

Fundamentación y desarrollo de un modelo de aprendizaje integrado de Química e Inglés

M^a Luz Gómez,^a Juan Quílez^b

Resumen: En este trabajo se fundamenta un modelo para el aprendizaje integrado de Química e Inglés en el bachillerato. Se señalan las principales dificultades que presentan los alumnos para entender y utilizar adecuadamente el lenguaje de las ciencias, así como las acciones que el profesorado puede utilizar para tratar de evitarlas y ayudar a superarlas. Este análisis es compatible y se integra perfectamente con una metodología de aprendizaje del inglés en donde el mismo se produce a través de contenidos de química. Finalmente, se ejemplifica esta propuesta de trabajo mediante la presentación de los rasgos más relevantes de una unidad didáctica.

Palabras clave: Lenguaje de la ciencia, dificultades de aprendizaje, metodología de enseñanza, aprendizaje integrado de lengua y química.

Abstract: In this paper we present the fundamentals of a model aimed at integrating the learning of both Chemistry and English for students of first year of bachillerato. Firstly, it is presented the students' difficulties in the learning of the language of science, as well as the actions that teachers can perform in order to both avoid and overcome them. This first analysis can be easily integrated in a well grounded methodology for learning English because it is embedded in the learning of contents of Chemistry. Finally, this model is exemplified presenting the main features of a Chemistry unit.

Keywords: Language of science, learning difficulties, teaching methodology, chemistry and language integrated learning.

Introducción

A finales del siglo pasado, la Comisión Europea recomendó^[1] que para 2010 todos los estudiantes deberían terminar su escolarización con competencia tanto en su lengua materna como en, al menos, dos lenguas comunitarias.

Sin embargo, en nuestro país, muchos estudiantes, al terminar sus estudios de secundaria, no son capaces de utilizar en situaciones de comunicación efectiva el idioma extranjero que durante tantos años han estado estudiando. Es decir, no son capaces, en situaciones cotidianas, de comunicarse en esa lengua extranjera. Desgraciadamente, para una gran mayoría de alumnos las horas de clase de idiomas, aprendiendo gramática y vocabulario, escuchando a su profesor, escribiendo redacciones y, en ocasiones, ensayando a hablar, habrán resultado poco útiles. En consecuencia, sólo una minoría termina pudiendo utilizar la lengua extranjera estudiada en la escuela para comunicarse. Por ello, en muchos casos el tiempo y los esfuerzos invertidos en las clases de idiomas resultan decepcionantes, a la vista de los escasos resultados prácticos obtenidos.

La capacidad para utilizar una lengua va más allá de poseer un cierto vocabulario o de conocer unas reglas gramaticales, o de pronunciar con corrección palabras y ser capaz de articular adecuadamente frases aprendidas. En la actualidad, se sabe mucho acerca de cómo se aprenden las lenguas, gracias a las muchas y rigurosas investigaciones que se han realizado al respecto.^[2] Los jóvenes y los adultos normalmente aprenden

otras lenguas en el ámbito escolar, pero no las adquieren de un modo natural como aprendieron sus lenguas maternas. El aprendizaje de una segunda lengua se propicia cuando el estudiante puede usarla en situaciones reales. Para ello debe encontrar aplicaciones cercanas a su vida cotidiana o que intrínsecamente le motiven al estar relacionadas con su futuro profesional.

El método de trabajar las lenguas 'en contexto' enfatiza la utilidad de la comunicación en contextos concretos. Dentro de este parámetro, nos propusimos el enseñar Física y Química usando como lengua vehicular el inglés.

En este marco, se ha tratado de integrar un modelo contrastado de enseñanza/aprendizaje de las ciencias, tanto en lo que se refiere a la introducción de conceptos, la resolución de problemas y los trabajos prácticos^[3-5] como en la utilización de la historia de la ciencia^[6] y en la consideración de las relaciones Ciencia-Técnica-Sociedad (CTS),^[7] con una metodología de aprendizaje de una lengua extranjera a través de contenidos de otras materias. En este sentido, la fundamentación CLIL (*Content and Language Integrated Learning*)^[8-9] ha servido como marco teórico general añadido para el diseño y la puesta en práctica de una unidad didáctica de Física y Química de primero de bachillerato en donde los contenidos se desarrollan en inglés.

Por lo referido anteriormente, el presente trabajo fundamenta y ejemplifica cómo enseñar contenidos de Física y Química en inglés. En el ámbito de actuación de este trabajo (Comunidad Valenciana), la puesta en práctica de centros de secundaria bilingües español/inglés es todavía testimonial, a pesar del esfuerzo y deseo de un creciente número de profesores y de centros públicos, ya que apenas existe apoyo y planificación de la administración educativa. Sin embargo, no ocurre lo mismo en el resto de comunidades autónomas del estado español. Muchos profesores, gracias al desarrollo de planes institucionales autonómicos y europeos, han recibido en los últimos años y siguen recibiendo formación tanto de competencia lingüística como de didáctica específica. Ante esta realidad y el creciente interés que despierta este tipo de innovación, este artículo podría ser de utilidad para el profesorado que imparte los contenidos de su asignatura en inglés.



Mª L. Gómez



J. Quílez

^aDepartamento de Inglés; ^bDepartamento de Física y Química. IES Benicalap.

C/ Nicasio Benlloch. 46015 Valencia

C-e: j.quilez@terra.es

Recibido: 09/11/2009. Aceptado: 26/01/2010.

Fundamentación del *content and language integrated learning* (CLIL)

CLIL hace referencia a las situaciones en las que alguna materia o parte de la misma se enseña a través de una lengua extranjera, de forma que no sólo se pretende que los alumnos aprendan una serie de contenidos curriculares relacionados con la asignatura que se imparte, sino que además expresamente se establece el aprendizaje simultáneo de una lengua extranjera.

CLIL brinda oportunidades a los alumnos para utilizar una lengua extranjera en un contexto diferente al de la propia clase de idioma, propiciando que la empleen de forma natural en situaciones que les pueden resultar más cercanas o que les reporten una cierta utilidad inmediata. Se trata de que usen la lengua extranjera de modo que lleguen a olvidarse de que están aprendiendo a utilizar un idioma y se concentren en los contenidos que están trabajando. Así, aprenden tanto a utilizar la lengua extranjera como las materias impartidas en dicha lengua. En este contexto de trabajo los alumnos están más motivados y predispuestos hacia el aprendizaje de la lengua extranjera en la que se vehiculiza el aprendizaje de los contenidos curriculares. Con todo, ese uso espontáneo o natural del idioma por parte del alumnado, en donde lo importante es la comunicación, debe estar orientado por parte del profesor de contenidos, de forma que facilite su aprendizaje.

Es muy importante insistir en que en CLIL se integra el aprendizaje de otra lengua –distinta de la propia– y contenidos curriculares (ciencias, historia, etc.); es decir, cada clase de CLIL tiene dos objetivos: uno está relacionado con el aprendizaje de la materia y el otro está ligado al aprendizaje del idioma. En consecuencia, este aprendizaje está presente en los elementos que componen la unidad didáctica a desarrollar. Ello implica revisar la propia redacción del texto (estructura gramatical, vocabulario, complejidad lectora, etc.) para adaptarlo al nivel de conocimiento de los alumnos e incorporar elementos que faciliten la comprensión (tablas, diagramas, mapas conceptuales, figuras, experimentos, recursos de Internet, etc.), incluyendo además actividades que faciliten el aprendizaje tanto de los contenidos como de la lengua extranjera, incorporando en este acaso actividades que propicien las cuatro competencias básicas de un idioma: escuchar, leer, escribir y hablar. Así, el alumno no sólo deberá entender lo que el profesor dice o comprender el texto de la unidad, sino que además tendrá que ser capaz de describir un fenómeno o explicar y predecir un cierto comportamiento a través de la escritura o interaccionando oralmente con el profesor y sus compañeros de clase. Por todo ello, no se trataría de enseñar ciencias en inglés (por ejemplo), utilizando directamente materiales elaborados para alumnos que aprenden ciencias siendo su lengua materna el inglés. De forma análoga, tampoco se pretendería traducir al inglés capítulos de libros de texto en castellano para de esta forma disponer en inglés de los contenidos que se van a desarrollar en una clase de un determinado nivel educativo. Se concluye, por tanto, que el doble foco de CLIL obliga a elaborar nuevos materiales que incorporen actividades de aprendizaje específicas. Ello requiere que el profesor de contenidos se encuentre asesorado y apoyado por un profesor de idioma extranjero a la hora de integrar secuencias de aprendizaje de contenidos de la materia y de lengua extranjera. CLIL también propone que el profesor de

idioma diseñe actividades para su clase de lengua extranjera en donde los ejercicios propuestos complementen y refuercen los contenidos que el otro profesor trata en su asignatura.

Se han obtenido buenos resultados con una muy variada gama de aprendizajes de CLIL,^[10] y parece claro que, empezando con pequeñas dosis de CLIL, se puede llegar muy lejos para satisfacer las ansias de los jóvenes por aprender a resolver problemas y comunicarse eficazmente en un idioma. La naturalidad que proporciona CLIL parece ser uno de los factores clave tanto del éxito del aprendizaje de las asignaturas como del aprendizaje de las lenguas en las que se imparten.

El papel de la lengua en la enseñanza de las ciencias

El lenguaje de la ciencia posee unas características (precisión, neutralidad y concisión) que lo diferencian de otras modalidades de lenguaje.^[11] Además, históricamente la consolidación de una disciplina científica ha estado asociada al establecimiento de una terminología propia.^[12] El lenguaje se ha convertido siempre, por tanto, en una parte ineludible de la metodología científica. Por todo ello, es imposible aprender una ciencia sin aprender a la vez su lenguaje. Conviene pues conocer cuáles son las dificultades que presenta el aprendizaje del lenguaje de las ciencias para proponer medidas que permitan superarlas.

Muchos profesores comprobamos año tras año el bajo nivel de competencia de los alumnos a la hora de entender y de expresarse utilizando el lenguaje de las ciencias. No pretendemos analizar en profundidad las diferentes causas de este hecho, pero sí que podemos apuntar algunas de las conclusiones y sugerencias que se han producido en diferentes trabajos de investigación educativa.^[13–20] Las mismas son un excelente referente a la hora de enseñar ciencias en una lengua extranjera.

En primer lugar, debemos partir del hecho, no siempre asumido por el profesorado, de que todo profesor es profesor de lengua y que cada lección es una clase de lengua.^[21] Es decir, un profesor de cualquier asignatura ha de enseñar el lenguaje de la misma. Por ejemplo, en una clase de Química no se puede separar el proceso de enseñanza/aprendizaje de hechos y de conceptos del significado de la terminología empleada o de los argumentos utilizados en el proceso de construcción de los mismos. Por tanto, el profesor de Química es responsable de que sus alumnos aprendan el lenguaje propio de su asignatura, que va más allá de lo que supone un vocabulario específico. Todo profesor es consciente de que el éxito a la hora de enseñar tanto hechos como conceptos y procedimientos reside en la capacidad de entendimiento de los alumnos del lenguaje utilizado. Por ello, debe implicarse en la formación lingüística de su alumnado, ayudando al mismo cuando habla tanto a la hora de responder a cuestiones como en su planteamiento, moderando también los debates que se originen en la clase, facilitándole la comprensión de textos, así como en la orientación a la hora de elaborar trabajos escritos.^[22]

Probablemente, un estilo tradicional de enseñanza, en el que el profesor emplea hablando la mayor parte del tiempo de la clase, no propicia que sus alumnos aprendan a observar, describir, comparar, clasificar, analizar, discutir, emitir hipótesis, teorizar, cuestionar, desafiar, argumentar, diseñar experimentos, seguir procedimientos, juzgar, evaluar, decidir,

resumir, concluir, generalizar, informar, inferir, deducir, transferir, etc.^[23] Por ello, el profesorado debe ser consciente de su papel de ayuda a la hora de facilitar este aprendizaje, propiciando que su alumnado tenga la posibilidad de usar la lengua con frecuencia y en distintas situaciones para que pueda desarrollar adecuadamente esas capacidades.

Existen muchos trabajos acerca de las dificultades de los alumnos a la hora de comprender y utilizar el lenguaje de la clase de ciencias.^[24-31] Entre otros problemas, podemos mencionar los siguientes:

- Los alumnos suelen poseer un pobre entendimiento de los términos de uso cotidiano que se usan para dar significado en ciencias.
- En general, los estudiantes exhiben una falta de comprensión de la terminología específica en el estudio de las ciencias.
- El desconocimiento por parte de los alumnos del vocabulario no específicamente científico que normalmente se emplea en las clases de ciencias.
- Los alumnos con frecuencia adscriben significado cotidiano a conceptos de ciencias.
- El carácter evolutivo en el significado de muchos conceptos de ciencias. La polisemia de los términos científicos es una dificultad a la hora de diferenciar su significado con el conocido previamente del ámbito cotidiano.
- Muchos estudiantes presentan una cierta incapacidad para unir frases; en particular, en el empleo de conectores.
- Los alumnos suelen tener dificultad de entendimiento del lenguaje simbólico, como son las ecuaciones químicas, las ecuaciones matemáticas o las representaciones gráficas.
- Las ilustraciones constituyen a veces un elemento distorsionador más que clarificador, ya que a los alumnos no les resulta evidente la relación del dibujo o figura con el concepto o propiedad que se quiere ilustrar, lo que provoca interpretaciones no deseadas.
- Problemas de metacognición, ya que muchos estudiantes no son conscientes de lo que saben ni tampoco de lo que no saben.
- Los alumnos suelen otorgar comportamiento macroscópico a átomos, moléculas e iones.
- Los libros de texto de ciencias suelen estar escritos empleando un nivel ling stico superior al de otros textos debido, entre otros factores, a los siguientes:
 - * muchas frases son complejas: suelen ser largas, est n escritas en voz pasiva y contienen varias frases subordinadas;
 - * al uso preferente de formas impersonales y a la sustitución de procesos expresados a través de verbos por nombres, lo que origina un alto grado de abstracción del lenguaje científico;
 - * el nivel ling stico de los libros de texto suele estar más próximo al lenguaje técnico con el que se suelen comunicar entre sí los científicos que al lenguaje cotidiano del alumnado.
- El número de palabras nuevas que se introducen en un curso de ciencias es muy elevado.

Todos estos problemas y dificultades provocan que para muchos estudiantes la demanda ling stica de las clases de ciencias sea equivalente a la del aprendizaje de una segunda lengua. Por todo ello, un papel esencial del profesorado debe ser el de clarificar el lenguaje de la ciencia, máxime si se tiene

en cuenta que el alumno, partiendo de su conocimiento previo, es un constructor de significados. Ello implica intentar hacer asequible este lenguaje, lo que supone, entre otras acciones:

- precisar (y, en su caso, diferenciar) explícitamente el significado de términos científicos;
- hacer las inferencias oportunas sobre lo que es relevante o no en la información que aparece en un texto;
- explicitar el contexto en el que un término toma su significado;
- transferir el lenguaje simbólico al uso ordinario del idioma, haciendo además conexiones entre el comportamiento macroscópico de la materia y la interpretación que se realiza desde el mundo submicroscópico;
- analizar el origen etimológico de un grupo de palabras;
- apoyar el significado conceptual de las palabras a través de la experiencia, para lo que el laboratorio debe jugar un papel esencial;
- simplificar el discurso del profesor así como el lenguaje de los textos empleados;
- recurrir al empleo de sinónimos;
- destacar las ideas o términos clave, ayudando a la compresión de las mismas;
- apoyar mediante ilustraciones (imágenes, dibujos, etc.) la compresión de conceptos abstractos, informando acerca de la simbología empleada, procurando ayudar en la interpretación de aquello que se quiere ilustrar, evitando, en consecuencia, todo aquello que sea anecdótico o que pueda distraer la atención del lector.
- usar metáforas, analogías y modelos apropiados para explicar conceptos;
- contrastar explícitamente el lenguaje cotidiano o informal con el de la ciencia.
- activar el conocimiento previo del alumnado y ponerlo en situaciones que le permita desarrollar un mayor nivel de metacognición;
- proporcionar el tiempo suficiente para que los alumnos expresen sus ideas de forma oral, así como evitar que la escritura se limite a copiar lo que está escrito en la pizarra, facilitando así que aprendan conceptos utilizando sus propias palabras.
- dar oportunidades para que los alumnos compartan y discutan sus conocimientos;
- proponer la realización de resúmenes o diagramas, así como plantear cuestiones específicas que ayuden a realizar una lectura reflexiva de un texto;
- poner especial cuidado en los textos que los alumnos van a utilizar. Ello comporta:
 - * establecer encabezamientos de epígrafes con significado, rompiendo el texto con subtítulos;
 - * intentar partir siempre de lo conocido para poder establecer conexiones con las nuevas ideas;
 - * procurar que las frases no sean largas para lo que se usarán adecuadamente toda una serie de conectores y se procurar  la mayor proximidad entre referentes y referidos.
- facilitar la compresión de una exposición oral así como la lectura comprensiva de un texto mediante una escucha o lectura compartida:
 - * haciendo preguntas a los alumnos acerca del significado de palabras;
 - * pidiéndoles que digan lo que piensan tanto antes como después de una lectura o de una exposición oral,

Fundamentaci3n y desarrollo de un modelo de aprendizaje integrado de Química e Inglés.

* así como que realicen predicciones sobre lo escuchado o leído, proporcionando razones que las apoyen y buscando pruebas acerca de las mismas,

intentando en cada uno de los casos mencionados, hacer evaluaci3n formativa para ayudar a los alumnos que lo necesiten.

Por su parte, Sutton^[28] señala que la duda debe ser un rasgo fundamental en el aprendizaje. Así, este autor argumenta que las lecciones de ciencia deben ser el estudio de sistemas de significado que los seres humanos han construido a lo largo de la historia. Ello implica presentar una visi3n evolutiva de la ciencia como algo que está abierto al cambio, que es construido y reconstruido a medida que se producen nuevos descubrimientos y se postulan diferentes interpretaciones sobre el nuevo conocimiento y el preexistente.

Finalmente, conviene que en nuestro caso tengamos en cuenta las reflexiones y recomendaciones que realiza Farrar^[32] cuando los alumnos de ciencias no tienen como lengua materna el idioma en el que se desarrolla la clase. Esta autora propone aprovechar cualquier situaci3n comunicativa como una oportunidad para enseñar lengua, animando y reforzando a los alumnos en el aprendizaje de nuevo vocabulario o de nuevas estructuras, dándoles poco a poco confianza para que se puedan expresar. Teniendo en cuenta el nivel de competencia ling stica inicial del alumnado, algunas de las actividades que utiliza para apoyar el aprendizaje de la ciencia en este caso son las siguientes:

- Completar frases en las que faltan una serie de palabras.
- Poner en la pared de la clase dibujos y fotografías de aparatos, material de laboratorio o de procesos físicos o químicos (por ejemplo, destilaci3n o combusti3n). Este material se puede extender a la elaboraci3n de tarjetas con las que los alumnos pueden ampliar el vocabulario.
- Escribir en la pizarra palabras clave o frases antes de que el alumno tenga que escuchar una exposici3n oral, de forma que le guíen en su seguimiento.
- Antes de empezar una exposici3n oral pedir a los alumnos que digan lo que ya saben del tema a desarrollar.
- Dividir cada exposici3n oral en varias partes de 3 a 5 minutos de duraci3n.
- Despu es de presentar un nuevo concepto o de reforzarlo, o de realizar un resumen, pedir a los alumnos que vuelvan a decir lo mismo empleando sus propias palabras.
- Escribir las palabras clave en la pizarra como ayuda a los alumnos antes de que escriban un resumen o un mapa conceptual.
- Repetir o volver a decir de forma similar partes esenciales de una exposici3n oral.
- Solicitar el contenido de una lectura y del posible vocabulario a partir del título de la misma.
- Proporcionar esqueletos de estructuras gramaticales, de creciente complejidad, para que los alumnos las puedan emplear en diferentes situaciones de clase.
- Suministrar modelos de trabajos prácticos.

Todas las decisiones pedag3gicas mencionadas en este apartado tienen más sentido y son más efectivas si se enmarcan como acuerdo prioritario de los departamentos de ciencias. Pero como la lengua es el vehículo de aprendizaje de todas las materias, un compromiso general del Centro puede resultar en este sentido necesario. A continuaci3n reproduci-

mos, a título de ejemplo, las directrices tomadas por la Comisi3n de Coordinaci3n Pedag3gica (COCOPE) del IES Benicalap en su reuni3n de 14 de febrero de 2007:

Primeras propuestas de acciones coordinadas en el trabajo de las lenguas en las distintas asignaturas:

Ya que se trata de que el alumnado mejore su capacidad de entender y de producir mensajes (de forma oral y escrita), en las clases se trabajarán explícitamente aspectos ling sticos, independientemente de los contenidos tratados. Los siguientes puntos sirven de guía y de recomendaci3n para el alumnado:

- Al inicio de la clase, solicitar la realizaci3n de resúmenes orales de los contenidos realizados en la clase anterior.
- Potenciaci3n de la lectura comprensiva, utilizando fundamentalmente el libro de texto: ideas principales, describir con palabras propias, hacer un esquema o mapa conceptual, significado de palabras, etc.
- Incidir en trabajo de comprensi3n del vocabulario específico, sin que ello implique un número excesivo de léxico. Esta tarea está dirigida más hacia la comprensi3n y menos hacia la calificaci3n.
- Elaboraci3n de una libreta-diccionario personal para cada asignatura, donde diariamente se trabajarán palabras no específicas, pero que estarían fuera del uso cotidiano del alumno (máximo, 2-3 semanales).
- Elaboraci3n de un diccionario ortográfico valenciano-castellano con el fin de evitar interferencias mutuas.
- Coordinaci3n de lecturas entre los departamentos (v.g. Historia y Castellano; Física y Química y Valencià, etc.).

Elaboraci3n de una unidad didáctica CLIL de Física y Química

El presente trabajo surge como consecuencia de un proyecto de formaci3n en centros del IES Benicalap titulado *Trabajo integrado de inglés y contenidos*. Este proyecto suponía trabajar la metodología CLIL en la modalidad *team teaching*, en donde el profesor de contenidos y el de inglés se encuentran presentes en el aula. Las clases se planificaban conjuntamente y, de ninguna manera, el papel de la profesora de inglés se limitaba a traducir lo que el profesor de contenidos decía en castellano ( ste siempre se expresaba en inglés). En alguna ocasi3n la profesora de inglés impart  sola la clase de contenidos, al estar previamente planificada (lectura comprensiva de textos, significado de términos, resúmenes orales o escritos de la clase anterior, etc.). Este primer proyecto desemboc3 en otro, esta vez de innovaci3n educativa, subvencionado por la Conselleria de Educaci3n de la Generalitat Valenciana: *Elaboraci3n de Unidades Didácticas CLIL en el ámbito PEMPL*, en el curso 2007/08. La unidad didáctica que se presenta en este trabajo se realiz3 dentro de citado proyecto.

La innovaci3n realizada está referida al IES Benicalap. Este centro se encuentra ubicado en un barrio hom3nimo, un área en expansi3n al noroeste de la ciudad de Valencia. El grueso del alumnado es de clase social y econ3mica media-baja. Los alumnos que participaron correspondieron a una clase de Física y Química de primero de bachillerato (24 alumnos).

La unidad didáctica desarrollada se titula *Atomic structure: from Dalton to Bohr*. El  ndice general de la misma se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1.  ndice de la unidad docente *Atomic structure: from Dalton to Bohr*.

1.- Introduction
2.- Evidence for atomic structure
2.1. Thomson investigated the conductivity of gases.
2.2. Thomson discovered positive rays (rayos canales).
2.3. Dalton's atom limitations. Thomson's model of atomic structure.
2.4. Geiger and Marsden explored the atom.
2.5. Rutherford's model.
2.6. Limitations of Rutherford's model.
3.- Sub-atomic particles: summary.
4. Revising the element concept, atomic number, mass number and isotopes.
5.- Mass numbers, relative isotopic masses and relative atomic masses.
Summary.
6.- Characteristics of light.
7.- The electromagnetic spectrum.
7.1. The energy of electromagnetic radiation.
8.- Absorption and emission spectra.
9.- Twofold character of electromagnetic radiation.
10.- The atomic spectrum of hydrogen.
11.- The Bohr model of the hydrogen atom.
11.1. Bohr's model limitations
12.- Role-Playing: <i>Explaining the spectrum of hydrogen making use of Bohr's model.</i>
Role-Playing questions
<i>Summary chart</i>
• Reading task: the elements: abundance, origin and importance.
Reading questions
• Glossary: scientific words.
• Vocabulary and examples of non-scientific words
• Power Point presentation: Women in Chemistry & Physics
• Atomic structure exam

Teniendo en cuenta el marco general para la elaboraci n unidades did cticas de Física y Química,^[33] conviene particularizar el trabajo realizado en este caso concreto. El libro de texto usado en clase^[34] sirvió de referencia básica a la hora de estructurar los contenidos. En ningún momento se plante  el realizar una traducción literal del texto al inglés. Se redact  toda la unidad empleando un lenguaje asequible a los alumnos. Para conseguir este fin, se contó con la colaboración de dos profesores del Departamento de Inglés, que leyeron los primeros borradores y señalaron los cambios que se debían realizar. Además, para facilitar la comprensión del texto, la lectura se interrumpe mediante la realización de diferentes actividades, proponiéndose algunas incluso antes de empezar a desarrollar un nuevo epígrafe. De esta forma, una gran variedad de actividades permiten estructurar y construir el nuevo conocimiento químico. En muchas ocasiones se suele partir de lo que ya se sabe, propiciando que se haga explícito este conocimiento. Posteriormente, se proponen actividades de recapitulación en las que se puede comparar el punto de partida y el nuevo aprendizaje. Existen actividades conceptuales y otras que suponen la resolución de problemas. Otras pretenden que se desarrolle la capacidad de realizar resúmenes o que se comprenda el significado de las palabras que se emplean en un contexto científico. También existen actividades de emisión de hipótesis y de consolidación de un concepto. En el proceso de redacción de la unidad didáctica se realizó una selección de libros en inglés, tanto de nivel pre-universitario,^[35-37] como de universidad^[38-40] que sirvieron tanto para ayudar a reestructurar los contenidos a desarrollar

como para escribir todo el cuerpo de la unidad en inglés. Siguiendo las sugerencias de Mayo y Bodner,^[41] un elemento adicional fue añadir, entre paréntesis, un sinónimo en inglés o la traducción al castellano de palabras cuyo desconocimiento podía dificultar el entendimiento del texto.

Esta unidad didáctica se ha realizado desde una perspectiva histórica con el objetivo de ofrecer una visión de cómo se construyen los conocimientos científicos. Según este marco teórico, en los distintos modelos at micos se estudian:

- hechos que explican,
- ideas nuevas que introducen,
- posibles predicciones, limitaciones y
- necesidad de un nuevo modelo que intente superarlas, dando así una visión dinámica de la ciencia.

Por otra parte, hemos intentado recalcar que los modelos son interpretaciones propuestas para explicar determinados hechos conocidos acerca del comportamiento atómico y, por lo tanto, la validez de los mismos viene determinada por la consistencia de sus explicaciones. Los modelos explicados no deben tomarse como realidades físicas.

Con todo ello pretendemos ofrecer una visión estructurada de los distintos modelos favoreciendo la asimilación adecuada de los mismos, explicitando ideas previas del alumnado, a fin de evaluarlas y permitir así establecer ideas que se construyan siguiendo un paralelismo histórico en su formulación.

Por último, debemos mencionar las actividades específicas diseñadas en las que el énfasis se ha puesto fundamentalmente en los aspectos ling sticos del inglés, a través de contenidos *ad hoc* de Física y Química; entre las mismas, podemos destacar las siguientes:

- **Simulación de una situación de clase (Role-playing).** Se simula un diálogo de clase que supone la explicación del modelo de Bohr mediante una analogía y luego se deben responder una serie de preguntas sobre el mismo. En esta simulación el profesor interrumpe el diálogo en varias ocasiones para enfatizar algunos aspectos esenciales, destacando su importancia o expresándolos de otra manera para facilitar la comprensión.
- **Comprensión de lectura (Reading comprehension).** Se trata de una lectura CTS, que trata de conectar los conceptos tratados en la unidad con aspectos de la vida diaria, según un modelo propuesto por Quilez.^[42] Al finalizar la misma, el alumno debe responder a cuestiones relacionadas con el origen de los elementos químicos y con la importancia de los elementos químicos en la vida diaria, así como explicar algunos términos que aparecen en la lectura.
- **Exposición oral, con la ayuda de una presentación PowerPoint, sobre una mujer científica (PowerPoint presentation).** Esta actividad tiene un claro objetivo coeducativo: hacer patente la importancia de la mujer en la ciencia y, al mismo tiempo, analizar las dificultades que ha tenido para estudiar ciencias o trabajar como científica. Las científicas elegidas se escogieron principalmente por su relación más o menos directa con el mundo atómico: Marie Curie, Irene Joliot-Curie, Dorothy Crowfoot Hodgkin, Rosalind Franklin, Lise Meitner, Marie Goeppert-Mayer, a las que se añadieron Marie Paulze y Margarita Salas.
- Utilización de **Internet** como fuente principal para la confección del citado *PowerPoint*. Las fuentes principales de consulta las proporcionó el profesor.

Fundamentaci3n y desarrollo de un modelo de aprendizaje integrado de Química e Inglés.

- **Resumen (Writing summary), que supone la realizaci3n de una tabla-resumen al final del tema.** Si bien en el texto se han realizado algunos resúmenes parciales de lo estudiado, ahora el alumno es totalmente responsable de elaborar una síntesis del tema, rellenando una tabla en la que se deben poner de manifiesto las principales ideas aportadas por cada modelo, los hechos explicados, así como sus limitaciones, dando un ejemplo de representaci3n en cada caso.
- Elaboraci3n en inglés de un **glosario** de términos y de conceptos científicos nuevos que aparecen en la unidad (Tabla 2).
- Elaboraci3n de un **vocabulario** en inglés. Cada término debe tener su definici3n y una frase en la que se ponga de manifiesto su significado en contexto científico. Cada alumno elabora el suyo propio. Suelen ser palabras nuevas para ellos o con un significado diferente al conocido previamente. En la Tabla 2 se relacionan unos cuantos términos a modo de ejemplo.

Tabla 2. Ejemplos de palabras que los alumnos trabajan en la unidad docente.

Glosario

electrical insulator, electrode, cathode rays, magnetic field, electron, fluorescence, positive rays, alpha particles, nucleus, proton, neutron, subatomic particle, atomic spectrum, atomic number, isotope, mass number, relative atomic mass, wave, frequency, wave length, electromagnetic spectrum, photon, emission spectrum, absorption spectrum, ground state, to excite, orbit, principal quantum number, quantum mechanics.

Vocabulario general

demanding, to skip, feature, to split up, tiny, to remind, compound, to focus on, awful, to remove, to glow, field, fluent, to improve, charged, deflected, seeds, bullets, foil, colleagues, lead, successful, to occur, average, to assess, squared, excited, ladder, energy, to realize, to release, to spin.

- **Destrezas de comunicaci3n (Writing/oral skills)** para ayudar a los alumnos a la hora de expresar una duda, responder o formular una pregunta, apoyar o contradecir una idea, resumir, empezar o finalizar una discusi3n, solicitar ayuda o más informaci3n, proporcionar explicaciones causales, emitir hip3tesis, etc.

A partir de la metodología CLIL, teniendo en cuenta que los contenidos se han impartido en inglés, se han considerado en este sentido los siguientes aspectos:

- **Crear un ambiente de clase seguro desde el punto de vista psicol3gico.** Los alumnos deben sentirse seguros a la hora de expresarse en inglés, sin miedo a cometer errores: el profesor deberá corregir, no sancionar, cuando lo considere conveniente y velará para que exista un ambiente relajado, en donde no permitirá que unos alumnos se burlen de otros; se valorará positivamente la capacidad de comunicaci3n y se proporcionarán refuerzos positivos a los esfuerzos realizados para entender y hacerse entender, animando a los alumnos a mejorar estas capacidades.

- **Permitir, al principio, usar la primera lengua.** Se permitirá, en los primeros días de clase, el uso de palabras o expresiones en castellano o en valenciano, mezcladas con otras en inglés, de forma que el alumnado vaya ganando confianza.
- **Hablar despacio y articular claramente.** En este aspecto se debe ser cuidadoso para no exagerar la pronunciaci3n de palabras o hablar excesivamente lento de forma no natural.
- **Usar un nivel apropiado de inglés,** evitando construcciones gramaticales excesivamente complicadas para los estudiantes, pero siempre correctas desde el punto de vista gramatical.
- **Usar el lenguaje no verbal para reforzar el significado,** con la ayuda de gestos, expresiones faciales o dibujos.
- **Repetir cuando sea necesario,** lo que facilitará al alumnado el entender nuevos significados y coger paulatinamente más confianza.
- **Crear diferentes escenarios de uso de la lengua,** como discusi3n en grupo, por parejas, realizaci3n de exposiciones individuales o en grupo (*PowerPoint*). Ya que el aprendizaje del inglés se propicia con su uso, se prestará especial atenci3n para apoyar cualquier forma y oportunidad en la que los alumnos puedan usar el inglés.
- **Propiciar la comunicaci3n.** Es más importante entender y hacerse entender que estar preocupados por usar una gramática absolutamente perfecta. Los alumnos deben experimentar refuerzos positivos por intentar hablar y todavía más cuanto mejor lo vayan haciendo. El profesor ayudará con apoyos de vocabulario (por ejemplo, sin3nimos, o simplemente con palabras que se desconocen), o bien con la simplificaci3n de frases, inicialmente muy complicadas para este nivel. Una vez hecha una observaci3n de este tipo, permitir que el diálogo fluya.
- **Crear una amplia gama de escenarios y de oportunidades para que los alumnos desarrollen las cuatro capacidades básicas en el aprendizaje de una lengua y, del inglés, en particular: escuchar, hablar, leer y escribir.** El desarrollo de cada una de estas capacidades propicia el desarrollo del resto. El profesor proporcionará ayudas en la forma de *writing/oral frames* (ejemplos estructuras gramaticales que tienen varias opciones de expresi3n sobre un mismo hecho comunicativo: formulaci3n de una pregunta, emisi3n de una hip3tesis, establecimiento de conclusiones y de generalizaciones, descripci3n de un suceso, etc.) para que los alumnos vayan familiarizándose con estas estructuras y las vayan haciendo suyas.
- **Establecer expectativas altas, aunque realistas.** No deberemos subestimar lo que nuestros alumnos son capaces de hacer, sino establecer expectativas altas, aunque posibles. En el supuesto de que existan dificultades en algún momento sobre las mismas, se deberán proporcionar o construir apoyos o soportes apropiados que les permitan seguir aprendiendo. Unas expectativas altas refuerzan el interés y propician la consecuci3n de grandes logros.
- **Recompensar de formas diversas el esfuerzo realizado.** Ello se producirá no s3lo en el momento preciso en la clase, mediante la felicitaci3n pública o dando ánimo a seguir trabajando bien, sino que tendrá también efecto en la calificaci3n.

Conclusiones y nuevas expectativas

El trabajo de elaboraci3n y puesta en práctica de unidades CLIL necesita la colaboraci3n de dos profesores: el de contenidos y el de lengua extranjera. Una de las dificultades ini-

ciales que se ha encontrado el profesor de contenidos en el caso descrito en este trabajo ha sido el diseño de actividades específicas de aprendizaje del inglés a través de los contenidos desarrollados. A partir de esta primera experiencia se van a elaborar nuevos ejercicios que supongan, entre otros: reordenar de forma lógica los párrafos de un texto; completar un texto con palabras, que implique el uso apropiado de vocabulario, tiempos verbales, preposiciones, etc.; rellenar los huecos de un diagrama; formación de adjetivos y de adverbios; escribir sinónimos y antónimos de palabras; encontrar el significado de una palabra o de una expresión; y elaboración de mapas conceptuales. Algunas de estas actividades se realizarán en la clase de Inglés. También se trabajar  en la confección de nuevos *writing/oral frames* para ayudar a los alumnos a expresar mejor sus ideas.

La asunción explícita del profesor de contenidos de que también es profesor de lengua simplifica enormemente el trabajo que fundamenta la metodología CLIL. El ser consciente de que se está enseñando una lengua propicia que el profesor facilite la misma haciendo que los alumnos la pongan en práctica en diferentes situaciones de comunicación, intentando siempre cubrir las cuatro capacidades básicas: leer, escuchar, escribir y hablar. En el caso de estas dos últimas capacidades se considera esencial dar a los alumnos el tiempo suficiente para expresar sus ideas. De esta forma, el profesor tiene oportunidad de conocer el marco conceptual desde el que el estudiante formula sus ideas; además, el alumno mejora la comprensión del tema en cuestión al tener oportunidad de pensar en voz alta o de organizar su pensamiento mediante la escritura. Ello le permite perfeccionar paulatinamente su capacidad de comunicación y, en definitiva, su nivel de aprendizaje, ya que el mismo tiene en cuenta como prerrequisito básico la capacidad de entender y de expresar ideas.

Por otro lado, y en perfecta armonía con lo indicado en el párrafo anterior, el conocimiento de las dificultades que los alumnos tienen a la hora de trabajar el lenguaje de la ciencia propicia acciones didácticas que tienden a superar esos problemas y, por tanto, permite producir mejoras en cuanto a la comprensión y utilización adecuada de los contenidos desarrollados, lo cual necesariamente está asociado con el aprendizaje de la lengua vehicular.

A pesar de que los alumnos se mostraron al principio un poco reacios a realizar esta innovación, ya que pensaron que no iban a entender prácticamente nada, rápidamente cambiaron de actitud. Tanto el profesor como los alumnos disfrutaron enormemente en cada una de las clases CLIL y se mostraron muy satisfechos al acabar la unidad didáctica. En primer lugar, los alumnos vieron sentido al aprendizaje del inglés al encontrar una utilidad inmediata.

Además, intervenían en la clase sin temor a ser sancionados por cometer alguna incorrección, dándose cuenta rápidamente de que lo importante en este caso era la comunicación y de que eran capaces de expresarse y de hacerse entender en una mayor extensión de lo que en principio ellos suponían. Por su parte, el profesor, al no dominar el inglés a la perfección como su lengua materna, necesariamente tuvo que simplificar la forma de explicar, haciendo, en consecuencia, más asequibles los contenidos tratados. Finalmente, cabe reseñar que la evaluación del tema no se centr  en exclusiva en un examen final del tema. Se valor  además la participación en clase, la realización de todas las actividades, la confección del glosario y del vocabulario en inglés, así como la exposición oral sobre

una mujer científica apoyada por una presentación *powerpoint*. De esta forma, los resultados finales obtenidos por los alumnos se valoraron como muy satisfactorios. Esta primera experiencia se piensa extender elaborando nuevas unidades didácticas del mismo nivel, así como en segundo de bachillerato.

A pesar de que CLIL no es nuevo, sólo recientemente se est n publicando materiales de ciencias CLIL,^[43] no siendo todavía su número una referencia completa para el profesorado que quiere desarrollar esta metodología. Ello, unido al enorme esfuerzo que supone la elaboración propia de este tipo de unidades didácticas limita considerablemente el trabajo que en la actualidad se puede realizar en las clases.

Finalmente, se quiere insistir y resaltar que en ningún momento se propone en este artículo desatender los contenidos propios de la asignatura ni mucho menos sustituir la clase de Física y Química por una de lenguaje. Precisamente, para evitar esa desatención, se propone integrar el lenguaje en la clase no como un aspecto colateral más sino como uno de sus elementos básicos. La lengua (ya sea la propia o una segunda lengua) está presente en cualquier hecho comunicativo de enseñanza/aprendizaje. Para que los alumnos la dominen en el caso de una asignatura como la Física y la Química, corresponde al profesor el conocer las dificultades que sus alumnos presentan en el dominio del lenguaje de la ciencia, y de actuar, en consecuencia, facilitándoles el aprendizaje del mismo. Estos aspectos generales se integran perfectamente con la experiencia y propuestas metodológicas referidas a cómo enseñar contenidos en una segunda lengua.

Bibliografía

- [1] *Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment*. Council of Europe: Strasbourg. **2001**.
- [2] Lightbown, P. M. y Spada, N. *How languages are learned*. Oxford University Press: Oxford. **1993**.
- [3] Hewson, P. W. y Hewson, M. G., *Sci. Educ.* **1988**, 72, 597–614.
- [4] Wellington, J. *Skills and processes in science education*. Methuen. Londres. **1989**.
- [5] Gil, D.; Carrascosa, J.; Furi , C. y Martínez, J. *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. ICE-Horsori: Barcelona. **1991**.
- [6] Matthews, M.R. *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. Routledge: Nueva York. **1994**.
- [7] Yager, R. E. *Science/Technology/Society as a reform in science education*. State University of New York Press: Nueva York. **1996**.
- [8] Deller, S. y Price, C. *Teaching other subjects through English*. Oxford University Press: Oxford. **2007**.
- [9] Mehisto, P.; Marsh, D. y Frigols, M. J. *Uncovering CLIL*. Macmillan: Oxford. **2008**.
- [10] Nav s, T. y Muñoz, C. en *Implementing Content and Language Integrated Learning*. (Eds. Marsh, D. y Lang , G.) ER-paina & Jyv skyl n yliopistopaino: Jyv skyl . Finlandia, **1999**, pp. 145–158.
- [11] Gutiérrez, B.M. *La ciencia empieza en la palabra. Análisis e historia del lenguaje científico*. Península: Barcelona. **1998**.
- [12] Crosland, M.P. *Estudios históricos en el lenguaje de la Química*. UNAM: México. **1988**.
- [13] Gardner, P.L. *Words in science*. The Australian Science

Fundamentaci3n y desarrollo de un modelo de aprendizaje integrado de Química e Inglés.

- Education Project: Melbourne. **1974**.
- [14] Cassels, J. R. T. y Johnstone, A. H. *Understanding of non-technical words in science*. The Royal Society of Chemistry: Londres. **1980**.
- [15] Cassels, J. R. T. y Johnstone, A. H. *Words that matter in science*. The Royal Society of Chemistry: Londres. **1985**.
- [16] Davies, F. y Greene, T. *Reading for learning in the sciences*. Oliver & Boyd: Edinburgo. **1984**.
- [17] Bulman, L. *Teaching language and study skills in secondary science*. Heinemann: Londres. **1985**.
- [18] Roth, K. y Anderson, C. en *Improving learning. New perspectives*. (Ed. Ramsden, P.) Kogan, Londres, **1988**, pp. 109–141.
- [19] Dalq, A. E.; van Raemdonck, D. y Wilmet, B. *Le français et les sciences*. Duculot: Paris. **1989**.
- [20] Jiménez, M. P. en *Enseñar ciencias* (Ed. Jiménez, M.P.), Gra3, Barcelona, **2003**, pp. 55–71.
- [21] Stubbs, M. *Language, schools and classrooms*. Methuen: Londres. **1976**.
- [22] Márquez, C. y Prat, A., *Ens. Cien.* **2005**, 23(3), 431–440.
- [23] Lemke, J. L. *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Paid3s: Barcelona. **1997**.
- [24] Kulkarni, V. G. en *Development and dilemmas in science education*, (Ed. Fensham, P.), The Falmer Press, Londres, **1988**, pp. 150–168.
- [25] Osborne, R. y Freyberg, P. *El aprendizaje de las ciencias*. Narcea: Madrid. **1991**, pp. 56–73.
- [26] Reid, D. J. y Hodson, D. *Ciencia para todos en secundaria*. Narcea: Madrid. **1993**.
- [27] Sutton, C. en *Doing science. Images of science in science education*, (Ed. R. Millar), The Falmer Press, Londres, **1989**, pp. 137–159.
- [28] Sutton, C. *Words, science and learning*. Open University Press: Buckingham. **1992**.
- [29] Wellington, J. *Secondary science*. Routledge, Londres. **1994**.
- [30] Herron, J. D. *The chemistry classroom. Formulas for successful teaching*. American Chemical Society: Washington. **1996**, pp.161-182.
- [31] Jones, G. en *Good practice in science teaching. What practice has to say*, (Eds. Monk, M. y Osborne, J.), Open University Press, Maidenhead, **2000**, pp. 88–103.
- [32] Farrar, M. en *Teaching Science*, (Ed. Levinson, R.), The Open University-Routledge, Londres, **1994**, pp. 143–156.
- [33] Quilez, J.; Lorente, S.; Sendra, F.; Chorro, F. y Enciso, E. *Química-2. Gu a didáctica*. ECIR: Valencia. **2003**.
- [34] Lorente, S.; Enciso, E.; Quilez, J.; Sendra, F. y Chorro, F. *Física y Química 1  de bachillerato*. ECIR: Valencia. **2003**.
- [35] Anderton, J. D.; Garnett, P. J.; Liddelow, W. R.; Lowe, R. K. y Manno, I. J. *Foundations of Chemistry*. Longman Cheshire: Melbourne. **1993**.
- [36] Hill, G. y Holman, J. *Chemistry in Context*. Nelson: Glasgow. **1995**.
- [37] Tro, N. J. *Introductory Chemistry*. Pearson: New Jersey. **2003**.
- [38] Gillespie, R. J.; Eaton, D. R.; Humphreys, D. A. y Robinson, E. A. *Atoms, Molecules, and Reactions. An Introduction to Chemistry*. Prentice Hall: New Jersey. **1994**.
- [39] Oxtoby, D. W.; Gillis, H. P. y Nachtrieb, N. H. *Principles of Modern Chemistry*. Saunders: Orlando. **1999**.
- [40] McMurry, J. y Fay, R. C. *Chemistry*. Prentice Hall: New Jersey. **2004**.
- [41] Mayo, P. M. y Bodner, G. M. *Educ. Quím.* **2007**, 18 (3), pp. 228–234.
- [42] Quilez, J. *Educ. Quím.*, **2005**, 16(3), 114–134.
- [43] Kelly, K. *Science*. Macmillan: Oxford. **2008**.

XIX Congreso de la SIBAE
Sociedad Iberoamericana de Electroquímica

XXXI Reuni3n del Grupo
de Electroquímica de la
Real Sociedad Española de Química

SIBAE 2010 / G E - R S E Q 2010

27 de junio - 2 de julio de 2010
Universidad de Alcalá
Alcalá de Henares. Madrid. España

www.19sibae.fgua.es

SIBAE
2010



Organizan:

