuentra estructurado en cuatro apartados: en primer lugar, se analizan los criterios y los referentes principales que se han tenido en cuenta para el diseño de la propuesta didáctica; el segundo apartado está dedicado al proceso de diseño y experimentación, detallando los aspectos más destacados del estudio Piloto y del Principal; el tercer apartado, describe los diferentes componentes del diseño de la propuesta didáctica que se utilizó en el estudio Principal (objetivos, contenido, metodología, evaluación del aprendizaje a los estudiantes), y por último, el cuarto apartado se dedica a la descripción pormenorizada de las actividades más relevantes para la finalidad propuesta, así como, una breve descripción de su desarrollo en el aula.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

8.1. Criterios para el diseño de la propuesta didáctica.

Para el desarrollo de la propuesta didáctica se han tenido en cuenta diferentes criterios y referentes que provienen tanto de la investigación didáctica, como de la práctica educativa. Así, se han considerado especialmente importante:

- La percepción de los estudiantes sobre la dificultad de los conceptos de Química (Véanse los capítulos 5 y 7).
- Las ideas previas que tienen los estudiantes sobre conceptos que considerados especialmente difíciles (Campanario y Otero, 2000).
- La necesidad de relacionar los conceptos de Química con la vida diaria (Cicció, 2013; Garai et al., 1997).
- El uso de las TIC como herramienta para el aprendizaje (Berlanas, 2014; Webb, 2005), especialmente la utilización de videos (Ezquerra y Rodríguez, 2013; Hammond et al., 2016).
- Implicación de los estudiantes en las actividades de la propuesta formativa (Castro et al., 2013).

Por otro lado, con respecto a las condiciones del contexto en que se desarrolla la propuesta didáctica, se ha contemplado los siguientes aspectos:

- Tened en cuenta los recursos materiales de los que se disponen en la docencia habitual.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

· Adaptarla al número de estudiantes que participa en la experiencia.

· Ajustarla al tiempo disponible en el desarrollo de la asignatura, de forma que la propuesta pueda encajarse en la programación docente de la misma.

A continuación, se describe como se ha tenido en cuenta algunos de estos criterios y referentes para la realización de la propuesta didáctica.

8.1.1. Percepción de los estudiantes sobre la dificultad de los conceptos de Química.

Se ha considerado necesario que la propuesta didáctica dedique más atención a aquellos conceptos que se muestran especialmente difíciles en su aprendizaje. Para ello, teniendo en cuenta tanto la literatura disponible (véase capítulo 5) y el estudio realizado con estudiantes de Ingeniería mecánica, descrito en el capítulo 7, se ha prestado especial atención a los siguientes conceptos de Química: constante de equilibrio (Kps), Número de oxidación, Enlace Covalente, Conceptos ácido y base, Agente oxidante, Reacción de reducción, Principio de Le Châtelier, etc. (Tabla 7.1; Capítulo 7).

Esta atención se ha concretado en un mayor número de actividades de enseñanza aprendizaje para estos conceptos, teniendo en cuenta en las mismas, las ideas previas y las dificultades que los estudiantes suelen tener.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

8.1.2. Las ideas previas que presentan los estudiantes.

En el capítulo 3, apartado 3.2, se ha puesto de manifiesto la importancia que tienen las ideas previas de los estudiantes en al aprendizaje de la ciencia (Suarez, 2016). Estas ideas influyen en lo que pueden aprender y en cómo lo van a hacer. Hoy día, está totalmente asumido que cualquier propuesta didáctica debe tener en cuenta dichas ideas y utilizarlas durante el proceso de enseñanza y aprendizaje para ayudar a los estudiantes a hacerlas evolucionar a otras más acordes a las ideas científicas (Brown, 1992; Campanario y Otero, 2000; Carrascosa, 2005; 2006; Clement et al., 1989; Furió y Guisasola, 1999; Gil y Carrascosa, 1992).

Para la elaboración de la propuesta didáctica se han tenido en cuenta las ideas previas que los estudiantes suelen presentar, especialmente sobre los conceptos de Química que se han identificado como difíciles en esta investigación (Capítulo 5). A continuación, se indica, a modo de ejemplo, las dificultades más importantes que tienen los estudiantes sobre el concepto de reacciones de óxido-reducción (REDOX).

1. Comprender la oxidación y reducción como reacciones complementarias (De Jong y Treagust, 2002), lo que quiere decir que una oxidación lleva asociada necesariamente una reducción, ya que en una semirreacción tiene lugar la perdida de electrones, oxidación, y en la otra se captan los electrones perdidos en la oxidación, reducción, implicando que sea imposible que una tenga lugar sin presencia de la otra.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

2. Identificar las reacciones REDOX debido a una terminología imprecisa y a un lenguaje complejo (De Jong y Treagust, 2002). Existen varias teorías que explican este tipo reacciones, teoría del ion electrón, teoría del número de oxidación, etc… Cada una de ellas enfocan el proceso desde un punto de vista distinto lo que puede ocasionar confusión en el estudiante (Anselme, 1997).

3. Comprender la perdida y ganancia de oxígeno en las reacciones REDOX (Garnett y Treagust, 1992). Se identificaron conceptos erróneos relacionados con el uso inapropiado de las definiciones de oxidación y reducción. Los datos ilustran cómo los estudiantes intentaron dar sentido a los conceptos de electroquímica con el conocimiento que ya habían desarrollado o construido. Las docentes, los desarrolladores de planes de estudio y los escritores de libros de texto, para minimizar las posibles ideas falsas, deben ser conscientes de la necesidad de probar preconceptos erróneos sobre la corriente antes de enseñar sobre células electroquímicas (galvánicas) y electrolíticas, y de las dificultades experimentadas por los estudiantes al usar más de un modelo para explicar fenómenos científicos.

Las ideas previas de los estudiantes se han utilizado en la propuesta didáctica de dos formas:

a) Para la enseñanza aprendizaje de algunos conceptos se comenzó planteando preguntas o tareas en los que los estudiantes pusieran de manifiesto sus ideas y conocimientos previos al respecto. Estas mismas preguntas

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

o tareas se pasaron como parte de la prueba de evaluación, realizada al final de la unidad didáctica correspondiente.

b) Prestando más atención a la naturaleza de los conceptos sobre los que los estudiantes manifiestan ideas más alternativas al concepto científico. En particular, ayudando a que los estudiantes fueran más conscientes de los distintos niveles de la Química, véase Capítulo 2, y que establecieran relaciones entre los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico.

8.1.3. Necesidad de relacionar los conceptos de Química con la vida diaria.

La investigación didáctica ha puesto de manifiesto la necesidad de que los estudiantes aprecien la relevancia de los conocimientos que tienen que aprender (Díaz y Hernández, 2010; Solé, 1999; Stucheya et al., 2013). Esta relevancia puede ponerse de manifiesto cuando los estudiantes son capaces de relacionar los conceptos que estudian en clase de Química con determinados hechos, fenómenos presentes en la vida diaria y que son conocidos por ellos (King, 2012; King y Ritchie, 2012).

Este criterio es clave, dado que la finalidad de la propuesta didáctica se centra en fomentar una actitud positiva hacia la Química, resaltando especialmente la visión de la utilidad por parte de los estudiantes. Por ello, en su diseño se han planteado dos formas de actuación para relacionar los conceptos estudiados con fenómenos de la vida diaria.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

a) Se han diseñado un gran número de actividades destinadas principalmente a destacar la utilidad de la Química en diferentes ámbitos y contextos (profesionales, académicos o de la vida cotidiana), tal como se describe en el apartado 8.6.

b) Durante el desarrollo de las explicaciones de clase, se hace uso frecuente de ejemplos en los que se relacionaba el concepto abordado en ese momento con fenómenos o situaciones de la vida diaria.

8.1.4. El uso de las TIC como herramienta para el aprendizaje.

Las TIC, hoy día, suponen una herramienta fundamental para el aprendizaje, especialmente en el caso de la Química, como se ha descrito en el capítulo 3. Se puede decir, que enseñar Química sin utilizar la TIC supone desaprovechar recursos de gran utilidad, que ayudan al estudiante a comprender los distintos niveles de la Química, especialmente para ayudarles a la comprensión del mundo submicroscópico. Por estas razones, en el diseño de la propuesta didáctica se han tenido en cuenta diversos recursos TIC, tales como presentaciones, videos y simuladores, fundamentalmente. En el apartado 8.6 se describen las actividades concretas en las que han sido utilizados estos recursos.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

8.1.5 Implicación de los estudiantes en las actividades de la propuesta formativa.

Cada día hay más acuerdo sobre la importancia que la implicación de los estudiantes tiene sobre el aprendizaje (Heckhausen, 1991; Lee y Brophy, 1996).

Los docentes debemos aprender a ser capaces de implicar a sus estudiantes en la toma de decisiones sobre el aprendizaje, lo que implica que estos sean conscientes y vayan interiorizando las siguientes cuestiones: ¿Para qué aprender? ¿Qué aprender? y ¿Cómo aprender? De esta forma el estudiante participa de la construcción y reconstrucción del aprendizaje, debiendo adoptar una toma de decisiones frente a la situación problema, pudiendo dar significado a lo aprendido, apropiándose de esta forma, de dicho conocimiento.

Es por estas razones que esta propuesta didáctica se centra principalmente en cuestiones relacionadas con el desarrollo del interés y la motivación en la enseñanza y el aprendizaje de la Química. Para lograr la implicación de los estudiantes se han utilizado las siguientes estrategias:

a) Se ha incentivado su participación en la resolución de problemas en el grupo clase, de forma que ellos mismo sean los que resuelvan los problemas en la pizarra.

b) Se ha encargado a los propios estudiantes la búsqueda de situaciones de la vida cotidiana o profesional en la que los conceptos que aparecen en la unidad didáctica son utilizados. Así como la presentación de los trabajos realizados sobre esta tarea.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

c) Se ha reconocido la implicación de los estudiantes en las actividades sobre la utilidad de la Química en la calificación de la asignatura (recibiendo un máximo de 1 punto en la calificación final).

8.1.6. Aspectos relacionados con el contexto.

Los aspectos relacionados con el contexto en el que se desarrolla la enseñanza también son importantes a la hora de planificar la acción docente. Entre ellos, se encuentran los recursos didácticos disponibles. Además de los recursos más tradicionales en la enseñanza de las ciencias, como son las infraestructuras y materiales para el desarrollo de trabajos prácticos (englobados coloquialmente bajo la denominación de prácticas de laboratorio). En esta propuesta didáctica se han utilizado diferentes tipos de recursos, como pueden ser laboratorio virtual, campus virtual y aula de informática. Que no siempre están disponibles en el momento que necesitan. Para salvar estas limitaciones en cuanto al uso del aula de informática y el laboratorio ha sido necesario cambiar la programación de la asignatura para poder realizar determinadas actividades en función de la disponibilidad de dichos recursos.

El número de estudiantes de los grupos con los que se han trabajado, en torno a 70 estudiantes, ha condicionado en cierta medida la participación de los estudiantes en las actividades en gran grupo, especialmente aquellas incluían demostraciones prácticas por parte del docente, resolución de problemas o exposiciones de los estudiantes.

Finalmente hay que indicar las limitaciones derivadas del número de créditos de la asignatura (6 créditos) en la que se ha desarrollado la

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

propuesta didáctica. Según el plan docente de la Universidad de Málaga a una asignatura de una titulación ingeniería con alta experimentalidad con este número de créditos le corresponden 60 horas de clases. En este de clases fue necesario incluir toda la propuesta didáctica además de otro gran número de contenidos y tareas que conforman la guía docente de la asignatura establecida por el departamento y cuyas unidades didácticas se muestran en la Tabla 8.1.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 8.1.

Descripción y secuenciación de las unidades didácticas que en las que se ha desarrollado la propuesta didáctica.

D	Contenidos	Temporalización (horas)
	La estructura atómica. 1. Evolución de la Teoría Atómica, Dalton, Thomson, Rutherford y Bohr. 2. Partículas fundamentales. Número atómico, número Másico. Estabilidad nuclear. Energía de enlace. Isótopos. 3. Naturaleza ondulatoria de la luz. Teoría cuántica. Dualidad Onda-Partícula. 4. Mecánica Cuántica. 5. Orbitales atómicos. Números cuánticos. Representación de los orbitales atómicos. Configuración electrónica. Diagrama de Möeller. 6. Propiedades periódicas: Radio atómico, Energía de ionización, Afinidad electrónica, Electronegatividad. 7. Reacciones Nucleares. Radiactividad Natural. Velocidad de desintegración. Periodo de semidesintegración. Reacciones de bombardeo. Radiactividad artificial. Fisión nuclear. Fusión nuclear. Aplicaciones de isotopos radiactivos.	Teoría 4.5 Problemas 2.0.
	Enlace Químico. 1. Introducción 2. Enlace Iónico. Factores que influyen en el índice de coordinación. Propiedades de los compuestos iónicos. Energía reticular Ciclo de Born Haber. 3. Enlace covalente. 4. Teoría de orbitales atómicos. Teoría de enlace de Valencia. Geometría de las moléculas. Teoría de hibridaciones. Teoría de orbitales moleculares. Orden de llenado de los orbitales. 5. Polaridad de los enlaces. Fuerzas de Van der Waals. Enlace por puentes de hidrógeno. 6. Enlace metálico. 7. Semiconductor intrínseco. 8. Semiconductor extrínseco.	Teoría 4.0

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 8.1.
Continuación

D	Contenidos	Temporalización (horas)
	Expresión de las concentraciones. 1. Concepto de mol. Número de Avogadro 2. Calculo de la formula empírica de un compuesto. 3. Expresión de las concentraciones. 4. Ajuste reacciones. Reactivo limitante.	Teoría 3.0 Problemas 3.0
	Cinética Química. 1. Velocidad de reacción 2. Ecuación de la velocidad integrada y vida media de un reactivo. 3. Mecanismo de reacción 4. Teoría de colisiones. 5. Teoría del Complejo activado. 6. Factores que influyen en la velocidad de reacción.	Teoría 4.0
	Equilibrio Químico. 1. Equilibrio químico homogéneo. 2. Equilibrios heterogéneos. 3. Factores que afectan al equilibrio. 4. Efecto de la concentración 5. Efecto de la presión. 6. Efecto de la temperatura. 7. Variación del valor de la constante de equilibrio con la Temperatura.	Teoría 3.0 Problemas 3.0
	Reacciones de transferencia de protones. 1. Introducción concepto ácido y base. 2. Teoría de Brönsted y Lowry. 3. Teoría electrónica ácido-base de Lewis. 4. Fuerza relativa de los ácidos y las bases. 5. Producto de ionización del agua. 6. Concepto de pH 7. Hidrolisis. 8. Disoluciones amortiguadoras o reguladoras. 9. Valoración ácido-base.	Teoría 4.5 Problemas 3.0 Prácticas 3.0

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 8.1.
Continuación

D	Contenidos	Temporalización (horas)
	Reacciones de precipitación 1. Solubilidad y precipitación de sales. 2. Producto de solubilidad 3. Efecto del ion común. 4. Disolución de precipitados. 5. Formación de iones complejos. 6. Aplicaciones analíticas.	Teoría 3.0 Problemas 1.5 Prácticas 1.5
	Reacciones redox. Electroquímica 1. Conceptos de oxidación y reducción. 2. Numero de oxidación. 3. Agentes oxidantes, reductos. Pares redox. 4. Ajuste de las reacciones redox. 5. Pilas galvánicas 6. Potenciales de electrodo. 7. Ecuación de Nerst. 8. Predicción de las reacciones redox 9. Electrolisis. 10. Leyes de Faraday. 11. Pilas y acumuladores. 12. Corrosión.	Teoría 4.5 Problemas 3.0. Prácticas 1.5
	Balance de energía. 1. Conservación de la energía en las reacciones químicas 2. Entalpias de reacción. 3. Adictivita de las entalpias de reacción. 4. Entalpias de formación. 5. Entalpias de enlace. 6. Espontaneidad de las reacciones químicas. 7. Criterio de espontaneidad. 8. Influencia de la temperatura 9. Energías libres de formación**.**	Teoría 3.0.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 8.1.
Continuación

0	**Metalurgia Química.** 1. Metalurgía del Hierro 2. Metalurgía del Aluminio 3. Aceros 4. Metalurgia del Níquel y Cobalto 5. Metalurgia del Cobre 6. Metalurgia del Zinc 7. Materiales silícicos	Teoría 2.0
1	**Introducción a la Química Orgánica. Polímeros. Petróleo** 1. Formulación de Química Orgánica 2. Explotación del petróleo 3. Refino del petróleo 4. Tipos de polímeros y ejemplos 5. Copolímeros	Teoría 3.0

8.2. Desarrollo de la propuesta didáctica.

Con respecto a los criterios anteriores, se desarrolló una propuesta didáctica en dos etapas, denominadas estudio Piloto y estudio Principal, que se describen a continuación.

8.2.1. Estudio Piloto.

Durante el curso académica 2012/13, se llevó a cabo el estudio Piloto diseñando una propuesta didáctica centrada fundamentalmente en los conceptos que habían sido considerados más difíciles por el alumnado de la asignatura en este curso académico.

Se seleccionaron tres de los cuatro grupos de la asignatura de Química, denominados A, B y C, con un total de 130 estudiantes. En la docencia de los grupos A y B se incorporó la propuesta didáctica

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

(denominada utilidad de la Química) desarrollada de forma transversal a lo largo del curso, con el objetivo de mostrar la utilidad que tendrá la Química en la formación de los estudiantes como Ingenieros, mediante la identificación y el análisis de aplicaciones y contextos relevantes en la vida diaria y en el mundo profesional, principalmente. En el grupo C no se llevó a cabo esta propuesta didáctica, siguiendo la programación habitual de la asignatura.

La primera actividad de esta propuesta didáctica se desarrolló durante la presentación de la asignatura, el primer día de clase. Se mostró a los estudiantes el programa de la asignatura y el de otras del Grado, en las que la Química es básica. En algunas de ellas, aunque su denominación no incluya la palabra Química, por ejemplo, Metalurgia o Ciencias de los Materiales, los estudiantes continuarán aprendiendo Química, así como en otras.

Por otro lado, al finalizar cada una de las unidades didácticas que componían la asignatura, se presentaba un contexto concreto en los que se mostró como el tema tratado en dicha unidad se aplicaba en problemas o situaciones propias de las tareas profesionales de un Ingeniero Mecánico. En la Tabla 8.2 se muestran los contextos utilizados en algunas de dichas unidades didácticas.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 8.2.

Contextos y/o situaciones utilizadas para mostrar a los estudiantes la utilidad de la Química en la profesión de Ingeniero Mecánico.

U.D.	Tema	Contextos y/o situaciones
1	Reacciones nucleares	Prototipos de coche que funcionan con energía nuclear.
		Barcos y submarinos que funcionan con energía nuclear.
3	Velocidad de reacción	Funcionamiento de los catalizadores en los tubos de escape.
8	Química Orgánica	Se realizó una visita a Cerveza "San Miguel", en la que se les mostraba el proceso de elaboración de la cerveza. En esta fábrica trabajan algunos Ingenieros Mecánicos.

Por ejemplo, en la primera unidad didáctica del curso, centrada en las reacciones nucleares, se analizó cómo funcionarán los coches del futuro, que utilizarán como fuente de energía las reacciones nucleares, de los cuales, ya existen distintos prototipos en el mercado. También se presentaron distintos barcos y submarinos que han usado estas reacciones nucleares como fuente de energía para sus motores.

Para cada uno de los contextos de aplicación se hizo una presentación gráfica que acompañaba a la explicación y, a continuación, los estudiantes realizaron preguntas, exponían sus conocimientos e ideas al respecto y se promovía un debate sobre algún aspecto controvertido de los ejemplos y aplicaciones mostrados. En el ejemplo anterior, sobre los coches del futuro, se estableció un debate en torno a los posibles

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

problemas de seguridad que podría plantear el uso de reacciones nucleares como fuente de energía.

8.2.2. Estudio Principal.

En este apartado se describe con más detalle el estudio Principal realizado durante el curso académico 2013/14. Partiendo de los criterios analizados anteriormente, y teniendo en cuenta los resultados del estudio Piloto, que se muestran en el Capítulo 8, se llevó a cabo una modificación sobre la propuesta didáctica realizada en el curso 2012/13, dando como resultado la propuesta didáctica del estudio Principal que se describe a continuación.

Objetivos docentes.

Con la propuesta didáctica que se describe a continuación, se pretende:

- Incentivar el interés de los estudiantes por el Química y su aprendizaje.
- Fomentar en los estudiantes una actitud más positiva hacia Química.
- Resaltar la utilidad que la Química tiene en la formación de los ingenieros, en el mundo profesional y en la vida cotidiana.
- Mejorar la comprensión de los de conceptos fundamentales de la Química, facilitando la aplicación en contextos cotidianos y/o profesionales de los estudiantes.
-

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Organización y secuenciación de los contenidos.

De acuerdo con la guía docente de la asignatura (Anexo 5.2), y en particular con los contenidos de la misma, la propuesta didáctica se ha desarrollado en 11 unidades didácticas tal y cómo se muestra en el cuadro Tabla 7.1. Sobre esta propuesta habitual de la asignatura se implementaron las actividades relacionadas con la comprensión de conceptos y utilidad de la Química, que se describirán en el apartado 7.8.

8.3. Metodología.

En esta propuesta didáctica se ha apostado por una metodología activa y participativa en la enseñanza de la Química, de forma que, la actividad mental y participación del alumnado sea prioritaria.

La propuesta ha incidido fundamentalmente en las clases de teoría y resolución de problemas. Las prácticas de laboratorio, que también forman parte de la asignatura, se han mantenido con su enfoque habitual, de aplicación de los contenidos.

Las actividades presenciales llevadas a cabo con los estudiantes se desarrollaron, para cada una de las unidades didácticas, tal como se describe a continuación:

a. *Fase de presentación de contenidos.* El docente presenta el tema y explica los conceptos clave del mismo. Para ello se usó el método magistral, participativo, con explicaciones breves y preguntas (Gómez, 2002). Parece un método adecuado, puesto que, si se exponen de manera adecuada los contenidos, implicará motivación y activación por parte del alumnado, despertando su

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

curiosidad, e implicando que los mismos sigan aprendiendo de forma autónoma.

b. *Fase de aplicación.* Los estudiantes deben aplicar dichos contenidos a la resolución de ejercicios y problemas de papel y lápiz.

Estas dos fases se van repitiendo en sucesivos ciclos hasta que se han trabajado todos los contenidos incluidos en la unidad didáctica.

c. *Fase de profundización*. El docente introduce nuevas ideas o puntos de vista, que permitan al alumnado reflexionar o debatir sobre conceptos considerados difíciles por ellos.

Como se ha comentado en el capítulo 6, en el estudio Piloto, se pasó un cuestionario a los estudiantes que permitió que conocer las ideas previas que tenían los estudiantes acerca de los distintos conceptos de la asignatura. Como recursos para ayudar a los estudiantes a superar dichas dificultades se colocaron en el campus virtual aplicaciones multimedia, videos o simulaciones, que les permitían observar procesos relacionados con dichos conceptos y su funcionamiento a nivel submicroscópico.

d. *Fase presentación y discusión sobre casos y situaciones reales.* Se presentaron en clase, bien por el docente o por los estudiantes de forma individual o por parejas, ejemplos de diferentes situaciones o caso reales en los que se puso de manifiesto la utilidad de la Química en entornos profesionales, de la vida cotidiana, donde los contenidos de la unidad didáctica estuvieran implicados. En el contexto de estas situaciones se

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

explicaron los conceptos químicos implicados, resaltando la relevancia de la Química.

8.4. Evaluación del aprendizaje de los estudiantes.

En la guía docente de la asignatura en la que se ha llevado a cabo la experiencia, se recogen los distintos aspectos relacionados con la evaluación de los estudiantes (Anexo 5.2): Actividades de evaluación, resultados de aprendizaje y procedimiento de evaluación.

A lo largo del semestre se realizaron tres exámenes parciales para evaluar los conocimientos que se iban adquiriendo, pruebas cortas escritas al final de cada bloque (agrupación de varias unidades didácticas): presentación de problemas, participación en las clases, etc. Estas pruebas tenían un valor máximo de 2 puntos sobre la calificación final, es decir un 20 % de la misma. Por otro lado, y de acuerdo con el alumnado, se podía consolidar la calificación de cada bloque siempre y cuando fuese igual o superior a 7.

Otro 20 % de la calificación vendía otorgado por otras actividades (prácticas de laboratorio, visitas a fábricas, presentaciones orales, debates en grupo, etc.). El desempeño de los estudiantes durante las prácticas de laboratorio juntamente con el cuaderno de prácticas que tenían que presentar podía suponer hasta un 10 % de la calificación final. El otro 10%, se podía obtener mediante la exposición de un trabajo en el que se mostrase la utilidad de los conceptos estudiados en la vida cotidiana o/y en la vida profesional y/o académico.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Finalmente, el 60 % de la calificación provenía del examen global que se realiza al final del semestre.

Al introducir la propuesta didáctica objeto de esta investigación, se consideró necesario incluir algunos aspectos nuevos o matizaciones con respecto a la evaluación. Así, se formularon nuevos resultados de aprendizaje y se utilizaron instrumentos evaluación específicos para poder conocer si los estudiantes habían progresado en término de los objetivos planteados. No obstante, la propuesta didáctica también incidía de manera directa en dos de los resultados de aprendizaje recogidos en la guía docente de la asignatura:

- CT1 Funcionar de forma efectiva tanto de forma individual como en equipo.
- II1 La capacidad de realizar búsquedas bibliográficas, utilizar bases de datos y otras fuentes de información.

Como resultados de aprendizaje más relacionados con la propuesta didáctica, se formularon los siguientes:

- Mostrar interés por la Química y su aprendizaje.
- Mostrar una actitud más positiva hacia Química.
- Identificar y presentar casos en los que se muestra que la Química presenta utilidad en la formación de los ingenieros, en el mundo profesional, académico y en la vida cotidiana.

Como instrumentos de evaluación específicos para valorar en qué medida los estudiantes han alcanzado estos resultados de aprendizaje se han utilizado:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

- Para evaluar los dos primeros resultados de aprendizaje formulados, se usaron una tarea específica de autoevaluación de los estudiantes sobre la utilidad de la Química en tres ámbitos, académico, profesional y vida cotidiana, y un cuestionario de actitudes hacia la Química, respectivamente. Estos dos instrumentos, que se presentan en los capítulos 8 y 9, se utilizaron en esta investigación como pre y post test al comienzo y al final de la asignatura, respectivamente.

- Para evaluar la capacidad de los estudiantes con respecto a la identificación de casos de la utilidad de la Química, se tuvo en cuenta la calidad de las presentaciones y del trabajo previo realizado. Como se ha indicado anteriormente, esta tarea se valoró con hasta un 10% de la calificación global.

8.5. Actividades de enseñanza-aprendizaje.

En este apartado se describen las actividades de enseñanza-aprendizaje que están más relacionadas con los objetivos de la propuesta didáctica y se muestra, como ejemplo, el desarrollo en el aula de algunas de ellas. Estas actividades se han denominado de la siguiente forma:

AcC: Actividad centrada en la mejora de la compresión conceptual.

Con esta denominación se considera a aquellas actividades de aprendizaje destinadas a ayudar a los estudiantes a la comprensión de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

conceptos importantes de Química y en las que se hace uso de recursos didácticos variados: vídeos, simuladores, aplicaciones informáticas, presentaciones, etc.

AcU: Actividad destinada principalmente a destacar la utilidad de la Química.

Con esta denominación se considera a aquellas actividades de aprendizaje destinadas a resaltar la utilidad que la Química tiene en muy diversos ámbitos y contextos profesionales, así como en la vida diaria de los estudiantes.

Hay que hacer constar que esta categorización resaltar el énfasis de cada actividad, no siendo por tanto excluyentes categorías ambas categorías. Es decir, una actividad de enseñanza determinada puede ayudar a los estudiantes a mejorar su comprensión de la Química y ello, a su vez, puede hacerles más consciente de la utilidad de la Química, y viceversa.

En esta investigación, en la mayoría de las ocasiones, las actividades fueron propuestas por la docente, aunque en algunas ocasiones las plantearon los estudiantes como parte de sus intervenciones, tal y cómo se ha comentado en el apartado de metodología. Teniendo en cuenta los enfoques de enseñanza en contexto en función del papel que jueguen los estos (De Jong, 2006b), algunas de estas actividades han sido desarrolladas siguiendo un enfoque en el que primero se explican los conceptos incluidos en la unidad didáctica y luego se introduce la actividad contextualizada. En otras ocasiones, estas actividades de contextualización se han planteado con la finalidad de motivar y orientar a los estudiantes, antes de estudiar los conceptos de la unidad didáctica

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

correspondiente. Y, en otras muchas ocasiones, se ha utilizado una estrategia combinada, los contextos preceden a los conceptos y otros contextos vienen después.

Durante el desarrollo de la asignatura se utilizaron actividades de los dos tipos mencionados. En la Tabla 8.3 se resumen las actividades utilizadas para fomentar la compresión conceptual. Se indica su denominación, la categoría en la que se ha englobado, quien la propuso y los recursos didácticos utilizados en la misma: vídeo, presentación Power Point, simulador u otros recursos (productos, materiales, etc.). En esta tabla se han incluido una o varias actividades por cada unidad didáctica, siempre basándose en aquellas que han tenido un mayor grado de aceptación por el alumnado, según las notas y observaciones recogidas por la profesora durante las sesiones de clases.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 8.3.

Actividades enseñanza más destacadas centradas en la mejora de la comprensión.

U.D.	Tipo	Título	Propuesta por	Recurso/s
1.1	AcC	Descubrimiento del átomo y del electrón	Docente	Video
1.2	AcC	Evolución de la Teoría Atómica.	Docente	Video
1.3	AcC	Fisión nuclear	Docente	Video
2.1	AcC	Modelización de enlaces utilizando plastilina	Docente	Plastilina, palillos
2.2	AcC	Enlaces en el chocolate	Docente	Muestras chocolate, termómetro, cacillo
3.1	AcC /AcU	Sólido, líquido y gas	Docente	Sal, azúcar, agua, café
3.3	AcC /AcU	Reactivo limitante en la vida cotidiana	Docente	Video combustión
4.1	AcC/ AcU	Uso de los catalizadores en los tubos de escape	Estudiante	Power Point
5.1	AcC/ AcU	La gaseosa reacción en equilibrio	Docente	Gaseosa
6.1	AcC	Reacciones acido base	Docente	Simulador
6.2	AcC/ AcU	Acidez estomacal	Docente	Video
7.1	AcC/ AcU	Reacciones de precipitación	Docente	Video
7.2	AcC/ AcU	Dureza de las aguas	Docente	Reactivos e instrumental
7.3	AcC/Ac U	De leche a Queso, equilibrio de precipitación	Docente	Leche y vinagre
8.1	AcC	Proceso redox a nivel submicroscópico	Docente	Simulador
8.4	AcC/Ac U	Pila Daniels	Docente	Simulador
9.1	AcC	Balance de materia	Docente	Simulador
10.1	AcC	Metalurgía del hierro	Docente	Búsqueda de información
11.1	AcC	Visión espacial de los compuestos Orgánicos	Docente	Simulador

UNIVERSIDAD DE MALAGA

A continuación, en la Tabla 8.4 se muestran las actividades utilizadas para incentivar la visión de la utilidad de la Química organizadas en tres categorías: formación académica (FA), formación profesional (FP) y cultura general (CG), en función de la dimensión de la utilidad que se pretendía incentivar en cada una de ellas. En aquellas en las que aparecen dos categorías, aparece marcada en negrita la dimensión a la que dicha actividad contribuye más.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 8.4.

Actividades destinadas principalmente a destacar la utilidad de la Química.

UD	Tipo	Utilidad	Título	Propuesta	Recurso
1.4	AcU	FP/**CG**	Utilidad de la radiactividad	Docente	Video
1.5	AcU	**FP**/CG	Radiación X y gamma para el estudio de defectos estructurales	Estudiantes	Power Point
1.6	AcU	**CG**	Aplicaciones de la Química nuclear a la vida cotidiana	Estudiante	Power Point
1.7	AcU	**CG**	El uso del microondas en la vida cotidiana.	Estudiante	Power Point
2.2	AcC/ AcU	**CG**	Enlaces en el chocolate	Docente	Muestras chocolate, termómetro , cacillo
3.1	AcC/ AcU	**FP**/CG	Sólido, líquido y gas	Docente	Sal, azúcar, agua, café
3.2	AcU	**FP**/CG	Concentraciones	Docente	Coca cola light y Coca Cola
3.3	AcC/ AcU	**CG**	Reactivo limitante en la vida cotidiana	Docente	Video combustión
4.1	AcC/ AcU	FP/**CG**	Uso de los catalizadores en los tubos de escape	Estudiante	Power Point
5.1	AcC/ AcU	**CG**	La gaseosa reacción en equilibrio	Docente	Gaseosa
6.2	AcC/ AcU	**CG**	Acidez estomacal	Docente	Video
7.1	AcC/ AcU	FP	Reacciones de precipitación	Docente	Video
7.2	AcC/ AcU	**CG**	Dureza de las aguas	Docente	Material de laboratorio
7.3	AcU	**CG**	Limpieza Plata	Docente	Plata, Aluminio, agua
8.2	AcU	**CG**	Placas solares, funcionamiento	Estudiante	Power Point
8.3	AcU	**FP/**CG	Pila Daniels	Docente	Simulador

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

8.5.1. Desarrollo de algunas de las actividades de enseñanza-aprendizaje.

A continuación, se hace una descripción más detallada de cómo se han desarrollo algunas de las actividades utilizadas en la propuesta didáctica y que aparecen en las Tablas 8.3 y 8.4, con la idea de mostrar las diversas formas de trabajo que se llevaron a cabo en la propuesta didáctica.

Unidad didáctica 1. Estructura atómica.

Actividad 1.1.

Título: Descubrimiento del átomo y del electrón.

Tipo de actividad: AcC

Descripción y desarrollo en el aula.

Con esta actividad se pretende completar y profundizar en los conceptos que se han estudiado en la UD1, así como facilitar la comprensión de los mismos. Para ello se utilizó un vídeo[1] en el que un profesor universitario mediante una experiencia de cátedra, utilizando un tubo de rayos catódicos y uno de rayos canales, muestra como avanzó la teoría atómica a lo largo de la historia, explicando el descubrimiento del electrón y el protón.

Antes de proceder al visionado, se introdujo el tema a los estudiantes sobre el que trataba el vídeo, de forma que los estudiantes pudieran recordar los conceptos que se habían estudiado durante días

[1] Disponible en https://politecnica.cv.uma.es/course/view.php?id=2524

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

anteriores. Durante el visionado, y conforme aparecen los distintos conceptos, se fueron haciendo pausas para relacionar lo que se presentaba en ese momento el vídeo con lo que se había explicado en clase.

Su uso en clase permitió a los estudiantes establecer comparaciones y contrastar diferentes puntos de vista, lo que aporta un elemento más al conocimiento que ya poseían. Una vez finalizado la experiencia se les preguntó a los estudiantes su valoración. En general, indicaron que sí les había sido útil y les había permitido clarificar sus ideas. Resaltar que durante esta actividad los estudiantes estuvieron muy atentos.

Actividad 1.2.

Título: Evolución de la Teoría atómica.

Tipo de actividad: AcC

Descripción y desarrollo en el aula.

Una vez finalizada la parte de la UD1 dedicada a las teorías que han aparecido a lo largo de la historia sobre el átomo, se procede al visionado en clase de una animación gráfica en el que se presenta la evolución de la Teoría Atómica (Figura 8.1).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Figura 8.1. Captura de pantalla de un video relativo a la historia del átomo[2].

La finalidad de este video es hacerles recordar como la Teoría atómica ha ido evolucionando a lo largo de la historia, en la mayoría de los casos, debido a la aparición de fenómenos que no se podían explicar con la teoría desarrollada hasta el momento, y que obligaba a la búsqueda de una nueva, que permitiera explicar dichos fenómenos.

Al presentarse cada una de las teorías, se paraba en el video, y se preguntaba al alumnado acerca de cuáles eran los errores que presentaban dichas teorías, de forma que ellos mismos fuesen los que aplicasen lo que habían aprendido a lo largo de la unidad didáctica. Posteriormente, se continuaba el visionado del video y ellos comprobaban si lo que habían contestado era correcto o no.

Esta actividad intenta motivar al alumnado, ya que al preguntarles acerca de algo que se han estudiado anteriormente en clase, se les obliga a pensar en ello y posteriormente, tras el visionado observan si era correcto su pensamiento o no. Además, el que fuera una animación gráfica incrementaba su atención.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

[2] Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=p59iyE1aVoo

Actividad 1.3

Título: La fisión nuclear.

Tipo de actividad: AcC

Descripción y desarrollo en el aula.

Con esta actividad se pretende ayudar al alumnado a comprender como sucede el proceso de la fisión radiactiva. Se apoya en un video (Figura 8.2) en el que se modeliza el proceso de la fisión nuclear a nivel submicroscópico y se extrapola a nivel macroscópico mediante el uso de una analogía (Aragón et al., 2013) que utiliza trampas para ratones y bolas de pin pon.



Figura 8.2. Captura de pantalla de un video relativo a la radiactividad[3].

Se observa en el video como la fisión es una reacción en cadena de tipo nuclear en la que es necesario el control de la misma. Si esta no es controlada, el número de átomos que participan van aumentando exponencialmente, generando un contenido de energía tan elevada que resulta muy peligroso, y se convierte en una reacción descontrolada. De

[3] Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=pA-aEYgmnq4.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

esta forma se consigue facilitar el aprendizaje y la comprensión, ya que permite a los estudiantes visualizar fenómenos complejos mediante las analogías empleadas.

Actividad 1.4

Título: Utilidad de la Radiactividad.

Tipo de actividad: AcU

Descripción y desarrollo en el aula.

Esta actividad muestra la utilidad de la fusión nuclear basándose en un video del programa televisivo Informe Semanal (Figura 8.3). Con este video se pretende relacionar los conceptos estudiados en la UD1, fisión y fusión nuclear, con la obtención de energía eléctrica. Se muestran las ventajas y desventajas de ambos tipos de radiactividad nuclear.



Figura 8.3. Captura de pantalla del video en el que se observa el plasma de hidrógeno del proyecto ITER[4], incluido en el Programa Informe Semanal.

[4] Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=gT7LRj3BRKw.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Se califica en este video la fusión nuclear como la energía del futuro y se muestra el desarrollo del proyecto ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor), como una nueva forma de obtención de energía limpia a partir de la fusión, ya que no produce ningún tipo de residuo. En el aparecen un gran número de ingenieros que están participando en el proyecto que se está llevando a cabo en Francia. El ITER es un experimento científico a gran escala que intenta demostrar que es posible producir energía de forma comercial mediante fusión nuclear, una energía limpia y que no produce residuos radiactivos.

Con este video, también se muestran posibles salidas laborales para los estudiantes del Grado, ya que la gran mayoría de trabajadores son Ingenieros.

Actividad 1.5

Título: Radiación X y gamma para el estudio de defectos estructurales.

Tipo de actividad: AcU

Breve Descripción y desarrollo en el aula.

La finalidad de esta actividad es mostrar la utilidad de la radiación X y gamma para el estudio de defectos estructurales. En este caso fue un estudiante el que presentó un trabajo acerca de su uso para estudiar los defectos estructurales en los edificios. El estudiante ilustró esta aplicación mostrando varias radiografías en las que se observaban defectos estructurales (Figura 8.4). Estas radiografías se obtienen a través del procesamiento digital de imágenes termográficas, mediante la

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

técnica de termografía activa con sistema de calentamiento por conducción y enfriamiento natural en aire.

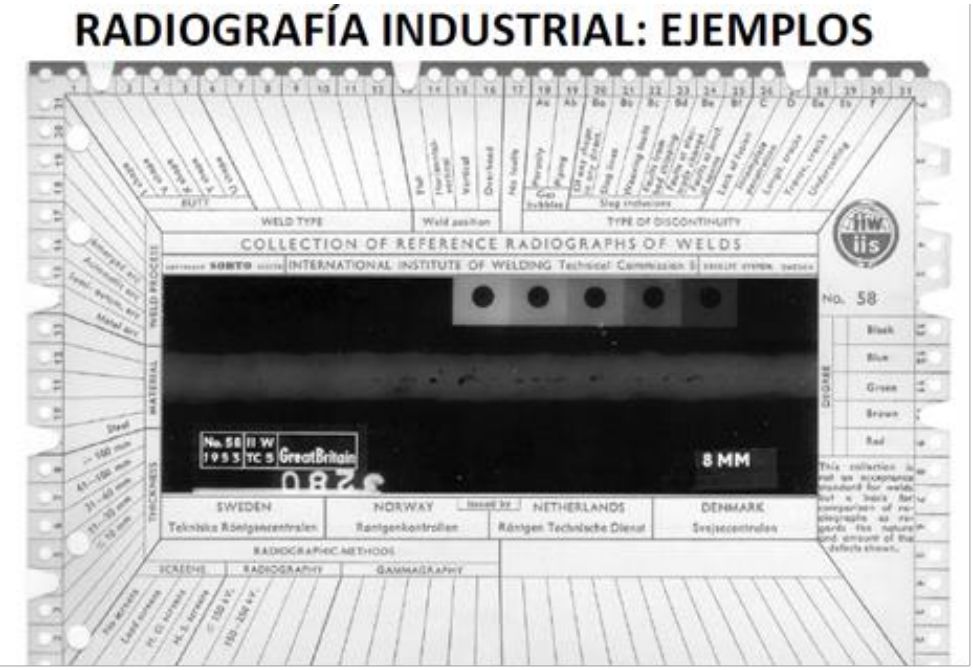


Figura 8.4. Captura de pantalla de la presentación del estudiante que realizó la actividad.

Con esta presentación se relacionan los conceptos que aparecen en la UD1 con situaciones que se utilizan en la vida profesional de los ingenieros. Este trabajo despierta curiosidad en el resto de los estudiantes, les parece muy interesante y aprecian la utilidad que tienen estos conceptos para su futuro profesional.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Actividad 1.6

Título: Aplicaciones de la Química nuclear a la vida cotidiana.

Tipo de actividad: AcU

Descripción y desarrollo en el aula.

El objetivo de esta actividad fue mostrar algunas aplicaciones de la Química nuclear a la vida cotidiana, en concreto su uso en agricultura y en ganadería. En este caso, un estudiante fue el encargado de presentar un trabajo sobre estas aplicaciones utilizando para ello un Power Point (Figura 8.5).



Figura 8.5. Captura de pantalla de la presentación sobre el uso de las reacciones nucleares para mejorar la alimentación.

En la presentación de este estudiante se muestra el uso de la radiactividad para la obtención de alimentos, surgiendo de esta forma los alimentos transgénicos o modificados genéticamente. También muestra como el ganado puede ser engordado con alimentos modificados genéticamente, ya que presentan mayor eficiencia.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Además, en la agricultura se comienzan a usar los isótopos radiactivos de diferentes elementos con el fin de estudiar las plantas y los cultivos, para así obtener información sobre las podas y diferentes propiedades de los mismos. Se han realizado experimentos en los que se han irradiado alimentos con rayos gamma con el fin de obtener alguna propiedad concreta, como puede ser el aumento de la durabilidad, la esterilización o la descontaminación.

Esta exposición despierta en algunos estudiantes el interés por conocer cómo afecta la ingesta alimentos transgénicos a la salud humana, así como tomar carne proveniente de animales que hayan sido alimentados principalmente con productos transgénicos.

Como se ha comentado al comienzo de este informe de Tesis, los estudiantes consideran todo lo relacionado con la Química como algo peligroso. En este momento la profesora informó que no parecen existir pruebas científicas contundentes sobre los posibles peligros de tomar carne proveniente de animales que se han alimentado con productos transgénicos. Por otro lado, se resaltó que estas modificaciones genéticas tienen como fin aumentar la productividad minimizando las plagas de insectos y maleza, lo que implica la reducción de los costos económicos, sanitarios y ambientales asociados. Los cultivos transgénicos también presentan mayor resistencia a climas adversos y crecen en tierra seca y salina, lo cual, podría representar una solución al problema de reducción en las cosechas.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Actividad 1.7

Título: El uso del microondas en la vida cotidiana.

Tipo de actividad: AcU

Descripción y desarrollo en el aula.

Durante la UD1 se han analizado las radiaciones electromagnéticas que se clasifican en función su longitud de onda. Una de las más usadas en la vida cotidiana es la radiación microondas, para calentar la comida, basándose en la vibración que produce en las moléculas de agua que contienen los alimentos que queremos calentar.

Con esta experiencia se pretende hacer consciente al alumnado que todo lo que nos rodea son procesos tanto químicos como físicos, y que solo tenemos que pararnos a pensar cual es fenómeno físico o químico concreto que permite explicar, en este caso, como se calienta la comida.

En esta actividad, es un estudiante quien realiza un trabajo sobre la aplicación en la vida cotidiana de las microondas, presentándolo mediante un Power Point, Figura 8.6.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

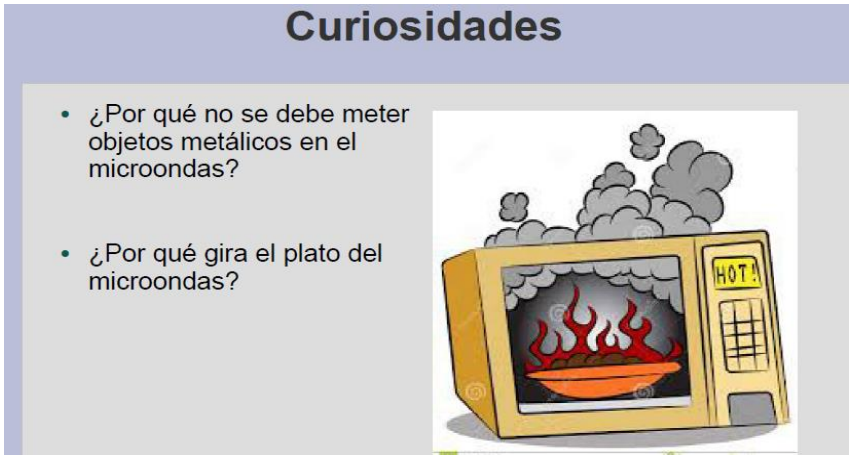


Figura 8.6 Captura de pantalla de la presentación sobre el funcionamiento del microondas.

Tras la exposición, se preguntó al alumnado si sabía por qué en el interior de la puerta del microondas contiene rejilla con aberturas muy pequeñas. Solo el estudiante que presento el tema fue capaz de resolver la pregunta indicando que esta rejilla impide que la radiación electromagnética salga del equipo. A partir de aquí, otros compañeros comenzaron a indicar que no debemos ponernos delante de la puerta del microondas mientras está funcionando. En este momento, se les explicó que no hay ningún peligro, pues para eso está colocada la rejilla metálica en la puerta, una rejilla con un tamaño tal que impida a la radiación electromagnética salir del microondas.

Por otro lado, con objeto de centrar su atención sobre la imposibilidad de calentar un producto en cuya composición no contenga agua, se les propuso que calentasen en casa un cacahuete en el microondas y un vaso de agua. Podrán observar que, a diferencia del agua, el cacahuete no se calienta debido a la no existencia de moléculas de agua en su estructura.

Con esta experiencia se pretende hacer consciente al alumnado

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

que todo lo que nos rodea son procesos tanto químicos como físicos, y que solo tenemos que pararnos a pensar cual es fenómeno físico o químico concreto que permite explicar, en este caso, como se calienta la comida.

Unidad 2. El enlace Químico.

Actividad 2.1

Título: Modelización de enlaces utilizando plastilina.

Tipo de Actividad: AcC.

Descripción y desarrollo en el aula.

El objetivo de esta actividad ayudar a los estudiantes mejorar sus habilidades de visión espacial de las moléculas y su compresión de las estructuras moleculares, deduciendo las geometrías correspondientes en función de los enlaces. En la UD2 los estudiantes adquieren una comprensión de la geometría molecular, sin embargo, muchos de ellos encuentran grandes dificultades en cuando a la percepción espacial. Las dificultades de visualización 3D entrañan errores conceptuales sobre la geometría y polaridad de las moléculas (Furió y Calatayud, 1996; Birk y Kurtz, 1999).

En este caso concreto, para modelizar los tipos de enlace se usan modelos construidos con plastilina y palillos (Tudela, 1997) para permitir que no solo los estudiantes manipulen modelos estructurales, sino que los construyan ellos mismo. La investigación didáctica (Aragón et al., 2014) muestran que la utilización de modelos materiales simples y de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

analogías favorece la comprensión de conceptos por parte de los estudiantes.

La actividad de modelización se desarrolló de la siguiente forma:

a) Se inserta un palillo en una bola de plastilina, se pide a los estudiantes que inserten un segundo palillo lo más alejado posible del primero, formando una estructura lineal plana con un ángulo de 180 grados, como ocurre en el $BeCl_2$.

b) A continuación, tienen que insertar un tercer palillo, lo más alejado posible de los dos anteriores, y relajen los ángulos de forma que los tres palillos se alejen lo más posible entre sí. El resultado es una estructura trigonal plana con ángulos de 120 grados, como por ejemplo BF_3.

c) Partiendo de la configuración anterior, se pide que retiren uno de los enlaces, simulando un par de electrones solitarios. Resultando una disposición angular de los dos enlaces, con un ángulo de enlace próximo a 120 grados.

d) Volviendo a la situación de tres palillos insertados con una disposición trigonal, se pide que introduzcan un cuarto enlace, en una posición lo más alejada posible de los otros. El resultado es una disposición tetraédrica con ángulos de 109.5 grados como ocurre en el caso del CH_4 (Figura 8.7).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

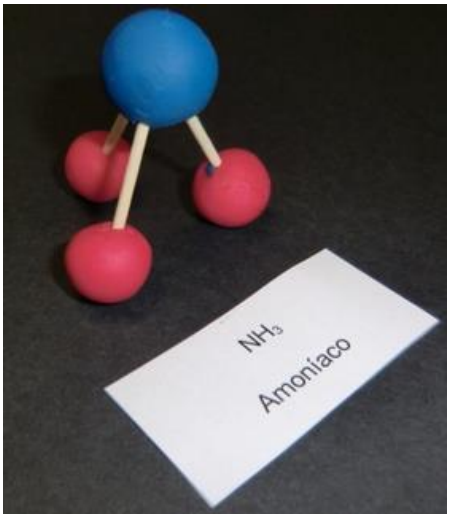


Figura 8.7. Fotografía de los modelos de plastilina para explicar el enlace químico.

Los estudiantes muestran una gran satisfacción por el aprendizaje conseguido, confirmándose cuantitativamente esta percepción en las pruebas de seguimiento de la UD2. También ha permitido mejorar la visión de los estudiantes y su compresión de la geometría molecular.

Actividad 2.2

Título: Enlaces en el chocolate.

Tipo de actividad: AcC y AcU.

Descripción y desarrollo en el aula.

Se pretende que los estudiantes comprendan la relación entre la temperatura de solidificación y la estructura del sólido resultante. Además, intenta captar el interés del alumnado, al relacionarlo con algo que consumen casi todos los días, como es el chocolate. El estudio del enlace químico es un tema que es considerado muy teórico por los

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

estudiantes y que parece difícil de relacionar con hechos de la vida cotidiana.

Se comienza la actividad preguntándoles a los estudiantes ¿por qué hay unas tabletas de chocolate que saben mejor que otras? Es un hecho conocido, que algunas tabletas de chocolate saben mejor que otras, a pesar de contener los mismos ingredientes y haber sido elaboradas del mismo modo. Este hecho es debido a durante la solidificación del chocolate, sus moléculas pueden agruparse de seis maneras diferentes (Rincón y Herrera, 2013). La manteca de cacao presenta 6 formas polimórficas diferentes, cada una de las cuales, tiene un punto de fusión y una celda cristalina que lo caracteriza. Los tratamientos térmicos que se aplican a la fabricación y que darán origen al chocolate, enfriamiento/calentamiento/posterior enfriamiento), son muy importante en su fabricación ya que los mismo determinan la forma polimórfica obtenida del producto (Rincón y Herrera, 2013). En su fabricación se parte de una mezcla de cacao y manteca disuelta que se deja enfriar (Figura 8.8). Según la temperatura de solidificación se forman cristales distintos que se pueden visualizar por rayos X. El chocolate más rico, se obtiene con el cristal que solidifica a 23.8ºC. Esta información fue expuesta por la docente que además aconsejo la lectura del trabajo de Rincón y Herrera (2013) y presentó una tabla con una variedad de estructuras cristalinas de distintos compuestos químicos.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Figura 8.8 Chocolate fundido y termómetro.

Otro ejemplo, que puede ilustrar la influencia de la temperatura y presión en la estructura final de un producto, es el caso de la obtención del grafito y el diamante. Constituyen formas alotrópicas del carbono que le tienen propiedades muy diferentes, debido a la estructura cristalina de cada uno, en el caso del diamante la estructura que adopta el carbono es cubica centrada en las caras, mientras el grafito tiene una estructura hexagonal plana.

Con esta actividad se ayuda a que los estudiantes piensen acerca de la formación de enlaces y como estos cambian su geometría según la temperatura a la que tenga lugar la solidificación del producto. Los estudiantes la acogen muy satisfactoriamente, lo que pone de manifiesto que el contexto culinario (Solsona, 2009) puede ser adecuado para abordar aspectos relacionados con la materia, como son los casos de los enlaces, que no siempre son recibidos con entusiasmo por los estudiantes.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Unidad didáctica 3.

Actividad 3.1

Título: Sólido, líquido y gas

Tipo de actividad: AcC y AcU

Descripción y desarrollo en el aula.

El objetivo fue ayudar a los estudiantes a explicar fenómenos culinarios utilizando conceptos científicos. La experiencia parte de la idea de que la cocina es un laboratorio (Solsona, 2003 y 2009), en el que encontramos una gran variedad de productos sólidos, líquidos y gaseosos, siendo la gran mayoría de ellos mezclas. En la preparación de la comida se usan y se forman suspensiones, disoluciones y coloides. Se producen cambios físicos y químicos durante la elaboración de las comidas (García-Martínez et al., 2018).



Figura 8.9. Captura la cocina es un laboratorio[5].

Se plantean a los estudiantes una serie de preguntas: El café en la cafetera pasa de ser solido a ser líquido, ¿cómo se explica este

[5] Disponible en https://www.google.com/search?q=la+cocina+es+un+laboratorio&client=firefox-b&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj0osrj9MvbAhUClxQKHZ2QCJMQ_AUICigB&biw=1366&bih=654#imgrc=DUj3Hq3be2ot5M:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

fenómeno?, ¿cuál es la diferencia entre disolver Cola Cao en leche fría o caliente?, ¿por qué no se mezclan el agua y el aceite?, ¿por qué se corta el alioli?, etc. Los estudiantes debían responder a estas cuestiones basándose en los conceptos estudiados en las UD2.

A pesar de que pueden parecer simples estas preguntas, los estudiantes no fueron capaces de aplicar los conceptos explicados en la UD2 para explicar estos fenómenos. En clase se fueron abordando cada una de las preguntas planteadas y su explicación desde el punto de vista Químico. De esta forma, los estudiantes pueden apreciar como el contexto culinario permite utilizar la Química para explicar fenómenos cotidianos.

Actividad 3.3

Título: Concentraciones

Tipo de Actividad: AcU

Descripción y desarrollo en el aula.

El objetivo de esta actividad es tratar un contenido fundamental en la ciencia como es la densidad y relacionarlo con concentración mediante el uso de un producto cotidiano. Tras el estudio de estos dos conceptos de la UD3, se plantea a los estudiantes la siguiente cuestión ¿Por qué una lata de Coca Cola normal se hunde en un cubo lleno de agua mientras que una lata de Coca Cola light flota? (Figura 8.10).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Figura 8.10. Captura del experimento en el que se muestra como una Coca Cola light flora y una normal no, en agua[6].

Cuando se plantea esta cuestión, los estudiantes lanzan hipótesis explicativas, y el profesor los anima a que lo comprueben en casa. En clase se mostró un video en el que se muestra la experiencia. La Coca Cola light tiene menor densidad que el agua y por ello, flota, mientras que la Coca Cola normal tiene mayor densidad y se hunde. Esto es debido a cantidad de azúcar que contiene la Coca Cola normal que hace que su densidad sea mayor que la light que contiene edulcorantes. Se comprobó experimentalmente que el peso de la Coca Cola normal era superior en comparación con la light.

La realización y explicación de esta experiencia permitió introducir distintas formas de expresar la concentración de azúcar contenida en una Coca Cola.

A raíz de esta experiencia se enlaza con otros fenómenos de la vida cotidiana que se pueden explicar utilizando el concepto de

[6] Disponible en: http://www.microsiervos.com/archivo/ciencia/video-por-que-coca-cola-light-flota-normal-hunde.html

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

concentración. Así, es normal oír comentarios como “si el café está cargado (concentrado) no voy a dormir”. “El café exprés es mucho más fuerte (concentrado) que el café americano”. “Ponle agua al chocolate porque está muy espeso (concentrado)”. “¿Por qué se dice el café este aguado (diluido) o muy cargado (concentrado)?” (Uraga et al., 2001)

En estos casos es importante la relación que hay entre la sustancia que se está disolviendo y la cantidad de agua en la que se prepara la disolución. Todas estas cuestiones hacen referencia a la concentración, permitiendo de esta forma ser mejor comprendido este concepto por los estudiantes.

Actividad 3.4

Título: Reactivo limitante en la vida cotidiana.

Tipo de Actividad: AcU y AcC.

Descripción y desarrollo en el aula.

Con esta actividad se intenta ayudar a los estudiantes a comprender el concepto de reactivo limitante que ya se había tratado anteriormente en clase.

Inicialmente se propuso una discusión en clase sobre la siguiente analogía: ¿Cuántos autos se pueden construir considerando el número de elementos que lo componen (puertas, volante, ruedas, motor, etc.) y la disponibilidad de cada uno de ellos? Por ejemplo, si dispones de 25 puertas y 7 volantes, solo será posible construir 6 coches de cuatro puertas. En este caso el elemento limitante son las puertas, aunque la disponibilidad de puertas es mayor al del otro elemento nombrado.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

A continuación, se eligió una reacción química que permitiese reflexionar sobre este concepto, como es la combustión de una vela. Se visualizó un video en el que se puede apreciar como en un recipiente cerrado la vela se apaga en un corto periodo de tiempo (Figura 8.11). La explicación a este fenómeno es que la cantidad de oxígeno está restringido y, por tanto, limita la reacción con respecto a la que se produciría al aire libre donde el oxígeno no es un reactivo limitante.



Figura 8.11. Combustión de una vela dentro de un vaso[7].

Al analizar estos ejemplos, los estudiantes consiguen entender mejor el significado de este concepto y su importancia en la reacción. No obstante, se constata la dificultad de comprensión de este concepto, fundamentalmente por la falta de habilidades matemáticas cuando los estudiantes tienen que realizar el ajuste de dicha reacción para averiguar cuál de los reactivos es el limitante.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

[7] Disponible en : https://youtu.be/OBaYhvZVHAM

Unidad didáctica 4. Cinética Química.

Actividad 4.1.

Título: Uso de los catalizadores en los tubos de escape.

Tipo de actividad: AcU y AcC

Breve Descripción y desarrollo en el aula.

El objetivo de esta actividad es comprender como actúa un catalizador en la velocidad de una reacción química. En esta ocasión tras el desarrollo de la UD4, un par de estudiantes presentan un trabajo en el que se explica como la velocidad de la reacción se puede ver incrementada utilizando un catalizador. Para ello utilizan el ejemplo de los catalizadores utilizados en los tubos de escape de los vehículos, que producen modificaciones químicas en los gases de escape de los automóviles antes de liberarlos a la atmósfera. Estas modificaciones tienen como fin reducir la proporción de algunos gases nocivos que se forman en el proceso de combustión. En un catalizador se producen dos procesos o transformaciones fundamentales:

· Reducción catalítica. En la superficie catalítica se rompen las moléculas de óxidos de nitrógeno, dando lugar a moléculas de nitrógeno y moléculas de oxígeno.

$$\mathbf{2\ NO => N_2 + O_2}$$

El uso de catalizador permite que la reacción ocurra en el tubo de escape del vehículo de forma más rápida ayudando a que gran parte del óxido de nitrógeno no lleguen a la atmosfera.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

- Oxidación catalítica. En este caso, el catalizador sirve de soporte para completar la combustión del CO y de los hidrocarburos residuales. No obstante, este proceso requiere de oxígeno. Para conseguir que los gases de escape dispongan de suficiente oxígeno como para realizar la oxidación catalítica es necesario un sensor, denominado "sonda lambda". Esta sonda se encuentra a la entrada del catalizador. Su función es medir el nivel de oxígeno en los gases de escape. Gracias a este sensor, el sistema electrónico de inyección calcula la proporción necesaria entre combustible y aire para que entre los gases de escape exista suficiente oxígeno para permitir al catalizador la combustión de los hidrocarburos residuales.

El uso de catalizador permite que ambas reacciones ocurran en el tubo de escape del vehículo de forma más rápida, ayudando a que gran parte del óxido de nitrógeno, monóxido de carbono y lo hidrocarburos residuales no lleguen a la atmosfera.

Con esta actividad los estudiantes perciben como actúa un catalizador en la velocidad de una reacción y, por otro lado, ayuda a comprender como el concepto de catalizador, que se ha visto en teoría, se usa frecuentemente en la vida cotidiana y profesional.

Además, se relaciona con la Química medio ambiental ya que un catalizador permite reducir la emisión de gases contaminantes a la atmósfera, como son los óxidos de nitrógeno y el monóxido de carbono. Los catalizadores constituyen, por tanto, una medida eficaz para luchar contra los gases contaminantes causante de la lluvia ácida provocada por una combustión insuficiente o mala combustión de la gasolina o gasoil.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

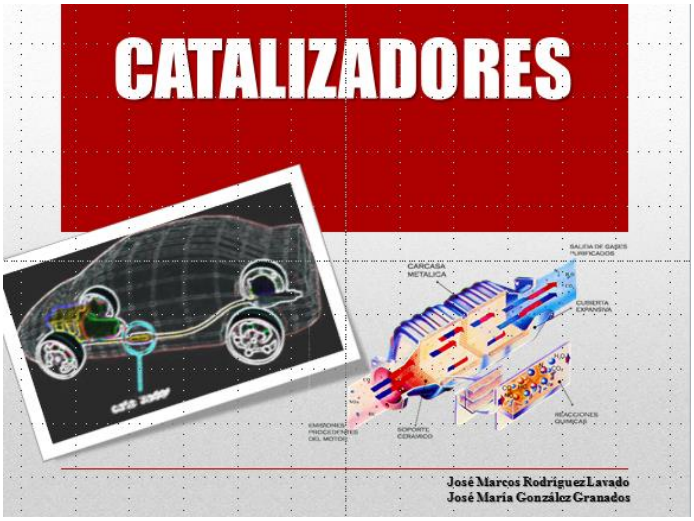


Figura 8.12. Captura de la presentación de un estudiante sobre los catalizadores en los coches.

Unidad didáctica 5. Equilibrio Químico.

Actividad 5.1.

Título: La gaseosa reacción en equilibrio.

Tipo de actividad: AcU y AcC

Descripción y desarrollo en el aula.

El objetivo de esta actividad es ayudar al alumnado a la comprensión del equilibrio químico, ya que es un concepto difícil de asimilar simplemente con un tratamiento teórico. Una vez presentado el concepto de equilibrio químico, se utiliza para explicar situaciones de la vida cotidiana. Para ello, es muy interesante utilizar la gaseosa.

En primer lugar, se analiza la etiqueta de una gaseosa y sus ingredientes. En la etiqueta se muestra que los componentes básicos son agua, saborizantes y dióxido de carbono. Esta mezcla es una disolución en la que el disolvente es agua y el soluto principal es dióxido de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

carbono. Por eso se denomina bebida carbónica. De manera industrial el agua carbonatada se prepara añadiendo ácido carbónico y dióxido de carbono en una reacción exotérmica en tanques de almacenamiento a presión para que no exista despresurización y disociación de los minerales

Tres equilibrios químicos son los que tienen lugar en la bebida:

$$CO_2 + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 + H_2O \leftrightarrow H_3O^+ + HCO_3^-$$

$$HCO_3^- + H_2O \leftrightarrow H_3O^+ + CO_3^{2-}$$

Se le preguntó al alumnado ¿Se escapa el gas al destapar la botella?, a esto responden que está claro que sí, pero cuando se les pregunta por qué ocurre esto no saben contestarlo. Cuando se reduce la presión, por ejemplo, al abrir la botella, el gas se disocia de la solución, creando las burbujas características. Se les explica que el gas se escapa ya que el dióxido de carbono disminuye su solubilidad al disminuir la presión, lo que hace que solo una parte del gas inicial quede disuelto en el líquido. Se volverá sobre este mismo ejemplo en la siguiente unidad didáctica, se relacionará con el concepto de equilibrio químico, y como el equilibrio se desplaza en un sentido u otro al cambiar las condiciones de dicho equilibrio, es decir, se aplicará el Principio de Le Châtelier.

Se observó que los estudiantes estaban muy motivados por este descubrimiento puesto qué pueden explicar un hecho de la vida cotidiana basándose en los contenidos tratados en clase, lo que los motiva.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

A continuación, se pasa a otro ejemplo de equilibrio, como es el que se produce en la formación de grutas en zonas de rocas calizas. El carbonato de calcio es bastante insoluble en agua pura, pero se disuelve en agua que lleva disuelto dióxido de carbono, debido a la conversión del carbonato en bicarbonato, que es soluble. Como el agua de lluvia, de los arroyos y de los ríos lleva siempre disuelto dióxido de carbono procedente de la atmosfera, cuándo fluye por terrenos con caliza va disolviendo los carbonatos, dando lugar a la formación de cavernas subterráneas (González y González, 2003).

Formación de estalactita. Cuando el agua procedente de una fisura desemboca en un conducto aéreo, alrededor de la gota precipita una finísima capa de calcita, el agua va circulando por el interior de estos pequeños tubos haciéndolos cada vez más largos produciéndose poco a poco el crecimiento de una concreción cilíndrica hueca de poco espesor y por cuyo interior continúa circulando el agua. De esta forma, la estalactita formará una pared. Cuando el tubo se obstruye o se produce algún cambio el agua pasa a deslizarse por el exterior engrosando la formación, se produce entonces el crecimiento secundario de la estalactita.

La magnitud de la reacción depende de los movimientos y velocidad del agua y de la concentración del dióxido de carbono en la disolución que, a su vez, es función de la temperatura y de la presión parcial del dióxido de carbono en la disolución.

El dióxido de carbono, el carbonato de calcio, el ion bicarbonato y el ion calcio forman el siguiente equilibrio:

$$\mathbf{CaCO_3 + CO_2 + H_2O \leftrightarrow Ca^{2+} + 2HCO_3^-}$$

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

La formación de la sal se verá favorecida por un aumento de la temperatura y por una disminución de la presión parcial del dióxido de carbono.

Unidad didáctica 6. Reacciones de transferencia de protones

Actividad 6.1.

Título: Simulador de reacciones acido base.

Tipo de actividad: AcC

Descripción y desarrollo en el aula.

El objetivo de esta actividad es ayudar a la comprensión sobre las reacciones de neutralización, reacciones en las que se combinan un ácido y una base (Figura 8.13). Este simulador permite observar lo que ocurre a nivel submicroscópico, donde se puede observar cómo se combinan los grupos hidroxilo y los iones hidronio.

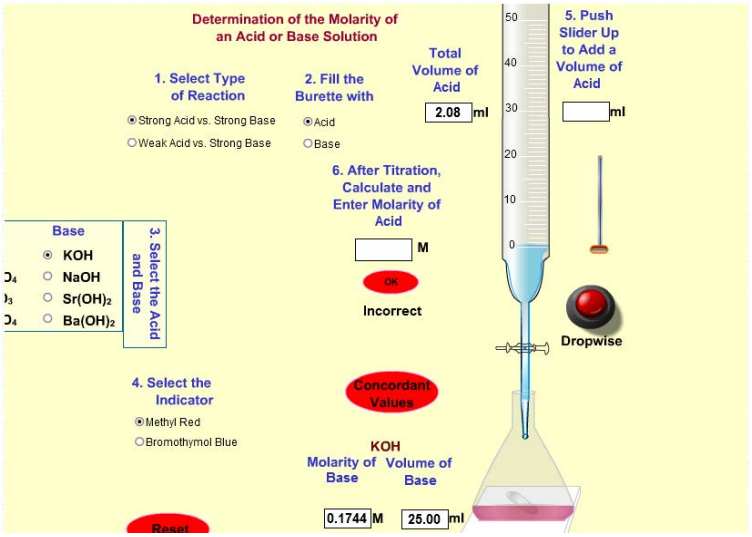


Figura 8.13. Captura de Simulador reacciones de neutralización[8].

[8] Disponible en: http://eqf_web.webs.uvigo.es/eqf_valoracion.htm

UNIVERSIDAD DE MALAGA

Este simulador está alojado en el Campus Virtual de la Universidad de Málaga (CVUMA). Los estudiantes deben de utilizarlo antes de acceder al laboratorio donde se van a realizar varias reacciones similares de neutralización. El uso del simulador previo al laboratorio permite a los estudiantes conocer la nomenclatura de los utensilios a utilizar para la realización de la práctica de neutralización.

Actividad 6.2.

Título: Acidez estomacal

Tipo de actividad: AcU y AcC

Breve Descripción y desarrollo en el aula.

Al final de la UD con la finalidad de que los estudiantes puedan relacionar los conceptos con la vida cotidiana, se les pregunta: ¿Quién no ha tenido en alguna ocasión una digestión pesada? ¿Quién no ha sentido acidez tras una opípara comida o cena? ¿Quién no ha recurrido a fármacos o sales de fruta para contrarrestar la acidez? (Figura 8.14)



Figura 8.14. Captura de anuncio para paliar la acidez estomacal[9].

[9] Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=4La_GqcOhWQ

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Al ingerir alimentos, éstos llegan al estómago y se mezclan con los jugos gástricos, que son una disolución de ácido clorhídrico, sales y enzimas digestivas en forma inactiva, principalmente pepsinógeno, que es el precursor de la pepsina.

El ácido clorhídrico segregado en el estómago posibilita que el pepsinógeno inactivo se hidrolice, desprendiéndose de algunos aminoácidos para formar la pepsina, siendo esta capaz de hidrolizar proteínas. La pepsina es más activa a un pH de entre 2 y 3, que es el valor de pH que toma el estómago tras la ingestión de alimentos. Por encima de pH 5 se inactiva, mientras que la mayoría de las enzimas lo hacen a pH ácido. Sin embargo, a veces, cuando comemos en exceso o ingerimos alimentos muy pesados, los niveles ácidos del estómago se descompensan, sentimos esa molesta acidez y debemos recurrir a un antiácido.

Un antiácido no es otra cosa que un compuesto químico que, actuando como base reacciona con el exceso de ácido (protones) del estómago, generando una reacción de neutralización. Los antiácidos de neutralización directa más habituales son: bicarbonato sódico, carbonato de aluminio, carbonato cálcico, hidróxido de magnesio e hidróxido de aluminio. La reacción general de neutralización del ácido estomacal con un antiácido se puede expresar como:

HCl (ácido gástrico) + Antiácido (base débil) → H_2O + CO_2 + sales conjugadas

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Así pues, la próxima vez que se note acidez estomacal y se tome un antiácido para combatirla, los estudiantes sabrán que está ocurriendo gracias a la química ácido-base. Se finaliza la actividad comentando con los estudiantes la siguiente frase. La Química, queramos ó no, está continuamente presente en nuestras vidas, casi siempre para bien. Se trata de que los estudiantes comprendan que los fenómenos biológicos como los que ocurren durante la digestión pueden ser científicamente explicados utilizando para ello el conocimiento químico.

Unidad didáctica 7. Reacciones de precipitación

Actividad 7.1.

Título: Reacciones de precipitación

Tipo de actividad: AcU y AcC

Descripción y desarrollo en el aula.

Como en los casos anteriores, tras la explicación del concepto de reacción de precipitación, se exponen ejemplos que ayuden a facilitar el aprendizaje de estos conceptos. En esta ocasión se aloja en el CVUMA un video (https://www.youtube.com/watch?v=Qc2pWUIzP2k), que se visiona en clase, en el que se pueden ver como al mezclar ciertos reactivos aparece un precipitado, un sólido. En este video (Figura 8.15) se muestran las reacciones de precipitación, tal y cómo se tratan en clase, y, a su vez, se puede ver qué sucede en la realidad cuando mezclamos estos reactivos. De esta forma, es más fácil que comprendan el término precipitación, que de otra manera queda bastante más ambiguo.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

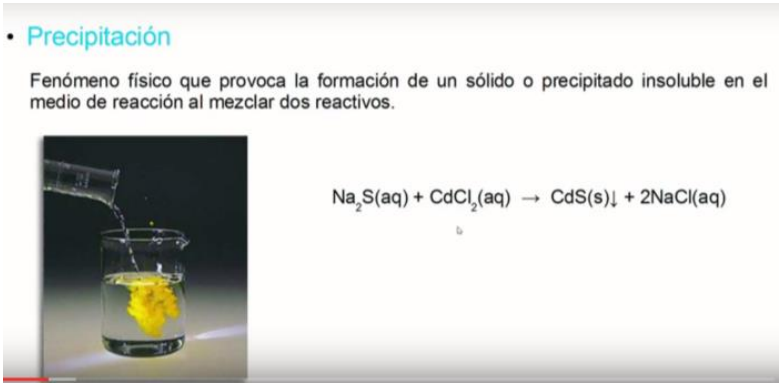


Figura 8.15. Captura de video donde se presenta el producto de solubilidad[10].

Algunos estudiantes manifiestan, al finalizar la actividad, que de esta forma han sido más fácilmente comprender que ocurre realmente en una reacción de precipitación.

Actividad 7.2.

Título: Dureza del agua

Tipo de actividad: AcU y AcC

Breve Descripción y desarrollo en el aula.

Con esta actividad, el alumnado pone en práctica los conceptos que se han estudiado en clase acerca del equilibrio químico y el producto de solubilidad.

La dureza de las aguas es debida a que contiene sales de calcio y magnesio. La dureza la adquiere el agua a su paso a través de las formaciones de roca que contienen estas sales. El agua es un material de importancia vital en tecnología pues sirve como solvente. El agua casi

[10] Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=hEDh9D3c3lI

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

nunca es pura en la naturaleza y según el uso para que se la destine es el tratamiento al que se la debe someter.

Las aguas naturales pueden contener gases y sales disueltos, polvo, polen, etc.; en suspensión. El agua de lluvia (que es una de las más puras) tan pronto penetra en el suelo comienza a atacar a diversas rocas, tejidos en descomposición, etc., y en su recorrido el agua que se infiltra disuelve sustancias minerales. Así el agua subterránea puede contener disueltos diversos compuestos de Ca, Mg, Na, etc., tales como cloruros, sulfatos, nitratos, etc. Las aguas que contienen dióxido de carbono ya sea de origen atmosférico o disuelto durante su pasaje por el suelo atacan a los carbonatos, tales como las calizas, el carbonato de hierro (II) etc., formando hidrogeno carbonatos (bicarbonatos) solubles.

La dureza se puede eliminar por destilación del agua, pero el proceso no es económico. La práctica consiste en destilar agua usando una columna de destilación. Tras la ebullición a 100º C del agua, se obtiene agua destilada, agua sin contenido en iones disueltos.

Para comprobar que no existen estos iones en el agua destilada, se añade carbonato sódico. Cuando esta sustancia se añade al agua del grifo, antes de su destilación, aparece un precipitado blanco de carbonato de calcio. Sin embargo, cuando se adiciona al agua destilada no aparece ningún precipitado debido a la no existencia de iones Ca^{2+} disueltos en esta agua.

De esta forma, los estudiantes están estudiando los equilibrios de precipitación. En el caso del agua del grifo, al contener Calcio disuelto esta agua y adicionar oxalato aparece un precipitado de oxalato cálcico. Lo mismo ocurrió con los cloruros, al adicionarle al agua del grifo nitrato

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

de plata, aparecerá un precipitado de cloruro de plata. Ambos precipitados se encuentran en equilibrio con una pequeña cantidad en disolución.

Actividad 7.3.

Título: De leche a queso, equilibrio de precipitación.

Tipo de actividad: AcU y AcC

Descripción y desarrollo en el aula.

La finalidad de esta actividad es explicar desde un punto de vista químico como se produce la transformación de la leche en queso. Con el desarrollo de esta actividad práctica realizada por la docente donde se muestra como al cambiar el pH de una disolución cambia el producto de solubilidad y aparece un precipitado, pasamos de leche a queso. Es una práctica muy sencilla que se puede realizar incluso en casa.

Un aumento en la acidez de la leche estimula la acción de enzimas que causan la coagulación de las proteínas lácticas (fundamentalmente caseína) y esto resulta en la formación de estructuras de mayor tamaño que se separan de la parte acuosa de la leche (suero). Además, la acidez inhibe el desarrollo de gérmenes indeseables, incluyendo los potencialmente patógenos. El queso que se obtiene en este caso tiene un sabor marcadamente ácido y su estructura es muy blanda.

Es una práctica muy bien acogida por el alumnado, ya que es un método casero de obtención de queso (Figura 8.16).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Figura 8.16. Captura de video en el que se obtienen Queso a partir de leche y vinagre[11].

Unidad didáctica 8. Reacciones redox. Electroquímica

Actividad 8.1.

Título: Procesos redox a nivel submicroscópico.

Tipo de actividad: AcC

Descripción y desarrollo en el aula.

La finalidad de esta actividad es ayudar a los estudiantes a comprender el concepto de reacción redox, concepto que es bastante difícil de comprender por el alumnado en general. Diversas son las causas de este hecho, siendo una de las principales, la naturaleza del propio concepto que implica trabajar con partículas subatómicas como son los electrones y cómo estos fluyen de unos átomos a otros. Por ello, es muy interesante el uso de un simulador de reacciones en el que se pueda observar que ocurre realmente a nivel submicroscópico. El

[11] Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=VPV-aRHUa2g&nohtml5=False

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

simulador usado en esta experiencia es cortesía de McGraw Hill (Figura 8.17).

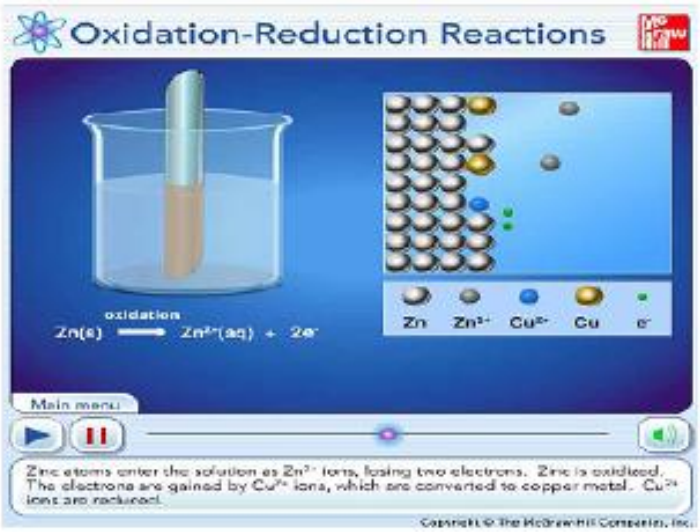


Figura 8.17. Captura de un simulador utilizado para observar el flujo de electrones en las reacciones redox[12].

Usando este simulador los estudiantes observan cómo cambia el tamaño de los átomos de Cu y Zn según capten o liberen electrones, y como estos átomos se depositan sobre la placa metálica o se disuelven. Están observando a nivel submicroscópico lo que ocurre en una pila Daniels.

Tras el uso, se les pasó a los estudiantes una encuesta para conocer la satisfacción acerca del uso de este simulador (López et al., 2018). Se ha podido conocer que el alumnado, en general, considera muy útil este simulador, porque les permite ver reacciones a nivel submicroscópico, y así comprende mejor que es lo que ocurre en realidad con los electrones.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

[12] Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=VPV-aRHUa2g&nohtml5=False

Actividad 8.2.

Título: Placas solares, funcionamiento

Tipo de actividad: AcU

Descripción y desarrollo en el aula.

Esta actividad permite relacionar los semiconductores tipo N y P con la vida cotidiana. Este tipo de conductores se ha estudiado en la Unidad 2, "Enlace Químico" dentro del enlace metálico.

Uno de los estudiantes presenta un trabajo titulado paneles solares, para dar a conocer a los demás compañeros de clase, cual es el funcionamiento de los paneles solares (Figura 8.18). En estos paneles lo que tiene lugar es una reacción de transferencia de electrones entre semiconductores. Los paneles solares están formados por células fotovoltaicas donde algunos de los fotones, provenientes de los rayos del sol, impactan sobre la primera superficie del panel, siendo absorbidos por diversos semiconductores, como puede ser el silicio. Los electrones que se alojan en orbitales son golpeados por los fotones, liberándose de los átomos a los que principalmente estaban destinados. De esta forma se produce corriente eléctrica. El conjunto de paneles transforma la energía solar en electricidad continua.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Figura 8.18. Captura de la presentación de un estudiante para explicar el funcionamiento de las placas solares.

Tras la exposición surge el tema de la nueva normativa (Real Decreto de autoconsumo 900/2015), que impide vender el exceso de energía producida por las placas solares. Esta energía tiene que ser vendida en su totalidad o perdida.

Es interesante el hecho de ver al alumnado interesado por este tema, pero no –por el funcionamiento de las placas solares en sí, sino por el hecho de no poder disponer de la energía generada como cada propietario considere oportuno. Esto pone de manifiesto que las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad, como ya se ha puesto de manifestó ampliamente en la literatura (Aikenhead, 2002) constituyen temas de interés para los estudiantes.

Actividad 8.3.

Título: Limpieza de la plata

Tipo de actividad: AcU

Descripción y desarrollo en el aula.

El objetivo de esta experiencia es relacionar los fenómenos o reacciones redox con la vida cotidiana. La plata se oscurece porque se

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

oxida, es decir, pierde electrones, y lo que necesitamos para que vuelva a ser metálica, es decir, brillante, es reducirla a su estado de oxidación metálico, número oxidación cero.

La plata se oscurece con el tiempo, debido a la formación de óxido de plata, compuesto químico que se ha formado en la superficie y recubre la plata, eliminando el brillo metálico. Para la limpieza se usa un metal más activo como es el aluminio, es necesario un elemento cuyo potencial de oxidación sea inferior al de la plata. Para proceder al limpiado de la plata, se pondría agua caliente, se le añade un poco de detergente (base) y se introduce el elemento de plata y una lámina de aluminio en contacto con el objeto. De esta forma, hay una trasferencia de electrones desde el Al a la Ag, el aluminio en este caso se oxida convirtiéndose en oxido de aluminio y el óxido de plata pasa a plata metálica tomando los electrones liberados por el aluminio.

La reacción redox entre el Al y la Ag se ve favorecida en medio básico y calentando (Figura 8.19). En este punto se explica porque ocurre este fenómeno, utilizando para ello la tabla de potenciales redox y comparando los valores, de forma que se puede conocer cuál es el que tiene el potencial más pequeño de ambos y, por lo tanto, el elemento que se oxidará.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Figura 8.19. Fotografías de la experiencia, reacción redox entre el Al y la Ag.

Los estudiantes reaccionan favorablemente a este ejemplo, mostrado en fotografías por la docente, ya que les permite observar un fenómeno de la vida cotidiana y apreciar la utilidad de los conocimientos químicos para recuperar un objeto. Los estudiantes desconocían el proceso por el que se ponía oscura y como recuperarla.

Actividad 8.4.

Título: Pila Daniels

Tipo de actividad: AcU

Descripción y desarrollo en el aula.

El objetivo de esta experiencia es similar a la actividad anterior, aclarar los conceptos de óxido-reducción. En este caso en lugar de observar el hecho, que cambie de ser brillante a no serlo o viceversa, lo que se va a estudiar es la energía que proporciona esa reacción redox. Esto es muy útil para comprender el voltaje de las baterías en los coches, las pilas, etc.

UNIVERSIDAD DE MALAGA

En el campus virtual se aloja el simulador Pila Daniels[13] (Figura 8.20) en este simulador se pueden usar distintos electrodos y disoluciones, en distintas concentraciones de los mismos, de forma que al conectarlos se indica el potencial que genera esa pila, permitiendo conocer al alumnado el potencial que generará cada una de las uniones que se realicen.

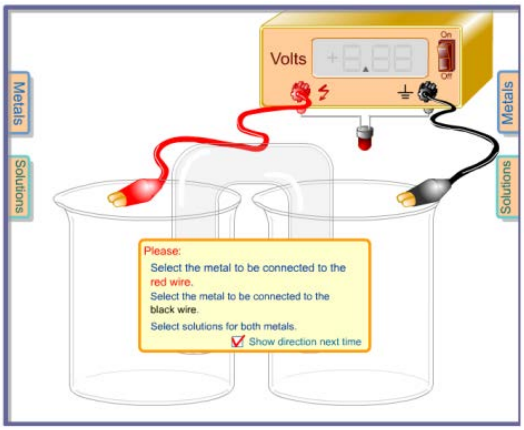


Figura 8.20. Captura de pantalla del simulador para calcular la *fem* de una pila.

Este simulador se pone en práctica tras el estudio de la Pila Daniels y la Electrolisis. En clase se combinan varios electrodos y usando las tablas de potenciales y la ecuación de Nerst se intenta conocer cuál es el potencial que genera la pila, antes de poner en marcha el simulador.

Actividad interesante para el alumnado puesto que pueden observar que los cálculos que realizan con las nociones recibidas en clase coinciden con los datos esperados experimentalmente.

[13] Disponible en: http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/sections/projectfolder/flashfiles/electroChem/voltaicCell20.html

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Actividad 8.5.

Título: Reacciones redox, combustible para el coche del futuro

Tipo de actividad: AcU

Descripción y desarrollo en el aula.

Con esta actividad se continúa trabajando en redox. Las reacciones redox son un concepto complejo para los estudiantes (López et al., 2018) por lo tanto, para facilitar su comprensión se han realizado más experiencias al respecto. En esta ocasión, se estudia cómo obtener hidrogeno a partir de la electrolisis del agua, otra reacción de tipo oxido reducción.

En esta ocasión, es un estudiante el que presenta el coche del futuro, un coche que utiliza como combustible hidrógeno. Para la obtención del hidrógeno es necesario realizar la hidrólisis del agua (Figura 8.21). En una célula de combustible típica, el gas hidrógeno diatómico entra por un extremo de la célula, y el gas oxígeno diatómico entra por el otro extremo. Las moléculas de hidrógeno pierden sus electrones y se cargan positivamente a través de un proceso denominado oxidación, mientras las moléculas de oxígeno ganan cuatro electrones y se cargan negativamente a través de un proceso denominado reducción. Los iones de oxígeno cargados negativamente se combinan con los iones de hidrógeno cargados positivamente, para obtener agua y liberar energía eléctrica que se convertirá en movimiento en el vehículo.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

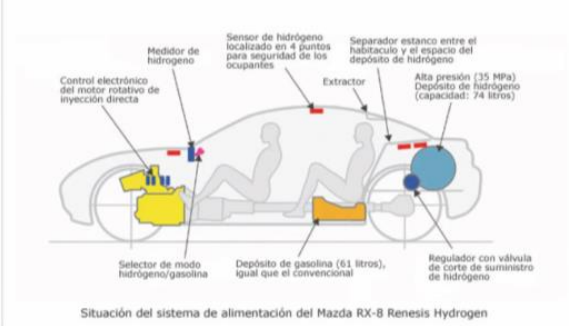


Figura 8.21. Captura de la presentación realizada por un estudiante sobre el coche de hidrógeno [14].

Este tipo de vehículo será posiblemente el coche del futuro, ya que este combustible emite a la atmosfera agua, lo que evita en la fase de uso del coche la contaminación por gases de efecto invernadero.

Esta exposición parece muy interesante al resto de los estudiantes, pues consideran que la contaminación ambiental es uno de los grandes problemas con el que nos enfrentamos. Sin embargo, ninguno ha caído en la cuenta de lo peligroso que es el almacenamiento de hidrógeno en un tanque, ya que una pequeña fuga y una chispa pueden provocar una gran explosión. Cuando la profesora comenta este hecho, comienza una confrontación de ideales, que se considera importante para motivar al alumnado. El debate surgió alrededor de la peligrosidad de usar un coche de hidrogeno. Aunque este coche usaría energía limpia, no contaminante, aun no se está comercializando puesto que el almacenamiento del hidrogeno es bastante peligroso, sobre todo, si pensamos en un posible alcance entre varios vehículos. Así finalmente, se llegó a la conclusión que siempre que fuera seguro, el uso de este tipo de energía sería muy beneficioso para el planeta.

[14] Disponible en: https://prezi.com/4prkt4vbdwyd/energia-alternativa/?utm_campaign=share&utm_medium=copy

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Unidad didáctica 9. Balance de energía.

Actividad 9.1.

Título: Balance de Materia

Tipo de actividad: AcU

Descripción y desarrollo en el aula.

Los balances de materia y energía (BMyE) son una de las herramientas más importantes con las que cuenta la ingeniería y se utilizan para contabilizar los flujos de materia y energía entre un determinado proceso industrial y los alrededores o entre las distintas operaciones que lo integran. Permitirá conocer los caudales másicos de todas las corrientes materiales que intervienen en el proceso, así como las necesidades energéticas del mismo, que en último término se traducirán en los requerimientos de servicios auxiliares, tales como vapor o refrigeración.

Al estudiar esta unidad didáctica, se sube al CVUMA un simulador[15], con el que los estudiantes podrán calcular experimentar lo que se ha visto en clase teóricamente (Figura 8.22).

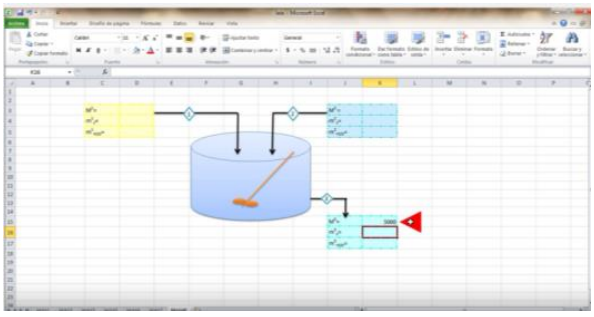


Figura 8.22. Captura de pantalla del simulador sobre balance de materia.

[15] Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=VPV-aRHUa2g&nohtml5=False

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

En esta actividad los estudiantes pueden utilizar el simulador para comprender más fácilmente los problemas plateados en clase. Los estudiantes pueden incluir el valor de cada uno de los componentes y observar que es lo que ocurrirá.

Unidad didáctica 10. Metalurgía Química.

Actividad 10.1

Título: Metalurgía del Hierro.

Tipo de actividad: AcC

Descripción y desarrollo en el aula.

Indicar el objetivo de la actividad.

Esta actividad consiste en que los estudiantes, en pequeño grupo:

· Busquen, seleccionen y organicen información sobre el proceso de obtención del hierro;

· Conozcan algunos términos vinculados con los procesos metalúrgicos, en particular del hierro;

· Busquen información sobre la historia de la producción del hierro en España.

Y posteriormente un par de grupos de estudiantes, la información que han recabado.

Los estudiantes describieron como se obtienen el hierro en un alto horno, y como a cada altura de dicho horno, el producto que se obtiene es totalmente diferente.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Otro grupo explica como al adicionar diferentes metales a este hierro se obtiene acero de diferente dureza, fragilidad, elasticidad etc., y como cada uno de estos aceros es fundamentalmente usado como constituyente de un material u otro.

Parece que con esta actividad los estudiantes comprenden más fácilmente el proceso de obtención del hierro, aceros de distinta composición según su utilidad, etc.

Unidad didáctica 11. Introducción a la Q. Orgánica. Polímeros. Petróleo.

Actividad 11.1.

Título: Visión espacial de los compuestos orgánicos

Tipo de actividad: AcU

Descripción y desarrollo en el aula.

Esta experiencia va a permitir que el alumnado simule moléculas orgánicas, observando de esta forma la geometría que adoptan dichas moléculas y la posibilidad de encontrarse son los distintos tipos de isómeros. Es una actividad similar a la usada cuando se hace modelización con plastilina, pero esta vez simulada por ordenador No hay que olvidar que muchos de ellos lo verán más claro así, puesto que son nativos digitales.

Durante la asignatura Química los estudiantes adquieren una comprensión de la geometría molecular, sin embargo, muchos estudiantes encuentran grandes dificultades en cuando a la percepción espacial. Las dificultades de visualización 3D entrañan errores

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

conceptuales sobre la geometría y polaridad de las moléculas (Birk y Kurtz, 1999; Furió y Calatayud, 1996).

En la unidad didáctica 2 se ha utilizado plastilina para simular los enlaces de las moléculas, en esta ocasión se va a utilizar un simulador para la construcción de moléculas[16] (Figura 8.23)

En primer lugar, se representan las moléculas en la pizarra, posteriormente se construyen con plastilina y, por último, se visionan con el simulador. Esto permitirá a los estudiantes tener una visión 3D de las moléculas cuando se planteen reacciones. Este simulador permite añadir los distintos átomos y configurarlo para que nos dé la forma geométrica adecuada según el número de átomos y el átomo en cuestión.



Figura 8.23. Captura de video en el que se construye una molécula.

[16] Disponible en: https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/build-a-molecule.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CAPÍTULO 9

Utilidad de la Química

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Capítulo 9. Utilidad de la Química.

En este capítulo se presentan y se analizan los resultados obtenidos sobre la valoración que hacen los estudiantes acerca de la utilidad de la Química. Durante el curso 2012/13 se realizó un primer estudio (etapa 1) en el que se indagó sobre la valoración que los estudiantes le daban a la utilidad de la Química para su formación como Ingeniero Mecánico. En este primer estudio se comparan las valoraciones realizadas por el grupo de estudiantes que participan en una propuesta didáctica elaborada al efecto con otro grupo que cursó la misma asignatura pero que no participó en dicha propuesta.

Aunque se preguntaba específicamente sobre "la utilidad para su formación" se observó que los estudiantes diferenciaban entre utilidad en el ámbito profesional, en el académico y para su cultura general. Así, en el segundo estudio (etapa 2) realizado durante el curso 2013/14, el cuestionario utilizado para recabar la valoración de los estudiantes se dividió en tres apartados, utilidad de la Química para su formación profesional, para su formación académica y como cultura general.

Se presentan los resultados de la etapa 2, en la que ha participado un único grupo de estudiantes que recibió la propuesta didáctica mejorada con respecto a la que se utilizó en la etapa 1, tal y como se ha descrito en el capítulo 7.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Utilidad de la Química, Etapa 1.

9.1. Objetivos

Los objetivos de esta investigación de la etapa 1 son los siguientes:

- Analizar la utilidad que los estudiantes de Ingeniería Mecánica asignan a la Química al inicio de sus estudios universitarios.

- Valorar el efecto de una propuesta didáctica sobre la utilidad que los estudiantes asignan a la Química.

9.2. Metodología.

9.2.1. Instrumento de recogida de datos.

Para recabar las valoraciones y justificaciones de los estudiantes sobre la utilidad de la Química en su formación, se diseñó exprofeso un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas, (Tabla 9.1) en el que se les solicitaba que indicaran el grado de utilidad que tendría la asignatura Química para su formación como Ingeniero en Mecánica, según una escala Likert de 1 a 4, en la que 1 significaba un grado de utilidad muy bajo y 4 un grado de utilidad muy alto. A continuación, se les proponía una pregunta abierta para que indicaran cuales eran las razones que motivaban ese valor asignado.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 9.1.

Tarea utilizada para recabar las valoraciones y justificaciones de los estudiantes sobre la utilidad de la Química.

Marca el grado en el que consideras que estudiar Química será útil para tu formación como Ingeniero en Mecánica:

1 Muy bajo	2 Bajo	3 Alto	4 Muy alto

Razones de tu valoración:

_____

Los estudiantes cumplimentaron este cuestionario al inicio del curso, el primer día de clase, y al final del semestre, tras la realización del examen final. Para conseguir la máxima participación de los estudiantes se realizó una carta de presentación donde se explicaban los objetivos de la investigación.

Participantes.

En esta investigación se ha trabajado con 3 grupos completos de estudiantes, conformando un total de 159 estudiantes, de los que 130 asistían, participaban y trabajaban asiduamente en clase, por lo que, el

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

número de estudiantes que contestaron la tarea inicial fue de 130, 49 del grupo A, 42 del grupo B y 39 del grupo C. De estos, 100 también respondieron a la tarea final. Al ser grupos de clase formados por criterios del Centro, no se tenía garantías de que fuesen homogéneos respecto a ciertas variables, tales como nivel de estudios previos en Química, si repetían curso, etc.; por lo que en la tarea de inicio de curso se recabó información sobre estas variables con el fin de poder establecer la homogeneidad inicial de los grupos respecto a las mismas. Se ha utilizado el test de independencia de la ji-cuadrado para las posibles diferencias de las distribuciones de las variables en cada grupo, a un nivel de significación del 0.05.

Los datos aportados permitieron conocer cuáles eran los niveles de estudios de Química que habían realizado los estudiantes antes de comenzar esta asignatura en el Grado. El 90% la había estudiado en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y en el Bachillerato solo el 64.6%. Es decir, más de una tercera parte de la muestra indicaba que no habían estudiado Química en Bachillerato y, por tanto, sus estudios en esta disciplina finalizaron con la ESO. La distribución de los que habían estudiado Química en ESO o en Bachillerato es semejante en los tres grupos, no encontrándose diferencias significativas entre las distribuciones de estas variables entre los grupos. Además de haber estudiado Química en la ESO y/o el Bachillerato, 32 estudiantes, distribuidos casi por igual en los tres grupos, habían estudiado Química en estudios superiores. De este modo se parte con ciertas garantías de la homogeneidad de los grupos respecto de estas variables que podrían influir en los resultados.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Por otro lado, también se preguntaba si se habían examinado de Química (materia opcional) en las pruebas de acceso a la Universidad (PAU). Se considera este dato relevante, ya que parece indicar que la Química puede ser considerada una materia difícil en las PAU para la gran mayoría de los estudiantes de la muestra. Solo el 15% de los estudiantes que habían estudiado Química en Bachillerato lo hicieron, no encontrándose diferencias significativas entre los tres grupos de la muestra.

9.3. Resultados.

A continuación, los resultados se presentan en tres apartados: grado de utilidad de la Química, justificaciones y coherencia entre ambos aspectos, comparación en cada caso los resultados a inicios y a final del curso.

9.3.1. Utilidad de la Química.

En la Figura 9.1 se muestran las valoraciones que los estudiantes otorgaron a la Química a inicio y final de curso según la escala Likert que se les planteó.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

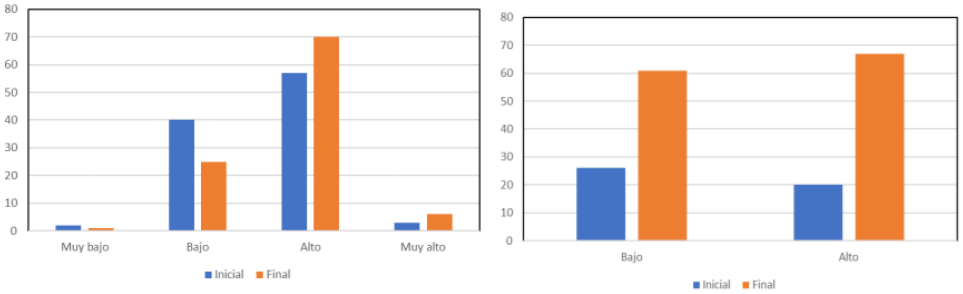


Figura 9.1. Valoración de utilidad de la Química para los estudiantes de los grupos A y B (imagen izquierda) y grupo C (imagen derecha), inicio y final del curso.

La mayoría de los estudiantes (96.1%), se situaron al inicio de curso en los valores intermedios 2 o 3 (bajo o alto). En términos generales la valoración global se sitúa cerca del valor 3 (alto), no encontrándose diferencias significativas entre los grupos de estudiantes. También se ha estudiado la posible relación entre la valoración otorgada inicialmente a la utilidad de la Química y el nivel de estudios de partida. Para ello, se establecieron tres niveles: Bajo (estudió Química solo en la ESO), Medio (estudió Química en la ESO y Bachillerato) y Alto (estudió en Química en la ESO y el Bachillerato y presentación a la PAU de Química). Se aprecia (Tabla 9.2) que los estudiantes con un nivel alto de estudios mostraban una opinión más variada, mientras que los que tienen un nivel medio o bajo tenían una opinión centrada en los valores intermedios.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 9.2.

Valoración de la utilidad de la Química al inicio de curso relacionado con nivel de estudio.

Nivel de estudios/ Valoración de utilidad	Alto	Medio	Bajo
1 (muy baja)	11.1	0.0	0.0
2 (baja)	22.2	35.4	44.7
3(alta)	61.1	61.5	55.3
4 (muy alta)	5.6	3.1	0.0
	100.0	100.0	100.0

Estos resultados se pueden interpretar en el sentido de que los estudiantes con mayor nivel de estudios pueden disponer de más información para discriminar su valoración. No obstante, no aparecen diferencias significativas en cuanto a la valoración otorgada a la utilidad de la Química y el nivel de formación inicial.

Los resultados obtenidos al final del curso muestran un ligero avance en la valoración global, analizando los cambios producidos en las valoraciones individuales al inicio y final de curso, Tabla 9.3, se observan diferencias significativas.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 9.3.

Diferencias entre final e inicio de curso en función de la valoración de la utilidad de la Química (escala Likert).

		Diferencias en la valoración de la utilidad asignada al final y al inicio de curso (%)				Total
		-1	0	1	2	
Grupo de Clase	A y B	11.1	63.9	20.9	4.2	71.3
	C	6.9	82.8	10.3	--	28.7
Total		9.9	69.3	17.8	3.0	100.0

Así en los grupos A y B había un 25.1% estudiantes que cambian a una mejor valoración de la utilidad frente a 11.1% que cambió a una peor valoración. Este 25.1% es la suma del 20.9% que habían mejorado su valoración 1 punto, y de un 4.2% que había hecho en 2 puntos. Por el contrario, en el grupo C, solo aparecía un 10.3% estudiantes que cambiaban a una mejor valoración en un punto, frente a 6.9% que lo hacían a peor en un punto, manteniéndose en la misma opinión el 82.8%. En el grupo C no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre las valoraciones al inicio y al final de curso. En cambio, sí se encontraron en los grupos A y B, obteniéndose una t= -2.259 con N=71 y una significación bilateral de 0.027.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

9.3.2. Justificaciones aportadas por los estudiantes.

La mayoría de los estudiantes que completaron el cuestionario respondieron, a su vez, a la pregunta abierta; al inicio de curso 117 de los 130 y al final de curso 97 de los 100. Los estudiantes interpretaron la expresión "útil para tu formación como Ingeniero Mecánico" de varias formas; como la utilidad para su formación académica, para el desarrollo profesional o para la profesión de Ingeniero. Por otro lado, algunos estudiantes dieron una respuesta más amplia en la que hacían hincapié en que la Química formaba parte de una formación general, considerándola como cultura, en lugar de considerarla como utilidad académica o profesional.

Para llevar a cabo el estudio de las respuestas abiertas se realizó un análisis de contenido para categorizar las distintas razones aportadas por los estudiantes. Estas categorías se extrajeron a partir de la lectura de las respuestas de los estudiantes sin haber planteado ningún esquema previo (Dey, 2005). Para construir el esquema de categorización se procedió de la siguiente forma:

a) El equipo de investigación realizó una propuesta inicial de categorías, tras una primera lectura de todas las respuestas.

b) Los tres miembros del equipo de investigación realizaron de forma independiente la categorización de las respuestas.

c) Posteriormente en reuniones conjuntas se cotejaron las categorizaciones realizadas y se decidió la categorización de aquellas respuestas concretas en las que inicialmente no había coincidencias. Este proceso también condujo a la normalización o

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

a cambios de redacción de subcategorías del esquema, quedando finalmente tal y como se muestran en la Tabla 9.4.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 9.4.

Categorización de las justificaciones de los estudiantes según la importancia concedida a la Química.

Valor	Categorías sobre la utilidad de la Química:	Frases/expresiones de los alumnos:	% Inicio	% Final
1	✓ Es muy/poco útil/fundamental/importante (para la carrera o para las preferencias laborales de los estudiantes)	• No tendré que utilizar sus conocimientos en el futuro • No es de las asignaturas que necesitaré en el futuro • El conocimiento de Química como tal, no influye en la ingeniera mecánica. • Yo quiero ir a trabajar en el mundo del automóvil y no veo lo que tiene que ver.	15.1	10.4
2	✓ Tiene una utilidad/importancia restringida a campos/situaciones muy concretas de la ingeniería ✓ Tiene poca utilidad con respecto a otras materias	• Otras asignaturas las veo con mayor utilidad práctica en la vida laboral • Muchos de los conceptos estudiados no me son realmente necesarios, aunque algunos relacionados con la metalurgia y formación de compuestos sí.	21.8	12.5
3	✓ Tiene utilidad/importancia en muchos campos de la ingeniería mecánica o en la formación como ingeniero ✓ Es útil/necesaria para otras materias.	• Para un ingeniero que curse estructuras le servirá de gran utilidad • Ser necesaria para el futuro y otras asignaturas	51.3	61.5
4	✓ Tiene utilidad/importancia en términos absolutos, sin matizaciones. ✓ Es muy útil /esencial /fundamental para entender muchas cosas ✓ Sirve de base para otras materias de la carrera ✓ Es de gran interés en el trabajo de un ingeniero	• La Química es fundamental para progresar en el conocimiento verdadero. • Se trata de la base de las ciencias de los materiales, y es todo relacionado con la mecánica. • La Química es prácticamente esencial para poder llevar a cabo cualquier tipo de problema.	11.8	15.6

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Finalmente, y siguiendo el mismo procedimiento, se llevó a cabo una segunda codificación de las subcategorías de estas razones según el grado de utilidad que se desprendían de ellas también en una escala de 1 a 4 (Tabla 9.4.). Las razones aportadas sobre la Química como cultura general se consideraron como baja utilidad para el ámbito profesional o académica.

En la Figura 9.2 se muestra los cambios de los valores asignados a las justificaciones de los estudiantes por grupo clase, al inicio y al final de curso.

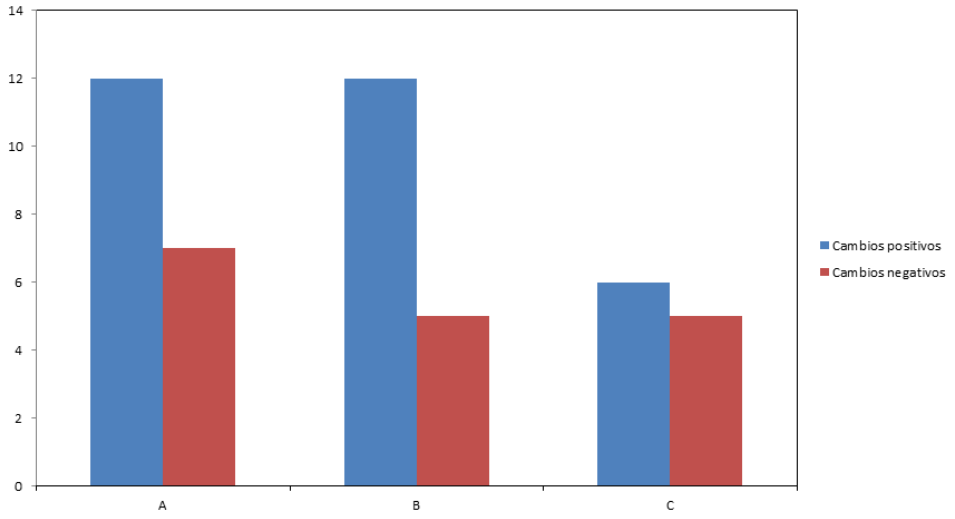


*Figura 9.2***.** Cambios en las justificaciones sobre la utilidad de la Química por grupo.

En el grupo C, un 20% manifestaba una justificación inferior al final de curso frente al 24% que la manifestaba una justificación superior. En los grupos A y B, los porcentajes eran de un 18.5% frente a 36.9%. Estos resultados evidencias un cambio de opinión más favorable en los grupos

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

A y B, que se ponen de manifiesto en cada uno de estos dos grupos por separado.

9.4. Coherencia entre la valoración de la utilidad y de las justificaciones.

Para analizar la coherencia en las respuestas de los estudiantes, se ha estudiado la relación entre la valoración a la utilidad y las justificaciones que le acompañaban. La coherencia se calcula por el porcentaje de coincidencias entre el valor marcado y el valor asignado a las justificaciones. La coherencia al inicio de curso fue de 71/119= 59.66%, si se considera una diferencia de ±1 entre el valor marcado y el valor de la justificación 117/119=98.32%. Al final de curso, la coherencia fue de 66/96= 68.75%, o el 100% si se considera una diferencia de ±1. La coherencia entre la codificación de las justificaciones ofrecidas por los estudiantes y las valoraciones que señalaron en la escala Likert es de más del 90%, tanto en las respuestas dadas a inicio del curso como al final.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Utilidad de la Química, Etapa 2.

9.5. Objetivos.

Al igual que en el estudio de la etapa 1, los objetivos de la etapa 2 son:

- Analizar la utilidad que los estudiantes de Ingeniería Mecánica asignan a la Química al inicio de sus estudios universitarios.
- Valorar el efecto de una propuesta didáctica sobre la utilidad que los estudiantes asignan a la Química.

9.6. Metodología.

En esta etapa participaron 31 estudiantes, de los cuales, solo a efectos de docencia se dividían en dos grupos, 12 estudiantes del grupo A, y 19 estudiantes del grupo B.

9.6.1. Instrumento de recogida de datos.

Como se ha indicado en la introducción del capítulo, la etapa 2 se llevó a cabo en el curso académico inmediatamente posterior a la conclusión de los estudios preliminares, englobando el proceso de diseño y elaboración de la versión final de la propuesta didáctica en torno al aprendizaje y enseñanza de los conceptos que aparecen a lo largo de la asignatura basado en el uso de experiencias que tengan lugar en la vida cotidiana o en su futuro profesional (capítulo 8) con la

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

finalidad de mejorar la visión que tienen los estudiantes hacia la Química.

Este cuestionario comenzaba, al igual que el en la etapa 1, solicitando a los estudiantes datos sobre su nivel de estudios en Química previo al inicio los estudios de este Grado, así como, si habían cursado o no la asignatura de Química en el Grado una primera. Se incluyó un cuestionario para recabar la opinión que los estudiantes tenían sobre la utilidad de la Química. En este caso, se diferenció el concepto de "utilidad de la Química" en tres ámbitos: útil para la vida cotidiana, cultura general y futuro profesional (puede consultarse en el Anexo 6.3).

Una segunda parte de este cuestionario estaba formado por una prueba de actitud hacia la Química (capítulo 6), adaptado de Molina et al., (2011).

Estos cuestionarios fueron cumplimentados por los estudiantes al inicio de curso, cuando aún no habían tenido contacto con la asignatura y al final de curso y tras la puesta en práctica de la propuesta didáctica.

Al igual que en el estudio de la etapa 1, los datos aportados permitieron conocer cuáles eran los niveles de estudios de Química que habían realizado los estudiantes antes de comenzar esta asignatura en el grado. El 87% la habían estudiado en la educación secundaria obligatoria (ESO) y en el bachillerato solo el 46%. Por tanto, el 54%, finalizó sus estudios en esta disciplina con la ESO.

Por otro lado, también se preguntaba si se habían examinado de Química en las pruebas de acceso a la universidad (PAU). Solo el 10% de los estudiantes que habían estudiado Química en bachillerato se examinaron, considerándose este dato relevante, ya que parece indicar

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

que la Química puede ser considerada una materia difícil en las PAU para la gran mayoría de los estudiantes de la muestra.

En la Tabla 9.5 se muestra la distribución del nivel de estudios previos en Química, para ellos se le asignó un nivel bajo para aquellos estudiantes que solo estudiaron Química en la ESO, un nivel medio a quienes lo hicieron también en el Bachillerato, y un nivel alto, a aquellos que además habían realizado las pruebas de Química en Selectividad.

Tabla 9.5.

Nivel de estudios previos en Química que poseen los estudiantes implicados en el estudio.

	Frecuencia	Porcentaje (%)
Bajo	10	37.0
Medio	14	51.9
Alto	3	11.1
Total	27	100.0

9.7. Análisis de los datos.

Al igual que en el estudio en la etapa 1 se procedió a analizar los datos cuantitativos obtenidos del cuestionario y los datos cualitativos utilizando la misma metodología.

Los datos cualitativos se categorizaron como en la Etapa 1, descrito en el apartado **9.2.4.** Se estudiaron los casos en los que existían diferencias entre estas puntuaciones, es decir, cuando las diferencias

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

entre las puntuaciones más alta y baja otorgadas por los investigadores no fueran superiores a 1, se tomaba el valor de mayor frecuencia. Cuando las diferencias entre las puntuaciones mostraban una discrepancia superior a 1, se discutió hasta llegar un acuerdo, de forma que la máxima diferencia entre el valor mayor y menor fuera 1. La primera categorización mostró un acuerdo entre los investigadores de un 83%. Una vez estudiado cada caso y consensuado un valor, el acuerdo de la categorización fue del 100%.

De esta forma, se ha pretendido comparar los resultados numéricos asignados por los estudiantes con las frases que explicaban esa puntuación asignada, es decir, si había coherencia entre la asignación numérica que los estudiantes asignaban y la explicación de esta asignación.

9.7.1. Comparación de las valoraciones sobre la utilidad de la Química al inicio y final de curso.

En este apartado se analizan los resultados obtenidos al comparar las valoraciones que hacen los estudiantes al inicio y al final de curso, para cada una de las dimensiones definidas sobre la utilidad de la Química.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 9.6.

Estadísticos descriptivos de las dimensiones al inicio y final de curso.

	Formación académica		Formación profesional		Cultura General	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Media	2.89	3.11	2.71	2.90	2.75	2.77
Desviación típica	0.315	0.315	0.600	0.301	0.518	0.497
Mínimos	2	3	1	2	2	1
Máximos	3	4	4	3	4	3

En la Tabla 9.6 se puede observar que para la dimensión formación académica, los valores de las medias están muy próximos al final e inicio de curso, observándose un ligero aumento en el valor de la media al final de curso. De esta tabla, también sería destacable observar que al final de curso, el valor mínimo en esta dimensión es 3, siendo este valor el máximo al inicio de curso.

En el caso de la dimensión formación profesional, el valor de las medias cambia de 2.71 a 2.90, observándose nuevamente un ligero aumento. Sin embargo, se observa que la respuesta de los estudiantes muestra una dispersión al final de curso menor, indicado por la desviación típica y el recorrido de los datos al inicio y al final de curso.

Por último, para el caso de la dimensión de la utilidad como cultura general, no se aprecian variaciones en los estadísticos utilizados.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Utilidad formación académica. Estudiando los datos referentes a la utilidad de la Química para su formación académica. al inicio de curso se observa, Tabla 9.7, que la mayoría de los estudiantes (89.3%) se situaron al inicio de curso en los valores 3 (alto), mientras un 10.7 % consideraron la utilidad de la Química baja (2).

Al final de curso. un 89.5 % sigue considerando la utilidad alta, y un 10.5% lo considera muy alta (4). En términos generales, la valoración global se sitúa cerca del valor 3 (alto).

Tabla 9.7.

Valoraciones otorgadas por *los estudiantes a la utilididad de la Química para su formación académica.*

	Inicio de curso		Final de curso	
	Frecuencias	Porcentajes	Frecuencias	Porcentajes
Muy bajo	--	--	--	--
Bajo	3	10.7	--	--
Alto	25	89.3	17	89.5
Muy alto	--	--	2	10.5
Total	28	--	19	--

El porcentaje de estudiantes que valoran positivamente la utilidad de la Química para su formación académica ha aumentado con respecto al inicio del curso, lo que indica que la propuesta didáctica ha influenciado en su opinión sobre la utilidad de la Química de forma positiva.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Utilidad formación profesional. Los datos referentes a la utilidad de la Química para su formación profesional, Tabla 9.8, muestran al inicio de curso que la mayoría de los estudiantes (92%). se situaron al inicio de curso en los valores intermedios 2 ó 3, de los cuales, un 67.9% se situan en 3 (alto). Al final de curso, un 90.3 % considera que la Química tiene una utilidad alta (3). En términos generales, la valoración global se sitúa cerca del valor 3 (alto). Al observarse un aumento en las puntuaciones, indicandolo con un valor medio mas favorable, puede pensarse que la propuesta didactica llevada a cabo ha influenciado en la visión acerca de la utilidad de la Química para su formación profesional.

Tabla 9.8.

Valoraciones realizadas por los estudiantes a la dimensión utilidad de la Química para su formación como futuro profesional.

	Inicio de curso		Final de curso	
	Frecuencias	Porcentajes	Frecuencias	Porcentajes
Muy bajo	1	3.6	--	--
Bajo	7	25.0	3	9.7
Alto	19	67.9	28	90.3
Muy alto	1	3.6	--	--
Total	28	--	31	--

Utilidad cultura general. Finalmente, estudiando los datos referentes a la utilidad de la Química para cultura general, al inicio de curso se observa que la mayoría de los estudiantes (97%) se situaron en

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

los valores intermedios 2 ó 3, de estos un 67.9% se sitúan en 3 (alto). Al final de curso, un 80.6% considera que la Química tiene una utilidad alta (3), 81%. En términos generales la valoración global se sitúa cerca del valor 3 (alto), mostrandose un ligero aumento en cuanto a la frecuencia de aparicion de esta valoración al final de curso.

Los resultados obtenidos al final del curso muestran un ligero avance en la valoración global.

Tabla 9.9.

Valoraciones otorgadas por los estudiantes a la Utilidad de la Química como cultura general.

	Inicio de curso		Final de curso	
	Frecuencias	Porcentajes	Frecuencias	Porcentajes
Muy bajo	--	--	1	3.2
Bajo	8	28.6	5	16.1
Alto	19	67.9	25	80.6
Muy alto	1	3.6	--	--
Total	28	--	31	--

Cambios en las valoraciones otorgadas por los estudiantes.

Para la realización de un análisis más pormenorizado de los cambios en las valoraciones otorgadas por cada uno de los estudiantes se construye la Tabla 9.10, donde se recogen las tres situaciones posibles en la que los estudiantes pueden cambiar su valoración, es decir, pueden

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

cambiar su valoración a mejor, a peor o no mostrar cambios para cada una de las dimensiones de la utilidad estudiadas.

Tabla 9.10.

Diferencias valoraciones otorgadas por los estudiantes entre el final y el inicio de curso, dimensión académica, profesional y cultural.

	Diferencias Utilidad Académica		Diferencias Utilidad Profesional		Diferencias Utilidad Cultural	
	Frecuencias	%	Frecuencias	%	Frecuencias	%
A peor	0	0	3	10.7	3	10.7
Neutra	15	78.9	17	60.7	21	75.0
A mejor	4	21.1	8	28.6	4	14.3
Total	19	100	28	100	28	100

Como se aprecia en la Tabla 9.10, solo 15 estudiantes valoraron la utilidad académica tanto al inicio como al final de curso, indicando una ausencia de valoraciones por parte de los estudiantes de uno de los dos subgrupos de los participantes en el cuestionario final. Para las otras dos dimensiones de la utilidad se recogieron las valoraciones de 28 de los 31 estudiantes.

Para estudiar las posibles diferencias significativas en cada una de las dimensiones se ha utilizado la prueba para muestras relacionadas de Wilcoxon, Tabla 9.11.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 9.11.

Estadísticos de contraste, estudio no paramétrico, prueba Wilcoxon.

	Utilidad para su formación académica	Utilidad para su formación profesional:	Utilidad como cultura general.
Z	-1.890[b]	-1.604[b]	-0.378[b]
Sig. asintót. (bilateral)	0.059	.109	0.705

Como se puede observar en la Tabla 9.11 no hay diferencias significativas entre los resultados obtenidos al inicio de curso y los obtenidos al final de curso para ninguna de las tres dimensiones de la utilidad de la Química.

9.7.2 Relación entre la Utilidad de la Química y nivel de estudios del alumnado.

También se ha estudiado la posible relación entre la valoración otorgada inicialmente a la utilidad de la Química y el nivel de estudios de partida.

Se establecieron 3 niveles: bajo (estudios en Química solo en la ESO), medio (estudios en Química en la ESO y bachillerato) y alto (estudios en Química en la ESO y el bachillerato y presentación a la PAU de Química). Se aprecia que los estudiantes con un nivel alto de estudio mostraban una opinión más variada. Mientras que los que tienen un nivel medio o bajo tenían una opinión centrada en los valores

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

intermedios. Estos resultados se pueden interpretar en el sentido de que los estudiantes con mayor nivel de estudios pueden disponer de más información para discriminar su valoración.

No obstante, no aparecen diferencias significativas en cuanto a la valoración otorgada a la utilidad de la Química y el nivel de formación inicial.

9.7.3. Justificaciones aportadas por los estudiantes.

La mayoría de los estudiantes que completaron la escala Likert respondieron a su vez a la pregunta abierta, al inicio de curso 31 y al final de curso 28.

Dimensión Formación Académica.

En la Tabla 9.12 se muestran los cambios de los valores asignados a las justificaciones de los estudiantes para la utilidad Química en su formación académica, al inicio y al final de curso.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 9.12.

Cambios en las valoraciones de las justificaciones aportadas por estudiantes sobre la utilidad de la Química para su formación académica.

	Formación Académica Inicial		Formación Académica Final	
	N. estudiantes	Porcentaje (%)	N. estudiantes	Porcentaje (%)
Baja	2	7.14	--	--
Alta	4	14.28	7	22.58
Muy Alta	22	78.57	24	77.42

En la Tabla 9.12 se puede observar al inicio de curso las justificaciones aportadas por los estudiantes, donde un 92.85% se encuentran en el rango de alto o muy alto para su formación académica, mientras al final de curso el 100% de estas justificaciones se encuentran en este rango. Se observa que no hay grandes cambios entre las justificaciones aportadas al principio de curso y al final en esta dimensión.

Dimensión Formación Profesional.

En la Tabla 9.13 se muestran los cambios de los valores asignados a las justificaciones de los estudiantes para la utilidad Química en su formación profesional, al inicio y al final de curso.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 9.13.

Cambios en las valoraciones de las justificaciones aportadas por los estudiantes sobre la utilidad de la Química para su formación profesional.

	Utilidad Profesional Inicial		Utilidad Profesional Final	
	N. estudiantes	Porcentaje (%)	N. estudiantes	Porcentaje (%)
Muy Baja	3	10.71	1	3.22
Baja	4	14.29	--	--
Alta	5	17.86	10	32.25
Muy Alta	16	57.14	20	64.52

En la Tabla 9.13 se presentan los cambios ocurridos en las valoraciones de las justificaciones de la utilidad para su formación profesional. Se puede observar como hay un cambio a valoraciones superiores de la utilidad para su formación profesional. Se observa que un 25% de los estudiantes al inicio de curso aportan justificaciones indicando una utilidad muy baja o baja y un 75% de los estudiantes se encontraban en un rango de alto o muy alto. Al final de curso, solo la valoración de la justificación de un único estudiante se encuentra en el rango de muy baja o baja utilidad para la formación profesional. El resto 96.75% está en el rango de alto o muy alto.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Dimensión Cultura General.

En cuanto a la modificación de las valoraciones de las justificaciones sobre la utilidad de la Química para su cultura general, Tabla 9.14.

Tabla 9.14.

Cambios en las valoraciones de las justificaciones aportadas por los estudiantes sobre la utilidad de la Química para su cultura general.

	Inicial Cultura General		Final Cultura General	
	N. estudiantes	Porcentaje (%)	N. estudiantes	Porcentaje (%)
Muy Baja	3	11.53	4	13.8
Baja	4	15.38	--	--
Alta	12	46.15	4	13.8
Muy Alta	7	26.92	21	72.4

En la Tabla 9.14 se observa que al inicio de curso que las valoraciones estas repartidas desde muy bajas a muy altas, concentrándose la mayoría en valoración alta (46.15%), mientras que al final de curso, la mayoría de las justificaciones aportadas por los estudiantes la mayoría se concentran en la valoración muy alta (72.4%) que junto con las valoraciones alta suman un 86.2%.

Estudiando los cambios en las valoraciones otorgadas por cada uno de los estudiantes, se obtiene la Tabla 9.15, donde se muestran las tres posibles situaciones, cambiar su valoración a mejor, a peor o sin cambios

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

en la valoración, para cada una de las dimensiones de las utilidades estudiadas.

En la Tabla 9.15 se muestra en la primera columna el cambio en la valoración numérica otorgado, es decir, un valor -2, indica que el estudiante ha cambiado su valoración de un valor superior a un valor inferior en dos unidades, mientras un valor 2, indica que su valoración ha cambiado a un valor superior en 2 unidades.

Tabla 9.15.

Diferencias valoraciones otorgadas por los estudiantes entre el final y el inicio de curso.

	Diferencias Utilidad Académica		Diferencias Utilidad Profesional		Diferencias Utilidad Cultural	
	Número estudiantes	Porcentaje	Número estudiantes	Porcentaje	Número estudiantes	Porcentaje
-3	1	3.6	1	3.6	--	--
-2	1	3.6	--	--	1	4
-1	5	17.9	3	10.7	6	24
0	15	53.6	5	17.9	5	20
1	5	17.9	11	39.3	11	44
2	1	3.6	7	25.0	1	4
3	--	--	1	3.6	1	4
Total	28	100	28	100	25	100

En la Tabla 9.15 se muestran los resultados numéricos de los cambios en las valoraciones de las justificaciones aportadas por los estudiantes.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

De la Tabla 9.15 se obtiene la Tabla 9.16, donde se agrupan los valores negativos de la primera columna de dicha tabla en “A peor”, el valor 0 “Neutra” y los valores positivos “A mejor”.

Tabla 9.16.

Diferencias valoraciones otorgadas por los estudiantes entre el final y el inicio de curso.

Diferencias Utilidad Académica			Diferencias Utilidad Profesional		Diferencias Utilidad Cultural	
	N. estudiantes	Porcentaje (%)	N. estudiantes	Porcentaje (%)	N. estudiantes	Porcentaje (%)
A peor	7	25	4	14.3	7	28
Neutra	15	53.6	5	17.9	5	20
A mejor	6	21.4	19	67.9	13	52
Total	28	100	28	100	25	100

En el caso de las justificaciones a la utilidad para su formación académica, se observa que la mayoría de los estudiantes mantienen su opinión igual al inicio y final de curso, mientras los cambios a mejor o a peor son prácticamente iguales.

Como ejemplos de los cambios indicados anteriormente se pueden mostrar: estudiante (24) ha cambiado su valoración a mejor en la dimensión utilidad para su formación sería “*Porque lo que veo en el grado de ingeniería mecánica es más física y termodinámica que Química”* justificación inicial (2) y “*Lo veo muy necesario para conocer los compuestos de los distintos materiales y así poder elegir mejor los materiales de acuerdo con su función conociendo su resistencia a las*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

temperaturas, cómo reaccionan con otro materiales, etc." justificación final (4).

Un ejemplo de cambio a peor en esta dimensión de la utilidad para su formación sería el estudiante *(11) "Pienso que es imprescindible conocer Química para poder saber las propiedades de cada elemento, las reacciones que se producen y así saber cuándo poder utilizarlo" (4),* justificación inicial y *"No la volvemos a dar en toda la carrera" (1*) justificación final.

Estudiante (28) "*Pienso en parte que debemos de tener cierta sabiduría sobre la Química, aunque no creo que nos sirva en un futuro, solo es por aprender algo más*" (2) inicial y "*Aunque creo que a lo largo de la carrera saldrán formulas Químicas o conceptos químicos, no creo que me resulte difícil entenderlos con lo ya dado en esta asignatura" (*3) final

En cuanto a las justificaciones de la dimensión utilidad para su formación profesional se observa que la mayoría las valoraciones de las justificaciones van a mejor, mientras solo 4 cambian su opinión a peor.

En la dimensión útil para su formación profesional, algunos ejemplos de cambios a mejor son: estudiante (22): *"No lo veo relevante"* (1) inicial. *"Porque ayudará a comprender las reacciones y comportamientos de algunos materiales cuando se mezclan con otros materiales, etc."* (3) final.

Estudiante (17) *"Porque no creo que me vaya a dedicar a saber cómo se compone algún material ni que reacciones se forman*" (1) inicial y *"me será útil, ya que así sabría el comportamiento de los motores en su*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

interior y cómo se comportan, y para saber la clase de materiales que utilizar en cada caso" (4) final.

Por último, en lo referente a la dimensión utilidad como cultura general se observa que el número de valoraciones que cambian a mejor duplica a las valoraciones que cambian a peor. Como casos más representativos de estos datos se pueden mostrar algunas de las justificaciones otorgadas por los estudiantes.

En la dimensión cultura general se puede destacar las frases de los estudiantes: estudiantes (25) *"La Química es una ciencia bastante complicada la mayoría de las profesiones no tienen nada que ver con ella"* (1) inicial y *"la Química puede ayudarte a entender las cosas básicas de la vida, por ejemplo, cómo funciona un microondas" (*4) final.

Para estudiar las posibles diferencias significativas en cada una de las dimensiones se ha utilizado la prueba para muestras relacionadas de Wilcoxon, Tabla 9.17.

Tabla 9.17.

Estadísticos de contraste, estudio no paramétrico, prueba Wilcoxon.

	Utilidad para su formación académica	Utilidad para su formación profesional	Utilidad como cultura general.
Z	-.479	-2.916[c]	-1.310[c]
Sig. asintót. (bilateral)	0.632	0.004	0.190

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

c. Basado en los rangos negativos.

Según el estadístico de Wilcoxon, Tabla 9.17, se puede observar que solo en el caso de la utilidad para su formación profesional se observan diferencias significativas entre los resultados iniciales y finales de las

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

justificaciones a su valoración numérica. Esto indica que la propuesta didáctica ha sido efectiva en este aspecto.

Además, estos datos están en concordancia con la información mostrada en el Capítulo 8, donde se puede observar en la Tabla 8.4, que la gran mayoría de las actividades incluidas en la propuesta didáctica están referidas a la utilidad de la Química para su formación profesional.

9.7.4. Coherencia entre la valoración de la utilidad y de las justificaciones.

Para analizar la coherencia entre el valor numérico de las respuestas de los estudiantes y el valor otorgado por los investigadores tras la categorización realizada de las justificaciones aportadas por los estudiantes a esos valores numéricos, se ha estudiado la coherencia entre la valoración a la utilidad y las justificaciones que la acompañaban conforme al procedimiento descrito anteriormente.

En este análisis hay que tener en cuenta que no todos los estudiantes que ha participado en la tarea han completado todas las justificaciones a sus valoraciones en cada una de las dimensiones en las que se ha divido la utilidad.

En términos globales, considerando las tres dimensiones del cuestionario, la coherencia al inicio de curso fue de 27/28 = 96.4%, si se considera una diferencia de ± 1. Y al final de curso, la coherencia fue de 7/28 =25%; ó del 100% si se considera una diferencia de ± 1. La coherencia entre la codificación de las justificaciones ofrecidas por los estudiantes y las valoraciones que señalaron en la escala Likert es de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

superior al 90%, tanto en las respuestas dadas a inicio del curso como al final.

Para su formación académica.

Los datos de la coherencia con respecto a la formación académica a inicial y finales se muestran en la Tabla 9.18.

Tabla 9.18.

Tabla coherencia valores numéricos y las valoraciones de las justificaciones otorgadas por los estudiantes al inicio del curso y al final del curso. Utilidad para su formación académica.

	Al inicio del curso		Al final del curso	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
-2	1	3.6	--	--
-1	20	71.4	11	57.9
0	7	25	7	36.8
1	--	--	1	5.3

El valor numérico -2, -1, 0, 1, 2 indica el grado de acuerdo entre el valor de la categorización de la oración justificada de los estudiantes y el valor numérico otorgado por ellos mismo. Los investigadores en un 75% al inicio y en un 57.9% al final, le otorgaron un valor inferior al indicado por los estudiantes.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Se puede observar que al inicio del curso y teniendo en cuenta el mismo criterio para indicar acuerdo entre los investigadores, es decir, un valor de ±1 se considera acuerdo. Hay un acuerdo del 96.4% (71.4 + 25) entre el valor numérico asignado y su justificación a ese valor otorgado. Al final del curso, se observa un 100% de correspondencia entre ambos valores. Aunque se observa que debió haber algún tipo de problema con el cuestionario ya que 12 estudiantes no contestaron con valor numérico, pero si lo justificaron.

Para su formación profesional.

Los datos de la coherencia con respecto a la formación profesional al inicio y final de curso se muestran en la Tabla 9.19.

Tabla 9.19.

Coherencia valores numéricos y valoraciones de las justificaciones al inicio del curso y al final del curso, utilidad para su formación profesional.

	Al inicio del curso		Al final del curso	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
-2	--	--	2	6.4
-1	8	28.6	20	64.5
0	15	53.6	7	22.6
1	5	17.9	2	6.5

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

En el caso de la dimensión utilidad para su formación profesional, el 100% de las justificaciones coinciden con el valor numérico otorgado por los estudiantes al inicio del curso. Mientras que al final del mismo, solo hay concordancia en un 93.6%. Es importante observar que al final de curso todos los estudiantes responden tanto al valor numérico como justifican su respuesta. Al inicio del curso tres de los estudiantes no justifican su respuesta.

Para su cultura general.

Los datos de la coherencia con respecto a la cultura general inicial y finales se muestran en la Tabla 9.20.

Tabla 9.20.

Tabla de coherencia valores numéricos y valoraciones de las justificaciones al inicio del curso y al final del curso, utilidad como cultura general.

	Al inicio del curso		Al final del curso	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
-1	5	19.2	19	63.3
0	18	69.2	3	10
1	3	11.6	8	26.7

En el caso de la dimensión cultura general se observa que hay una coherencia del 100% si hay una diferencia de ±1.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CAPÍTULO 10

Actitud hacia la Química

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Capítulo 10. Actitud hacia la Química.

En este capítulo, se analiza el impacto que la propuesta formativa ha tenido sobre la actitud que muestran los estudiantes hacia la Química. Así como, sí se encuentra, o no, relacionado con el rendimiento académico final del alumnado.

En primer lugar, se presenta un estudio descriptivo de las respuestas al cuestionario sobre actitud. El cuestionario consta de 23 preguntas, 13 redactadas de forma positiva y 10 de forma negativa, buscando evitar tendencias al responder (Tabla 10.1). Las preguntas del cuestionario se agrupan en cuatro dimensiones diferentes, importancia, interés, facilidad y motivación.

En segundo lugar, se estudian las diferencias observadas en cada una de las cuatro dimensiones, referidas a los datos obtenidos al principio y al final de curso, es decir tras la puesta en marcha de la propuesta didáctica.

Y finalmente, se estudia la relación entre las valoraciones otorgadas a las dimensiones y la actitud total, así como, los cambios de actitud, con las calificaciones obtenidas por lo estudiantes tras la implementación de la propuesta didáctica.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

10.1. Instrumento de medida.

Para estudiar la actitud hacia la Química se toma como referencia el cuestionario de Molina et al. (2011), originario de Salta y Tzougraki (2004). Estos autores desarrollaron y aplicaron un instrumento para conocer las actitudes hacia la Química en estudiantes de Grado en Grecia. Este cuestionario fue posteriormente validado por expertos en el área de idioma, y aplicado en Bogotá a estudiantes de distintos Grados de ciencias e ingenierías por Molina et al. (2011).

El cuestionario consta de 23 preguntas, 13 redactadas de forma positiva y 10 de forma negativa, buscando evitar tendencias al responder (Tabla 10.1). Las preguntas del cuestionario se encuentran agrupadas en cuatro dimensiones: importancia de la Química y del curso de Química, preguntas 4, 8, 9, 11 y 16; dificultad en el estudio y compresión de la Química, 2, 5, 13, 14, 20 y 22; interés por el curso de Química, preguntas 1, 3, 6, 7, 12, 15, 17, 19 y 21 y la utilidad del conocimiento químico, 10, 18 y 23.

A continuación, se muestra la Tabla 10.1 donde se observan los 23 ítems del cuestionario y el sentido de ese ítem, es decir, si el enunciado del ítem está en forma positiva o negativa.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 10.1

Cuestionario Molina et al. (2011).

Nº	S	Ítems
1	+	El curso de Química me parece más agradable que otros cursos
2	-	Los símbolos utilizados en la clase de Química me parecen difíciles de entender
3	+	Me gustaría tener clases de Química con mayor frecuencia.
4	+	La Química sirve para conocer muchos aspectos de nuestra vida cotidiana
5	+	Resuelvo con facilidad los problemas de Química
6	-	Me aburro durante las clases de Química
7	-	El conocimiento de Química solo me sirve para pasar el curso de Química
8	+	El desarrollo de la Química ha mejorado nuestra calidad de vida.
9	+	La esperanza de resolver muchos problemas ambientales está en la Química.
10	-	La seguridad de mi futuro es independiente del conocimiento Químico.
11	+	El progreso del país está relacionado con la industrialización Química.
12	-	La Química es una ciencia muy compleja para mi nivel de conocimientos
13	-	Debo esforzarme mucho para aprender Química
14	+	El lenguaje de la Química y sus símbolos son fáciles de entender
15	-	La profesión de químico es poco interesante
16	+	Todas las carreras de la universidad deberían tener al menos un curso de Química
17	-	Detesto los cursos de Química
18	+	Los conocimientos de Química son necesarios en el desarrollo de mi carrera
19	-	Desearía que el programa de mi carrera actual tuviera menos clases de Química
20	+	Comprendo los conceptos de Química con facilidad
21	+	El curso de Química es muy interesante
22	-	Cuando me enfrento a los problemas de Química NO puedo resolverlos con facilidad
23	+	Consideraría cambiarme de carrera y tener una profesión relacionada con la Química.

S. Sentido

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

En este capítulo se estudiarán los resultados de estos ítems agrupados según aparecen en el artículo de Molina et al., (2011) y según una modificación a dicha agrupación. Tras un estudio exhaustivo del cuestionario se consideró conveniente cambiar dos ítems de dimensión (12, 19) dado su intencionalidad y formulación. El ítem 12 inicialmente se encontraba en la dimensión "Interés por el curso de Química" y se trasladó a la dimensión "Facilidad para el estudio y la comprensión de la Química" y el ítem 19 de la dimensión "Interés por la Química" a "Importancia de la Química". De esta forma la versión del cuestionario utilizado en esta investigación es la siguiente:

a) Facilidad para el estudio y la comprensión de la Química: 2, 5, 13, 14, 20 y 22 y según el punto de vista del equipo de investigación 2, 5, 12, 13, 14, 20 y 22.

b) Interés por la Química: 1, 3, 6, 7, 12, 15, 17, 19 y 21; según el propio punto de vista del equipo de investigación esta dimensión estaría compuesta por 1, 3, 6, 7, 15, 17 y 21.

c) Utilidad de la Química: 10, 18, 23.

d) Importancia de la Química: 4, 8, 9, 11, 16 y según nuestro equipo de investigación 4, 8, 9, 11, 16 y 19.

Los estudiantes del grupo con el que se trabajó respondieron al cuestionario al comienzo y final de curso, asignando un valor numérico según una escala Likert de 5 puntos, así a Totalmente de acuerdo (TA) se le asignaron 5 puntos, De acuerdo (A) 4 puntos, indiferente (I) 3 puntos, Desacuerdo (D) 2 puntos y Totalmente desacuerdo (TD) 1 punto.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Las respuestas del cuestionario se analizaron con el SPSS 20. Para obtener las puntuaciones de las dimensiones se suman las puntuaciones de los ítems que la componen. Para los ítems redactados en sentido positivo se usa el valor del mismo, y para aquellos redactados de forma negativa se hace el cambio de escala (y =6 - x). De esta forma un valor más cercano a 5, muestra siempre una actitud más positiva.

10.2. Resultados del cuestionario.

A lo largo de este apartado se analizan los resultados obtenidos de dicho cuestionario, organizados en los siguientes epígrafes:

a) Resultados ítems a ítems. Estudio de las respuestas obtenidas, al inicio y al final de curso por ítem y por dimensión.

b) Estudio de la relación de cada dimensión y el rendimiento académico en la asignatura.

10.2.1. Estudio de frecuencias de cada ítem.

En primer lugar, se realizó el estudio de la distribución de frecuencias de cada uno de los ítems (Tabla 10.2). Se puede observar las frecuencias para cada ítem con la que el alumnado ha respondido, tanto al principio como al final de curso. En la última columna se puede observar la media alcanzada para cada uno de los ítems, inicial y finalmente. Para este estudio de frecuencias se ha utilizado el cuestionario sin modificar las respuestas según el sentido de la frase de cada ítem.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 10.2.

Resultados de la prueba de actitudes hacia la Química inicial y final.

	Ítem	Sentido	TD	D	I	A	TA	Numero estudiantes	Promedio inicial
Inicial	1	+	2	15	7	8	2	34	2.79
Final		+	1	4	8	19	4	36	3.58
Inicial	2	-	--	5	14	13	2	34	3.35
Final		-	3	16	9	8	--	36	2.61
Inicial	3	+	1	2	12	11	8	34	3.68
Final		+		8	17	8	3	36	3.17
Inicial	4	+	5	15	11	2	1	34	2.38
Final		+	--	--	1	19	16	36	4.42
Inicial	5	+	--	5	18	11	--	34	3.18
Final		+	--	9	11	16	--	36	3.19
Inicial	6	-	1	1	15	14	3	34	3.50
Final		-	2	17	11	5	1	36	2.61
Inicial	7	-	--	1	3	17	13	34	4.24
Final		-	4	26	4	2	--	36	2.11
Inicial	8	+	13	11	5	5	--	34	2.06
Final		+	--	--	4	11	21	36	4.47
Inicial	9	+	8	20	6	--	--	34	1.94
Final		+	--	1	2	23	10	36	4.17

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 10.2
Continuación.

	Ítem	Sentido	TD	D	I	A	TA	Numero estudiantes	Promedio inicial
Inicial	10	-	--	4	19	11	--	34	3.21
Final		-	--	12	21	3	--	36	2.75
Inicial	11	+	2	14	15	3	--	34	2.56
Final		+	--	3	16	15	2	36	3.44
Inicial	12	-	1	5	6	17	--	29	3.34
Final		-	1	19	11	5	--	36	2.56
Inicial	13	-	6	12	11	5	--	34	2.44
Final		-	1	8	8	16	3	36	3.33
Inicial	14	+	--	14	9	11	--	34	2.91
Final		+	--	9	10	17	--	36	3.22
Inicial	15	-	2	5	7	12	8	34	3.56
Final		-	8	11	10	7	--	36	2.44
Inicial	16	+	--	5	7	17	5	34	3.65
Final		+	6	10	16	3	1	36	2.53
Inicial	17	-	--	4	8	14	8	34	3.76
Final		-	10	21	1	4	--	36	1.97
Inicial	18	+	9	21	3	1	--	34	1.88
Final		+	--	--	1	26	9	36	4.22
Inicial	19	-	1	6	11	14	2	34	3.29
Final		-	3	16	14	2	1	36	2.50
Inicial	20	+	--	13	6	12	3	34	3.15
Final		+	2	9	13	11	1	36	3.00
Inicial	21	+	1	20	8	3	2	34	2.56
Final		+	---	2	7	27	--	36	3.69
Inicial	22	-	1	12	14	7	--	34	2.79
Final		-	--	12	15	8	1	36	2.94
Inicial	23	+	1	--	3	8	22	34	4.47
Final		+	12	18	5	1	--	36	1.86

UNIVERSIDAD DE MALAGA

En la Tabla 10.2 se puede observar el número de estudiantes que seleccionó cada opción de respuesta en los diferentes ítems. La primera columna muestra el ítem al que corresponde cada frecuencia, a continuación, se indica el sentido de dicho ítem, es decir, si está enunciado de forma positiva o negativa, a continuación, la valoración que han recibido cada ítem. Para facilitar la lectura de estos resultados, en la fila superior aparecen los resultados de las respuestas al inicio y en la fila inferior las respuestas al final de curso. La última columna muestra el valor medio obtenido para cada ítem. Un valor medio de 3.0 indica un valor neutral, superior a 3.0 indica que el alumnado está de acuerdo con la frase, inferior a 3.0 desacuerdo con el enunciado.

Análisis de los resultados al comienzo del curso.

En la Tabla 10.2 se puede observar que al comienzo de curso los estudiantes muestran acuerdo *solo* en 13 de los 23 ítems, ya que sus puntuaciones medias son superiores a 3. Estos ítems son 2(-), 3(+), 5(+), 6(-), 7(-), 10(-), 12(-), 15(-), 16(+), 17(-), 19(-), 20(+) y 23(+); 5 ítems enunciados de forma negativa y 8 de forma positiva. Para el resto de los ítems las puntuaciones muestran desacuerdo con respecto a su formulación.

El análisis de los ítems sobre los que hay acuerdo pone de manifiesto que los estudiantes al comienzo de curso muestran una *actitud positiva* hacia la Química en los siguientes aspectos:

Les gustaría tener clases de Química con mayor frecuencia (ítem 3); Resuelven con facilidad los problemas de Química (ítem 5), Todas las carreras de la universidad deberían tener un curso de Química (ítem 16),

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

y Comprenden con facilidad los conceptos de Química (ítem 20); así como, considerarían cambiarse de carrera y tener una profesión relacionada con la Química (ítem 23).

Por otro lado, consideran que los símbolos utilizados en las clases son difíciles de entender (ítem 2), la Química es una ciencia muy compleja para mi nivel de conocimientos (ítem 12).

Análisis de los resultados al final del curso.

El análisis de los valores promedio de los ítems al final de curso, muestran una visión diferente de los estudiantes con respecto al principio de curso, que se manifiesta en los siguientes aspectos:

Existe acuerdo con las formulaciones en 9 de los 23 ítems (1(+), 4(+), 8(+), 9(+). 11(+). 13(-), 14(+), 18(+), 21(+)), *solo* 3 coinciden con ítems en los que había acuerdos en el pre cuestionario (3(+), 5(+), 15(-)). Mostrando desacuerdo con el resto de los ítems, 11.

El análisis de los ítems sobre los que hay acuerdo, ponen de manifiesto que los estudiantes al final de curso muestran una actitud positiva hacia la Química en los siguientes aspectos:

El curso de Química les ha parecido más agradable que otros cursos (ítem 1), consideran que la Química sirve para conocer muchos aspectos de la vida cotidiana (ítem 4), y que el curso de Química es muy interesante (ítem 21). También están a favor, con el ítem 14, el lenguaje de la Química y sus símbolos son fáciles de entender.

Los cambios más notables se muestran en los siguientes aspectos: Los estudiantes están de acuerdo con que la Química les sirve para

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

conocer muchos aspectos de la vida cotidiana (ítem 4); Que el desarrollo de la Química ha mejorado nuestra calidad de vida (ítem 8); tienen la esperanza de que la Química pueda resolver muchos problemas medioambientales (ítem 9). También se aprecia un cambio considerable con el grado de acuerdo con que los conocimientos de Química son necesarios para el desarrollo de su carrera (ítem 18).

10.2.2. Análisis de las diferencias por ítem de las respuestas al cuestionario al inicio y al final del curso.

A continuación, se realiza una comparación entre los resultados obtenidos al principio de curso y los obtenidos al final del mismo. Para conocer si las diferencias encontradas entre ambos resultados eran significativas se realizó la prueba Wilcoxon para muestras relacionas.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 10.3.

Prueba Wilcoxon para cada uno de los ítems (datos según contestan).

Ítem	S		Rangos Positivos	Rangos Negativos	Empates	z	Sig. Bil.
1	+	El curso de Química me parece más agradable que otros cursos	19	5	10	-2.543	0.011
2	-	Los símbolos utilizados en la clase de Química me parecen difíciles de entender	7	18	9	-2.535	0.011
3	+	Me gustaría tener clases de Química con mayor frecuencia.	11	19	4	-1.784	0.074
4	+	La Química sirve para conocer muchos aspectos de nuestra vida cotidiana	32	0	2	-5.003	0.000
5	+	Resuelvo con facilidad los problemas de Química	11	10	13	-0.326	0.745
6	-	Me aburro durante las clases de Química	4	20	10	-3.423	0.001
7	-	El conocimiento de Química solo me sirve para pasar el curso de Química	0	31	3	-4.928	0.000
8	+	El desarrollo de la Química ha mejorado nuestra calidad de vida.	29	2	3	-4.861	0.000
9	+	La esperanza de resolver muchos problemas ambientales está en la Química.	33	0	1	-5.082	0.000
10	-	La seguridad de mi futuro es independiente del conocimiento Químico.	6	17	11	-3.905	0.009
11	+	El progreso del país está relacionado con la industrialización Química.	21	2	11	-5.117	0.000

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 10.3

Continuación

Ítem			Rangos Positivos	Rangos Negativos	Empates	z	Sig. Bil.
12	-	La Química es una ciencia muy compleja para mi nivel de conocimientos	4	17	8	-2.908	0.004
13	-	Debo esforzarme mucho para aprender Química	20	7	7	-2.729	0.006
14	+	El lenguaje de la Química y sus símbolos son fáciles de entender	13	8	13	-1.202	0.229
15	-	La profesión de químico es poco interesante	8	23	3	-2.869	0.004
16	+	Todas las carreras de la universidad deberían tener al menos un curso de Química	5	26	3	-3.317	0.001
17	-	Detesto los cursos de Química	3	26	5	-4.296	0.000
18	+	Los conocimientos de Química son necesarios en el desarrollo de mi carrera	33	0	1	-5.112	0.000
19	-	Desearía que el programa de mi carrera actual tuviera menos clases de Química	7	21	6	-2.998	0.003
20	+	Comprendo los conceptos de Química con facilidad	14	14	6	-0.580	0.562
21	+	El curso de Química es muy interesante	26	5	3	-3.811	0.000
22	-	Cuando me enfrento a los problemas de Química NO puedo resolverlos con facilidad	12	12	10	-0.269	0.788
23	+	Consideraría cambiarme de carrera y tener una profesión relacionada con la Química.	1	32	1	-4.756	0.000

S. Sentido

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

En los resultados anteriormente presentados, Tabla 10.3 se observa un cambio significativo en la actitud de los estudiantes con respecto a la Química, lo que se pone de manifiesto observando que 18 de los 23 ítems presentan diferencias significativas entre sus valoraciones iniciales y finales. En 15 de estos 18 ítems, se constata un cambio significativo hacia una actitud más positiva hacia la Química (1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 19 y 21), y en 3 de ellos (13, 16 y 23) se muestra un cambio hacia una actitud más negativa.

10.2.3. Efecto de la propuesta sobre las respuestas a cada uno de los ítems.

Una vez realizado el análisis ítem a ítem, se llevó a cabo una valoración del efecto de la propuesta didáctica en los aspectos relativos a los ítems en los que aparecen diferencias significativas Tabla 10.3, estableciendo tres niveles:

- *Efecto alto*: Ítems en los que el porcentaje de estudiantes que está en el nivel satisfactorio supere el 80%.
- *Efecto medio*: Ítems en los que el porcentaje de estudiantes que estén en el nivel satisfactorio se sitúe entre el 60 y el 79%.
- *Efecto bajo*: Ítems en los que el porcentaje de estudiantes estén en el nivel satisfactorio sea menor que el 60% y mayor que el porcentaje de estudiantes en el nivel insatisfactorio.

Cabe destacar que, en el caso de los ítems negativos, 2, 6, 7, 10, 12, 13, 15, 17 y 19, los cambios positivos son los que han evolucionado a una calificación inferior, entonces un efecto alto implicaría un porcentaje de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

estudiantes en el nivel insatisfactorio superior al 80%, neutro entre 60-79%, y satisfactorio inferior a 60%.

Los efectos observados se muestran de forma resumida en la siguiente Tabla 10.4

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 10.4.

Resumen de los efectos observados en los ítems.

Efecto Alto		Efecto Medio		Efecto Bajo	
Ítem	%	Ítem	%	Ítem	%
4(+)	100	1(+)	71	2(-)	56
7(-)	94	11(+)	68	6(-)	59
8(+)	94	15(-)	62	10(+)	53
9(+)	97	16(+)	65	12(-)	56
17(-)	85	19(-)	68	13(-)	32
18(+)	100	21(+)	79	23(+)	3

En la Tabla 10.4 se muestra el número del ítem en cuestión y el porcentaje en el que se presenta entre paréntesis. Se aprecian tres grupos de 6 ítems cada uno con respecto al efecto observado. Si se observan detenidamente los ítems, se encuentra que los ítems que se incluyen en el efecto alto son aquellos pertenecientes a la dimensión importancia e interés principalmente, así como en el caso del efecto medio.

Así se observan un efecto alto en los ítems 4, La Química sirve para conocer muchos aspectos de nuestra vida cotidiana, ítem 7, El conocimiento de Química solo me sirve para pasar el curso de Química, ítem 8, El desarrollo de la Química ha mejorado nuestra calidad de vida, ítem 9, La esperanza de resolver muchos problemas ambientales está en

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

la Química, ítem 17, Detesto los cursos de Química y ítem 18, Los conocimientos de Química son necesarios en el desarrollo de mi carrera.

Con un efecto medio se observan los ítems 1, 11, 15, 16, 19 y 21. Ítem 1, El curso de Química me parece más agradable que otros cursos. Ítem 11, El progreso del país está relacionado con la industrialización Química. Ítem 15, La profesión de químico es poco interesante. Ítem 16, Todas las carreras de la universidad deberían tener al menos un curso de Química. Ítem 19, Desearía que el programa de mi carrera actual tuviera menos clases de Química. Ítem 21, El curso de Química es muy interesante.

Con efecto bajo se encuentran los ítems 2,6, 10, 12, 13, 23. Ítem 2, los símbolos utilizados en la clase de Química me parecen difíciles de entender. Ítem 6, me aburro durante las clases de Química. Ítem 10, la seguridad de mi futuro es independiente del conocimiento Químico. Ítem 12, la Química es una ciencia muy compleja para mi nivel de conocimientos. Ítem 13, debo esforzarme mucho para aprender Química. Ítem 23, consideraría cambiarme de carrera y tener una profesión relacionada con la Química.

Por lo anteriormente expuesto, la propuesta desarrollada en clase ha influido positivamente en la opinión de estos estudiantes, han mejorado su visión pensando que la Química está presente en aspectos de la vida cotidiana, que la Química no solo les sirve para aprobar el curso, sino para resolver problemas ambientales y mejorar la calidad de vida, así como que les será útil para el desarrollo de su carrera profesional.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

10.2.4. Análisis de las dimensiones del cuestionario.

A continuación, se muestra la agrupación de los ítems en las dimensiones definidas por Molina et al. (2011) y en su caso los cambios introducidos en esta investigación:

a) Dificultad para el estudio y la comprensión de la Química: 2, 5, 13, 14, 20 y 22. En este estudio se ha optado por denominarla a esta dimensión Facilidad para el estudio y la comprensión de la Química. En este estudio se ha incluido en esta dimensión el ítem 12, debido a que su redacción el equipo de investigación ha considerado que tiene más relación con la compresión de la Química que con la dimensión interés que es en la que se incluía el estudio de Molina et al. 2011.

b) Interés por la Química: 1, 3, 6, 7, 12, 15, 17, 19 y 21. Según el punto de vista del equipo de investigación en esta dimensión se han eliminado los ítems 12, por las razonas indicadas y el 19, considerando que tiene más relación con la dimensión importancia que con la dimensión interés.

c) Utilidad de la Química: 10, 18, 23.

d) Importancia de la Química: 4, 8, 9, 11, 16. En este caso, se ha introducido el ítem 19 en esta dimensión, por las razones indicadas anteriormente.

Tras agrupar los ítems correspondientes en cada dimensión, y comparar los resultados finales con los iniciales, se construye la Tabla 10.5 siguiendo las dimensiones de Molina et. Al (2011).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 10.5

Evolución de las dimensiones según Molina et al. (2011).

Dimensión	Cambios negativos	Cambios positivos	Empates	Z	Sig. asintot (bilateral)
Facilidad	15	16	3	-0.275	0.784
Interés	25	9	0	-4.095	0.000
Utilidad	12	12	10	-0.129	0.897
Importancia	34	0	0	-5.094	0.000

En la Tabla 10.5 se observan diferencias significativas para las dimensiones Interés e Importancia, según los criterios para constituir las dimensiones de Molina et al. (2011).

Este mismo estudio se ha realizado con las dimensiones construidas según el grupo de investigación, Tabla 10.6.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tabla 10.6

Evolución de las dimensiones según grupo de investigación.

	Cambios positivos	Cambios negativos	Empates	Z	Sig. asintot (bilateral)
Facilidad	14	17	3	-0.127	0.899
Interés	25	8	1	-4.103	0.000
Utilidad	12	12	10	-0.129	0.897
Importancia	32	0	2	-4.941	0.000

En este caso también se observan diferencias significativas en las mismas dimensiones, Importancia e Interés.

Parece que la propuesta didáctica ha producido una modificación en lo que se refiere al interés por la Química en estos estudiantes, y a la importancia que le conceden.

De forma gráfica estos datos se representan en las Figuras 10.1 y 10.2. Figura 10.1 según las dimensiones de Molina et al. (2011) y Figura 10.2 según el grupo de investigación.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

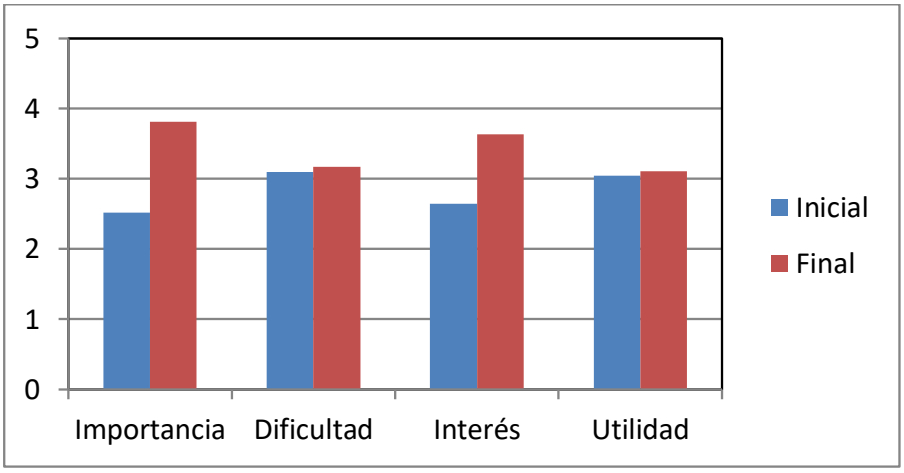


Figura 10.1. Evolución de las dimensiones final y principio de curso según la agrupación de los ítems para formar las dimensiones de Molina et al. (2011).

Según la clasificación realizada por criterios de grupo.

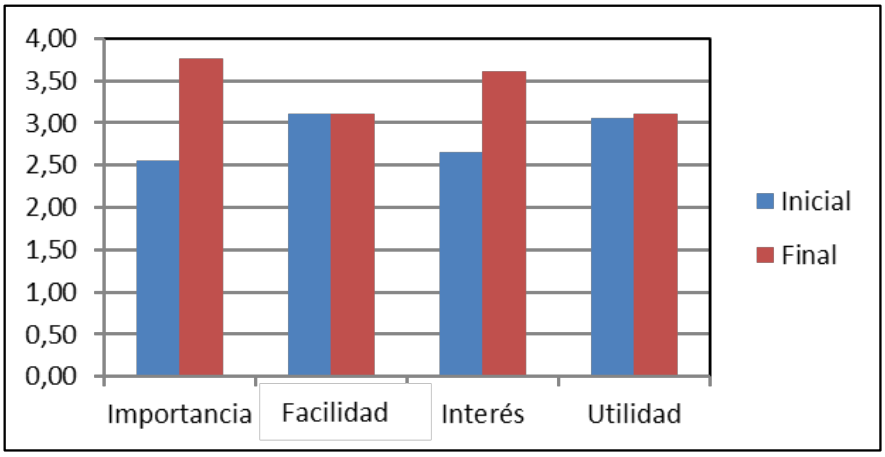


Figura 10.2. Evolución de las dimensiones final y principio de curso según la agrupación de los ítems para formar las dimensiones del grupo de investigación.

Si se comparan los resultados de ambas Figuras, se puede observar que las diferencias entre dimensiones en ambos casos son muy similares, es decir, el cambio de dimensión de los ítems 12 y 19 no ha afectado a los resultados de cada una de ellas.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

En general, se puede observar cómo al inicio del curso los estudiantes consideran que la Química es menos importante e interesante.

A continuación, se han analizado los porcentajes de cambios en cada una de las dimensiones, Tabla 10.7.

Tabla 10.7.

Cambios de la actitud de los estudiantes hacia las cuatro dimensiones estudiadas.

Cambios	%			
	Dif. Facilidad estudio Química	Dif. Interés	Dif. Utilidad	Dif. Importancia
A mejor	44.1	73.5	35.3	100.0
Neutro	8.8	--	29.4	--
A peor	47.0	26.5	35.3	--

Como se ha comentado en el párrafo anterior, en cuanto a la *facilidad para el estudio y la comprensión de la Química*, un 44.1% de los estudiantes han cambio su opinión a mejor, en el caso del *interés por la Química,* un 73.5% ha mejorado su opinión sobre el *interés por la Química*, piensan que la Química es interesante, en cuanto a la *utilidad de la Química*, un 35.3% ha mejorado su opinión, mientras un 35.3% ha empeorado su opinión sobre la utilidad de la Química, y finalmente, la dimensión *importancia* es la que ha sufrido un cambio más brusco, un

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

100 % piensa que la Química es muy importante, prácticamente el 100% de los estudiantes han cambiado su opinión a mejor.

Centrándose en los ítems que componen cada una de las dimensiones, según los criterios del grupo de investigación se pueden construir unas tablas en las que se observan los cambios que han tenido lugar en los items en las diferentes dimensiones.

a) Facilidad para el estudio y la comprensión de la Química: 2, 5, 12, 13, 14, 20 y 22.

Tabla 10.8.

Evolución en los ítems en la dimensión Facilidad para el estudio y la comprensión de la Química

Cambios positivos	Cambios negativos	Sin cambios
5(+). Resuelvo con facilidad los problemas de Química.	2(-). Los símbolos utilizados en la clase de Química me parecen difíciles de entender. *	14(+). El lenguaje de la Química y sus símbolos son fáciles de entender.
13(-). Debo esforzarme mucho para aprender Química. *	12(-). La Química es una ciencia muy compleja para mi nivel de conocimientos. *	20(+). Comprendo los conceptos de Química con facilidad.
		22(-). Cuando me enfrento a los problemas de Química NO puedo resolverlos con facilidad.

*Cambios significativos

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Una posible explicación de por qué no se han obtenido diferencias significativas en esta dimensión, surge al analizar los items que han mostrado diferencias significativas, items 2, 12 y 13. Así, los items, 2, 12 y 13 que muestran cambios significativos, negativos y positivos, por lo que la suma total de la dimensión se contrarresta.

b) Interés por la Química: 1, 3, 6, 7, 15, 17 y 21.

Tras agrupar los ítems correspondientes a esta dimensión y estudiar las diferencias entre las valoraciones iniciales y finales, se observa en la Tabla 9.10 los cambios en la valoración de cada uno de los ítems integrantes de esta dimensión. En esta dimensión se observan diferencias significativas entre los datos iniciales y los finales.

Tabla 10.9.

Evolución en los ítems en la dimensión Interés de la Química

Cambios positivos	Cambios negativos
1(+). El curso de Química me parece más agradable que otros cursos. *	3(+). Me gustaría tener clases de Química con mayor frecuencia.
21(+). El curso de Química es muy interesante. *	6(-). Me aburro durante las clases de Química. *
	7(-). El conocimiento de Química solo me sirve para pasar el curso de Química. *
	15(-). La profesión de químico es poco interesante. *
	17(-). El conocimiento de Química solo me sirve para pasar el curso de Química. *

*Cambios significativos

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Todos los ítems que muestran cambios significativos apuntan a un mayor interés hacia la Química, ya que los 2 ítems con cambios positivos están expresados de forma positiva. Todos los ítems que muestran cambios negativos están expresados de forma negativa.

c) Utilidad de la Química: 10, 18, 23.

En esta dimensión se aprecia una mejora positiva en dos de los tres ítems (Tabla 10.10).

Tabla 10.10

Evolución en los ítems en la dimensión Utilidad de la Química

Cambios positivos	Cambios negativos
18(+). Los conocimientos de Química son necesarios en el desarrollo de mi carrera. *	10(-). La seguridad de mi futuro es independiente del conocimiento Químico. * 23(+). Consideraría cambiarme de carrera y tener una profesión relacionada con la Química. *

*Cambios significativos

En este caso se vuelven a contrarrestar los cambios negativos y positivos que tienen lugar entre items, por lo que esta dimensión, no muestra diferencias significativas.

d) Importancia de la Química: 4, 8, 9, 11, 16.

Tras agrupar los ítems correspondientes a esta dimensión y estudiar las diferencias entre las valoraciones iniciales y finales, todos

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

los ítems de esta dimensión, se observan diferencias significativas, Tabla 10.11.

Tabla 10.11.

Evolución en los ítems en la dimensión Importancia de la Química

Cambios positivos	Cambios negativos
4(+). La Química sirve para conocer muchos aspectos de nuestra vida cotidiana. *	16(+). Todas las carreras de la universidad deberían tener al menos un curso de Química. *
8(+). El desarrollo de la Química ha mejorado nuestra calidad de vida. *	19(-). Desearía que el programa de mi carrera actual tuviera menos Química. *
9(+). La esperanza de resolver muchos problemas ambientales está en la Química. *	
11(+). El progreso del país está relacionado con la industrialización Química. *	

*Cambios significativos

Los items 16 y 19 que muestran cambios negativos se contrarrestan entre sí. Por lo tanto, la diferencia significativa de esta dimensión se puede explicar con los cuatro ítems que muestran cambios positivos.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

10.2.5. Relación entre la actitud hacia la Química final de curso y sus calificaciones.

Se ha procedido a comparar los resultados obtenidos para cada una de las dimensiones anteriormente estudiadas y las calificaciones obtenidas por los estudiantes al final de curso. Para ello se realizó un análisis de correlaciones entre cada una de las dimensiones y las calificaciones (Tabla 10.12), no encontrándose correlaciones significativas en ninguno de los casos, aunque todos mostraron correlaciones positivas. La correlación más alta que se encontró fue 0.359 entre la dimensión facilidad y la calificación.

Tabla 10.12.

Correlaciones calificaciones y dimensiones.

Nota Final	Utilidad Final	Interés Final	Facilidad Final	Importancia Final
Correlación de Pearson	0.095	0.224	0.359	0.271
Sig. (bilateral)	0.618	0.234	0.052	0.147
N	30	30	30	30

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CAPÍTULO 11

Conclusiones

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Capítulo 11. Conclusiones.

La investigación presentada se centra en una línea de trabajo considerada muy importante en la Didáctica de la Química como es la centrada en la mejora de la actitud y el interés de los estudiantes (Molina et al. 2011; Salta y Tzougraki; 2004). Los profesores de Química se encuentran con el problema del escaso interés por esta materia que tiene el alumnado de los grados universitarios no específicos de Química, especialmente los de Ingenierías, manifestándose principalmente en un bajo rendimiento académico, en un descenso de la matrícula cuando esta asignatura es optativa e incluso en un abandono.

Se considera que este problema plantea un reto importante que en esta Tesis se ha concretado en la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo mejorar la actitud de los estudiantes de primer curso de Ingeniería Mecánica hacia la Química y especialmente la percepción de la utilidad de la misma?

Para ello se ha llevado a cabo con estudiantes del Grado de Ingeniería Mecánica el diseño, implementación y evaluación de una propuesta didáctica que enfatiza la relevancia de la Química en diferentes ámbitos de la vida personal, social y profesional (Blanco et al., 2003; Solsona, 2003).

La pregunta de investigación se ha desglosado en una serie de preguntas más concretas que tienen que ver con el diagnóstico de los estudiantes del Grado de Ingeniería al inicio del curso la asignatura de Química, y con el posible impacto de la propuesta didáctica desarrollada.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

En lo que sigue se comienza planteando para cada una de estas preguntas de investigación un conjunto de conclusiones organizadas en dos partes, la primera sobre el punto de partida de los estudiantes y la segunda sobre el impacto de la propuesta didáctica. A su vez, en cada una de ellas se diferencia entre las conclusiones que se obtienen del estudio piloto y aquellas que provienen del estudio principal debido a las características de ambos estudios. En el estudio piloto se trabajó con un grupo experimental y un grupo control, mientras que en el estudio principal se trabajó con un solo grupo.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

11.1 Conclusiones.

Punto de partida.

Con respecto al diagnóstico sobre la situación inicial de los estudiantes del Grado de Ingeniería Mecánica se plantea a continuación una serie de conclusiones organizadas en función de las preguntas concretas de investigación.

a) ¿Qué visión tienen los estudiantes sobre la utilidad de la Química, al comienzo de su formación como Ingeniero?

Del ***estudio piloto*** se concluye que, *al comienzo del grado, los estudiantes manifiestan una valoración media alta de la utilidad de la Química.* Estos resultados están en la línea de los obtenidos por Molina et al., (2011).

Las razones planteadas por los estudiantes para justificar sus valoraciones se sitúan en tres ámbitos: la utilidad de la Química durante la carrera, para su futuro profesional y como parte de una formación general. Estos tres ámbitos ya han sido contemplados en estudios anteriores (Molina et al., 2011; Ollino et al., 2007), pero la diferencia es que en el presente estudio son los propios estudiantes los que los han citado.

Los estudiantes muestran un alto grado de coherencia entre las valoraciones que hacen y las razones que aportan para apoyarlas.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

*En el **estudio principal**,* los estudiantes tuvieron la oportunidad de manifestar su opinión sobre cada una de las tres dimensiones de la utilidad de la Química derivadas del estudio piloto.

*Al inicio de curso la gran mayoría de los estudiantes (89.3%) otorgaron una valoración alta (3) a la **Utilidad para su formación académica**, que es corroborada también con una alta valoración de las justificaciones que emplean para defender sus valoraciones.*

*Las valoraciones al inicio de curso tanto para la dimensión relativa a la **formación profesional** como para la **de cultura general**, son algo más bajas que las indicadas en la dimensión de la formación académica, ya que solo dos tercios de los estudiantes indican un nivel de utilidad alto (3). En estas dos dimensiones las justificaciones aportadas por los estudiantes manifiestan una visión más favorable sobre la utilidad de la Química que las puntuaciones otorgadas.*

Los estudiantes muestran un muy alto grado de coherencia (90%) entre las valoraciones otorgadas a las distintas dimensiones de la utilidad de la Química y las justificaciones correspondientes.

b) ¿Existe relación entre el nivel de estudios que posee los estudiantes al comienzo del curso académico y las valoraciones que hacen sobre la utilidad de la Química en su formación como Ingeniero?

*Tanto en el **estudio piloto** como en el **principal**, la valoración de los estudiantes sobre la utilidad de la Química es independiente del nivel de estudio inicial en esta materia.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

No obstante*, en el **estudio principal** los estudiantes con un nivel alto de estudio mostraban opiniones más extremas, mientras que los de un nivel medio o bajo tenían opiniones más centradas en los valores intermedios.* Estos resultados pueden deberse a que los estudiantes con mayor nivel de estudios dispongan de más información para discriminar su valoración.

c) ¿Qué conceptos son considerados difíciles por los estudiantes antes de cursar la asignatura de Química?

*En el **estudio piloto** cuatro son los conceptos considerados difíciles (valoración media superior a 2.5, en una escala de 1 a 4) por los estudiantes: tipo de hibridaciones, reacciones oxido-reducción, la ecuación Schrödinger y la constante del producto de solubilidad, siendo el resto de los conceptos considerados valorados como fáciles (valoración media igual o inferior a 2.5).*

Se ha puesto de manifiesto un alto grado de coincidencia en el grado de dificultad asignados por los estudiantes y las tres profesoras de la asignatura participantes en este estudio. Así, en 12 de los 19 conceptos analizados, ambos grupos coincidieron en su valoración en el grado de dificultad. Las profesoras también consideraron difíciles los 4 conceptos así considerados por los estudiantes.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

d) ¿Qué actitudes sobre la Química muestran los estudiantes cuando comienza sus estudios de Ingeniería?

En el ***estudio principal***, *los estudiantes muestran una actitud positiva hacia la Química en determinados aspectos que tienen que ver con las dimensiones: Interés (ítem 3: Les gustaría tener clases de Química con mayor frecuencia), Utilidad (ítem 23: considerarían cambiarse de carrera y tener una profesión relacionada con la Química) e Importancia (ítem 16: Todas las carreras de la universidad deberían tener un curso de Química).*

La dimensión Facilidad para el estudio y la comprensión de la Química presenta al comienzo de curso un carácter ambivalente ya que los estudiantes muestran acuerdo hacia determinados ítems de esta dimensión en los que se mencionan directamente la facilidad (ítem 5: Resuelven con facilidad los problemas de Química e ítem 20: Comprenden con facilidad los conceptos de Química) y, a su vez, con otro dos ítems que aluden a la dificultad (ítem 2: Consideran que los símbolos utilizados en las clases son difíciles de entender e ítem 12: La Química es una ciencia muy compleja para mi nivel de conocimientos).

11.2. Impacto de la propuesta didáctica.

Con respecto impacto de la propuesta didáctica se plantean a continuación una serie de conclusiones organizadas en función de las preguntas concretas de investigación.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

e) ¿Qué visión tienen los estudiantes sobre la utilidad de la Química al finalizar la asignatura?

En el ***estudio piloto,*** *los estudiantes siguen manifestando una valoración media alta de la utilidad de la Química. En los grupos experimentales un mayor número de estudiantes cambia de opinión y mejoran su valoración. En términos globales para todos los grupos se constata una relación entre la opinión inicial y final sobre este aspecto.*

Se observa un cambio favorable en las justificaciones sobre la Utilidad de la Química en cada uno de los grupos experimentales con respecto al grupo control.

Al igual que al principio de curso, l*os estudiantes muestran un alto grado de coherencia entre las valoraciones sobre la utilidad de la Química que hacen y las razones que aportan para apoyarlas.*

En el ***estudio principal,*** *la valoración sobre la* ***utilidad de la Química para su formación académica*** *mejoró con respecto a la inicial, no mostrándose grandes cambios entre las justificaciones aportadas.*

En lo referente a las dimensiones ***Utilidad de la Química para su formación profesional*** y ***Utilidad de la Química como cultura general*** *se observa una mejora de las valoraciones con respecto a las iniciales, al igual que ocurre con las justificaciones que se aportan.*

Al igual que al principio de curso, los estudiantes muestran un grado muy alto de coherencia entre las valoraciones otorgadas a las distintas dimensiones de la utilidad de la Química y las justificaciones aportadas por los estudiantes.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Estos resultados parecen indicar que la propuesta didáctica ha influido de forma positiva en la visión de los estudiantes sobre las tres dimensiones mencionadas. No obstante, las pruebas estadísticas solo han mostrado diferencias significativas en el caso de las justificaciones empleadas por los estudiantes con respecto a la utilidad de la Química con respecto a su formación profesional.

f) ¿Qué actitudes muestran los estudiantes al finalizar la asignatura?

En términos globales se puede decir que la propuesta didáctica ha tenido un impacto importante en la actitud de los estudiantes hacia la Química. Se han obtenido diferencias significativas 15 de los 23 ítems, entre los resultados obtenidos al principio y final de curso. Estas diferencias son positivas en 12 ítems (1,2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 19 y 21), y negativa en solo 3 de ellos (13, 16 y 23).

Al considerar los resultados obtenidos por dimensiones, *se aprecia que los estudiantes que han mejorado su actitud en las dimensiones Importancia e Interés por la Química, respectivamente. Por el contrario, no cambian de forma significativa en las dimensiones Utilidad y Facilidad para el estudio y la comprensión de la Química, respectivamente.*

La dimensión Importancia por la Química es la que presenta un cambio más destacado, pasando los estudiantes de mostrar una actitud neutra a muy positiva. Esto se pone de manifiesto en el hecho de que se ha encontrado un efecto alto (porcentaje de estudiantes en el nivel satisfactorio ≥80%) en tres de los ítems que lo componen (4, 8, 9), en

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

otros dos un efecto medio (≥60% y <80%) (11 y 19) y solo en un ítem se ha encontrado un efecto bajo (<60%) (16). Este cambio puede ser atribuido a la propuesta didáctica ya que en las clases se resaltaban las cuestiones que la Química ha afrontado y resuelto con respecto a los problemas medioambientales y a la mejora de la calidad de vida.

Con relación a la dimensión Interés por la Química, los estudiantes pasan de mostrar una actitud neutra a positiva. En esta dimensión, la propuesta didáctica ha ejercido un efecto alto en dos de sus ítems (7, 17), medio en tres de ellos (1, 15 y 21) y bajo en dos (6 y 12).

Las dimensiones Utilidad de la Química y Facilidad para el estudio y la compresión de la Química no muestran diferencias significativas.

En general, se puede decir que la Química no es fácil para los estudiantes, pero tampoco les supone un reto imposible. El hecho de que los estudiantes desarrollen un Interés por la Química y valoren su Importancia puede ayudarles a enfrentarse a la dificultad de esta ciencia y superar la asignatura.

g) ¿Existe relación entre las calificaciones y obtenidas por los estudiantes de la asignatura y su actitud hacia la Química al finalizar la asignatura?

Al comparar los resultados obtenidos para cada una de las dimensiones estudiadas y las calificaciones obtenidas en la asignatura de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Química*, no se encontraron correlaciones significativas en ninguno de los casos, aunque todos mostraron correlaciones positivas.*

Esta falta de correlación significativa da a entender que las mejoras, ya mencionadas, que la propuesta didáctica ha conseguido en la actitud sobre la Química se extienden por igual a todos los estudiantes y no solo a aquellos que han obtenido calificaciones más elevadas.

11.3. Implicaciones didácticas.

Los resultados y conclusiones obtenidas nos llevan a plantear las siguientes implicaciones didácticas para la asignatura Química del primer curso de ingeniería.

a) Necesidad de dedicar una atención especial a una serie de conceptos (tipo de hibridaciones, reacciones oxido-reducción, la ecuación Schrödinger y la constante del producto de solubilidad) que tanto los estudiantes como los profesores consideran difíciles.

En concreto, a lo largo de la investigación desarrollada para la enseñanza de estos conceptos se ha comenzado a atender a esta implicación. Para ello, se han utilizado nuevas estrategias y recursos didácticos; simuladores, videos con demostraciones y un blog de ciencia (López et al., 2018; Rojano et al., 2016) que han mostrado resultados esperanzadores para ayudar a los estudiantes a comprender dichos conceptos.

b) *Realizar actividades iniciales que ayuden a los estudiantes a mejorar su nivel de conocimiento (por ejemplo, los*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

denominados "cursos cero", la mentoría entre iguales, etc.) y su nivel de confianza sobre su capacidad de aprender Química.

El carácter ambivalente que manifiestan los estudiantes sobre la dificultad de la Química a comienzos curso pone de manifiesto la existencia de dos grupos de estudiantes: aquellos que han cursado Química en Bachillerato, que no la consideran tan difícil como aquellos que no la han cursado. Esta diferencia visión de dificultad de la Química parece configurar su predisposición inicial a implicarse en el aprendizaje de la Química, por tanto, cada uno de los grupos requeriría una atención educativa diferente. Así, con este segundo grupo parece necesario realizar actividades iniciales en las que les ayude a mejorar su nivel de conocimiento.

c) *En general, a todos los estudiantes es necesario hacerles conscientes de la importancia que la Química tiene en su formación como Ingenieros lo que se manifiesta en los contenidos de esta materia presentes en los programas de otras asignaturas del Grado*.

d) Necesidad de seguid buscando forma de abordar con los estudiantes la percepción que tienen de la Química con una materia difícil.

Las alternativas utilizadas durante esta investigación, entorno a la Química a la vida diaria se ha mostrado eficaz solo en parte, será necesario plantear otras propuestas y metodologías que ayuden a que los estudiantes se impliquen en el aprendizaje,

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

tales como *flipped classroom, escape room, o plickers* (López y López, 2018; López et al., 2018; López et al., 2019).

Estas propuestas están en la línea de otros autores (Reyes et al., 2015) que instan a los docentes a que durante los primeros cursos de la universidad se planteen nuevas estrategias de enseñanza para favorecer el aprendizaje significativo, ya que los estudiantes de primer año reconocen la utilidad e importancia de la Química tanto para explicar fenómenos de la vida cotidiana como para el desarrollo de las carreras. Estas actividades permiten a los estudiantes percatarse de que la Química está presente en situaciones de la vida cotidiana. Por otro lado, la implicación de los estudiantes, pueden cambiar su actitud de rechazo hacia el estudio de la Química, hecho que se ha podido constatar en las evaluaciones (Dosal et al., 2003).

e) *Ayudar a los estudiantes a relacionar los contenidos que se presentan en la asignatura con la vida diaria, entendida esta en un sentido amplio que incluye los ámbitos personales, profesionales y académicos*.

Como se ha puesto de manifiesto en esta investigación, al igual que en otras anteriores, este enfoque promueve que los estudiantes otorguen un mayor grado de utilidad de la Química, siendo esta valoración independiente del rendimiento académico de los estudiantes.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

11.4. Limitaciones.

El enfoque de investigación utilizado, así como las condiciones institucionales en las que se ha llevado a cabo la implementación plantean algunas limitaciones que se describen a continuación.

El cuestionario utilizado para estudiar la visión de los estudiantes sobre la utilidad de la Química, tipo Likert de 1 a 4 puntos, puede haber supuesto una limitación a la hora de que los estudiantes pudieran expresar su opinión de una forma más detallada. Por ello, en el estudio se ha realizado un análisis en el que se comparan los resultados obtenidos en cuanto a la valoración en la escala Likert y las justificaciones que han aportado los estudiantes y que se incluyeron con objeto de evitar respuestas arbitrarias en la escala Likert (López et al., 2017).

El número y el género de los estudiantes presentes en cada grupo que ha participado en la investigación ha estado condicionado por la organización docente que el departamento al que pertenece la profesora investigadora ha realizado durante los cursos académicos en los que se ha llevado a cabo la investigación. Así, solo ha sido posible disponer en uno de los cursos académicos de dos grupos clase. Esto es característica común de las investigaciones que incluyen intervenciones que se realizan en contextos y en las condiciones de la práctica docente real.

En esta investigación no se han tenido en cuenta los contextos concretos de las actividades a la hora de analizar su posible influencia en la visión de los estudiantes sobre la utilidad de la Química.

La metodología seguida requería la intervención de la investigadora como profesora de la asignatura en la que se ha realizado

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

la investigación. Esto implica, como esta descrito en la literatura, una posible variable contaminadora de los resultados (Buendía et al., 1998). Teniendo esto en cuenta se ha intentado minimizar en lo posible este problema. Así la propuesta didáctica ha sido sometida a un proceso de estudio piloto y estudio principal, siendo analizado su diseño por el equipo de investigación y no solo por la investigadora. Igualmente, en la recogida de datos, el análisis de estos y codificación de las respuestas abiertas de los cuestionarios se ha llevado a cabo un proceso colegiado que minimiza o diluye la posible influencia de la investigadora en los mismos.

11.5. Propuestas para continuar la investigación.

Partiendo de los avances que esta investigación ha producido, se plantean las siguientes propuestas de continuación.

a) Se ha presentado una evaluación global de la propuesta didáctica en términos de su influencia en la mejora de la visión de la utilidad de la Química. No obstante, se considera necesario investigar en torno a la eficacia de cada una de las actividades utilizadas en dicha propuesta.

Consideramos que dicha investigación permitiría optimizar las actividades de enseñanza-aprendizaje utilizadas, implicando a los propios estudiantes, de forma individual o cooperando entre ellos, en la búsqueda, análisis, presentación y reflexión crítica de situaciones en la que la Química juega un papel importante en su formación, su quehacer profesional y en su vida cotidiana.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

b) Profundizar en torno a las razones de la denominada "Quimifobia" manifestada por los estudiantes que inician estudios de ingeniería y como abordarla desde el punto de vista educativo.

c) Investigar cómo evoluciona la visión que los estudiantes tienen sobre la utilidad de la Química y su actitud hacia ella conforme avanzan en su formación durante los estudios de ingeniería.

d) Estudiar la relación de los posibles cambios en su visión de la Química con sus preferencias sobre distintos campos profesionales de la Ingeniería.

Estos dos últimos tipos de estudio permitirían identificar y priorizar aquellos aspectos en los que hacer un mayor hincapié en la docencia de la Química de 1º curso, entendiendo que este primer contacto puede ser crucial en el devenir de los estudios de Ingenierías y en sus preferencias profesionales.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CAPÍTULO 11

Conclusions

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Chapter 11. Conclusions.

The presented research is focused on a line of work which is considered very important in Chemistry Didactics, such as that focused on improving the attitude and interest of students (Molina et al., 2011; Salta and Tzougraki, 2004). Chemistry teachers are faced with the problem of lack of interest in this subject for students of non-specific university degrees in Chemistry have, especially those of Engineering, manifesting itself mainly in low academic performance, in a decrease in enrollment when this subject is optional and even in an abandonment.

It is considered that this problem poses an important challenge that in this Thesis has been specified in the following research question:

How to improve the attitude of first year students of Mechanical Engineering towards Chemistry and especially the perception of its usefulness?

For this, the design of an implementation and evaluation of a didactic proposal that emphasizes the relevance of Chemistry in different areas such as: personal, social and professional life has been carried out with students of the Degree in Mechanical Engineering (Blanco et al., 2003; Solsona, 2003).

The research question has been broken down into a series of more specific questions as result of the diagnosis of the Engineering Degree students at the beginning of the Chemistry course, and the possible impact of the didactic proposal developed.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Next, a set of conclusions organized in two parts is proposed for each of these research questions, the first one, according with the starting point of the students and the second one based on the impact of the didactic proposal. In turn, each of them differentiates between the conclusions obtained from the pilot study and those that come from the main study due to the characteristics of both studies. In the pilot study we worked with an experimental group and a control group, while in the main study we worked with only one group.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

11.1 Conclusions.

Initial Point.

Regarding the diagnosis of the students of the Degree in Mechanical Engineering initial situation, a series of conclusions organized according to the specific research questions are proposed below.

a) What vision do students have about the usefulness of Chemistry, at the beginning of their training as an Engineer?

*From the **pilot study** is concluded that, at the beginning of the degree, students show a high average assessment of the usefulness of Chemistry*. These results are like those obtained by Molina et al., (2011).

The reasons raised by the students to justify their evaluations are located in three areas: the usefulness of Chemistry during the career, for their professional future and as part of a general training. These three areas have already been considered in previous studies (Molina et al., 2011; Ollino et al. 2007), but the difference is that in the present study the students are themselves who have cited them.

Students show a high degree of coherence between the assessments they make and the reasons they provide to support them.

In the **main study**, students had the opportunity to express their opinion on each of the three dimensions of the usefulness of Chemistry derived from the pilot study.

*At the beginning of the course, the vast majority of students (89.3%) gave a high rating (3) to the **Utility for their academic training**, which is also corroborated with a high rating of the justifications they use to defend their assessments.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

*The evaluations at the beginning of the course for both the dimension related to **professional training** and **general culture** are somewhat lower than those indicated in the academic training dimension, since only two thirds of the students indicate a level of utility high (3). In these two dimensions, the justifications provided by the students show a more favorable view of the usefulness of Chemistry than the scores awarded.*

The students show a very high degree of coherence (90%) between the evaluations given to the different dimensions of the utility of Chemistry and their corresponding justifications.

b) Is there a relationship between the level of studies that students have at the beginning of the academic year and the assessments they make about the usefulness of Chemistry in their training as an Engineer?

*In both, the **pilot study** and the main study, the students' assessment of the usefulness of Chemistry is independent of the initial level of study of the Chemistry subject.*

However, *in the **main study**, students with a high level of study showed more extreme opinions, while those with a medium or low level had opinions more focused on intermediate values*. These results may be due to the fact that students with a higher level of studies have more information to discriminate their assessment.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

c) What concepts are considered difficult by students before taking the Chemistry course?

*In the **pilot study**, four are the concepts considered difficult (mean evaluation greater than 2.5, on a scale of 1 to 4) by the students: type of hybridizations, oxidation-reduction reactions, the Schrödinger equation and the solubility product constant, being the rest of the concepts considered as easy (average score equal to or less than 2.5).*

It has been revealed a high degree of coincidence in the degree of difficulty assigned by the students and the three teachers of the subject. Thus, 12 of all 19 concepts analyzed, both groups agreed in their assessment of the degree of difficulty. The teachers also considered difficult, the 4 considered concepts as difficult by the students.

d) What attitudes about Chemistry do students show when they begin their Engineering studies?

*In the **main study**, students show a positive attitude towards Chemistry in certain aspects that have to do with the dimensions: Interest (item 3: They would like to have Chemistry classes more frequently), Usefulness (item 23: they would consider changing careers and have a profession related to Chemistry) and Importance (item 16: All university degrees should have a Chemistry course).*

The Ease of study and understanding of Chemistry dimension presents an ambivalent nature at the beginning of the course, since students show agreement towards certain items of this dimension in which ease is directly mentioned (item 5: They easily solve problems of Chemistry

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

and item 20: They easily understand the concepts of Chemistry) and with other two items that allude to the difficulty (item 2: They consider that the symbols used in the classes are difficult to understand and item 12: Chemistry is a very complex science for my level of knowledge).

11.2. Impact of the didactic proposal.

Regarding the impact of the didactic proposal, a series of conclusions organized according to the specific research questions are presented below.

e) What vision do students have about the usefulness of Chemistry at the end of the course?

In the **pilot study**, students continue to show a high average assessment of the usefulness of Chemistry. *In the experimental group, a greater number of students change their opinion and improve their assessment. In global terms, for all two groups, there is a relationship between the initial and final opinion on this aspect.*

A favorable change in the justifications for the Utility of Chemistry is observed in each of the experimental groups with respect to the control group.

As at the beginning of the course, students show a high degree of coherence between the evaluations about the usefulness of Chemistry that they do and the reasons they provide to support them.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

*In the **main study**, the assessment of the usefulness of Chemistry for their academic training improved with respect to the initial one, not showing great changes between the justifications provided.*

*Regarding the dimensions **Utility of Chemistry for their professional training** and as a **general culture**, an improvement is observed in the evaluations with respect to the initial ones and with the justifications provided.*

At the beginning of the course, the students show a very high degree of coherence between the evaluations given to the different dimensions of the usefulness of Chemistry and the justifications provided by the students.

These results seem to indicate that the didactic proposal has positively influenced the students' vision of the three dimensions mentioned. However, statistical tests have only shown significant differences in the case of justifications used by students regarding the usefulness of Chemistry with respect to their professional training.

f) What attitudes do students show at the end of the course?

In global terms, it can be said that the didactic proposal has had an important impact on the attitude of students towards Chemistry. Significant differences have been obtained 15 of the 23 items, between the results obtained at the beginning and end of the course. These differences are positive in 12 items (1,2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 19 and 21), and negative in only 3 of them (13, 16 and 23).

When considering the results obtained by dimensions, the students have improved their attitude in the Importance and Interest in Chemistry

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

dimensions, respectively. On the contrary, they do not change significantly in the dimensions Utility and Ease for the study and understanding of Chemistry, respectively.

The Importance for Chemistry dimension is the one that shows the most notable change. That goes from showing a neutral attitude to a very positive one. This is evidenced by the fact that a high effect (percentage of students at the satisfactory level ≥80%) has been found in three of the items (4, 8, 9), in other two a medium effect (≥60% and <80%) (11 and 19) and only in one item was found a low effect (<60%) (16). This change can be attributed to the didactic proposal since in the classes Chemistry issues related to coping with and solving environmental problems and improving the quality of life were highlighted.

In relation to the dimension Interest in Chemistry, students go from showing a neutral attitude to a positive one. In this dimension, the didactic proposal has had a high effect on two of its items (7, 17), medium on three of them (1, 15 and 21) and low on two (6 and 12).

The dimensions Utility of Chemistry and Ease for the study and understanding of Chemistry do not show significant differences.

In general, it can be said that Chemistry is not easy for students, but it is not an impossible challenge either. The fact that students develop an Interest in Chemistry and appreciate its Importance can help them to face the difficulty of this science and pass the subject.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

g) Is there a relationship between the obtained calcifications and the students' attitude towards Chemistry at the end of the subject?

Comparing the results obtained for each of the dimensions studied and the qualifications obtained in the Chemistry subject, *no significant correlations were found in any of the cases, although all showed positive correlations*.

This lack of significant correlation suggests that the improvements that the didactic proposal has achieved in the attitude towards Chemistry are extend equally to all students and not only to those who have obtained higher grades.

11.3. Didactic implications.

The results and conclusions obtained lead us to propose the following didactic implications for the Chemistry subject of the first year of engineering.

a) *Need to devote special attention to a series of concepts (type of hybridizations, oxidation-reduction reactions, the Schrödinger equation, and the solubility product constant), which both students and teachers considered difficult.*

Specifically, throughout the research carried out to teach these concepts, it has begun to address this implication. For this, new strategies and didactic resources have been used; simulators, videos with demonstrations, and a science blog (López and López; 2016; López et al., 2018; Rojano et al., 2016)) that have shown encouraging results to help students understand these concepts.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

b) *Carry out initial activities that help students improve their level of knowledge (for example, the so-called "zero courses", peer mentoring, etc.) and their level of confidence about their ability to learn Chemistry.*

Students manifest an ambivalent nature about the difficulty of Chemistry at the beginning of the year, which reveals the existence of two groups of students: those who have studied Chemistry in High School, who do not consider it as difficult as those who have not. This difference in the difficulty of Chemistry seems to configure their initial predisposition to get involved in learning Chemistry, therefore, each of the groups would require different educational attention. Thus, with this second group it seems necessary to carry out initial activities which help them to improve their level of knowledge.

c) *In general, it is necessary to make all students aware of the importance that Chemistry has in their training as Engineers, which is manifested in the program contents of other subjects of the Degree which are based on the contents of Chemistry subject.*

d) *Need to continue looking for a way to approach with students the perception they have of Chemistry with a difficult subject.*

The used alternatives during this research, around Chemistry to daily life, have been shown to be effective only in part, it will be necessary to propose other proposals and methodologies that help students get involved in learning, such as *flipped classroom, escape room, or plickers* (López and López, 2018; López et al., 2018; López et al., 2019).

These proposals are similar to other authors (Reyes et al., 2015) who urge teachers to consider new teaching strategies during the first years of the university to promote meaningful learning, since students first-year

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

students recognize the usefulness and importance of Chemistry, both to explain phenomena of everyday life and for the development of careers. These activities allow the students to realize that Chemistry is present in everyday life situations. On the other hand, the involvement of students can change their attitude of rejection towards the study of Chemistry, a fact that has been confirmed in the evaluations (Dosal et al., 2003).

e) *Help students to relate the content presented in the subject with daily life, in a broad sense that includes personal, professional and academic areas.*

As has been shown in this research, this approach encourages students to grant a greater degree of usefulness to Chemistry. This assessment is independent of the academic performance of the students.

11.4. Limitations

The used research approach, as well as the institutional conditions in which the implementation has been carried out, pose some limitations that are described below.

The questionnaire used to study the students' views on the usefulness of Chemistry, Likert type from 1 to 4 points, may have been a limitation when students could express their opinion in a more detailed way. For this reason, the study has carried out an analysis that compares the results obtained in terms of the Likert scale assessment and the justifications that the students have provided and that were included in order to avoid arbitrary answers in the Likert scale (López et al., 2017).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

The number and the gender of students who have participated in the research has been conditioned by the teaching organization of the department to which the research professor belongs. Thus, it has only been possible to have two class groups in one of the academic courses. This is a common characteristic of research that includes interventions that are carried out in contexts and under the conditions of real teaching practice.

In this research, the specific contexts of the activities have not been taken into account when analyzing the possible influence on the students' vision of the usefulness of Chemistry.

The methodology followed required the intervention of the researcher as a teacher of the subject in which the research was carried out. This implies, as described in the literature, a possible polluting variable of the results (Buendía et al., 1998). Considering that, an attempt has been made to minimize this problem as much as possible. Thus, the didactic proposal has been subjected to a process of pilot study and main study, and its design has been analyzed by the research team and not only by the researcher. Likewise, in the data collection, analysis and coding of the open responses to the questionnaires, a collegiate process has been carried out that minimizes or dilutes the possible influence of the researcher on them.

11.5. Proposals to continue the investigation.

Based on the advances that this research has produced, the following proposals are projected.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

a) A global evaluation of the didactic proposal has been presented in terms of its influence in improving the vision of the utility of Chemistry. However, it is considered necessary to investigate the effectiveness of each of the activities used in the proposal.

b) Study greatly the reasons for the so-called "Chemophobia" manifested by students who are starting engineering studies and how to approach them from an educational point of view.

c) Investigate how the vision that students have about the usefulness of Chemistry and their attitude towards it in relation to their training during engineering studies evolves.

d) Study the relationship of possible changes in their vision of Chemistry with their preferences about different professional fields of Engineering.

These last two types of studies allow us to identify and prioritize those aspects that should be highlighted in the teaching of the 1st year of Chemistry, since this first contact can be crucial in the future of Engineering studies and in their professional preferences.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

REFERENCIAS

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Referencias

ACS, 1994-2007. *Políticas y procedimientos de Cómplice*. https://www.grupoacs.com/compliance/canal-etico/

Aikenhead, G.S. (2002). STS Education: a rose by any other name. En R. Cross (Ed.). *A Vision for Science Education: Responding to the Work of Peter J. Fensham* (pp. 1-23). Routledge Press.

Aliberas, J.; Izquierdo, M. y Guitart, F. (2015). El context per aprendre químic en el projecte Competències de pensament científic ESO 12-15. *Educació Química Edu Q*, 20, 32-39.

Anastas, P. T. y Warner, J. C. (1998). *Green chemistry: theory and practice*. Oxford University Press.

Anselme, J.P. (1997). Understanding oxidation-reduction in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, *74*, 69-72.

Aragón, M.M., Oliva, J.M. y Navarrete, A. (2013). Evolución de los modelos explicativos de los alumnos en torno al cambio químico a través de una propuesta didáctica con analogías. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, *31*, 9-30.

Artigas, M. (1995). *La religión ante el progreso científico. En torno a un libro encuesta de José María Gironella*. Aceprensa.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Baird, D. (2000). Analytical instrumentalization and instrumental objectivity. En N. Brushan y S. Rosenfeld (Eds.). *Of Minds and Molecules. New Philosophical Perspectives on Chemistry* (pp. 90-113). Oxford University Press.

Barab, S.A. y Kirshner, D. (2001). Guest editors' introduction: rethinking methodology in the learning sciences. *Journal of the Learning Sciences*, *10*(1), 5-15.

Barab, S. y Squire, K. (2004). Design-based research: putting a stake in the ground. *The journal of the learning sciences*, *13*(1), 1-14.

Barberá, E., Badia A. y Mominó J.M. (2001). *Enseñar y aprender a distancia: ¿es posible?* https://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/0105018/ensapren.html.

Barroso, J. y Llorente, M.C. (2007). La evaluación en teleformación y las herramientas para la creación de exámenes para la red. En J. Cabero, y J. Barroso (Eds.). *Posibilidades de la teleformación en teleformación en el espacio europeo de educación superior* (pp. 247-268). Octaedro Andalucía.

Belbase, S. (2010). Images, anxieties and attitudes toward mathematics. http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED513587.pdf.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Bell, P., Hoadley, C. M. y Linn, M. C. (2004). Design-based research in education. En M. C. Linn, E. A. Davis, y P. Bell (Eds.). *Internet environments for science education* (pp. 73–84). Lawrence Erlbaum Associates.

Benarroch, A. (2000). El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, *18*(2), 235-246

Bensaude-Vincent B. y Simon J. (2008). *Chemistry. The impure science*. Imperial College Press.

Berlanas, C. (2014). *Estudio sobre las ideas previas de ciencias en el alumnado de secundaria y actitud de los docentes frente a ellas.* [Trabajo Fin de Grado, Universidad Internacional de la Rioja] Repositorio Digital Re-UNIR. https://reunir.unir.net/handle/123456789/2954.

Birk, J.P. y Kurtz, M.J. (1999). Effect of experience on retention and elimination of misconceptions about molecular structure and bonding. *Journal of Chemical Education*, *76*, 124-128.

Bisquerra, R. (2000). *Educación emocional y bienestar*. Praxis.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Blanco, A. (2001). *Proyecto docente de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Málaga (documento no publicado).

Blanco, A. (2017). El aprendizaje de la Química. Aspectos importantes a la luz de la investigación didáctica. En M.A. Medina et al. (Eds.) *La enseñanza del metabolismo: retos y oportunidades* (pp. 315-366). https://hdl.handle.net/10630/15124.

Blanco, A. y Prieto, T. (1996). Algunas cuestiones sobre la comprensión de la química desde la perspectiva de las "ideas de los alumnos". *Investigación en la Escuela*, *28*, 79-94.

Blanco, A. y Prieto, T. (2004). Un esquema para investigar el progreso en la comprensión de los alumnos sobre la naturaleza de la materia. *Revista de Educación*, *335*, 445-465.

Blanco, A., Franco-Mariscal, A.J. y España, E. (2015). Enseñar química en el contexto de problemas y situaciones de la vida diaria relacionados con la salud. *Educació Química EduQ, 20,* 40-47.

Blanco, A., Garrido, L.F., Uraga, C., Barea, J.A., Guijarro, M.A., Guijarro, F.J., Pozas, R. y Piano, J.A. (2003). Las bebidas: productos cotidianos en la enseñanza de la química. En G. Pinto (Ed.). *Didáctica de la*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Química y la Vida Cotidiana (pp. 169-176). Universidad Politécnica de Madrid.

Bódalo, A. et al. (2007). *Química: vida y progreso, las TICs en la enseñanza de la química: aportaciones desde la tecnología educativa*. Asociación de Químicos de Murcia.

Bojezuk, M. (1982). Topic difficulties in -O and -A level chemistry, *School Science Review*, *63*(224), 545-551.

Bortnik, B., Stozhko, N., Pervukhina, I., Tchernysheva, A. y Belysheva, G. (2017). Effect of virtual analytical chemistry laboratory on enhancing student research skills and practices. *Research in Learning Technology*, *25*, 1968-1991.

Brady, J. y Holum, J. (1988). *Fundamentals of chemistry* (3rd Edition). John Wiley & Sons.

Brown, D. E. (1992). Using examples and analogies to remediate misconceptions in physics: factors influencing conceptual change. *Journal of Research in Science Teaching*, *29*(1), 17-34.

Buendía, F., Colas M.P. y Hernández, L. (1998). *Métodos de investigación en psicopedagogía*. McGraw-Hill.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Caamaño, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación. *Aula de innovación educativa*, *9*, 61-68.

Caamaño, A. (2001). La enseñanza de la química en el inicio del nuevo siglo: una perspectiva desde España. *Educación Química*, *12*(1), 8-20.

Caamaño, A. (2002). ¿Cómo Transformar Los Trabajos Prácticos Tradicionales En Trabajos Prácticos Investigativos? *Aula de innovación educativa*, *113-114*, 21-26.

Caamaño, A. (2003). Los Trabajos Prácticos En Ciencias. En M.P. Jiménez-Aleixandre et al. (Eds.). *Enseñar Ciencias* (pp. 10-20). Grao.

Caamaño, A. (2016). Secuenciación didáctica para el aprendizaje de los modelos de enlace. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 86,* 39-45.

Caamaño, A. (2018). Enseñar química en contexto: un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. *Educación Química*, *29*(1), 21-54

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Caamaño, A. y Izquierdo, M. (2003). El currículo de química en el bachillerato: todavía muy lejos de una química contextualizada. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *36*, 60-67.

Caamaño, A., Obach, D. y Pérez-Rendón, E. (2015). *Física y Química 3º ESO*. Teide S.A.

Cabero, J. y Barroso, J. (2007). *Posibilidades de la teleformación en el espacio europeo de educación superior.* Octaedro Andalucía.

Cabero, J. y Román, P. (2006). *E-actividades*, Sevilla. Eduforma.

Cabero, J. Llorente, M.C. y Román, P. (2004). Las herramientas de comunicación en el aprendizaje mezclado, *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, *23*, 27-41.

Cachapúz, A.F. (2011a). Cultura científica defensa da ciudadanía. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *69*, 67-71.

Cachapúz A. F. (2011b). El legado de Leonardo. *Educación química, 22*(3), 198-202.

Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo Enseñar Ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, *18*(2), 155-169.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Campanario, J. M. y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, 18*(2), 155-169

Candia, P. T. (2009). Actitud hacia las matemáticas en alumnos de ingeniería de tercero y quinto semestres del ITESCA. *Memoria X Congreso Nacional de Investigación Educativa. Área 5: Educación y Conocimientos Disciplinares*. Veracruz, México. http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_05/ponencias/0310-F.pdf.

Carrascosa, J. (1983). Errores conceptuales en la enseñanza de las Ciencias: Selección bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias, 1*(1), 63-65.

Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *2*(3), 388-402.

Carrascosa, J. (2006). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte III). Utilización didáctica de los errores

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

conceptuales que aparecen en cómics, prensa, novelas y libros de texto. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *3*(1), 77-88.

Carrascosa, J. y Gil, D. (1985). La «metodología de la superficialidad» y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, *3*, 113-120.

Castro, M.A., Fernández, A.I. y Barreiro, J. (2013). Motivación e implicación de los estudiantes en el proceso de evaluación formativa realizando trabajo en grupo en: el aula*. Infancia, Educación y Aprendizaje* (IEYA), *3*(2), 180-184.

Castro, S., Guzmán, B. y Casado, D. (2007). Las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Laurus*, *13*(23), 213-234.

Chamizo, J.A. (2011). La imagen pública de la química. *Educación Química, 22*(4), 320-331.

Chamizo, J. e Izquierdo, M. (2005). Ciencia en contexto: una reflexión desde la filosofía. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *46*, 9-17.

Chang, R (2007). *Química*. McGraw-Hill.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Chaves, E., Castillo, M. y Gamboa (2008). Creencias de los estudiantes en los procesos de aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática, 3*(4), 29-44.

Childs, P.E. y Sheehan, M. (2009). What´s difficult about Chemistry? *Chemistry Education Research and Practice*, *10*, 204-218.

Chiu, M.H. (2005). A national survey of students' conceptions in chemistry in Taiwan. *Chemical Education International*, *6*, 1-8.

Christenssön, C. y Sjöström, J. (2014). Chemistry in context: analysis of thematic chemistry videos available online. *Chemistry Education Research and Practice, 15*(1), 59-69.

Cicció J. F. (2013). La importancia de la química. Concepto de materia según los griegos de la época arcaica. *Revista Intersedes*, *14*(28) 167-191.

Clement, J. (2000). Model bases learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, *22*(9), 1041-1053.

Clement, J., Brown, D. E. y Zietsman, A. (1989). Not all preconceptions are misconceptions: finding 'anchoring conceptions' for grounding

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

instruction on students' intuitions. *International Journal of Science Education*, *11*, 554-565.

Cobb, P. y Gravemeijer, K. (2008). Experimenting to support and understand learning processes. En A.E. Kelly, R.A. Leshy, J.Y. Baek, (Eds.). *Handbook of design research methods in education. Innovations in science, technology, engineering and mathematics learning and teaching* (pp. 68-95). Lawrence Erlbaum Associates.

Cobb, C. D. y Mayer, J. D. (2000). Emotional intelligence: what the research says. *Educational leadership*, 14-18.

Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R. y Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, *32*(1), 9-13.

Cohen, R., Eylon, B. y Ganiel, U. (1983). Potential difference and current in simple electric circuits: a study of students' concepts. *American Journal of Physics*, *51*(5), 407-412.

Confrey, J. (2006). The evolution of design studies as methodology. En R. Keith Sawyer (Ed.). *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 135-152). Cambridge University Press.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Contreras, A. y Díaz, V. (2007). La enseñanza de la ciencia. *Laurus*, *13*(25), 114-145.

Cormier, C. (2010) Las TIC para la investigación en didáctica de las ciencias. *Educación Química*, *21* (4), 339-341.

Damasio, A. (2010). *Self Comes to Mind*. Vintage Books.

Darby-White, T., Wicker, S. y Diack, M. (2019). Evaluating the effectiveness of virtual chemistry laboratory (VCL) in enhancing conceptual understanding: Using VCL as pre-laboratory assignment. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, *38*(1), 31-48.

Daza, E.P., Gras-Marti, A., Gras-Velázquez, A., Guerrero, N., Gurrola, A., Joyce, A. Mora-Torres, E., Pedraza, Y., Ripoll, E. y Santos, J. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *Educación química*, *20*(3), 320-29.

De Faria, E. (2008). Creencias y matemáticas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática, 3*(4), 9-27.

De Jong, O. (1998) Los experimentos que plantean problemas en las aulas de Química: Dilemas y soluciones. *Enseñanza de las Ciencias*, *16* (2), 305-314.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

De Jong, O. (2006a). Making chemistry meaningful: conditions for successful context-based teaching. *Educación química*, *17,* 215-221.

De Jong, O. (2006b). Context-based chemical education: How to improve it? [Conferencia]. 19th ICCE. Seoul, Korea. https://www.globalpartnership.org/events/19th-international-conference-education-research.

De Jong, O. y Treagust, D. (2002) Problems in teaching the topic of redox reactions: actions and conceptions of chemistry teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, *32*, 1097-1110.

De Vos, W. y Verdonk, A. H. (1987). A new road to reactions, part 4. The substance and its molecules. *Journal of Chemical Education*, *64*, 692-694.

Dey, I. (2005) *Qualitative data analysis. A user-friendly guide for social scientific.* Taylor & Francis e-Library.

Díaz, F. y Hernández, G. (2010*). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo.* McGraw-Hill.

DiSessa A. y Cobb P. (2004). Ontological innovation and the role of theory in design experiments. *Journal of the Learning Sciences*, 77-103.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

DFES (formerly DFEE) (2002). *Departmental Report 2006*. http://www.dfes.gov.uk/statistics/.

Domínguez, J. M., García-Rodeja, E. Illobre. M.L., Castro M., García, S. y Rocha, A. (1996). La naturaleza corpuscular de la materia y su utilización en el campo conceptual calor y temperatura. Un estudio transversal mediante mapas conceptuales. *Caderno Catarinense De Ensino De Física*, *13*(1), 11-31.

Dovi, K., Chiarelli, J. y Franco, J. (2021). Service-Learning for a multiple learning modality environment. *Journal of Chemical Education*, *98*(6), 2005-2011.

Driver, R. (1983). *The pupil as scientist?* Open University Press.

Driver, R. y Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.

Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia.* Morata/MEC.

Dosal, M.A., Feregrino, V. M., Ortiz, L.R., Reza, J.C. y Córdova, J.L. (2003). Manifestaciones Químicas en entornos cotidianos. En G. Pinto (Ed.). *Didáctica de la Química y la Vida Cotidiana* (pp. 89-95). Universidad Politécnica de Madrid.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Espinosa, G. J. y Román, G. T. (1993). Actitudes hacia la ciencia en estudiantes universitarios de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, *11*(3), 297-300.

Estrada, M. A. (2002). *Análisis de las actitudes y conocimientos estadísticos elementales en l formación del profesorado* [Tesis doctoral, Universitat Autónoma de Barcelona]. Tesis Doctorals en Xarxa. http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/4697/maer1de3.pdf?sequence=1.

European Schoolnet (2006). *The ICT impact report. A review of studies of ICT impact on schools in Europe*. European Communities. https://www.academia.edu/34505379/The_ICT_Impact_Report_A_review_of_studies_of_ICT_impact_on_schools_in_Europe.

Ezquerra, A. y Rodríguez, F. (2013). Aprender a enseñar ciencias a maestros en formación a través del uso del vídeo. *Investigación en la Escuela*, *80*, 67-76.

FECS (2002). *Federation of European chemical societies annual reports.* Annual report 2000. http://www.chemsoc.org/networks/enc/fecs/fecspubs.htm.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Friedrichsen, P., Abell, S., Pareja, E., Brown, P., Lankford, D. y Volkmann, M. (2009). Does teaching experience matter? Examining biology teachers' prior knowledge for teaching in an alternative certification program. *Journal of Research in Science Teaching, 46* (4), 357-383.

Furió, C. (2006). *La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida.* Actas de las IV Jornadas Internacionales para la Enseñanza Preuniversitaria y Universitaria de la Química. Mérida, México.

http://revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66011/57923.

Furió, C. y Calatayud, M.L. (1996). Difficulties with the geometry and polarity of molecules: beyond misconceptions. *Journal of Chemistry Education,* 73, 36-41.

Furió, C. y Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos, *Educación química, 11*(3), 300-305.

Furió, C y Furió, C. (2009). ¿Cómo diseñar una secuencia de enseñanza de ciencias con una orientación sociocontructivista? *Educación química*, *20*(1), 246-251.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Furió, C. y Guisasola, J. (1999). Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de la Ciencias*, *17*(3), 441-452.

Furió, C. y Guisasola, J. (2001). La enseñanza del concepto de campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de la Ciencias*, *19*(2), 319-334.

Furió, C., Azcona, R., Guisasola, J. y Domínguez, C. (2000). La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento químico. En F. J. Perales Palacios, P. Cañal de León (Eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 421-448). Marfil.

Furió, C., Hernández, J., Solbes, J. y Vilches, A. (2007). La física y química en las enseñanzas mínimas de la enseñanza secundaria obligatoria en la LOE. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 53*, 47-58.

Gabel, D. L., Samuel, K. V. y Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, *64*, 695-697.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Gailiunas, P. (1987). Proportionality in science education. *The School Science Review, 68*(245), 744-748.

Galagovsky, L. (2005). La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿qué enseñar, ¿cómo, cuánto, para quiénes? *Química Viva*, *1*, 8-22.

Galagovsky, L. R., Di Giacomo, M. A., y Alí, S. (2015). Estequiometría y ley de conservación de la masa: lo que puede ocultar la simplificación del discurso experto. *Ciência & Educação (Bauru), 21*(2), 351-360.

Garai, C., Cuenca, J., López, M. y Rubio, R. (1997). *La química en nuestro entorno*. Dirección de Renovación Pedagógica.

García-Martínez, N., García-Martínez, S. Andreo-Martínez, P. y Almela. L. (2018). Ciencia en la cocina. Una propuesta innovadora para enseñar Física y Química en educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, *36*(3), 179-198.

Gargallo, L. B., Pérez, P. C, Serra, C. B., Sánchez, P. F. J. y Ros, R. I. (2007). Actitudes ante el aprendizaje y rendimiento académico en los estudiantes universitarios. *Revista Iberoamericana de Educación*, *42*(1), 6-17.

Garnett, P. y Treagust D.F. (1992). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry electric circuits

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

and oxidation-reduction equations. *Journal of Research in Science Teaching*, *29*, 121-142.

Garnett, P.J., Garnett P.J. y Hackling, M.W. (1995). Students´alternatives conceptions in chemistry: a review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, *25*, 69-95.

Garritz, A. (2010). Pedagogical content knowledge and the affective domain of scholarship of teaching and learning, *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, *4*(2), 1-6.

Garritz, A. y Ortega-Villar, N.A. (2013). El aspecto afectivo en la enseñanza universitaria. Cómo cinco profesores enseñan el enlace químico en la materia condensada. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas* (pp. 277-304). UEX-DEPROFE.

Gil, D. y Carrascosa, J. (1992). Concepciones alternativas en mecánica. *Enseñanza de las Ciencias*, *10*(3), 314-327**.**

Gilbert, J.K. (2006). On the nature of context in chemical education. *International Journal of Science Education, 28*(9), 957-976.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Golombek, D. (2008). *Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa.* IV Foro Latinoamérica de educación aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

https://www.fundacionluminis.org.ar/congresos-foros/27200/iv-foro-latinoamericano-de-educacion-aprender-y-ensenar-ciencias-desafios-estrategias-y-oportunidades.

Gómez, R. (2002). Análisis de los métodos didácticos en la enseñanza. *Publicaciones, 32*, 261-333.

González del Barrio, P y González, E. (2003). En didáctica de la química y vida cotidiana*, Sección de publicaciones de la ETS de Ingenieros Industriales*. Madrid.

Gott, R. y Duggan, S. (1995). *Investigative work in the science curriculum*. Open University.

Guerris, M., Cuadros, J., González-Sabaté, L. y Serrano, V. (2020). Describing the public perception of chemistry on twitter. *Chemistry Education Research and Practice, 21*(3)*, 989-999.*

Gutiérrez, F. (2005). *Teorías del desarrollo cognitivo.* McGraw-Hill/ Interamericana de España, S.A.U.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Gutiérrez, M.; Gómez Crespo, M. A. y Martín-Díaz, M.J. (2008). ¿Basta con decretar un nuevo currículo de química? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *56*, 20-27.

Grup Recerca-Faraday (1988). *Química Faraday. Un enfoque conceptual, experimental e histórico.* Teide.

Hammond, M., Fragkouli, E., Suandi, I., Crosson, S., Ingram, Ezquerra Á., Burgos Jiménez, E. y Manso, J. (2016). Estudio comparativo sobre las estrategias desarrolladas por los futuros docentes de primaria y secundaria en la elaboración de audiovisuales educativos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 13*(2), 493-504.

Hargreaves, A. (1998). The emotions of teaching and educational change. En A. Hargreaves, A. Lieberman, M. Fullan y D. Hopkins (Eds.). *International handbook of educational change* (pp. 558-575). Kluwer Academic Publishers.

Haudemand, R., Haudemand, N. y Echazarreta, D. (2014). *Las TIC en la enseñanza de la Física; conexiones con otras ciencias. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.* Buenos Aires, Argentina.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

http://educalab.es/-/congreso-iberoamericano-de-ciencia-tecnologia-innovacion-y-educacion.

Heckhausen, H. (1991). *Motivation and action*. Springer.

Hernández, J. (1997). *Dificultades de aprendizaje sobre la naturaleza corpuscular de la materia en la enseñanza secundaria una propuesta didáctica para superarlas* (Tesis Doctoral, Universidad de Valencia) Roderic. https://roderic.uv.es/handle/10550/38659.

Hernández, P. (2002). *Los moldes de la mente. Más allá de la inteligencia emocional.* Tafor.

Hernández, R.M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: retos y perspectivas. *Propósitos y Representaciones, 5*(1), 325 – 347.

Herradón, B. La Química: Ciencia central en el siglo XXI. Blog La ciencia y su impacto en la sociedad https://www.madrimasd.org/blogs/quimicaysociedad/2011/09/10/132641.

Herrón, J. D. (1996). *The Chemistry Classroom: Formulas for Successful Teaching.* American Chemical Society.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Hestenes, D. (1997). Modelling methodology for physics teachers. *Proceedings of the international conference on undergraduate physics education.* College Park.

Izquierdo, A. M. (2005). ¿para qué inventaron los problemas de química? *Revista Educación Química*, *16*(2), 246-259.

Izquierdo, M. (2009). ¿puede enseñarse química en primaria? En Abella, R. et al. (Eds.). *Hacemos ciencia en la escuela: experiencias y descubrimientos* (pp. 25-36). Graó.

Izquierdo, M. (2010). La transformación del átomo químico en una partícula física. ¿Se puede realizar el proceso inverso? En: Chamizo J. A. (Ed.). *Historia y Filosofía de la Química*. UNAM-Siglo XXI.

Izquierdo, A.M. (2017). Atando cabos entre contexto, competencias y modelización ¿Es posible enseñar ciencias a todas las personas? *Modelling in Science Education and Learning*, *10*(1), 310-326.

Jensen, W. B. (2010). *Chemistry. The science of substance*. University of Cincinnati.

Jiménez-Liso, M.R. y de Manuel, E. (2009). El regreso de la química cotidiana: ¿regresión o innovación? *Enseñanza de las ciencias*, *27*(2), 257–272

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Jiménez-Liso, M.R., Sánchez, M.A. y de Manuel, E. (2001). Aprender química de la vida cotidiana más allá de lo anecdótico. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *28*, 53-62.

Jimoh, A. J. (2005). Perception of difficult topics in chemistry curriculum by students in Nigeria secondary schools. *Ilorin Journal of Education*, *24*, 71-78.

Johnstone, A. (1993). The development of chemistry teaching. A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education, 70*(9), 701-707.

Johnstone, A. (2000). Teaching of chemistry -Logical or psychological? *Chemical Education: Research and Practice in Europe, 1*, 9-15.

Johnstone, A. H. (2006). Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, *7*(2), 49-63.

Juuti, K. y Lavonen, J. (2006). Design-based research in science education: one step towards methodology, *Nordina, 4*, 1-10.

Kind, V. (2004) *Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas* (2º Ed.). Durham University.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

King, D. (2012). New perspectives on context-based chemistry education: using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. *Studies in Science Education*, *48*(1), 51-87.

King, D.T. y Ritchie, S.M. (2012). Learning science through real-world contexts. En B. Fraser, K. Tobin y J.C. MacRobbie (Eds.). *Second International Handbook of Science Education* (pp. 69-80). Springer Press.

Knigth, D. (1992). *Ideas in chemistry. A history of the science*. Rutgers University Press.

Kolsto, S. D. (2000). *Scientific literacy for citizenship: tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues*. University of Bergen.

Kolsto, S.D. (2008). Science education for democratic citizenship through the use history of science. *Science & Education*, *17*, 977–997.

Krick, E. (1996). *Introducción a la ingeniería y al diseño en ingeniería*. Limusa.

Kuhn, T.S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Lamas, H. (2010). Una mirada actual al aprendizaje de las matemáticas. *Revista de Psicología*, *12*(1), 259-328.

Lawrence, I. (2005). Modeling – A Core Activity. En Sang, D. y Forst, R. (Eds.). *Teaching Secundary Science Using ITC* (pp. 120-145). Hodder Murray.

Lazlo, P. (2006). On the self-image of chemists, 1950-2000. *Hyle, an International Journal for the Philosophy of Chemistry, 12*(1), 99-130.

Lee, O. y Brophy, J. (1996). Motivational patterns observed in sixth-grade science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, *33*(3), 585-610.

Lévy-Leblond, J. (2001): «Ciclo de conferencias "O futuro do futuro"». https://docplayer.com.br/81328647-.html

Liguori, L. y Noste, M. (2005). *Didáctica de las Ciencias Naturales. Enseñar Ciencias Naturales*. Homo Sapiens.

Llorens, J.A. (1994). *Introducción a los conceptos básicos de química, en aspectos didácticos de física y química (Química5*). Universidad de Zaragoza.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Loaiza, J.R. (2011). *Diseño y aplicación de una unidad didáctica para la enseñanza de cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas en un curso de estequiometria* (Maestría en Educación, Universidad Tecnológica De Pereira). Repositorio de la Universidad Tecnológica De Pereira. http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/1868.

Löhner, S., Van Joolingen, W.R. y Savelsbergh, E.R. (2003). The effect of external representation on constructing computer models of complex phenomena. *Instructional Science*, *31*, 395-418.

López, M. M. y López, G. (2018). Motivation to learn Chemistry in massive open online courses [Conferencia]. *IACSS 2018-IACLPM 2018 Joint Conference Proceedings,* Praga, República Checa. http://socscienceconf.com/wp-content/uploads/IACSS-2018-IACLPM-2018-Proceedings.pdf.

López, M.M., Blanco, A. y Serrano, J. (2017). Valoración de la utilidad de la Química por estudiantes de Ingeniería Mecánica: Efecto de una propuesta didáctica. *Educación Química*, *28*, 14-21

López, M.M., López, G. y Rojano, S. (2018). Uso de un simulador para facilitar el aprendizaje de las reacciones de óxido-reducción.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Estudio de caso Universidad de Málaga. *Educación química*, *29*(3), 79-98.

López, M.M., López, G., García, J.C., López, M.A. y Montoro Leal, P. (2018). Using Flipped classroom at university to improve the chemistry learning [Conferencia]. *TEEM'18 Conference: the Sixth International Conference,* Salamanca, España. https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3284179.3284294.

López, M. M., López, G. Siles, M.T. y Vereda, E. (2019). New methodologies to improve the chemistry learning at University [Conferencia]. *Proceedings of the 3rd International Academic Conference on Humanities and Social Sciences,* Berlín, Alemania. https://www.dpublication.com/abstract-of-3rd-iachss/3-132.

Marinkovich, J. (2007). Cognitive-rhetorical strategies and dialectic dimension of oral argumentation in a Spanish language and communication lesson. *Revista Signos*, *40*(63), 127-146.

Martínez, F. R., Villamil, M. y Peña, H. D.C. (2006). Actitudes favorables hacia la Química a partir del enfoque de Ciencia, Tecnología Sociedad y Ambiente (CTSA) [Conferencia]. *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Mexico D.F., México. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2378506.

MEC (2007). *Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior* (MECES), ORDEN ECI/2220/2007. (2007, 21 julio). Boletín Oficial del Estado, N 174. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-14050.

Messick S. (1992). Multiple intelligences or multilevel intelligence? selective emphasis on distinctive properties of hierarchy. An essay review of gardner's frames of mind and sternberg's beyond IQ in the context of theory and research on the structure of human abilities. *Psychological Inquiry*, *3*(4), 365-384.

Molina, M., Carriazo, J. y Farías, D. (2011). Actitudes hacia la química de estudiantes de diferentes carreras universitarias en Colombia. *Química Nova, 34*(9), 1672-1677.

Monaghan, J.M y Clement, J. (1999). Use of computer simulation to develop mental simulations for understanding relative motion concepts. *International Journal of Science Education*, *21*(9), 921-944.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Mondeja, D. y Zumalacarregui de Cárdenas, B. (2009). Química virtual en la enseñanza de las ingenierías del perfil no químico. *Revista pedagogía universitaria*, *14*, 9-17.

Mora, M. y Parga, D. (2010) la imagen pública d la química y su relación con la generación de actitudes hacia la química y su aprendizaje. *Tea, tecne, episteme y didaxis*, *27*, 67-93.

Mosquera, C.J. (2008). *Material de apoyo del seminario fundamentación conocimiento de las didácticas.* Pereira.

Muciño, C. y Sámano, J. (2007). Actitud del alumno de bachillerato frente a la química: una aproximación cualitativa. *Educación Química*, *18*(4), 272-277.Muñoz O. G. (2012). *Praxis docente y desarrollo de aprendizajes significativos en el nivel de 2° medio en la unidad de Química Orgánica* (Tesis Doctoral, Universidad del Biobío). Repositorio Universidad de Biobío. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiV3tn0iNvxAhUP_RQKHaV6DS8QFjAAegQIBxAD&url=http%3A%2F%2Frepobib.ubiobio.cl%2Fjspui%2Fbitstream%2F123456789%2F1749%2F1%2FNeira_Sandoval_Gerardo.pdf&usg=AOvVaw26LXvpmYPh4cwvPbSUVZLM.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Muñoz-Repiso, M. (2004). Investigación, política y práctica educativas. En J. C Torre Puente y E. Gil Coria (Eds.). *Hacia una enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje: libro homenaje a Pedro Morales.* Universidad Pontificia Comillas.

Nieda, J. (2004). Los trabajos prácticos diez años más tarde. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *48*, 25-31.

Noseda, J.C., Avalis, C. y Cadoche, L. (1996). Química en ingeniería en sistemas de información: ¿Cómo Enseña? [Conferencia]. *Memorias 1º Congreso argentino de enseñanza de ingeniería,* Buenos Aires, Argentina. https://confedi.org.ar/cadi/edicion-1996/.

Nye, M. J. (1993). *From chemical philosophy to theoretical chemistry*. University of California Press.

Occupational Outlook Handbook (2002). *Occupational Outlook Handbook 2002-03* Edition, U.S. https://books.google.es/books/about/Occupational_Outlook_Handbook_2002_03.html?id=L4BNNJPPy0YC&redir_esc=y.

OCDE (2019). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias.* OECD Publishing.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Ogunde J. C., Overton T. L., Thompson C. D., Mewis R. y Boniface S. (2017). Beyond graduation: motivations and career aspirations of undergraduate chemistry students. *Chemistry Education Research and Practice*, *18*(3), 457–471.

Olitshy, S. y Milne, C. (2012). Understanding engagement in science education: the psychological and the social. En B.J. Fraser, K.G. Tobin y C.J. McRobbie (Eds.). *Second International Handbook of Science Education*, (pp. 19-33). Springer.

Oliva, J.M. (2019). Distintas acepciones para la idea de modelización en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, *37*(2), 5-24.

Oliver, M.C., Eimer, G. A., Bálsamo, N.F. y Crivello, M.E. (2011). Permanencia y abandono en química general en las carreras de ingeniería de la universidad tecnológica nacional- facultad regional córdoba (UTN-FRC), Argentina. *Avances en Ciencia e Ingeniería*, *2*(2), 117-129.

Ollino, M.A., Reveco P.O. y Alarcón H. (2007). *Enseñanza de la química a estudiantes de ingeniería de primer año: cuatro semestres probando las estrategias de aprendizaje activo en diferentes escenarios.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

http://industrial.ubiobio.cl/web/.

Onwu, M. y Randall, E. (2006). Some aspects of students' understanding of a representational model of the particulate nature of matter in chemistry in three different countries. *Chemistry Education Research and Practice, 7*(4), 226-239.

Osborne, R.J. y Bell, B.F. (1983). Science teaching and children´s view of that world. *European Journal of Scientific Research*, *5*(1), 1-14.

Oversby, J. (2000). Models in explanations of chemistry: the case of acidity. En J. K. Gilbert y C. J. Boulter (Eds.). *Developing models in science education* (pp. 227-251). Springer.

Perales, F.J. y Jiménez, J.D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, *20*(3), 369-386.

Perich, D. (2008). *Articulación educación media-educación superior*. http://www.sectormatematica.cl/articulos/articulacion_danny.pdf.

Picquart, M., Guzmán, O., y Sosa, R. (2010). Razonamiento científico e ideas previas en alumnos de ciencias básicas de la UAM-Iztapalapa. *Latin American Journal of Physics Education, 4*(1), 1056-1064.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Pintó, R. (2007). Discussing simulations. What learning can be achieved? En K. Berrada, I.Z. Ashraf y A. Outzourhit (Eds.). *Book of abstracts of The International Conference on Physics Education: Building Careers with Physics,* (s. p.). Marrakech, Morocco. https://iupap.org/who-we-are/internal-organization/commissions/c14-physics-education/c14-conferences-and-meetings/.

Pintó, R. (2011). Las tecnologías digitales en la enseñanza de la Física y Química. En A. Caamaño (Ed.). *Didáctica de la Física y Química,* (pp. 169-192). Graó/MEC.

Pintrich, P. (1994). Student motivation in the college classroom. En K. Pritchard y R. McLaran (Eds.). *Handbook of college teaching: theory and applicatio*n (pp. 23-24). Greenwood Press.

Ponce, S., Martínez, G. y Zuriaga, F. (2008). Creencias y estereotipos: la dimensión afectiva y su influencia en matemática [Conferencia]. *Memorias del VI Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (VI CAEDI).* Ciudad de Salta, Argentina. https://cimec.org.ar/pipermail/congresos/2008-February/000148.html.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Pontes, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *2*(1), 2-18.

Pozo, J.I. y Gómez-Crespo, M.A. (1994). *Aprende y enseñar ciencia. Del conocimiento científico.* Ediciones Morata, S.L.

Pozo, J.I. y Gómez-Crespo, M.A. (1997). ¿Qué es lo que hace difícil la comprensión de la ciencia? Algunas explicaciones y propuestas para la enseñanza. En L. Del Carmen (Ed.). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria* (pp. 73-105). ICE-Horsori.

Pozo, J.I. Gómez, M.A., Limón, M. y Sanz, A. (1991*). Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química.* Servicio Publicaciones MEC.

Pozo, J.I., Gómez, M.A., Limón, M. y Sanz, A. (1993). *La comprensión de la química en la adolescencia.* Memoria de investigación. CIDE/Universidad Autónoma de Madrid.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Prieto, T. (1989). *Proyecto docente de didáctica de las ciencias experimentales*. Universidad De Málaga (documento no publicado).

Quílez, J. (2019). A categorisation of the terminological sources of student difficulties when learning chemistry. *Studies in Science Education, 55*(2), 121-167

Ratcliffe, M. (2002). What´s difficult about a-level chemistry. *Education chemistry, 39*, 76-80

Raviolo, A., y Lerzo, G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual. *Educación química*, *27*(3), 195-204.

Reeves, A. (2011). Practice-based research and the development of evidence. *Counselling and Psychotherapy Research*, *27*(3), 87-87 https://doi.org/10.1080/14733145.2011.582386.

Reinking, D. y Bradley, B.A. (2008). *On formative and design experiments*. Teachers College Press.

Reyes, M., Porro, S. y Pirovani, M. (2015). Actitudes y rendimiento académico: su evolución desde química general e inorgánica hasta química orgánica. *Revista Colombiana de Química, 43*(1), 36- 41.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Rinaudo, M.C. y Donolo, D. (2010). Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. Design studies. A promising outlook on educational research. *Revista de Educación a Distancia*, *22*, 1-29.

Rincón, J.A. y Herrera, M.L. (2013). Chocolate. *Ciencia E Investigación*, *63*(2), 55-62.

Rivera Núñez, M.C. y Melón de Giles, M.J. (2003). *El porqué de la química en la enseñanza de las ingenierías, en didáctica de la química y la vida cotidiana*. Sección de publicaciones de la ETS de ingenieros industriales.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walwerg, H. y Hemmo, V. (2007). *Science education now. A renewed pedagogy for the future of europe. High level group on science education*. Brussels: european commission. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj9yonLn9vxAhXQzoUKHbJhA4YQFjAAegQIBhAD&url=https%3A%2F%2Fwww.eesc.europa.eu%2Fresources%2Fdocs%2Frapportrocardfinal.pdf&usg=AOvVaw0qspfWr9yKQgGRz07c-jbf.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Rodríguez, A. (1986). *Los elementos químicos en el universo*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga.

Rodríguez, F. (2016). El "consumo de agua de bebida envasada" como contexto para el desarrollo de competencias científicas. Un estudio de caso en 3er curso de la educación secundaria obligatoria (Tesis Doctoral, Universidad de Málaga). Riuma. https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/13315.

Rojano Ramos, S., López Guerrero, M.M. y López Guerrero, G. (2016). Desarrollo de tecnologías de la información y la comunicación para reforzar los procesos de enseñanza y aprendizaje en ciencias en el grado de maestro/a en educación infantil. *Educación química, 27*(3), 226-232.

Russell, D.W, Lucas, K.B. y Mcrobbie, C.J. (2004). Role of the microcomputer-based laboratory display in supporting the construction of new understandings in thermal physic. *Journal or Research in Science Teaching*, *41*(2), 165-185.

Saéz, M. y Pintó, R. (2007). Dealing with different representations when analysing forces and motion [Conferencia]. *Proceedings of the Sixth International Esera conference.* Malmö, Sweden.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

https://www.esera.org/publications/esera-conference-proceedings/esera-2007.

Salgado-Lévano, A.C. (2007). Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. *Liberabit*, *13*(13), 71-78.

Salonen A., Kärkkäinen S. y Keinonen T. (2018). Career-related instruction promoting students' career awareness and interest towards science learning, *Chemistry Education Research and Practice*, *19*(2), 474–483.

Salta, K. y Tzougraki, C., (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education*, *88*, 535-547.

Sanghi, R., Singh, V. y Sharma, R. K. (2012). Environment and the role of green chemistry. En S. Rashmi y S. Vandana (Eds.). *Green Chemistry for Environmental Remediation* (pp. 1-34). John Wiley & Sons.

Santandreu, L. N. V., Pandiella, B. S. y Macías, A. (2010). Actitudes hacia las ciencias y el rendimiento académico de estudiantes de nivel secundario. *Revista Electrónica Iberoamericana de Educación en Ciencias y Tecnología, 2*(2), 47-67.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Schummer, J. (1998). The Chemical Core of Chemistry, I: A Conceptual Approach, *HYLE International journal for phylosopy of chemistry*, *4*(2), 129-162.

Schummer, J. y Spector, T. I. (2007). The visual image of chemistry, *HYLE International journal for phylosopy of chemistry*, *13*, 3-41.

Schummer, J., Bensaude-Vicent, B. y Van Tiggelen, B. (2006). Special issue on the public image of chemistry part I. Editorial. *HYLE International journal for phylosopy of chemistry, 12*(1) 3-4.

Schwartz, A. T., Bunce, D. M., Silberman, R. G., Stanitski, C. L., Stratton, W. J. y Zipp, A. P. (1994). *Chemistry in context: Applying chemistry to society*. ACS Chemistry for life.

Shavelson, R.J., Phillips, D. C., Towne, L. y Feuer, M. J. (2003). The role of design in educational research. *Educational Researcher, 32*(1) 25-28.

Sheldon, R. A. (1992). Organic synthesis; past, present and future. *Chemistry & Industry (London),* 903-906.

Sheldon, R. A. (2007). The e factor: fifteen years. *Green Chem*istry, *9*, 1273-1283.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Shirly, A., Zehavit, K. y Yehudit, J.D. (2020). Trends and perceptions of choosing chemistry as a major and a career. *Chemistry Education Research and Practice, 21*, 668-684.

Shulman, L.S. (2012). *Keynote at the PCK Summit*. Colorado Springs.

Sierra, A., Meléndez, L., Ramírez-Monroy, A. y Arroyo, M. (2014). La química verde y el desarrollo sustentable. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, *5*(9), 1-15.

Solbes, J., Montserrat, R. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, *21*, 91-117.

Solé, I. (1999). Disponibilidad para el aprendizaje y sentido del aprendizaje. En C. Coll, E. Martín T. Mauri, M. Miras, J. Onrubia, I. Solé y A. Zabala (Eds.). *El constructivismo en el aula* (10ª Ed., pp. 25-46). Graó.

Solsona, N. (2003). La cocina, el laboratorio de la vida cotidiana. En G. Pinto (Ed.). *Didáctica de la Química y la Vida Cotidiana* (pp. 57-66). Universidad Politécnica de Madrid.

Solsona, N. (2009). La química de la cocina, una reflexión para saber que sabemos. *Ekamunde, 76,* 30-33.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Stejskalová I., Komárková L., Bednářová M. y Štrach P. (2019) 'Student Adoption of a Non-Traditional Teaching Method in Accounting: How Previous Experience Impedes Willingness to Change'. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, *12*(1), 01-11.

Stucheya, M., Hofstein B; Mamlok-Naamanb, R. y Eilksa, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, *49*(1), 1–34.

Suarez, J.J. (2016). Física y química en contexto: uso de las TICs como herramienta de motivación. (Trabajo Fin de Grado, Universidad de Oviedo). Repositorio de la Universidad de Oviedo. https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/38264.

Talanquer, V. (2013). School Chemistry: The Need for Transgression. *Science & Education, 22*(7), 1757–1773.

Tan, M. (2012). Multicultural chemistry and the nature of science: but what about knowledge? *Multicultural chemistry and the nature of science*, 7(3), 653–657.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Thagard, P. (2008). Conceptual change in the history of science: life, mind and disease. En S. Vosniadou (Ed.). *International Handbook of Research on Conceptual Change* (pp. 374-387). Routledge.

Trinidad-Velasco, R. y Garritz A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Investigación educativa*, *14*(2), 92-105.

Trost, B. M. (1991). The atom economy. A search for synthetic efficiency. *Science*, *254*, 1471-1477.

Tudela, D. (1997). Introducción a la geometría molecular utilizando plastilina y palillos. *Education in Chemistry*, *34*, 225-242.

Uraga, C., Blanco A., Fernando, L., Barea, J.A., Piano, J.A. y Pozas, R. (2001). *Las bebidas: café, té y chocolate: enseñanza secundaria obligatoria. Cuaderno del profesor.* Torremolinos.

Vázquez, A. A. y Manassero, M. M. A. (2007). Fundamentos y líneas de trabajo. En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (II): evidencias empíricas derivadas de la investigación. *Revista Eureka*, *4*(3), 417-44.

Vázquez, A., Acevedo, J.A. y Manassero, M.A. (2001). Enseñando sobre la ciencia: consenso y disenso en la educación y evaluación de las

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

actitudes relacionadas con la ciencia. En M. Martín Sánchez y J.G. Morcillo (Eds.). *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 297-305). Nivola.

Viennot, L. (1996). *Raisonner en physique: la part du sens commun.* De Boeck Supérieur.

Vílchez J.M. y Perales, F.J. (2018). El diseño de unidades didácticas en la formación inicial de profesores de ciencias: validación de una rúbrica. *Formación de Profesores*, *57*(1), 70-98.

Villalonga, M., García, R. M. Menéndez, A. L. y Falls, M. M. (2009). Integración de la Química General en la carrera de Ingeniería Mecánica utilizando problemas profesionales. *Educación Química*, *20*(1), 83-89.

Wallace, R.M. (2003). Online Learning in Higher Education: a review of research on interactions among teachers and students. *Education, Communication & Information, 3*(2), 241-280.

Wandersee, J. H., Mintzes, J. J. y Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. En D. Gabel (Ed.). *Handbook of research on science teaching and learning: a project of the national science teachers association* (pp. 177-210). MacMillan.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Wang. F. y Hannafin, M.J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational Technology Research and Development*, *53*(4), 5-23.

Webb, M.E. (2005). Affordances of ICT In science learning: implications for an integrated pedagogy. *International Journal of Science Education*, *27*(6), 705-735.

Woolnough, B.E. (1991). Practical science: *the role and reality of practical work in school science*. Open University Press.

Wright, P. H. (1994). *Introduction to Engineering*. John Wiley & Sons.

Yusuf, N. B. (2020). Colleges of education students' awareness of use of multiple representations in explaining chemistry concepts in Kwara state, Nigeria. *Acta Didáctica Napocensia*, *13*(1), 13-18.

Zeeman, J. (2003). Science and civil society. *Acta Congreso Internacional.* En *La ciencia ante el público: Cultura humanista y desarrollo científico tecnológico* (pp 70-88). Universidad de Salamanca.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

ANEXOS

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

ANEXO 5.1

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

IMPRESO SOLICITUD PARA VERIFICACIÓN DE TÍTULOS OFICIALES

1. DATOS DE LA UNIVERSIDAD, CENTRO Y TÍTULO QUE PRESENTA LA SOLICITUD

De conformidad con el Real Decreto 1393/2007, por el que se establece la ordenación de las Enseñanzas Universitarias Oficiales

UNIVERSIDAD SOLICITANTE	CENTRO	CÓDIGO CENTRO
Universidad de Málaga	Escuela Politécnica Superior	29009119
NIVEL	**DENOMINACIÓN CORTA**	
Grado	Ingeniería Mecánica	
DENOMINACIÓN ESPECÍFICA		
Graduado o Graduada en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Málaga		
RAMA DE CONOCIMIENTO	**CONJUNTO**	
Ingeniería y Arquitectura	No	
HABILITA PARA EL EJERCICIO DE PROFESIONES REGULADAS	**NORMA HABILITACIÓN**	
Sí	Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, BOE de 20 febrero de 2009	
SOLICITANTE		
NOMBRE Y APELLIDOS	**CARGO**	
MARIA JOSE BLANCA MENA	VICERRECTORA DE ORDENACIÓN ACADÉMICA Y PROFESORADO DE LA UNIVERSIDAD DE MÁLAGA	
Tipo Documento	**Número Documento**	
NIF	25084614D	
REPRESENTANTE LEGAL		
NOMBRE Y APELLIDOS	**CARGO**	
MARIA JOSE BLANCA MENA	VICERRECTORA DE ORDENACIÓN ACADÉMICA Y PROFESORADO	
Tipo Documento	**Número Documento**	
NIF	25084614D	
RESPONSABLE DEL TÍTULO		
NOMBRE Y APELLIDOS	**CARGO**	
Alejandro Rodríguez Gómez	DIRECTOR DE LA ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR	
Tipo Documento	**Número Documento**	
NIF	33381949W	

2. DIRECCIÓN A EFECTOS DE NOTIFICACIÓN

A los efectos de la práctica de la NOTIFICACIÓN de todos los procedimientos relativos a la presente solicitud, las comunicaciones se dirigirán a la dirección que figure en el presente apartado.

DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	MUNICIPIO	TELÉFONO
C/ El Ejido s/n. PABELLÓN DE GOBIERNO DE LA UNIVERSIDAD DE MÁLAGA	29071	Málaga	952131038
E-MAIL	**PROVINCIA**		**FAX**
blamen@uma.es	Málaga		952132694

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

csv: 125220518181985651229801

3. PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES	
De acuerdo con lo previsto en la Ley Orgánica 5/1999 de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos solicitados en este impreso son necesarios para la tramitación de la solicitud y podrán ser objeto de tratamiento automatizado. La responsabilidad del fichero automatizado corresponde al Consejo de Universidades. Los solicitantes, como cedentes de los datos podrán ejercer ante el Consejo de Universidades los derechos de información, acceso, rectificación y cancelación a los que se refiere el Título III de la citada Ley 5-1999, sin perjuicio de lo dispuesto en otra normativa que ampare los derechos como cedentes de los datos de carácter personal.	
El solicitante declara conocer los términos de la convocatoria y se compromete a cumplir los requisitos de la misma, consintiendo expresamente la notificación por medios telemáticos a los efectos de lo dispuesto en el artículo 59 de la 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, en su versión dada por la Ley 4/1999 de 13 de enero.	
	En: Málaga, a ___ de _____ de 2011
	Firma: Representante legal de la Universidad

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

csv: 125220518181985651229801

1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

1.1. DATOS BÁSICOS

NIVEL	DENOMINACIÓN ESPECIFICA	CONJUNTO	CONVENIO	CONV. ADJUNTO
Grado	Graduado o Graduada en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Málaga	No		Ver Apartado 1: Anexo 1.

LISTADO DE MENCIONES
No existen datos

RAMA	ISCED 1	ISCED 2
Ingeniería y Arquitectura	Ingeniería y profesiones afines	Mecánica y metalurgia

HABILITA PARA PROFESIÓN REGULADA:	Ingeniero Técnico Industrial

RESOLUCIÓN	Resolución de 15 de enero de 2009, BOE de 29 de enero de 2009
NORMA	Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, BOE de 20 febrero de 2009

AGENCIA EVALUADORA
Agencia Andaluza de Evaluación de la Calidad y Acreditación Universitaria

UNIVERSIDAD SOLICITANTE
Universidad de Málaga

LISTADO DE UNIVERSIDADES	
CÓDIGO	UNIVERSIDAD
011	Universidad de Málaga

LISTADO DE UNIVERSIDADES EXTRANJERAS	
CÓDIGO	UNIVERSIDAD
No existen datos	

LISTADO DE INSTITUCIONES PARTICIPANTES
No existen datos

1.2. DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS EN EL TÍTULO

CRÉDITOS TOTALES	CRÉDITOS DE FORMACIÓN BÁSICA	CRÉDITOS EN PRÁCTICAS EXTERNAS
240	60	0
CRÉDITOS OPTATIVOS	**CRÉDITOS OBLIGATORIOS**	**CRÉDITOS TRABAJO FIN GRADO/ MÁSTER**
30	138	12

LISTADO DE MENCIONES	
MENCIÓN	CRÉDITOS OPTATIVOS
No existen datos	

1.3. Universidad de Málaga

1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

LISTADO DE CENTROS	
CÓDIGO	CENTRO
29009119	Escuela Politécnica Superior

1.3.2. Escuela Politécnica Superior

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO		
PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	VIRTUAL
Sí	No	No
PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	TERCER AÑO IMPLANTACIÓN

csv: 125220518181985651229801

200	200	200
CUARTO AÑO IMPLANTACIÓN	**TIEMPO COMPLETO**	
200	**ECTS MATRÍCULA MÍNIMA**	**ECTS MATRÍCULA MÁXIMA**
PRIMER AÑO	60.0	60.0
RESTO DE AÑOS	48.0	240.0
	TIEMPO PARCIAL	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	**ECTS MATRÍCULA MÁXIMA**
PRIMER AÑO	30.0	60.0
RESTO DE AÑOS	30.0	240.0
NORMAS DE PERMANENCIA		
http://www.uma.es/secretariageneral/normativa/propia/consejo/Junio_2011/Anexo04.pdf		
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	Sí
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

csv: 125220518181985651229801

2. JUSTIFICACIÓN, ADECUACIÓN DE LA PROPUESTA Y PROCEDIMIENTOS

Ver Apartado 2: Anexo 1.

3. COMPETENCIAS

3.1 COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES
BÁSICAS
CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio
CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
GENERALES
A1 - Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según las competencias de formación básica, común a la rama industrial y tecnológica, la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de: estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.
A10 - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.
A11 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.
A2 - Capacidad para la dirección, de las actividades objeto de los proyectos de ingeniería descritos en el epígrafe anterior.
A3 - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
A4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
A5 - Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.
A6 - Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
A7 - Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.
A8 - Capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad.
A9 - Capacidad de organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones.
3.2 COMPETENCIAS TRANSVERSALES
No existen datos
3.3 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
B1 - Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencia; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización
B2 - Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería
B3 - Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería
B4 - Capacidad para comprender y aplicar los principios de conocimientos básicos de la química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la ingeniería

UNIVERSIDAD DE MALAGA

csv: 125220518181985651229801

B5 - Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador
B6 - Conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas
C1 - Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería.
C10 - Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad.
C11 - Conocimientos aplicados de organización de empresas.
C12 - Conocimientos y capacidades para organizar y gestionar proyectos.
C13 - Conocer la estructura organizativa y las funciones de una oficina de proyectos.
C2 - Conocimientos de los principios básicos de la mecánica de fluidos y su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería. Cálculo de tuberías, canales y sistemas de fluidos.
C3 - Conocimientos de los fundamentos de ciencia, tecnología y química de materiales. Comprender la relación entre la microestructura, la síntesis o procesado y las propiedades de los materiales.
C4 - Conocimiento y utilización de los principios de teoría de circuitos y máquinas eléctricas
C5 - Conocimientos de los fundamentos de la electrónica
C6 - Conocimientos sobre los fundamentos de automatismos y métodos de control
C7 - Conocimiento de los principios de teoría de máquinas y mecanismos
C8 - Conocimiento y utilización de los principios de la resistencia de materiales
C9 - Conocimientos básicos de los sistemas de producción y fabricación.
E1IM - Conocimientos y capacidades para aplicar las técnicas de ingeniería gráfica.
E2IM - Conocimientos y capacidades para el cálculo, diseño y ensayo de máquinas.
E3IM - Conocimientos aplicados de ingeniería térmica.
E4IM - Conocimientos y capacidades para aplicar los fundamentos de la elasticidad y resistencia de materiales al comportamiento de sólidos reales.
E5IM - Conocimientos y capacidad para el cálculo y diseño de estructuras y construcciones industriales.
E6IM - Conocimiento aplicado de los fundamentos de los sistemas y máquinas fluidomecánicas.
E7IM - Conocimientos y capacidades para la aplicación de la ingeniería de materiales.
E8IM - Conocimiento aplicado de sistemas y procesos de fabricación, metrología y control de calidad.
OIM1 - Conocimiento y capacidades para aplicar los métodos de la Mecánica de Suelos
OIM10 - Conocer las responsabilidades del acaecimiento de accidentes de trabajo,características y métodos en la solución de conflictos laborales
OIM11 - Conocer de forma detallada los fundamentos de la Inspección de Seguridad y la Investigación de accidentes. Metodología y puesta en práctica.
OIM12 - Conocer los distintos tipos de notificación de accidentes
OIM13 - Estar en disposición de entender y conocer la evaluación de riesgos de una empresa y sus correspondientes medidas preventivas
OIM14 - Saber calcular e interpretar los índices estadísticos de siniestralidad más habituales y realizar una valoración crítica de los mismos
OIM15 - Conocer los fundamentos de la documentación científica y las fuentes de información en Higiene industrial. Conocimiento de los fundamentos de la investigación de enfermedades profesionales
OIM16 - Conocer los principales riesgos higiénicos físicos químicos y biológicos
OIM17 - Que los alumnos conozcan los agentes contaminantes en el ámbito hospitalario y los mecanismos de evolución control y su prevención.
OIM18 - Conocer los fundamentos de la Ergonomía, objetivos y ramas, y su utilidad en la prevención.
OIM19 - Conocimientos básicos de primeros auxilios a nivel de empresa
OIM2 - Conocimiento y capacidades para realizar el diseño, cálculo y ejecución de las cimentaciones de las estructuras

csv: 125220518181985651229801

UNIVERSIDAD DE MALAGA

OIM20 - Conocimientos y capacidad para aplicar los conocimientos sobre bases de datos.
OIM21 - Conocimientos básicos de sistemas informáticos y programación orientados a aplicaciones industriales.
OIM22 - Capacidad para aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería para implementar algoritmos en un lenguaje de programación.
OIM23 - Conocimientos básicos de programación visual.
OIM24 - Conocimiento de las aplicaciones tecnológicas que se han desarrollado a partir de los principios de la Física contemporánea.
OIM25 - Capacidad para diseñar y mejorar los dispositivos tecnológicos mediante el conocimiento de sus leyes físicas de funcionamiento
OIM26 - Conocimientos, comprensión y capacidad para diseñar y dirigir los sistemas de producción y operaciones industriales
OIM27 - Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad
OIM28 - Conocimientos aplicados de Organización de empresas en Operaciones Industriales.
OIM29 - Conocimientos y capacidades para organizar, gestionar y controlar proyectos.
OIM30 - Capacidad para la programación e integración de manipuladores industriales en células automatizadas.
OIM31 - Capacidad para diseñar sistemas electrónicos y de instrumentación industrial
OIM32 - Capacidad para el manejo de la instrumentación electrónica basada en PC.
OIM33 - Conocimientos de los fundamentos de la acústica y los transductores electroacústicos.
OIM34 - Conocimientos de la normativa vigente sobre acústica de recintos y medioambiental.
OIM35 - Capacidad de diseño de soluciones básicas para los problemas del aislamiento y acondicionamiento acústico de recintos.
OIM36 - Capacidad de diseño de sistemas de sonorización y megafonía con criterios de inteligibilidad.
OIM37 - Capacidad para diseñar y mejorar los dispositivos tecnológicos mediante el conocimiento de sus leyes físicas de funcionamiento
OIM5 - Conocimiento y capacidad para conocer el comportamiento teórico de los materiales usados en construcción.
OIM6 - Aplicación de materiales y elementos constructivos en obras de construcción
OIM7 - Que los alumnos puedan aplicar los principios de la Seguridad e Higiene en el Trabajo, las técnicas de evaluación de los riesgos de accidentes, las medidas y los medios adecuados para su prevención.
OIM8 - Que los alumnos conozcan los medios de protección colectiva e individual
OIM9 - Entender la significación y necesidad de condiciones de trabajo seguras
OMI3 - Conocimientos de energías renovables y de la eficiencia energética.
OMI4 - Conocimientos científicos y tecnológicos sobre los procedimientos de soldeo, aspectos metalúrgicos, inspección y cálculo de uniones soldadas.
T1IM - Conocimientos de motores térmicos. Principios básicos y su aplicación como elementos de generación de energía mecánica.
T2IM - Conocimiento de los sistemas auxiliares de los MCIA
T3IM - Conocimientos complementarios de metrologia, calibración y acreditación
T4IM - Capacidad para la aplicación de sistemas de calidad en Fabricación, técnicas avanzadas de control de calidad y normalización
T5IM - Conocimiento y capacidades para abordar el diseño, cálculo y ejecución de estructuras
T6IM - Conocimientos y capacidades para la aplicación de la ingeniería de materiales
T7IM - Conocimientos y capacidades para el uso de técnicas experimentales y de herramientas de simulación en el Diseño de Máquinas
T8IM - Conocimiento y capacidades para abordar el diseño, cálculo y ejecución de estructuras de hormigón
TFG - Ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería Industrial de naturaleza profesional en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.

4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

4.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN PREVIO

Ver Apartado 4: Anexo 1.

csv: 125220518181985651229801

4.2 REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN

El artículo 42 de la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades, señala que el estudio en la Universidad es un derecho de todos los españoles, en los términos establecidos en el ordenamiento jurídico y que para el acceso a la Universidad será necesario estar en posesión del título de Bachiller o equivalente. Señala, también, el referido artículo que, además, en todo caso, y de acuerdo con lo que establece el artículo 38 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, para acceder a los estudios universitarios será necesaria la superación de una única prueba.

No obstante lo anterior, el apartado 4 del artículo 42 de la Ley Orgánica de Universidades señala que, para facilitar la actualización de la formación y la readaptación profesionales y la plena y efectiva participación en la vida cultural, económica y social, el Gobierno, previo informe del Consejo de Universidades, regulará los procedimientos para el acceso a la universidad de quienes, acreditando una determinada experiencia laboral o profesional, no dispongan de la titulación académica legalmente requerida al efecto con carácter general. A este sistema de acceso, que permitirá el ingreso en cualquier universidad, centro y enseñanza, podrán acogerse también, en las condiciones que al efecto se establezcan, quienes, no pudiendo acreditar dicha experiencia, hayan superado una determinada edad.

Para regular estas y otras modalidades de acceso a las enseñanzas universitarias oficiales de grado así como el procedimiento de admisión a las universidades públicas españolas se ha dictado el Real Decreto 1892/2008, de 14 de noviembre (BOE número 283, del día 24-11-2008).

De acuerdo con lo establecido en el referido Real Decreto podrán acceder a los estudios universitarios oficiales de Grado en las universidades españolas, en las condiciones que para cada caso se determinan en el propio Real Decreto, quienes reúnan alguno de los siguientes requisitos:

- Quienes se encuentren en posesión del título de Bachiller al que se refieren los artículos 37 y 50.2 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación y hayan superado la prueba de acceso a que se refiere el artículo 38 de la norma citada. Esta prueba valorará, junto con las calificaciones obtenidas en el bachillerato, la madurez académica, los conocimientos y la capacidad de los estudiantes para seguir con éxito las enseñanzas universitarias. El capítulo II del Real Decreto que venimos citando regula las condiciones de realización y características de esta prueba, que deberá realizarse, en general, en la universidad a que esté adscrito el centro de educación secundaria en el que hubieran obtenido el título de Bachiller.

- Quienes estén en posesión de cualquiera de los títulos o certificados que se indican a continuación, correspondientes a planes de estudios de ordenaciones educativas anteriores, o a estudios extranjeros homologados o convalidados por los mismos y hayan superado la prueba de acceso a que se refiere el párrafo anterior:

- Título de Bachiller correspondiente a la ordenación del sistema educativo regulada por la Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo.
- Certificado acreditativo de haber superado el Curso de Orientación Universitaria.
- Certificado acreditativo de haber superado el Curso Preuniversitario.
- Cualquier otro título que el Ministerio de Educación Política Social y Deporte declare equivalente, a estos efectos, al título de Bachiller regulado por la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación

- Los estudiantes procedentes de sistemas educativos de Estados miembros de la Unión Europea o de otros Estados con los que España haya suscrito Acuerdos Internacionales a este respecto, previsto por el artículo 38.5 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo de Educación, que cumplan los requisitos exigidos en su respectivo país para el acceso a la universidad. Estos estudiantes podrán acceder a la universidad española en las mismas condiciones que los estudiantes que hayan superado la prueba de acceso referida en los dos párrafos anteriores.

- Los estudiantes procedentes de sistemas educativos extranjeros, previa solicitud de homologación del título de origen al título español de Bachiller y superación de la prueba de acceso a la universidad organizada por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

- Quienes se encuentren en posesión de los títulos de Técnico Superior correspondientes a las enseñanzas de Formación Profesional y Enseñanzas Artísticas o de Técnico Deportivo Superior correspondientes a las Enseñanzas Deportivas a los que se refieren los artículos 44, 53 y 65 de la Ley Orgánica 2/2006, de Educación. Estos estudiantes no tienen que realizar prueba de acceso alguna.

- Las personas mayores de veinticinco años, de acuerdo con lo previsto en la disposición adicional vigésima quinta de la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades. Estas personas podrán acceder a las enseñanzas universitarias oficiales de Grado mediante la superación de una prueba de acceso. Sólo podrán concurrir a dicha prueba de acceso, quienes cumplan o hayan cumplido los 25 años de edad antes del día 1 de octubre del año natural en que se celebre dicha prueba, cuyas características están reguladas en los artículos 28 a 35 del Real Decreto que venimos citando.

- Quienes acrediten experiencia laboral o profesional, de acuerdo con lo previsto en el artículo 42.4 de la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades, en la redacción dada por la Ley 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la anterior. Podrán acceder por esta vía los candidatos con experiencia laboral y profesional en relación con una enseñanza, que no posean ninguna titulación académica habilitante para acceder a la universidad por otras vías y cumplan o hayan cumplido los 40 años de edad antes del día 1 de octubre del año de comienzo del curso académico.

El acceso se realizará respecto a unas enseñanzas concretas, ofertadas por la universidad, a cuyo efecto el interesado dirigirá la correspondiente solicitud al Rector de la universidad.

La Universidad de Málaga establecerá los criterios de acreditación y ámbito de la experiencia laboral y profesional en relación con cada una de las enseñanzas de grado, de forma que permitan ordenar a los solicitantes. Entre dichos criterios se incluirá, en todo caso, la realización de una entrevista personal con el candidato.

- Las personas mayores de cuarenta y cinco años, de acuerdo con lo previsto en el artículo 42.4 de la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades, en la redacción dada por la Ley 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la anterior. Estas personas habrán de superar una prueba de acceso, cuyas características se detallan en los artículos 37 a 44 del Real Decreto 1892/2008; no poseer ninguna titulación académica habilitante para acceder a la universidad por otras vías; y no poder acreditar experiencia laboral o profesional.

- Quienes estén en posesión de un título universitario oficial de Grado o título equivalente.

- Quienes estén en posesión de un título universitario oficial de Diplomado universitario, Arquitecto Técnico, Ingeniero Técnico, Licenciado, Arquitecto, Ingeniero, correspondientes a la anterior ordenación de las enseñanzas universitarias o título equivalente.

csv: 125220518181985651229801

- Quienes hayan cursado estudios universitarios parciales extranjeros o, habiéndolos finalizado, no hayan obtenido su homologación en España y deseen continuar estudios en una universidad española. En este supuesto, será requisito indispensable que la universidad correspondiente les haya reconocido al menos 30 créditos.

El acceso a la universidad española desde cualquiera de los supuestos que se acaban de relacionar se realizará desde el pleno respeto a los derechos fundamentales y a los principios de igualdad, mérito y capacidad.

Así mismo se tendrán en cuenta los principios de accesibilidad universal y diseño para todos según lo establecido en la Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.

Igualmente, se garantizará que la admisión de los estudiantes a las enseñanzas universitarias oficiales de Grado sea general, objetiva y universal, tenga validez en todas las universidades españolas y responda a criterios acordes con el Espacio Europeo de Educación Superior.

Según lo establecido en la Disposición Transitoria Única del Real Decreto 1892/2008 y de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 17 del Real Decreto 806/2006, de 30 de junio, por el que se establece el calendario de aplicación de la nueva ordenación del sistema educativo, establecida por la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de junio, de Educación, la prueba de accesoregulada en el capítulo II del referido real decreto 1892/2008 se aplicará a partir del año académico 2009-2010. Hasta el término del año académico 2008-09 será de aplicación el Real Decreto 1640/1999, de 22 de octubre, por el que se regula la prueba de acceso a estudios universitarios, modificado y completado por los Reales Decretos 990/2000, de 2 de junio y 1025/2002, de 4 de octubre y el Real Decreto 406/1988, de 29 de abril, sobre organización de las pruebas de aptitud para el acceso a las facultades, escuelas técnicas superiores y colegios universitarios, y composición de los tribunales, modificado por el Real Decreto 807/1993, de 28 de mayo.

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 17 del Real Decreto 806/2006, de 30 de junio, por el que se establece el calendario de aplicación de la nueva ordenación del sistema educativo, establecida por la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de junio, de Educación, modificado por la Disposición final primera del Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas, la prueba de acceso regulada en el capítulo III del Real Decreto 1892/2008 se aplicará a partir del 1 de octubre de 2009. Hasta el 30 de septiembre del año 2009 será de aplicación la Orden de 12 de junio de 1992, por la que se regulan las pruebas de aptitud para el acceso a Facultades, Escuelas Técnicas Superiores y Colegios Universitarios de alumnos con estudios extranjeros convalidables, modificada por la Orden de 13 de mayo de 1993 y la Orden de 4 de mayo de 1994.

La prueba de acceso para mayores de 25 años, regulada en el artículo 28 del Real Decreto 1892/2008, será de aplicación a partir del 1 de enero de 2010. Hasta el 31 de diciembre de 2009 será de aplicación lo establecido en el Real Decreto 743/2003, de 20 de junio, por el que se regula la prueba de acceso a la universidad para mayores de 25 años.

El acceso de los titulados superiores regulado en el artículo 26 del Real Decreto 1892/2008 será de aplicación a los procedimientos de admisión a la universidad a partir del año académico 2010-2011. Hasta ese momento el cálculo de la nota de admisión a las enseñanzas universitarias oficiales de Grado se realizará de acuerdo con lo preceptuado en la Resolución de 4 de Junio de 2001 de la Dirección General de Universidades, por la que se establecen las normas para el cálculo de la nota media en el expediente académico de los alumnos que acceden a enseñanzas universitarias conducentes a la obtención de los títulos oficiales desde la Formación Profesional, de acuerdo con el derecho preferente establecido en el anexo II del Real Decreto 1892/2008.

El acceso mediante acreditación de experiencia laboral o profesional, para cursar enseñanzas universitarias oficiales de Grado regulado en el artículo 36 del Real Decreto 1892/2008 será de aplicación a los procedimientos de admisión a la universidad a partir del año académico 2010-2011.

El acceso a la universidad para mayores de 45 años, para cursar enseñanzas universitarias oficiales de Grado, regulado en los artículos 37 a 44 del Real Decreto 1892/2008 será de aplicación a los procedimientos de admisión a la universidad a partir del año académico 2010-2011.

Además de acreditar los requisitos establecidos para acceder a la universidad por alguna de las vías que acabamos de señalar, la solicitud de admisión para realizar unos estudios concretos habrá de llevarse a cabo de acuerdo con el procedimiento descrito en el capitulo VI del Real Decreto 1892/2008 que venimos citando. A este respecto cabe destacar que, para determinadas vías de acceso se establecen cupos de reserva de plaza, en la cuantía que se señala en la siguiente tabla:

VIA DE ACCESO	% MÍNIMO	% MÁXIMO
Mayores de 25 años	2 %	-----
Mayores de 45 años y mayores de 40 años con exp. laboral	1 %	3 %
Estudiantes con titulación universitaria o equivalente	1 %	3 %

Además, se reservará un cinco por ciento de las plazas disponibles para estudiantes que tengan reconocido un grado de discapacidad igual o superior al treinta y tres por ciento así como para aquellos estudiantes con necesidades educativas especiales permanentes asociadas a circunstancias personales de discapacidad, que durante su escolarización anterior hayan precisado de recursos y apoyos para su plena normalización educativa.

Igualmente, se reservará un porcentaje mínimo del tres por ciento de las plazas ofertadas por los centros universitarios, para quienes acrediten su condición de deportista de alto nivel o de alto rendimiento y reúnan los requisitos académicos correspondientes. Los centros que impartan los estudios y enseñanzas a los que hace referencia el párrafo cuarto del apartado 1 del artículo 9 del Real Decreto 971/2007, de 13 de julio, sobre deportistas de alto nivel y alto rendimiento, reservarán un cupo adicional equivalente como mínimo al 5 por 100 de las plazas ofertadas para estos deportistas, pudiendo incrementarse dicho cupo.

De acuerdo con las previsiones del art. 75 de la Ley 15/2003, Andaluza de Universidades, a los únicos efectos del ingreso en los centros universitarios, todas las Universidades públicas andaluzas se constituyen en un distrito único, tendiendo a evitar la exigencia de diversas pruebas de evaluación. Las actuaciones que deban realizarse con esta finalidad serán llevadas a cabo por una comisión técnica del Consejo Andaluz de Universidades.

Para la titulación a la que se refiere la presente Memoria no se han establecido condiciones o pruebas de acceso especiales.

No obstante lo anterior, el perfil de ingreso recomendado será:
-Buena formación previa en matemáticas y física
-Habilidad y rapidez para el cálculo numérico y resolución de problemas cuantificables
-Capacidad de observación y de análisis
-Razonamiento lógico y abstracto
-Actitudes personales de iniciativa

UNIVERSIDAD DE MALAGA

csv: 125220518181985651229801

-Capacidad de establecer relaciones entre la realidad observada y la descripción de ella mediante modelos matemáticos -Capacidad de cooperación en equipo
-Organización personal del trabajo
-Capacidad de trabajar bajo presión
-Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad y razonamiento crítico
-Liderazgo, responsabilidad e interés por la aplicación práctica de los conocimientos para la resolución de problemas reales
-Habilidad manual en el manejo de instrumentos o equipos
-Alta capacidad de movilidad e integración en distintos entornos de trabajo, multidisciplinares y multilingües.
-Alta capacidad de comunicación
-Versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones

De acuerdo con lo establecido en la Disposición Transitoria Única del Real Decreto 1892/2008, el Capítulo VI, sobre admisión a las universidades públicas españolas, será de aplicación a los procedimientos de admisión a la universidad a partir del año académico 2010-2011. Hasta llegado ese momento, la admisión de estudiantes en las Universidades Andaluzas se regirá por las normas acordadas por la Comisión de Distrito Único Universitario de Andalucía.

En la dirección de Internet, **http://www.infouma.uma.es/acceso/preinscripcion/default.htm**, los futuros alumnos encontrarán precisa información sobre los sistemas de acceso y admisión.

4.3 APOYO A ESTUDIANTES

4.3.- Apoyo a estudiantes.

4.3.1.- Sistemas de acogida a los estudiantes de nuevo ingreso.
Acción de acogida; acto académico en el cual el Equipo Directivo de la Escuela Universitaria Politécnica da la bienvenida a los estudiantes de nuevo ingreso de todas las titulaciones. Se realiza el día anterior al primer día oficial de clase y en este acto se lleva a cabo la presentación de cada uno de los miembros del Equipo Directivo, explicando las funciones de cada uno de ellos. Igualmente se hace alusión a la infraestructura del centro, medios informáticos, página web, campus virtual de la Universidad de Málaga y se da respuesta a las preguntas que se puedan plantear. También se cuenta con la presencia de representantes de la delegación de alumnos y del Decano del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Industriales de Málaga.

4.3.2. Sistema de apoyo y orientación a los estudiantes una vez matriculados específico del Centro.

Una vez matriculados los alumnos, se les hace entrega de un CD en el que pueden encontrar toda la información relativa al centro y a los planes de estudios de sus titulaciones: salidas profesionales, horarios, requisitos, etcétera. Igualmente, en dicho CD también se recogen aspectos importantes del proceso de convergencia al Espacio Europeo de Educación Superior dentro de la rama de las ingenierías.

4.3.3. Sistema de apoyo y orientación a los estudiantes para estudiantes extranjeros.

A los alumnos de intercambio recibidos en la UMA procedentes de universidades socias se les asigna un coordinador académico y, previa solicitud, un alumno voluntario que actúa como tutor-acompañante, facilitándole la integración en la vida académica y universitaria de la Universidad de Málaga.

A algunos alumnos recibidos, según convenio con su universidad de origen, se les facilita y en ocasiones se les subvenciona alojamiento y manutención con cargo al presupuesto de Cooperación Internacional al Desarrollo.

4.3.4. Sistema de apoyo específico a los estudiantes con discapacidad.

La Universidad de Málaga considera que la atención a las necesidades educativas de los estudiantes con discapacidad es un reconocimiento de los valores de la persona y de su derecho a la educación y formación superiores. Por esta razón y con los objetivos de: a) garantizar la igualdad de oportunidades y la plena integración de los estudiantes universitarios con discapacidad en la vida académica y b) promover la sensibilidad y la concienciación del resto de miembros de la comunidad universitaria, la Universidad de Málaga, a través de su Vicerrectorado de Bienestar Social e Igualdad, cuenta con una oficina dirigida a la atención de sus estudiantes con discapacidad: el Servicio de Apoyo al Alumnado con Discapacidad (SAAD).

Este servicio se dirige a orientar y atender a las personas con un porcentaje de minusvalía similar o superior al 33%, que deseen ingresar o estén matriculados en la Universidad de Málaga, tratando de responder a las necesidades derivadas de la situación de discapacidad del estudiante, que dificulten el desarrollo de sus estudios universitarios y le puedan situar en una situación de desventaja. Estas necesidades varían dependiendo de la persona, el tipo de discapacidad, los estudios realizados, y su situación socio-económica, por lo que será preciso llevar a cabo una valoración y atención individualizada de cada alumno.

A continuación se citan ejemplos de recursos. Éstos son orientativos, ya que, dependiendo del estudiante con discapacidad, pueden surgir nuevas medidas o variar la naturaleza de las actualmente existentes:

- Orientación y Asesoramiento académico y vocacional a alumnos y padres.
- Adaptaciones curriculares en coordinación y colaboración con el profesorado competente.
- Ayudas técnicas de acceso curricular: grabadoras, cuadernos autocopiativos, emisoras FM.
- Reserva de asiento en aulas y aforos de la Universidad.
- Intérprete de Lengua de Signos.
- Adaptación del material de las aulas: bancos, mesas, sillas.
- Adaptación del material de clase: apuntes, práctica.

4.4 SISTEMA DE TRANSFERENCIA Y RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS

Reconocimiento de Créditos Cursados en Enseñanzas Superiores Oficiales no Universitarias

MÍNIMO	MÁXIMO
0	60

Reconocimiento de Créditos Cursados en Títulos Propios

csv: 125220518181985651229801

MÍNIMO	MÁXIMO
0	15
Adjuntar Título Propio	

Ver Apartado 4: Anexo 2.

Reconocimiento de Créditos Cursados por Acreditación de Experiencia Laboral y Profesional	
MÍNIMO	**MÁXIMO**
0	15

Sistema de transferencia y reconocimiento de créditos

El Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, establece en su artículo 6 que con objeto de hacer efectiva la movilidad de estudiantes, tanto dentro del territorio nacional como fuera de él, las universidades elaborarán y harán publica su normativa sobre el sistema de reconocimiento y transferencia de créditos, con sujeción a los criterios generales que sobre el particular se establecen en dicho Real Decreto.

En cumplimiento del citado mandato, la Universidad de Málaga, mediante Acuerdo del Consejo de Gobierno, adoptado en la sesión celebrada el día 23 de junio de 2011, y publicado en el BOJA de fecha 2 de agosto de 2011, ha establecido las ¿Normas reguladoras de los reconocimientos de estudios o actividades, y de la experiencia laboral o profesional, a efectos de la obtención de títulos universitarios oficiales de Graduado y Máster Universitario, así como de la transferencia de créditos¿.

Recogiendo las previsiones del mencionado Real Decreto 1393/2007, las citadas normas contemplan la posibilidad de reconocimiento de los siguientes estudios y/o actividades:

- Asignaturas superadas y/o créditos obtenidos, correspondientes a estudios conducentes a títulos universitarios de carácter oficial y validez oficial en todo el territorio nacional, cursados en centros universitarios.
- Asignaturas cursadas, correspondientes a otros títulos universitarios distintos de los de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.
- Asignaturas cursadas, correspondientes a enseñanzas artísticas superiores.
- Asignaturas cursadas, correspondientes a enseñanzas de formación profesional de grado superior.
- Asignaturas cursadas, correspondientes a enseñanzas profesionales de artes plásticas y diseño de grado superior.
- Asignaturas cursadas, correspondientes a enseñanzas deportivas de grado superior.
- Experiencia laboral resultante de la participación en Programas de Cooperación Educativa (Prácticas en Empresas).
- Experiencia laboral o profesional no vinculada a Programas de Cooperación Educativa.
- Participación en actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, y solidarias y de cooperación.

Quienes posean la condición de estudiante con expediente académico abierto en la respectiva titulación de la Universidad de Málaga podrán solicitar el correspondiente reconocimiento de estudios, actividades o experiencia profesional durante el respectivo plazo de matrícula (para estudiantes de nuevo ingreso en el respectivo Centro y titulación de la Universidad de Málaga), o durante el mes de marzo de cada curso académico (para aquellos estudiantes ya matriculados anteriormente en el dicho Centro y titulación).

Las solicitudes de reconocimiento de estudios o experiencia profesional serán resueltas por el Decano o Director del respectivo Centro de la Universidad de Málaga previo informe de ¿Comisión de Reconocimientos¿ del correspondiente título sobre la adecuación entre las competencias y conocimientos adquiridos y alegados y los exigidos por el respectivo plan de estudios en la Universidad de Málaga, y de acuerdo con los siguientes criterios:

- En ningún caso podrán ser objeto de reconocimiento ni de convalidación los Trabajos Fin de Grado.
- Cuando el título de origen y el título de destino se encuentren adscritos a la misma rama de conocimiento, serán objeto de reconocimiento los créditos alegados obtenidos en materias consideradas como de formación básica de la citada rama de conocimiento de acuerdo con lo dispuesto en el Anexo II del Real Decreto 1393/2007. En el supuesto de que se aleguen los créditos correspondientes a la totalidad de materias básicas del título de origen, se deberá garantizar el reconocimiento de al menos 36 de dichos créditos.
- Cuando el título de origen y el título de destino se encuentren adscritos a diferentes ramas de conocimiento, serán objeto de reconocimiento los créditos alegados obtenidos en materias consideradas como de formación básica para la rama de conocimiento a la que se encuentre adscrito el título de destino de acuerdo con lo dispuesto en el Anexo II del Real Decreto 1393/2007.
- No podrán ser objeto de reconocimiento los créditos obtenidos en el título de origen por convalidación o cómputo, cuando hayan sido objeto de reconocimiento para el mismo título de destino los estudios que originaron la citada convalidación o cómputo, y viceversa.
- No podrá ser objeto de reconocimiento los créditos obtenidos en otros títulos universitarios distintos a los de carácter oficial (títulos propios) en un número superior al 15% de la carga lectiva total del título de destino, salvo en el supuesto a que se refiere el art. 6.4 del Real Decreto 1393/2007 (el título propio haya sido extinguido y sustituido por el título oficial).
- No será posible el reconocimiento de los estudios superiores oficiales (no universitarios) que hayan sido utilizados por el solicitante para el acceso al título de destino.

csv: 125220518181985651229801

- El reconocimiento de la experiencia laboral o profesional acreditada no vinculada a Programas de Cooperación Educativa, se efectuará teniendo en cuenta la relación con las competencias inherentes al título, y se computará a razón de un crédito por cada año acreditado. En el caso de experiencia laboral vinculada a Programas de Cooperación Educativa el cómputo se efectuará a razón de un crédito por cada veinticinco horas acreditadas. En ambos casos, el número de créditos a computar no podrá superar el 15% de la carga lectiva total del respectivo título.

Las solicitudes de reconocimiento por la participación en actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarios y de cooperación, serán resueltas por el órgano unipersonal de Gobierno de la Universidad de Málaga con competencias en cada una de las citadas materias, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Únicamente será posible el reconocimiento para aquellos títulos en cuyos planes de estudios se contemple expresamente dicha posibilidad.
- Únicamente será posible el reconocimiento de las actividades realizadas con posterioridad a la primera matriculación en el Centro y titulación de la Universidad de Málaga al que se desea aplicar el respectivo reconocimiento.
- No podrá ser objeto de reconocimiento, en su conjunto, un número de créditos superior al 5% de la carga lectiva total del título de destino.
- Dentro del límite señalado en el apartado anterior, se computará un crédito por cada 25 horas de participación en actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación.
- Serán consideradas como actividades universitarias culturales los estudios de especialización, actualización y formación continua o permanente, o de posgrado, acreditados mediante otros títulos expedidos por la Universidad de Málaga (titulaciones propias), así como las actividades de orientación académica y/o profesional organizadas por dicha Universidad.
- Podrán considerarse como actividades universitarias culturales los cursos organizados por las Fundaciones propiciadas por la Universidad de Málaga.
- Únicamente se considerarán actividades universitarias de representación estudiantil la pertenencia a órganos colegiados de gobierno y/o representación de una universidad española, o a comisiones emanadas de éstos, previstos en los Estatutos de dicha universidad o en sus normas de desarrollo.

Asimismo, las mencionadas normas contemplan la posibilidad, a solicitud del respectivo estudiante, de transferencia de créditos, entendida como la constancia en el expediente académico de la totalidad de los créditos obtenidos por dicho estudiante en enseñanzas universitarias oficiales correspondientes a la ordenación establecida por el Real Decreto 1393/2007, cursadas con anterioridad, en la misma u otra universidad, y que no han conducido a la obtención de un título oficial.

4.5 CURSO DE ADAPTACIÓN PARA TITULADOS

NÚMERO DE CRÉDITOS	36

La Universidad de Málaga, de acuerdo con el resto de las Universidades Andaluzas que imparten las enseñanzas de Graduado/a en Ingeniería Mecánica, ha diseñado un Curso de Adaptación para el acceso a las referidas enseñanzas de quienes se encuentren en posesión del título de Ingeniero/a Técnico/a Industrial, especialidad en Mecánica o títulos equivalentes de anteriores ordenaciones universitarias.

El referido Curso de Adaptación está configurado por aquellos complementos formativos que se han estimado necesarios para la adquisición de las competencias inherentes al título de Graduado/a en Ingeniería Mecánica no incluidas en el correspondiente título de Ingeniería Técnica y se organiza, de forma efectiva, a través de un título propio de la Universidad de Málaga (artículo 34.1 de la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre de Universidades), cuya Memoria Justificativa se incluye en el anterior apartado 4.4 de esta Memoria.

Para el acceso al Curso de Adaptación será requisito indispensable acreditar estar en posesión del título de Ingeniero/a Técnico/a Industrial, especialidad en Mecánica o títulos equivalentes de anteriores ordenaciones universitarias.

La admisión de estudiantes para realizar el Curso de Adaptación se llevará a cabo de acuerdo con el procedimiento y los criterios establecidos al efecto por la Comisión Andaluza de Distrito Único y conllevará la admisión en las enseñanzas de Graduado/a en Ingeniería Mecánica.

Según lo establecido en el apartado dos del artículo seis del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, los créditos cursados en el referido título propio serán objeto de reconocimiento a efecto de la obtención del correspondiente título de Graduado, con el límite establecido en el apartado tres del citado artículo. Asimismo serán reconocidos, a los mismos efectos, los créditos obtenidos en las enseñanzas de Ingeniero/a Técnico/a Industrial, especialidad en Mecánica, o equivalentes, acreditadas por los interesados.

En ningún caso serán objeto de reconocimiento los créditos correspondientes a los trabajos de fin de grado, que deberán ser cursados y superados de forma efectiva para poder obtener el título de Graduado/a en Ingeniería Mecánica.

La superación del Curso de Adaptación (Título propio), del Trabajo Fin de Grado y la acreditación del nivel de idioma exigido en el correspondiente título de graduado dará derecho a la obtención de dicho título.

csv: 125220518181985651229801

5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

5.1 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS
Ver Apartado 5: Anexo 1.
5.2 ACTIVIDADES FORMATIVAS
ACTIVIDADES FORMATIVAS PRESENCIALES
ACTIVIDADES FORMATIVAS NO PRESENCIALES
EVALUACIÓN
5.3 METODOLOGÍAS DOCENTES
Presenciales: ACTIVIDADES EXPOSITIVAS (LECCIÓN MAGISTRAL, CONFERENCIA, CHARLA..)
No Presenciales: ACTIVIDADES DE DISCUSIÓN Y DE DEBATE (PARTICIPACIÓN EN FOROS, WIKIS, CHAT, SEMINARIOS VIRTUALES...)
No Presenciales: ESTUDIO PERSONAL
Presenciales: ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN (REALIZACIÓN DE EXÁMENES PARCIALES Y FINAL, AUTOEVALUACIÓN, REALIZACIÓN DE TRABAJOS O PROYECTOS, PARTICIPACIÓN EN CLASE...)
No Presenciales: ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN (PRUEBAS ON LINE, CUESTIONARIOS, ENCUESTAS...)
Presenciales: TUTORÍA DOCENTE
Presenciales: ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN (DEFENSA DEL TRABAJO FIN DE GRADO)
Presenciales: ACTIVIDADES PRÁCTICAS EN AULA DOCENTE (REALIZACIÓN DE PROBLEMAS, ACTIVIDADES DE DISEÑO, EJERCICIOS DE SIMULACIÓN, REALIZACIÓN DE INFORMES TÉCNICOS, REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA, ETC)
Presenciales: ACTIVIDADES PRÁCTICAS EN INSTALACIONES ESPECÍFICAS (PRÁCTICAS DE LABORATORIO, EN AULAS DE INFORMÁTICA, EN AULAS DE IDIOMAS, EN AULAS DE MEDIOS AUDIOVISUALES, EN TALLERES...)
Presenciales: ACTIVIDADES FUERA DE LA UNIVERSIDAD (PRÁCTICAS CLÍNICAS, EN INSTITUCIONES, EN EMPRESAS, TRABAJOS DE CAMPO, VISITAS A CENTROS/ INSTITUCIONES...)
Presenciales: SEMINARIOS/TALLERES DE ESTUDIO, REVISIÓN, DEBATE.
No Presenciales: ACTIVIDADES EXPOSITIVAS (LECCIONES MAGISTRALES, CONFERENCIAS Y EXPOSICIONES ON LINE)
No Presenciales: ACTIVIDADES PRÁCTICAS (REALIZACIÓN DE PROBLEMAS, PROYECTOS, DISEÑOS Y ESTUDIO DE CASOS)
No Presenciales: ACTIVIDADES DE DOCUMENTACIÓN (BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA/DOCUMENTAL, COMENTARIO DE TEXTOS, REALIZACIÓN DE GLOSARIOS, ELABORACIÓN DE BASES DE DATOS...)
No Presenciales: ACTIVIDADES DE ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS (ELABORACIÓN DE INFORMES, MEMORIAS, ENSAYOS, DOSSIER, DIARIO, PORTAFOLIO...)
5.4 SISTEMAS DE EVALUACIÓN
EVALUACIÓN CONTINUA O FORMATIVA (ENTRE EL 0% Y EL 100% DE LA CALIFICACIÓN): Clases magistrales, resolución de problemas, prácticas de laboratorio, trabajo personal del alumno, exámenes de seguimiento.
EXAMEN FINAL (ENTRE EL 20% Y EL 80% DE LA CALIFICACIÓN): Prueba presencial de dos horas de duración como mínimo y cuatro como máximo.
DEFENSA ANTE UN TRIBUNAL UNIVERSITARIO DEL TRABAJO FIN DE GRADO
5.5 NIVEL 1: FORMACIÓN BÁSICA
5.5.1 Datos Básicos del Nivel 1
NIVEL 2: EMPRESAS

5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	**RAMA**	**MATERIA**
Básica	Ingeniería y Arquitectura	Empresa
ECTS NIVEL2	6	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Semestral		
ECTS Semestral 1	**ECTS Semestral 2**	**ECTS Semestral 3**

csv: 125220518181985651229801

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
No existen datos		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
B1 - Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencia; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	**HORAS**	**PRESENCIALIDAD**
ACTIVIDADES FORMATIVAS PRESENCIALES	60	100
ACTIVIDADES FORMATIVAS NO PRESENCIALES	75	0
EVALUACIÓN	15	100
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Presenciales: ACTIVIDADES EXPOSITIVAS (LECCIÓN MAGISTRAL, CONFERENCIA, CHARLA..)		
No Presenciales: ESTUDIO PERSONAL		
Presenciales: ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN (REALIZACIÓN DE EXÁMENES PARCIALES Y FINAL, AUTOEVALUACIÓN, REALIZACIÓN DE TRABAJOS O PROYECTOS, PARTICIPACIÓN EN CLASE...)		
Presenciales: ACTIVIDADES PRÁCTICAS EN INSTALACIONES ESPECÍFICAS (PRÁCTICAS DE LABORATORIO, EN AULAS DE INFORMÁTICA, EN AULAS DE IDIOMAS, EN AULAS DE MEDIOS AUDIOVISUALES, EN TALLERES...)		
Presenciales: SEMINARIOS/TALLERES DE ESTUDIO, REVISIÓN, DEBATE.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	**PONDERACIÓN MÍNIMA**	**PONDERACIÓN MÁXIMA**
EVALUACIÓN CONTINUA O FORMATIVA (ENTRE EL 0% Y EL 100% DE LA CALIFICACIÓN): Clases magistrales, resolución de problemas, prácticas de laboratorio, trabajo personal del alumno, exámenes de seguimiento.	0.0	100.0
EXAMEN FINAL (ENTRE EL 20% Y EL 80% DE LA CALIFICACIÓN): Prueba presencial de dos horas de duración como mínimo y cuatro como máximo.	0.0	100.0
NIVEL 2: QUÍMICA		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	**RAMA**	**MATERIA**
Básica	Ingeniería y Arquitectura	Química
ECTS NIVEL2	6	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Semestral		
ECTS Semestral 1	**ECTS Semestral 2**	**ECTS Semestral 3**
6		
ECTS Semestral 4	**ECTS Semestral 5**	**ECTS Semestral 6**
ECTS Semestral 7	**ECTS Semestral 8**	**ECTS Semestral 9**
ECTS Semestral 10	**ECTS Semestral 11**	**ECTS Semestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**

csv: 125220518181985651229801

Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	No
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
NIVEL 3: QUÍMICA		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	**ECTS ASIGNATURA**	**DESPLIEGUE TEMPORAL**
Básica	6	Semestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Semestral 1	**ECTS Semestral 2**	**ECTS Semestral 3**
6		
ECTS Semestral 4	**ECTS Semestral 5**	**ECTS Semestral 6**
ECTS Semestral 7	**ECTS Semestral 8**	**ECTS Semestral 9**
ECTS Semestral 10	**ECTS Semestral 11**	**ECTS Semestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**
No	No	No
FRANCÉS	**ALEMÁN**	**PORTUGUÉS**
No	No	No
ITALIANO	**OTRAS**	
No	No	
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
Estructura de la materia y química nuclear Transformaciones químicas Química de la contaminación Electroquímica Análisis instrumental Fundamentos de química industrial Aplicaciones de la química orgánica e inorgánica a la ingeniería		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
A3 - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.		
A4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.		
CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética		
CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado		
CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía		

csv: 125220518181985651229801

5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
No existen datos		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
B4 - Capacidad para comprender y aplicar los principios de conocimientos básicos de la química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la ingeniería		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	**HORAS**	**PRESENCIALIDAD**
ACTIVIDADES FORMATIVAS PRESENCIALES	60	100
ACTIVIDADES FORMATIVAS NO PRESENCIALES	75	0
EVALUACIÓN	15	100
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Presenciales: ACTIVIDADES EXPOSITIVAS (LECCIÓN MAGISTRAL, CONFERENCIA, CHARLA..)		
No Presenciales: ESTUDIO PERSONAL		
Presenciales: ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN (REALIZACIÓN DE EXÁMENES PARCIALES Y FINAL, AUTOEVALUACIÓN, REALIZACIÓN DE TRABAJOS O PROYECTOS, PARTICIPACIÓN EN CLASE...)		
Presenciales: ACTIVIDADES PRÁCTICAS EN AULA DOCENTE (REALIZACIÓN DE PROBLEMAS, ACTIVIDADES DE DISEÑO, EJERCICIOS DE SIMULACIÓN, REALIZACIÓN DE INFORMES TÉCNICOS, REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA, ETC)		
Presenciales: ACTIVIDADES PRÁCTICAS EN INSTALACIONES ESPECÍFICAS (PRÁCTICAS DE LABORATORIO, EN AULAS DE INFORMÁTICA, EN AULAS DE IDIOMAS, EN AULAS DE MEDIOS AUDIOVISUALES, EN TALLERES...)		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	**PONDERACIÓN MÍNIMA**	**PONDERACIÓN MÁXIMA**
EVALUACIÓN CONTINUA O FORMATIVA (ENTRE EL 0% Y EL 100% DE LA CALIFICACIÓN): Clases magistrales, resolución de problemas, prácticas de laboratorio, trabajo personal del alumno, exámenes de seguimiento.	0.0	100.0
EXAMEN FINAL (ENTRE EL 20% Y EL 80% DE LA CALIFICACIÓN): Prueba presencial de dos horas de duración como mínimo y cuatro como máximo.	0.0	100.0
NIVEL 2: INFORMÁTICA		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	**RAMA**	**MATERIA**
Básica	Ingeniería y Arquitectura	Informática
ECTS NIVEL2	6	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Semestral		
ECTS Semestral 1	**ECTS Semestral 2**	**ECTS Semestral 3**
	6	
ECTS Semestral 4	**ECTS Semestral 5**	**ECTS Semestral 6**
ECTS Semestral 7	**ECTS Semestral 8**	**ECTS Semestral 9**
ECTS Semestral 10	**ECTS Semestral 11**	**ECTS Semestral 12**
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	**CATALÁN**	**EUSKERA**
Sí	No	No
GALLEGO	**VALENCIANO**	**INGLÉS**

csv: 125220518181985651229801

ANEXO 5.2

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

Grado/Máster en:	Graduado/a en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Málaga
Centro:	Escuela Politécnica Superior
Asignatura:	Química
Código:	110
Tipo:	Formación básica
Materia:	Química
Módulo:	Formación Básica
Experimentalidad:	63 % teórica y 37 % práctica
Idioma en el que se imparte:	Español
Curso:	1
Semestre:	1
Nº Créditos	6
Nº Horas de dedicación del estudiante:	150
Nº Horas presenciales:	60
Tamaño del Grupo Grande:	72
Tamaño del Grupo Reducido:	30
Página web de la asignatura:	

EQUIPO DOCENTE

Departamento: QUÍMICA ANALÍTICA
Área: QUÍMICA ANALÍTICA

Nombre y Apellidos	Mail	Teléfono Laboral	Despacho	Horario Tutorías
Coordinador/a: MARIA TERESA SILES CORDERO	mtsiles@uma.es	952131888	-	
JOSE MIGUEL VADILLO PEREZ	jmvadillo@uma.es	951952536	2.115.D Despacho - E. POLITÉCNICA SUPERIOR	
ALFONSO JESUS AGUILAR GALLARDO	aagu@uma.es	951952457	2.127.D Despacho - E. POLITÉCNICA SUPERIOR	Primer cuatrimestre: Martes 16:30 - 18:30, Miércoles 15:00 - 16:30, Martes 10:30 - 13:00 Segundo cuatrimestre: Miércoles 09:00 - 11:30, Jueves 09:30 - 13:00
IRENE MARIA CARRASCO GARCIA	i.carrasco@uma.es		-	

RECOMENDACIONES Y ORIENTACIONES

Se recomienda haber cursado Química en 1º y 2º de Bachillerato

CONTEXTO

Hoy dia es necesario la especialización en las tecnicas correspondientes a los sistemas mecanicos. Los ingenieros mecanicos diseñan, mejoran, producen y mantienene dispositivos y sistemas mecanicos, compenentes, motores e instalaciones industriales.
Su actividad economica fundamental, hace necesario que cualquier pais desarrollado necesite de ingenieros mecanicos con capacidad para diseñar, desarrrollar, verificar, mantener y utilizar las instalaciones de las que dispone.
El elevado nivel tecnologica de los procesos productivos de los paises desarrollados motiva la necesidad de desarrollar profesionales especializados, como es el Ingeniero Mecánico.
Por ello, la formación del estos requiere de conocimientos comunes a todas las rams de la ingeniería y de materias especializadas del area de tecnologia mecánica.

COMPETENCIAS

1 Competencias generales y básicas COMPETENCIAS GENERICAS OM CIN/351/2009

1.1 Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de esta orden, la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de: estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.

1.3 Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

1.4 Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial

2 Competencias específicas COMPETENCIAS ESPECIFICAS OM CIN/351/2009

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

2 Competencias específicas COMPETENCIAS ESPECIFICAS OM CIN/351/2009

MODULOS

1 COMPETENCIAS DE FORMACION BASICA

2.1.4 Capacidad para comprender y aplicar los principios de conocimientos básicos de la química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la ingeniería.

4 Competencias generales y básicas COMPETENCIAS BASICAS RD1393

4.4 Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

4.5 Que los estudiantes hayan desarrollado las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

Fundamentos basicos

Introducción.- Disoluciones, concentraciones, concepto de Mol.

INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA ORGÁNICA E INORGÁNICA INDUSTRIAL

Tema I: Estructura de la materia. Estructura del átomo. Configuración electrónica y propiedades periódicas. Química Nuclear. Radioactividad

Tema II: Enlace químico. Tipos de enlace. Interacciones intermoleculares.

Tema III: Estados de agregación de la materia. Gases y disoluciones

Equilibros

Tema IV Equilibrio químico

Equilibrio químico

Tema IV Equilibrio químico

Tema V Equilibrios acido y base

Equilibrios acido y base

Tema V Equilibrios acido y base

Tema VI Equilibrios de precipitación

Equilibrios de precipitación

Tema VI Equilibrios de precipitación

Tema VIII Reacciones redox

Tema VII Reacciones redox

Reacciones redox

Fundamentos de ingeniería química

Tema VIII Balance de energía.

Tema IX: Metalurgia química. Materiales silícicos

Tema X Introducción a la Química Orgánica. Polímeros. Petroleo

ACTIVIDADES FORMATIVAS

Actividades Presenciales

Actividades expositivas

Lección magistral

Otras actividades expositivas

Actividades prácticas en instalaciones específicas

Prácticas en laboratorio

Actividades No Presenciales

Actividades de discusión, debate, etc.

Otras actividades de discusión y debate

Actividades de elaboración de documentos

Elaboración de informes

UNIVERSIDAD DE MALAGA

Actividades No Presenciales

Actividades prácticas

Resolución de problemas

Estudio personal

Estudio personal

ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

Actividades de evaluación No Presenciales

Actividades de evaluación del estudiante

Pruebas escritas Realización de Relaciones de problemas propuestas en clase

Actividades de evaluacion Presenciales

Actividades de evaluación del estudiante

Prueba diagnóstica inicial Examen escrito al final del semestre con cuestiones teóricas y de problemas

RESULTADOS DE APRENDIZAJE / CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Al terminar con éxito esta asignatura, los estudiantes serán capaces de:

RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPECÍFICOS
ESPEC1 Conocer los conceptos básicos de Química, nomenclatura, teoría atómica, disoluciones, equilibrios.
ESPEC2 Resolver problemas de equilibrio químico, balance de materia y volumetrías.
ESPEC3 Realizar operaciones básicas de un laboratorio de química, filtración, destilación, preparación de disoluciones, síntesis, volumetría.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE TIPO ENAAE
CC1 Conocimiento y comprensión de los principios científicos y matemáticos que subyacen a su rama de ingeniería. (60 h).
CC2 Una comprensión sistemática de los conceptos y aspectos clave de su rama de ingeniería. (15 h)
CC3 Un conocimiento adecuado de su rama de ingeniería que incluya algún conocimiento a la vanguardia de su campo. (5 h)
CC4 Conciencia del contexto multidisciplinar de la ingeniería.(5 h).
AI1 La capacidad de aplicar su conocimiento y comprensión para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería utilizando métodos establecidos. (15 h)
AP2 La capacidad de combinar la teoría y la práctica para resolver problemas de ingeniería.(10 h).
CT1 Funcionar de forma efectiva tanto de forma individual como en equipo.(20 h).
CT5 Reconocer la necesidad y tener la capacidad para desarrollar voluntariamente el aprendizaje continuo. (10 h)
II1 La capacidad de realizar búsquedas bibliográficas, utilizar bases de datos y otras fuentes de información. (10 h).

CRITERIOS DE EVALUACIÓN
Examen Teoria-problemas 60%
Cuaderno de Prácticas de Laboratorio 20 %
Pruebas de seguimiento continuas 20%

La nota de los alumnos a tiempo parcial será el 100% de la calificación del examen final.

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

1. Prueba objetiva escrita al final del semestre
2. Evaluación continua: pruebas cortas escritas al final de cada bloque, presentación de problemas, participación en las clases, etc.
3. Otras actividades (prácticas de laboratorio, visitas a fábricas, presentaciones orales, debates en grupo, etc)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN
Examen Teoria-problemas 60% Con este examen se pretende evaluar la adquisición de conocimientos.
Cuaderno de Prácticas de Laboratorio 20 %. Resultado del trabajo realizado por cada uno de los alumnos en el laboratorio, de esta forma se pretende evaluar tanto los conomientos adquiridos por los alumnos como las competencias adquiridas.
Pruebas de seguimiento continuas 20% Que permitirá evaluar el progreso de los alumnos a lo largo del semestre.

- La nota de los alumnos a tiempo parcial será el 100% de la calificación del examen final.

BIBLIOGRAFÍA Y OTROS RECURSOS

Básica

Ingeniería Ambiental; Henry, J.G.; Heinke, G.W

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

ingeniería química; Jm coulson, jf Richardson
manual del ingeniero químico; JH Perry
Química; Chang, R.
Quimica General: Principios y Aplicaciones Modernas; Petrucci, R. H; Harwood, W.S.
Química. La Ciencia Central; Brown, T. L.; Lemay, H.E.
y cálculos básicos de la ingeniería química; H himmelblau

DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO DEL ESTUDIANTE

ACTIVIDAD FORMATIVA PRESENCIAL

Descripción	Horas	Grupo grande	Grupos reducidos
Lección magistral	35	☑	☐
Otras actividades expositivas	19	☑	☐
Prácticas en laboratorio	6	☐	☑
TOTAL HORAS ACTIVIDAD FORMATIVA PRESENCIAL	**60**		

ACTIVIDAD FORMATIVA NO PRESENCIAL

Descripción	Horas
Resolución de problemas	15
Elaboración de informes	10
Estudio personal	40
Otras actividades de discusión y debate	10
TOTAL HORAS ACTIVIDAD FORMATIVA NO PRESENCIAL	**75**
TOTAL HORAS ACTIVIDAD EVALUACIÓN	**15**
TOTAL HORAS DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE	**150**

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

ANEXO 6.1

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Cuestionario del estudio principal 2012/13 y 2013/14

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CUESTIONARIO PARA EL ALUMNADO CURSO 2012/13

Estimados alumnos/as.

El siguiente cuestionario forma parte de un **trabajo de investigación cuya finalidad es mejorar la enseñanza de la asignatura de Química del 1º curso del Grado en Ingeniería Mecánica y facilitar la comprensión de conceptos (entendido en sentido amplio: conceptos, principios, teorías, etc.) considerados difíciles por parte de los estudiantes de la misma.** Solicito vuestro apoyo para identificar los que se consideran más difíciles e importantes.

Os pido que vuestras respuestas sean lo más sinceras posible. Ya que se trata de conocer vuestras valoraciones de la forma más clara y precisa.

Al final del curso se volverá a cumplimentar el cuestionario, con objeto de analizar los posibles cambios en vuestras valoraciones y reflexiones.

En ningún caso, vuestras valoraciones y reflexiones serán tenidas en cuenta de forma negativa en la calificación de la asignatura. Por el contrario, la participación se considerará una actividad de clase más y, por ello, la cumplimentación de los dos cuestionarios tendrá un valor de **0.5 puntos** en la calificación final de la asignatura.

Los datos obtenidos mediante este cuestionario serán absolutamente confidenciales y en los informes y/o posibles publicaciones derivadas de esta investigación, no se incluirán los nombres y apellidos de los participantes.

Muchas gracias por vuestro apoyo y participación.

María del Mar López Guerrero

Profesora de la asignatura Química

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Datos de interés:

Nombre y apellidos:

_____

¿Estudiaste Química en la ESO? Si□ No□

¿Estudiaste Química en Bachillerato?: Si□ No□

¿Realizaste el examen de Química en Selectividad?: Si□ No□

¿Estudiaste Química en?:

□ Grado □ Licenciatura □ Formación Profesional

¿Repites esta asignatura?: Si□ No□

Número de veces matriculado en esta asignatura:

1	2	3	4

Marca el grado en el que consideras que estudiar Química será útil para tu formación como ingeniero en Mecánica.:

1 Muy bajo	2 Bajo	3 Alto	4 Muy alto

Razones de tu valoración:

……
……..
…….
……
……
……
……

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

ANEXO 6.2

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CUESTIONARIO PARA EL ALUMNADO CURSO 2012/13

Estimados alumnos/as.

El siguiente cuestionario forma parte de un **trabajo de investigación cuya finalidad es mejorar la enseñanza de la asignatura de Química del 1º curso del Grado en Ingeniería Mecánica y facilitar la comprensión de conceptos (entendido en sentido amplio: conceptos, principios, teorías, etc.) considerados difíciles por parte de los estudiantes de la misma.** Solicito vuestro apoyo para identificar los que se consideran más difíciles e importantes.

Os pido que vuestras respuestas sean lo más sinceras posible. Ya que se trata de conocer vuestras valoraciones de la forma más clara y precisa.

Al final del curso se volverá a cumplimentar el cuestionario, con objeto de analizar los posibles cambios en vuestras valoraciones y reflexiones.

En ningún caso, vuestras valoraciones y reflexiones serán tenidas en cuenta de forma negativa en la calificación de la asignatura. Por el contrario, la participación se considerará una actividad de clase más y, por ello, la cumplimentación de los dos cuestionarios tendrá un valor de **0.5 puntos** en la calificación final de la asignatura.

Los datos obtenidos mediante este cuestionario serán absolutamente confidenciales y en los informes y/o posibles publicaciones derivadas de esta investigación, no se incluirán los nombres y apellidos de los participantes.

Muchas gracias por vuestro apoyo y participación.

María del Mar López Guerrero

Profesora de la asignatura Química

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Datos de interés:

Nombre y apellidos:

_____

¿Estudiaste Química en la ESO? Si□ No□

¿Estudiaste Química en Bachillerato?: Si□ No□

¿Realizaste el examen de Química en Selectividad?: Si□ No□

¿Estudiaste Química en?:

□ Grado □ Licenciatura □ Formación Profesional

¿Repites esta asignatura?: Si□ No□

Número de veces matriculado en esta asignatura:

1	2	3	4

Marca el grado en el que consideras que estudiar Química será útil para tu formación como ingeniero en Mecánica.:

1 Muy bajo	2 Bajo	3 Alto	4 Muy alto

Razones de tu valoración:

……

……

……

……

……

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

1. Afinidad electrónica

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

2. Agente oxidante

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

3. Ácido y base

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

4. Ciclo de Born Haber

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

5. Constante del producto de solubilidad

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

6. Dualidad onda-corpúsculo

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

7. Principio de Le Chatelier

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

8. Enlace covalente

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

9. Ecuación de Schrödinger

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

10. Electronegatividad

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

11. Energía de ionización

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

12. Principio de incertidumbre de Heisemberg

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

13. Radio atómico

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

14. Reacción de óxido-reducción

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

15. Reacción de polimerización

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

16. Solubilidad

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

17. Teoría de bandas

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñando bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

18. Tipos de hibridaciones

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

19. Velocidad de reacción

¿Lo has estudiado en otros cursos? □ Si □ No □ No lo recuerdo

¿Qué grado de dificultad le asignas a este concepto?

1 Muy fácil	2 Fácil	3 Difícil	4 Muy difícil

Razones (marca sólo la que consideres más relevante para este concepto):

□ Se trata de un concepto que en sí mismo es difícil de comprender.

□ Se trata de un concepto fácil de comprender

□ Me lo han enseñado bien

□ No me lo han enseñado bien

□ He dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

□ No he dedicado tiempo suficiente y atención a su aprendizaje

Otra/s razón/es no incluida/s en las anteriores:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

ANEXO 6.3

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

CUESTIONARIO PARA EL ALUMNADO CURSO 2013/14

Estimados alumnos/as.

El siguiente cuestionario forma parte de un **trabajo de investigación cuya finalidad es mejorar la enseñanza de la asignatura de Química del 1º curso del Grado en Ingeniería Mecánica y facilitar la comprensión de conceptos (entendido en sentido amplio: conceptos, principios, teorías, etc.) considerados difíciles por parte de los estudiantes de la misma.** Solicito vuestro apoyo para identificar los que se consideran más difíciles e importantes.

Os pido que vuestras respuestas sean lo más sinceras posible. Ya que se trata de conocer vuestras valoraciones de la forma más clara y precisa.

Al final del curso se volverá a cumplimentar el cuestionario, con objeto de analizar los posibles cambios en vuestras valoraciones y reflexiones.

En ningún caso, vuestras valoraciones y reflexiones serán tenidas en cuenta de forma negativa en la calificación de la asignatura. Por el contrario, la participación se considerará una actividad de clase más y, por ello, la cumplimentación de los dos cuestionarios tendrá un valor de **0.5 puntos** en la calificación final de la asignatura.

Los datos obtenidos mediante este cuestionario serán absolutamente confidenciales y en los informes y/o posibles publicaciones derivadas de esta investigación, no se incluirán los nombres y apellidos de los participantes.

Muchas gracias por vuestro apoyo y participación.

María del Mar López
Guerrero

Profesora de la asignatura Química

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Datos de interés:

Nombre y apellidos:

_____

_____

¿Estudiaste Química en la ESO? Si□ No□

¿Estudiaste Química en Bachillerato?: Si□ No□

¿Realizaste el examen de Química en Selectividad?: Si□ No□

¿Estudiaste Química en?:

□ Grado □ Licenciatura □ Formación Profesional

¿Repites esta asignatura?: Si□ No□

Número de veces matriculado en esta asignatura:

1	2	3	4

Indica el grado en el que consideras que estudiar **Química será útil para tu formación durante los estudios del Grado** en Ingeniería Mecánica

1 Muy bajo	2 Bajo	3 Alto	4 Muy alto

Es imprescindible que justifiques de forma razonada y detallada tu valoración

……
……
……
……
……

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Indica el grado en el que consideras que estudiar **Química será útil para tu futuro profesional como** Ingeniero Mecánico:

1 Muy bajo	2 Bajo	3 Alto	4 Muy alto

Es imprescindible que justifiques de forma razonada y detallada tu valoración

……
……
……
……
……

Indica el grado en el que consideras que **estudiar Química es útil para tu cultura general.**

1 Muy bajo	2 Bajo	3 Alto	4 Muy alto

Es imprescindible que justifiques de forma razonada y detallada tu valoración:

……
……
……
……
……

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA