



Universidad Internacional de La Rioja

**Universidad Internacional de La Rioja**

**Facultad de Educación**

**Trabajo fin de máster**

Diseño de un programa informático y planteamiento didáctico para la mejora en el aprendizaje de la formulación química según las normas IUPAC en la educación secundaria.

**Presentado por:** Victor Jesús García Hernández

**Línea de investigación:** Medios audiovisuales y nuevas tecnologías de la educación.

**Director/a:** Alicia Palacios Ortega

**Ciudad:** El Puerto de Santa María

**Fecha:** 27/02/2013

## Resumen

La química forma parte de nosotros, está presente en nuestra sociedad, en lo que nos rodea y en nosotros mismos. La gran cantidad de compuestos químicos presentes en la naturaleza (más los creados por el hombre), hace necesaria una clasificación adecuada de los mismos. Esta necesidad adquirió su máxima relevancia durante la revolución industrial, hizo necesaria una identificación que fuera específica y única de cada compuesto químico, sin posibilidad de ambigüedades. A partir de los trabajos de Lavoisier y algunos otros pioneros, se fue creando un lenguaje científico para tal propósito.

Para un correcto desarrollo educativo en ciencias químicas, es necesario que todos hablemos un mismo lenguaje común.

Es de sobra conocida la dificultad de la enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de ciencias, y si además, añadimos la dificultad de adquirir un nuevo lenguaje para comunicarse en una determinada asignatura, como es el caso de la formulación y nomenclatura química, la tarea del educador se hace más difícil. Este trabajo se centra en mejorar la enseñanza-aprendizaje de la formulación química. Para ello, primeramente se han recopilado datos de los trabajos y estudios realizados hasta el momento en la docencia de esta temática. Posteriormente, se ha planteado una metodología CTS apoyada por las TICs, **diseñándose un programa informático específico** con el que alumnos y profesores puedan interactuar en un entorno cómodo y motivador. Este programa pretende reducir considerablemente la dificultad de otros programas informáticos propuestos, con una interfaz totalmente ajustable y modificable para adaptarse al alumno según una filosofía de educación personalizada y dificultad creciente y organizada, permitiendo además seguir una metodología CTS, realizar pequeñas investigaciones, autoevaluaciones dinámicas construyendo estructuras químicas tridimensionales y otras opciones que se explicarán en este trabajo. Finalmente, se ha evaluado el diseño del programa planteado a través de un cuestionario que ha realizado varios expertos docentes.

Palabras Claves: CTS, TICs, Applet, Nomenclatura, Formulación.

## Abstract

Chemistry is part of us, is present in our society, in our surroundings and in ourselves. The large numbers of chemical compounds in nature plus manmade ones require a proper classification thereof. This need reached its maximum relevance during the industrial revolution, so it was necessary to specify a unique identification for each chemical compound in order to avoid ambiguity. A scientific language was created starting from the works done by Lavoisier and other pioneers.

For proper educational development in chemistry, it is necessary that we all speak a common language, which is the base to build the other aspects of this science.

It is well known the difficulty of teaching- learning of science subjects, but if it is also added the difficulty of acquiring a new language in order to establish a proper communication, like in the case of the formulation and chemical nomenclature, the difficulty of the educator's task increases. In particular, this paper focuses on facilitate the educator task this subject through a STS methodology supported by ICTs, so it has been designed a specific computer program with which students and teachers can interact in a comfortable and attractive way. This program aims to significantly reduce the difficulty of other software proposed, with a fully adjustable and modifiable interface to suit the student as a philosophy of personalized education and a proper increasing difficulty. The proposed software also allows following a STS methodology, make small research, building three-dimensional chemical structures in a dynamic way, and some other options explained in this paper. Finally, we have evaluated the design of the proposed program through a questionnaire that has been conducted by several educational experts.

**Keywords:** CTS, ICT, Applet, Nomenclature, Formulation.

# Índice de contenidos

1. Introducción al Trabajo fin de máster.....	6
2. Planteamiento del problema.....	7
2.1. Objetivos de la investigación.....	8
2.2. Fundamentación de la metodología.....	9
2.3. Justificación de la bibliografía.....	9
3. Desarrollo.....	10
3.1. Fundamentación teórica.....	10
3.1.1. Análisis de la situación actual del currículo de ciencias en la educación secundaria.....	10
3.1.2. Las TIC en la educación secundaria.....	11
3.1.3. Los <i>applets</i> como recurso de apoyo a la docencia: características, evaluación y posibilidades.....	13
3.1.4. Enseñando formulación y nomenclatura química.....	15
3.1.4.1. <i>Historia de la nomenclatura química</i> .....	15
3.1.4.2. <i>Antecedentes de la didáctica de la formulación química y situación actual</i> ....	16
3.1.4.3. <i>Contenidos de la formulación-nomenclatura química en la educación formal</i> . 20	
3.1.5. Enfoque metodológico: Ciencia-Tecnología-Sociedad.....	20
3.2. Materiales y métodos.....	22
3.3. Diseño de la aplicación educativa.....	23
3.3.1. Diseño curricular.....	23
3.3.2. Desarrollo de una aplicación informática.....	25
3.4. Elaboración de actividades a través del software planteado.....	26
3.4.1. Nivel educativo de 3º E.S.O.....	27
3.4.2. Nivel educativo de 4º E.S.O.....	30
3.4.3. Nivel educativo de Bachillerato.....	35
4. Análisis y resultados.....	37
4.1. Análisis del software diseñado.....	37
4.2. Discusión.....	40
5. Propuesta Práctica.....	42
5.1. Nivel educativo de 3º E.S.O.....	42
5.2. Nivel educativo de 4º E.S.O.....	43
5.3. Nivel de bachillerato.....	43
6. Conclusiones.....	45

7. Líneas de Investigación futuras .....	46
8. Bibliografía .....	47
9. Anexos.....	51
9.1. Cuestionario.....	51

## 1. Introducción al Trabajo fin de máster

Es de sobra conocido que el aprendizaje significativo de las ciencias por parte de los alumnos es una tarea con un índice de fracaso elevado (Daniel Gil Pérez y cia. 2005). Actualmente se admite que esto es debido a varios factores, siendo difícil agruparlos todos en un problema único a abordar. Parte de la responsabilidad de este fracaso reside en el propio alumno, otra parte en el profesor y, seguramente, otra parte esté en el contexto escolar y en la propia sociedad (Campanario, J.M.; Otero, J. C., 2000). Sin embargo, para cada conocimiento de la ciencia que el educador pretende transmitir, se enfrenta a las siguientes dificultades comúnmente conocidas: lo que el alumno sabe (ideas previas), saben hacer (estrategia de razonamiento), creen (concepciones epistemológicas) y creen que saben (metacognición) (Campanario J.M. y cia. 1998).

El presente trabajo trata de eliminar, o al menos reducir, los obstáculos observados en la enseñanza-aprendizaje de la simbología química. Para conseguir esto, se propone el diseño de un software específico para que a través del mismo, alumnos y profesores realicen las actividades necesarias. El motivo de esta propuesta se basa en parte en mi experiencia en la elaboración de aplicaciones científicas y educativas, habiendo observado además el efecto motivador que tienen estas en los alumnos, permitiendo que tenga mayores calidades y preparando su adaptación para una educación del siglo XXI. La herramienta que se diseña en este trabajo podría contribuir a derrumbar los muros que dificultan que el alumno alcance los objetivos y capacidades requeridas en cada nivel educativo para esta temática. Permitiendo además una gestión más sencilla, ágil y cómoda para el educador.

Este proyecto me va a permitir avanzar en una línea de investigación dentro de la docencia por el cual siento un interés, el diseño y uso de las TICs para transmitir materias de ciencia. Además puede ser la base para que se construya una aplicación muy rica, según una filosofía de software libre para que muchas personas tengan acceso a una potente herramienta que emplear en la enseñanza-aprendizaje de esta temática. Por ello el título escogido para este trabajo de fin de master ha sido: "Diseño de un programa informático y planteamiento didáctico para la mejora en el aprendizaje de la formulación química según las normas IUPAC en la educación secundaria.", ya que, a parte del diseño del software, también se propone una forma de impartir la materia a tratar a través del software a lo largo de los diferentes niveles educativos en secundaria.

## 2. Planteamiento del problema

En el apartado anterior se ha comentado que el objetivo del presente trabajo es reducir los obstáculos en la enseñanza-aprendizaje de la simbología química. Para analizar estos obstáculos, debemos saber que la principal función de la nomenclatura química es asegurarse que el lenguaje químico hablado y escrito no da lugar a ambigüedades a la hora de definir exactamente el compuesto químico. Sin embargo, en el sistema educativo, no se debe conformar con que los alumnos sepan identificar y nombrar compuesto correctamente, si no que debe crear en el alumno la capacidad de abstracción necesaria para que este tenga una idea lo más aproximada a la realidad de lo que simboliza el compuesto químico y su naturaleza.

Para llegar al objetivo deseado, que es comprender el significado químico que envuelve a la problemática de la formulación química, se hace necesario el estudio y asimilación de los conceptos básicos de la Química (Rodríguez Guarnizo J.; Barrantes Bresó J. 1986). Así que se podría aseverar que la primera dificultad a solventar por el alumno, es captar, comprender y manejar, a efectos de reflexión química, la conexión existente entre los conceptos básicos que fundamentan la formulación química, como son: las sustancias elementales, las sustancias compuestas y los símbolos (Breña Oré J.L., 2004).

Por tanto, para que el alumno comprenda la significación global que entraña la terminología simbólica para la identificación de compuestos químicos, debe conocer la problemática asociada a la denominación de los elementos químicos, sobre la cual se fundamenta la problemática del enlace químico, así como el grado de oxidación y la valencia, lo cual dificulta la tarea del educador y el educando. A través de los años de escolarización, los conceptos se explican con niveles de formulación progresivamente más complejos, con el peligro de que se produzcan cambios de significación que pasen desapercibidos al estudiante, que puede llegar a utilizar definiciones híbridas que utilizan términos procedentes de diferentes teorías (Aureli Caamaño; Glinda Irazoque, 2009). Además, la metodología CTS (Ciencia, tecnología y sociedad), no es siempre fácil de llevar a cabo en materias de ciencias (G. Hughes, 2000), y este es el caso de la materia que se está analizando en este trabajo (A. Caamaño Ros., 2006).

En resumen, este trabajo pretende abordar los siguientes problemas.

- La dificultad del alumno para adquirir la capacidad de abstracción necesaria para comprender esta temática.

- La complejidad para relacionar naturalmente los conceptos interrelacionados entre las sustancias elementales, compuestas, símbolos, enlace químico, grado de oxidación, valencia y formulación química.
- La dificultad para seguir un progresivo avance educativo en esta temática a través de los diferentes niveles (cursos) de la educación secundaria obligatoria.
- La dificultad de educadores y educandos para relacionar esta temática con la vida cotidiana según una filosofía CTS.

## *2.1. Objetivos de la investigación*

Una vez analizado la problemática a abordar en este trabajo, así como la aplicación efectiva de la TICs en la enseñanza de la ciencia, el objetivo general planteado es diseñar un **programa informático** que incluya las opciones necesarias para la realización de pequeñas investigaciones, ejercicios, exámenes, ayudas visuales, interacciones...etc. que permita sortear las dificultades anteriormente expuestas.

Para la consecución de este objetivo general, se plantea los siguientes objetivos específicos.

- **Investigar y estudiar el aprendizaje** razonado para conocer y aplicar las reglas del lenguaje científico y llegar a un óptimo nivel de significación y abstracción para un uso adecuado de dicho lenguaje químico.
- Seleccionar, de los diferentes **sistemas** estructurales, organizativos y de gestión estudiados para la mejora de la enseñanza-aprendizaje de la formulación y nomenclatura química, los más adecuados para diseñar el software propuesto.
- Identificar los **aspectos clave** que definen el enfoque de aprendizaje que se propone a través de las TICs.
- **Diseñar distintas interfaces** del software para que se pueda incluir en el currículo de la enseñanza-aprendizaje de la formulación y nomenclatura química a lo largo de las diferentes etapas educativas de la secundaria desde 3º de la E.S.O. a 2º de Bachillerato donde se tenga en consideración la metodología CTS.
- Establecer una propuesta didáctica a través del software diseñado que permita tener en consideración la metodología CTS en la enseñanza-aprendizaje de la formulación química.
- **Analizar mediante un cuestionario**, la funcionalidad y uso del software propuesto en el ámbito educativo.

## *2.2. Fundamentación de la metodología*

El presente trabajo se ha realizado siguiendo una metodología mixta. Por una parte, se analiza profundamente la bibliografía existente de estudios e investigaciones sobre la didáctica de las asignaturas de ciencias en general y más específicamente dentro del campo de la química, sobre la formulación y nomenclatura química en particular. En una segunda parte, se realiza el diseño de un software específico que se fundamenta en el estudio de esta bibliografía para alcanzar los objetivos planteados en el apartado anterior. Y por último, se ha elaborado un cuestionario para analizar si el software cumple con las expectativas y exigencias que requiere el currículo en esta temática para los diferentes periodos educativos.

El motivo de realizar este trabajo siguiendo una metodología mixta, se fundamenta en una primera instancia, en que todo trabajo de investigación se debe conocer la bibliografía e investigaciones realizadas previamente en el campo en que se desee investigar, ya sea para proponer nuevas líneas de investigación o para avanzar desde un punto previo ya analizado y contrastado. En un segundo lugar, se han relajado muchos estudios y comprobado el éxito de las TICs como apoyo al currículo de asignaturas de ciencias, sin embargo, no hay actualmente un software en el mercado que se adapte a cada nivel educativo, tanto en uso como en temática, incluyendo juegos, pruebas adaptadas, permitiendo realizar pequeñas investigaciones a través de una interfaz visualmente intuitiva que ayude al usuario a abstraerse y comprender esta temática. Todo ello, por supuesto, siguiendo una filosofía CTS. Para comprobar si hemos cumplido la mayor parte de las expectativas puesta en el software, se analizará, como hemos comentado, con un cuestionario.

## *2.3. Justificación de la bibliografía*

A lo largo de la historia, la formulación y nomenclatura química se ha transmitido en las escuelas como unas reglas fijas que hay que conocer. Y cuya habilidad en el uso se conseguía de forma exclusiva con la ejercitación y práctica mecánica, en definitiva con la realización de grandes cantidades de ejercicios y problemas. No es hasta muy recientemente cuando se plantea la enseñanza de esta temática con metodologías modernas, tales como uso de las TICs, método CTS, juegos y pequeñas investigaciones. Ya que se pretende proponer un software basado en técnicas modernas de transmisión del conocimiento, la principal bibliografía utilizada es bastante reciente, y en su mayoría artículos de investigación sobre la didáctica de la nomenclatura y formulación química. Aunque debido a la forma de proponerlo (a través un applet), se ha usado de forma general recursos disponibles en internet.

## 3. Desarrollo

### 3.1. *Fundamentación teórica*

A continuación se va a tratar como surge la nomenclatura química, la didáctica de la misma en el contexto actual y formal así como los antecedentes que hay en la mejora didáctica de esta temática. También se va a tratar la aplicación que tienen las nuevas tecnologías de la información y comunicación en este tipo de enseñanza.

#### **3.1.1. Análisis de la situación actual del currículo de ciencias en la educación secundaria.**

De los análisis que se han realizados en los últimos informes PISA así como de otros estudios (Aureli Caamaño Ros, 2006), se concluye que hay un alto grado de fracaso entre los alumnos en materias científicas. Los informes PISA recientes siguen mostrando que la formación en ciencia de los estudiantes españoles participantes en estos proyectos evaluados internacionalmente se encuentra por debajo de la media de los países que participan. Y es que se observa que, aunque se han realizado cambios en los últimos años, en muchos casos se siguen presentando como un cuerpo de conocimiento objetivo y libre de valores, como una sucesión de hechos descontextualizados que se necesita aprender (Aureli Caamaño Ros, 2006). En especial, se ha comprobado una necesidad de mostrar la ciencia tal y como se presenta en la vida cotidiana y en los medios de comunicación, así como la falta de oportunidades que poseen los estudiantes para que puedan dar sus propias opiniones sobre temas científicos de actualidad.

Se observa una obstinada obsesión por transmitir únicamente “hechos”, por lo que se restringe la capacidad de profesores y alumnos de adquirir enfoques actuales para aprender ciencias (Jo Handelsman, 2011).

Esto contribuye a que los alumnos tengan una visión nada positiva de las materias científicas y en consecuencia que disminuya el interés por las ciencias. Además puede ser un factor del abandono escolar prematuro que es un tema que preocupa a Europa (Comisión Europea, 2001).

Siguiendo la filosofía del proyecto PISA (A. Arregi Martínez y cia. 2003), los alumnos deben adquirir la capacidad de ser participativos en sociedades que sean más influenciadas por los avances científicos que los actuales. Los alumnos deben estar preparados para la comprensión de la naturaleza de la ciencia, de sus procedimientos, de sus puntos fuertes y sus limitaciones. Es preciso, por tanto, plantear un currículum que tenga como objetivo la alfabetización científica del estudiante.

A pesar de que en el bachillerato las asignaturas de ciencias han de tener evidentemente objetivos disciplinares muchos más definidos que en la enseñanza secundaria obligatoria, también deberían contemplar objetivos de formación científica del estilo planteados en el proyecto PISA (Aureli Caamaño Ros, 2006) y (Maurice Walker, 2011).

### **3.1.2. Las TIC en la educación secundaria.**

El uso de las TIC's en la enseñanza-aprendizaje de materias de ciencia, se debe al carácter innovador y motivador que poseen este tipo de tecnologías, lo cual repercute, en el uso de las mismas como una herramientas de mejora de la calidad en la enseñanza (Isabel M. Solano Fernandez, 2010), (F. Martínez Sánchez, 2007).

Pero para una correcta aplicación de las TIC's se debe reflexionar previamente sobre los criterios a tener en cuenta para integrar esta tecnología al ámbito educativo. Algunos de estos se exponen a continuación:

Destinatarios: Es necesario que se consideren las características, capacidades y formas de aprendizaje de los alumnos. Algunos factores a tener en cuenta son: el desarrollo evolutivo de los alumnos, su edad, características fisiológicas, si son alumnos con necesidades educativas especiales...etc.

Contexto Socio-Cultural: Las tecnologías, así como otros desarrollos inherentes al ser humano, están influenciados y forman parte del contexto socio-cultural y adquieren sentido en función de las variables implicadas. Por tanto hay que tener en cuenta factores como la generalización de las tecnologías, la actitud del alumnado y sus familias hacia las tecnología, el nivel de familiarización del alumnado con esas tecnologías, el contexto y la realidad de dicho alumno.

Contexto Escolar: A la hora de integrar la TIC en nuestro proyecto didáctico hay que tener en cuenta el contexto escolar donde se va a desarrollar: proyectos y programas de integración de las tecnologías, infraestructura tecnológica existente, actitud y formación del profesorado...etc.

Variables Curriculares: Los medios no deben ser considerados como algo que gira alrededor del currículo, sino como un elemento más integrado en el resto de elementos curriculares de las planificaciones didácticas (objetivos, contenidos, metodología, evaluación, etc.)

Variables referidas al medio en sí: Antes de incorporar una tecnología TIC a la educación, es necesario conocer los aspectos simbólicos que caracterizan el medio (código

lingüísticos verbales escritos u orales, imágenes, códigos audiovisuales, etc.), la forma en que éstos se organizan y estructuran para construir mensajes didácticos y los aspectos técnicos que condicionan el uso del medio.

El alumno de secundaria durante el proceso de enseñanza-aprendizaje va adquiriendo una serie de competencias que dependen de la metodología y herramientas a utilizar en el mismo. Actualmente, se están usando las herramientas Web 2.0, ya que éstas están presente en la vida cotidiana del alumno. Los WebBlogs, los Wiki, redes sociales, microblogging, marcadores sociales...etc. Estas herramientas se están extendiendo cada vez en los centros educativos como un medio de transmitir conocimiento según la filosofía CTS.

El uso de las TICs en las aulas posee ciertas ventajas e inconvenientes, las cuales se comentan a continuación:

#### Ventajas

- **Motivación:** este tipo de herramientas potencian la curiosidad del alumno al mostrar una interfaz atractiva y una forma de interactuar con el usuario muy visual y motivadora.
- **Interés:** estas herramientas son un complemento muy adecuado a los contenidos que ayudan a la comprensión y por tanto, el interés del alumno.
- **Interactividad:** lo que permite las TICs es la interacción entre personas más allá de la localización física a través de la interconexión de terminales que nació en Estados Unidos como un proyecto militar, y que ahora se conoce globalmente como internet. Esto permite a los alumnos interactuar entre alumnos y docentes, lo que favorece una enseñanza-aprendizaje más dinámica y didáctica.
- **Cooperación:** por lo anteriormente comentando, se permite una cooperación más generalizada e intensa de una forma sencilla de controlar.
- **Iniciativa y creatividad:** permite a los alumnos compartir y construir sus ideas a partir de lo comentado de forma general a través de estas herramientas.
- **Comunicación:** por los mismos motivos, se fomenta y facilita la comunicación entre alumnos y docentes.
- **Autonomía:** el alumno se encuentra con potentes herramientas que le permite investigar, opinar, compartir ideas, obtener información....etc. de forma sencilla.

Pero el alumno deberá adquirir los conocimientos y habilidades necesarias para manejar adecuadamente dichas herramientas.

- Continua actividad intelectual: la mejora continúa y la actualización intelectual es lo que demanda la sociedad actual. Estas herramientas facilitan dicha tarea.
- Alfabetización digital y audiovisual: lo que favorece la adquisición de los conocimientos adecuados para la utilización de las TICs.

### Inconvenientes

- Distracción: el exceso de información, la publicidad en la red, spams...etc. pueden distraer al alumno de su verdadera misión.
- Adicción: hay estudios que revelan nuevas adicciones en la sociedad actual, como la adicción a los videojuegos, a los chats...etc. Esto provocaría el resultado contrario al que se pretende con el uso de las TICs.
- Fiabilidad de las TICs: el alumno debe adquirir nuevas habilidades que le permitan distinguir y filtrar la información fiable de la que es dudosa o no válida.
- Aislamiento: si el alumno usa exclusivamente estas herramientas como medio de comunicación, se estaría aislando de otras interacciones sociales.
- Aprendizajes incompletos y superficiales: el alumno puede confundir el conocimiento con la mera acumulación de datos.

Sin embargo, debido a la naturaleza de la temática planteada en este trabajo, se plantea la creación de un programa informático adaptado especialmente a las necesidades educativas de este temario, como son la alta abstracción requerida, la necesidad de evaluar de forma cómoda gran cantidad de ejercicios, gestionar de forma cómoda las pequeñas investigaciones, presentar a los alumnos de una forma atractiva una temática sobre en el que suelen tener pre-concebido el concepto de dificultad...etc.

Primeramente, vamos estudiar algunas características del uso de *applets* como recurso de apoyo a la docencia en el siguiente apartado.

### **3.1.3. Los *applets* como recurso de apoyo a la docencia: características, evaluación y posibilidades.**

La enseñanza asistida por ordenador nace de los trabajos de la Enseñanza Programada propuestos y desarrollados por el psicólogo norteamericano Skinner (Skinner, B.F. ,

1954), a finales de los años 50. Una definición válida de E.A.O (Educación Asistida por Ordenador) sería la siguiente: *"modalidad de comunicación indirecta entre alumno y profesor, que no se realiza por la línea más corta de la presencia física, sino describiendo un ángulo con un vértice en el ordenador."* (Gutiérrez Fernández, 1998).

Dentro de estas, el uso de applets está muy extendido en el empleo educativo (Pankaj Kamthan, 1999). Hay varias características específicas en el uso de Java applets sobre otros entornos de programación:

Velocidad: Los java applets son ejecutados del lado del cliente, lo que los hace más rápido.

Interoperabilidad: Los java applets pueden interactuar con muchos formatos multimedia (texto, gráficos, animación y sonido) y otros lenguajes, tales como JavaScript and VRML). Los applets pueden interactuar también con otros applets, con programas en otros servidores a través de HTML/XML.

Interacción con el usuario: Los java applets posee una mejor interacción con usuario debido al conjunto de gráficos que posee.

Independencia y portabilidad: Java applet usa diferente tipos de arquitecturas y buscadores permitiendo transmitir la información con el mismo formato.

Uso distribuido y en red Java API soporta programas distribuidos y en red, por lo que permite el acceso y compartición de datos desde terminales remotos.

Desarrollo y mantenimiento El programa principal, los gráficos y la interfaz de usuario puede ser integrado en uno, lo que facilita la ampliación y el mantenimiento de estos programas.

A continuación se expondrá algunas de las características más importantes de la aplicación de applets en un entorno educativo.

### **Características del uso de applets en la educación:**

Algunas de las características más importantes de los applets para su uso en la educación son:

Clases abiertas: El uso de los applets puede contribuir al aprendizaje a distancia evitando las limitaciones de tiempo y espacio inherente a las técnicas educativas tradicionales.

Naturaleza de la información: Los applets pueden ser un buen complemento a las lecciones transmitiendo información que de forma tradicional sería muy difícil, como.

Información dinámica, como puede ser simulaciones de reacciones químicas, movimiento de un péndulo...etc.

Información multimedia Para cualquier tema que se necesite usar gráficos, animaciones o sonidos.

Información interactiva. Para cuando se necesita realizar cambios de los parámetros del sistema para su comprensión.

Demostraciones y conexiones Las demostraciones son una herramienta esencial en las clases orientada a la práctica. Los applets permiten realizar esto a tiempo real dando a las lecciones un carácter más realista.

Evaluaciones El uso de applets permite incrementar el rango de preguntas al no estar restringido por el papel. Esto permite dar una mejor comprensión al educando de lo que se pregunta y de esa forma mayor confianza.

Coste Los compiladores y los medios de ejecución de java están disponible de forma gratuita para muchas arquitecturas.

Transparencia y adaptabilidad El resultado del desarrollo de los Java applets pueden ser transferido y adaptados a las diferentes situaciones del educando.

### **3.1.4. Enseñando formulación y nomenclatura química.**

#### **3.1.4.1. *Historia de la nomenclatura química***

Los inicios y evolución de la nomenclatura química, se recogen de forma documentada en la guía de las recomendaciones IUPAC (Leigh, G.J.; Favre, H.A.; Metanomski, W.V., 1998). En ella se revela que la nomenclatura química es al menos tan antigua como la pseudociencia de la alquimia en la cual se reconocían un número limitado de materiales reproducibles. Se asignaban nombres que a menudo transmiten algo de la naturaleza del material (vitriolo, aceite de vitriolo, agua fuerte...etc.). Cuando se desarrolló la química para convertirse en una verdadera ciencia, desarrollando consigo los principios de la moderna teoría atómica, la combinación química y los compuestos; los nombres de estos ya no eran suficientes y se reconoció la necesidad de desarrollar nomenclaturas sistemáticas. Los nombres de Guyton de Morveau, Lavoisier, Berthollet, Fourcroy y Berzelius se encuentran entre los nombres notables de las primeras contribuciones. El crecimiento de la química orgánica en el siglo XIX fue asociado con el desarrollo de más nomenclaturas sistemáticas, y los químicos como Liebig, Dumas y Werner se asocian con estas innovaciones. La sistematización de la química orgánica en el siglo XIX llevó al

reconocimiento temprano de que un mecanismo sistemático e internacionalmente aceptable de identificación de la materia orgánica era necesario. En 1892, los químicos orgánicos más importantes del momento se reunieron en Ginebra para establecer un sistema de nomenclatura. La Convención de Ginebra que se celebró sólo tuvo un éxito parcial. Sin embargo, fue el precursor de las actividades actuales de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) y su Comisión de Nomenclatura de Química Orgánica (CNOG), que tiene el cometido de estudiar todos los aspectos de la nomenclatura de las sustancias orgánicas, para recomendar las prácticas más deseables, sistematizando los métodos triviales (es decir, no sistemáticos), y proponer las prácticas adecuadas para afrontar los problemas específicos. La Comisión de Nomenclatura de Química Inorgánica (CNIG) se estableció más tarde, debido a la sistematización posterior de esta rama de la materia, y ahora cumple cometidos similares a las de CNOG pero dentro de la química inorgánica. En las zonas de interés común, tales como la química organometálica, ambos colaboran conjuntamente. Las recomendaciones descritas aquí se derivan de los de estas Comisiones de la IUPAC, de la Comisión de Nomenclatura Macromolecular (COMN) y de la Unión Internacional de Bioquímica y Biología Molecular (IUBMB).

En muchos casos, se observó que más de un nombre era sugerido para un compuesto particular. A menudo, un nombre preferido será designado, pero como hay varios sistemas de nomenclatura sistemática o semi-sistemática puede que no sea posible, o incluso conveniente, que le recomiende un nombre único. Además, existen muchos nombres no sistemáticos (Triviales) que tienen un uso generalizado. Aunque se espera que estos poco a poco vayan desapareciendo de la literatura.

#### ***3.1.4.2. Antecedentes de la didáctica de la formulación química y situación actual.***

Algunos autores han investigado para tratar de facilitar la didáctica de la nomenclatura química (J.L. Breña Oré, 2004), (Aureli Caamaño; Glinda Irazoque. 2009), (Michael C. Wirtz y cia. 2006), (Michael C. Wirtz y cia, 2006), (Tomas D. Crute., 2000), (Joseph Chimeno, 2000) y así paliar las dificultades encontradas en la enseñanza-aprendizaje de esta temática (A. Caamaño Ros, 2006). De estos autores se deduce que se trata de una temática que los alumnos conciben como de gran dificultad debido a diferentes factores (nivel de abstracción alto, lenguaje técnico, gran cantidad de compuestos químicos...etc.), (Aureli Caamaño Ros, 2006), (J.L. Breña Oré, 2004), (Aureli Caamaño; Glinda Irazoque. 2009), (Michael C. Wirtz y cia. 2006), (Michael C. Wirtz y cia, 2006), (Tomas D. Crute., 2000), (Joseph Chimeno, 2000) (Gómez-Moliné M. y cia. 2008). Estos autores han propuestos diferentes métodos para facilitar el trabajo del educador y

educando con propuestas como la realización de juegos, mapas sinápticos en clase...etc. Pero se comprueba que es una temática difícil de relacionar con la vida cotidiana del alumno.

Durante el periodo de prácticas desarrolladas en el colegio “El Centro Inglés”, se observó la existencia de ciertos obstáculos para el aprendizaje de la formulación y nomenclatura química. Estos obstáculos han sido descritos por algunos autores (M. Gómez-Moliné y cia. 2008), y se exponen en las tablas 1 y 2.

Dificultades encontradas por el alumno:

<b><i>Dificultades</i></b>	<b><i>Observación</i></b>
Interpretación del alumnado	Falta de comprensión en el lenguaje escrito
No poder memorizar las fórmulas químicas.	Confusión entre memorizar y comprender.
Aplicar correctamente los prefijos, sufijos, subíndices, adjudicar nombres	Rechazo de las reglas de nomenclatura
Deducir la valencia de un elemento.	Darle significado a la configuración electrónica.
Calcular el número de oxidación de un elemento en una molécula o la carga de un ion.	Rechazo de la aplicación de las reglas de la nomenclatura.
Conceptos preconcebidos	El mito de la dificultad del estudio de la nomenclatura.

**Tabla 1.** Mayoría de obstáculos observados para la enseñanza-aprendizaje de la nomenclatura y formulación química por parte de los alumnos (M. Gómez-Moliné y cia. 2008).

Debido a que en la propuesta didáctica que se realiza en este trabajo se incluye el diseño de un software específico para alcanzar los objetivos indicados en el apartado 2, resulta conveniente citar algunos programas que pueden encontrarse actualmente en el mercado y que algunos autores proponen para facilitar la enseñanza-aprendizaje de esta temática (Andrey Erin y cia. 2002). Los programas más relevante son: ChemSketch<sup>1</sup>, Chemnompars<sup>2</sup>, FortNom<sup>3</sup> y EWDraw<sup>4</sup>. Además, hay muchos programas de autoevaluación y aprendizaje de la formulación y nomenclatura química, disponibles a través de la web, de los que merece la pena destacar la sección de química y física, de la página rincones.educarex<sup>5</sup> de la junta de Extremadura cuyo enlace puede encontrarse en las referencias.

Dificultades encontradas por el educador:

<i><b>Dificultades</b></i>	<i><b>Observación</b></i>
Relación de la nomenclatura con el resto de contenido del currículo.	Los conceptos estudiados se aíslan del resto del temario.
Los exámenes no permiten evaluar el razonamiento del alumno.	Se evalúa los exámenes por las respuestas correctas, y no se consideran las razones por las que el alumno llega a una determinada conclusión.
La transversalidad y continuidad de los contenidos.	Al ser un lenguaje científico, es la base necesaria para desarrollar gran parte del contenido de la química en las diferentes etapas.

**Tabla 2.** Mayoría de obstáculos observados para la enseñanza-aprendizaje de la nomenclatura y formulación química por parte de los profesores (M. Gómez-Moliné y cia. 2008).

Estos, programas, cuya breve descripción puede verse a pie de página, han sido analizados, y se ha realizado una comparativa con el objetivo de poner de relevancia sus puntos fuertes y débiles. La comparativa de estos programas, realizando un análisis para su aplicación a la enseñanza aprendizaje de la formulación y nomenclatura química, puede verse en la tabla 3.

---

<sup>1</sup>ChemSketch: dibuja las estructuras de todas las fórmulas químicas posibles para facilitar el aprendizaje. La ventaja de este programa es que te permite representar multitud de fórmulas con gran variedad de opciones, pero su manejo suele ser algo complejo requiriendo revisar un manual para su utilización, tampoco permite realizar test ni pequeñas investigaciones.

<sup>2</sup>Chemnompase: Un programa Java para analizar los nombres químicos utilizando la nomenclatura IUPAC. Es un proyecto para nombrar compuestos y que este lo represente con su fórmula. Es lo único que realiza el programa por ahora, por lo que está bastante limitado para su uso educativo.

<sup>3</sup>ForNom: Programa básico de apoyo sobre formulación y nomenclatura química para estudiantes.

<sup>4</sup>EWDraw: Vector de gráficos ActiveX para la visualización en 2D y 3D y la animación que puede utilizarse para para CAD, GIS y otros. Es atractivo y permite un gran número de opciones, pero posee las mismas limitaciones que ChemSketch.

<sup>5</sup>Los programas que se ofrecen en la web son por lo general muy estático y no permiten formular por uno mismo los compuestos de forma dinámica para después ser corregido, si no que se da a elegir entre un número de opciones. Tampoco suelen ofrecer ayudas para relacionar esos compuestos con el entorno del alumno siguiendo una filosofía CTS. Pero si suelen ofrecer juegos e interfaces muy atractiva para los alumnos se sientan interesados por la formulación.

	ChemSketch	Chemnompase	ForNom	EWDDraw	Educarex
Permite representación en 3D.					
Se adapta a diferentes niveles de dificultad.					
Es fácilmente utilizable por profesores y alumnos.					
Es modificable por un usuario medio para enriquecerlo.					
Permite realizar exámenes.					
Se adapta a una filosofía CTS.					
Permite realizar tareas.					
Facilita la evaluación continua					
Permite realizar pequeñas investigaciones.					
Tiene un entorno visual intuitivo.					
Permite dibujar estructuras complejas.					
Permite un almacenaje de datos de alumno para facilitar el análisis de su progreso.					

**Tabla 3.** Tabla comparativa software que actualmente están en el mercado para la representación gráfica de compuestos químicos.

### **3.1.4.3. Contenidos de la formulación-nomenclatura química en la educación formal.**

Las materias de ciencias químicas que engloban la nomenclatura y formulación están presentes en el currículo desde 3º de secundaria hasta bachillerato. A continuación se detallan los contenidos mínimos recogidos por la legislación relacionada con esta temática.

De acuerdo al Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.

- 3º E.S.O.
  - o Asignatura: Ciencia de la naturaleza
    - Bloque 2: Diversidad y unidad de estructura de la materia.
    - Bloque 3: Estructura interna de las sustancias.
- 4º E.S.O.
  - o Asignatura: Física y Química
    - Bloque 4: Estructura y propiedades de las sustancias. Iniciación al estudio de la química orgánica.

De acuerdo al Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.

- Bachillerato.
  - o Asignatura: Química.
    - Teoría atómica molecular de la materia.
    - El átomo y sus enlaces.

Como puede observarse, la materia que se intenta transmitir está presente a lo largo de la vida del alumno de secundaria y bachillerato de ciencias.

### **3.1.5. Enfoque metodológico: Ciencia-Tecnología-Sociedad.**

El movimiento CTS tiene una larga historia en la reforma de la educación científica, y abarca una amplia gama de teorías acerca de la intersección entre ciencia, tecnología y sociedad (Pedretti, E, 1997), (G. Aikenhead; J. Solomon, 1994).

En los últimos veinte años, la obra de Peter Fensham (P.J. Fensham. 1985 y 1988), se considera que ha contribuido en gran medida a las reformas en la educación científica.

El objetivo principal detrás de estos esfuerzos es asegurar el desarrollo de un currículo de ciencias con una amplia base, enraizadas en los contextos socio-políticos y culturales en que se formuló. Desde el punto de vista de Fensham, esto significaba que los estudiantes interactúan con diferentes puntos de vista sobre temas relacionados con el impacto de la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana. También se tiene en consideración la importancia de los descubrimientos científicos, en lugar de concentrarse en el aprendizaje de hechos y teorías científicas que dan la sensación de ser distantes de sus realidades (P.J. Fensham. 1985 y 1988).

Aunque los defensores de la educación CTS destacan sus méritos en la educación científica, también reconocen las dificultades inherentes a su implementación (G. Hughes, 2000) y (E. Pedretti & Forbes, 2000). A continuación se exponen las consideraciones y dificultades que un educador debe tener en cuenta a la hora de seguir una filosofía CTS en su metodología:

Valores y creencias: Los objetivos de la educación CTS pueden impugnar valores y creencias de los estudiantes y profesores, así como las opiniones convencionales, culturalmente arraigadas sobre los avances científicos y tecnológicos. Los estudiantes obtienen oportunidades para participar y examinar a fondo el impacto del desarrollo científico en sus vidas desde una perspectiva crítica e informada. Esto ayuda a desarrollar las capacidades de los estudiantes para resolver problemas analíticos, y así adquirir la capacidad para tomar decisiones informadas en su vida cotidiana.

Al planificar y aplicar las lecciones CTS, los profesores necesitan proporcionar una visión equilibrada de los temas que se están estudiando. Esto permite a los estudiantes formular sus propios pensamientos, independientemente de explorar otras opiniones y tener la confianza para expresar sus puntos de vista personales. Los profesores también necesitan cultivar una enseñanza segura y libre de prejuicios. También hay que tener cuidado de no imponer los propios valores y creencias a los estudiantes.

El conocimiento y la comprensión: La naturaleza interdisciplinaria de la educación requiere que los educadores que apliquen una metodología CTS investiguen y recopilen información de una variedad de fuentes y recursos. Al mismo tiempo, los profesores necesitan desarrollar una sólida comprensión de temas desde diversas disciplinas, filosofía, historia, geografía, ciencias sociales, política, economía, medio ambiente...etc. Esto permite que los conocimientos de los estudiantes puedan ser apropiadamente escalables y así participar de manera efectiva en las discusiones, debates y procesos de

toma de decisiones. Y aunque la falta de tiempo y de recursos puede dificultar que los profesores y los estudiantes examinen los problemas desde múltiples perspectivas, se debe tener siempre presente que un enfoque multidisciplinario para la educación científica permite a los estudiantes obtener una perspectiva más completa sobre los dilemas, así como las oportunidades que presenta la ciencia en nuestra vida diaria.

*Enfoque pedagógico:* En función de la experiencia docente y los niveles de confort, una variedad de enfoques pedagógicos basados en el constructivismo puede utilizarse para estimular la educación CTS en el aula. Las pedagogías utilizadas en las aulas CTS tienen la necesidad de llevar a los estudiantes a través de los diferentes niveles de entendimiento para desarrollar sus habilidades y la confianza necesarias para examinar críticamente los temas y tomar medidas responsables.

Como hemos comentado anteriormente, la materia objeto de estudio en este trabajo es especialmente difícil para aplicar una metodología CTS, ya que se trata de una forma de identificar compuestos químicos. Pero los compuestos químicos rodean nuestra vida, por lo que se ha tomado esta realidad para darle un enfoque CTS a esta temática. Esto se ha hecho a través del programa informático planteado, el cual permitirá al alumno de forma fácil e intuitiva, darse cuenta que los compuestos químicos forman parte de su vida cotidiana, siendo partícipe de su educación, ya que el programa permitirá incluir información dada por el alumno, que previa supervisión de los educadores formaría parte del mismo permanentemente.

### *3.2. Materiales y métodos.*

Para analizar la aplicación propuesta, se ha realizado un resumen de la interfaz que se ha realizado usando el software libre “Eclipse” que es un entorno de desarrollo integrado multiplataforma y de código abierto para realizar aplicaciones. En este resumen se explica lo que haría el programa y como lo haría, cuál sería la interfaz gráfica que verían alumnos y profesores, y como interactuarían con él. Este resumen, que puede verse en el apartado 3.4., es una exposición inicial del programa en su fase de diseño (planteamiento de una aplicación para un fin concreto), para que de ese modo, pueda ser valorado por personal experto en esta materia.

Para que pudiera elaborarse el análisis de este diseño, se ha elaborado un cuestionario para recoger datos con los que realizar un estudio estadístico. Este cuestionario, puede verse en el anexo 9.1. En este cuestionario se pregunta a los profesores sobre ciertos temas generales del uso de las tics en educación, englobadas en las preguntas 1 y 2, las cuales permiten evaluar de forma general el programa desde un punto de vista de su relevancia vital, igualdad y diversidad, participación crítica, su efecto motivador,

informativo...etc. Posteriormente, de forma más específica, se evalúa el uso del software diseñado para la enseñanza-aprendizaje de la formulación-nomenclatura química. Esto se recoge en las restantes ocho preguntas, que pretende evaluar la relevancia que podría tener este software en la mejora educativa de esta temática.

Los expertos en educación que se han prestado a realizar la valoración del software propuesto, puede verse en la tabla 4.

<b>Nombre</b>	<b>Puesto actual y centro educativo.</b>
María Encarnación Femenía Ríos	Profesora E.S.O. Ciencias (I.E.S. Caepionis)
Ildefonso Gómez Yáñez	Tutor E.S.O. (I.E.S. Caepionis)
José Fermín Moreno Rodríguez	Jefe de Estudios (I.E.S. Caepionis)
David Zorrilla Cuenca	Profesor Doctor (Depto. Química-Física-Univ. Cádiz)
Jesús Sánchez Márquez	Profesor Sustituto (Depto. Química-Física-Univ. Cádiz)
Manuel Fernández Núñez	Catedrático (Depto. Química-Física-Univ. Cádiz)
María del Mar Grandal Delgado	Jefa Depto. Ciencias y Vicedirectora (El Centro Inglés)

**Tabla 4.** Evaluadores del software Formulator 2012 propuesto.

La mayoría de los expertos educadores que han evaluado el programa propuesto, tienen experiencia en la docencia de la ciencia a niveles de 3ºE.S.O. a Bachillerato, aunque su puesto sea actualmente el de educador a nivel universitario.

El resultado de la evaluación del software propuesto por los expertos presentados en la tabla 4, así como el análisis de dicha evaluación puede encontrarse en el apartado 4.

### *3.3. Diseño de la aplicación educativa.*

#### **3.3.1. Diseño curricular.**

Para diseñar el programa propuesto, primeramente se ha estudiado el temario para los diferentes niveles en materia que concierne a la formulación-nomenclatura química para identificar y proponer como sería la evolución educativa del alumna, por lo que para proponer esta estructura, no nos basaremos en el currículo para un curso en concreto, ya que el objetivo es que el alumno alcance la capacidad necesaria para manejar la simbología química a un nivel de acceso a la universidad. En cambio se expone la propuesta didáctica global que un alumno debe adquirir a lo largo de las diferentes etapas educativas según las propuestas prácticas expuestas más adelante en el apartado 5.

No todos los alumnos de secundaria van a alcanzar el nivel más avanzado en esta temática, ya que dependerá de las asignaturas que se vaya escogiendo a lo largo de la etapa educativa, por ello se expone el siguiente contenido general:

-Contenidos según etapa educativa:

- Estructura atómica.
- Enlace químico.
- Sustancias químicas.
- Estructura y propiedades de las sustancias.
- Cambios químicos
- Introducción a la simbología orgánica e inorgánica.
- Estructura electrónica de los elementos.
- Modelos atómicos.
- Química del carbono.
- Formulación Orgánica.
  - Hidrocarburos
  - Halogenuros
  - Alcoholes y fenoles
  - Éteres
  - Aldehídos y Cetonas
  - Ácidos carboxílicos
  - Derivados de los ácidos
  - Compuestos Nitrogenados
- Compuestos químicos.
- Formulación Inorgánica.
  - Compuestos binarios.
  - Compuestos ternarios.

■ 3º E.S.O. ■ 4º E.S.O. ■ 4º E.S.O.  
1º Bachillerato ■ 1º Bachillerato ■ 1º Bachillerato  
2º Bachillerato

-Criterios de evaluación:

- Ser capaz de identificar elementos y compuestos y las propiedades de los enlaces.
- Participación en la búsqueda en la vida cotidiana de elementos y compuestos.
- Asimilación correcta de los conceptos de valencia y estados de oxidación.
- Saber identificar los compuestos químicos en nuestra sociedad.
- Tener conciencia de la importancia de disponer de un lenguaje químico adecuado.
- Ser capaz de formular y nombrar los grupos de compuestos químicos al nivel considerado.

Con los criterios de evaluación descritos se puede comprobar si el alumnado ha adquirido los conocimientos básicos para un correcto manejo del lenguaje químico, así como detectar posibles problemas de comprensión sobre los que actuar para corregir.

Esto se evalúa a través de la comprobación de la comprensión así como de la adquisición de los conocimientos más relevantes según los criterios de evaluación citados. Para esta evaluación es necesario:

- Utilizar el material didáctico del software planteado.
- Utilizar las herramientas de comunicación con el profesor.
- Realizar cuestionarios, trabajos o pruebas propuestos.
- Consultar otros recursos virtuales propuestos como son los enlaces de interés, otros documentos, etc.

La asistencia y resolución de pruebas así como la participación en las actividades propuestas (test, juegos...etc.) forma parte de la evaluación. Por lo tanto, la falta de asistencia a estos eventos sin justificación se tendrá en cuenta de cara a la calificación.

Para trabajar con el programa propuesto se requiere los siguientes elementos:

- Ordenador sobremesa, portátil o Tablet.
- Conexión a internet.
- Sistema operativo Windows 95 en adelante, Mac Os 7.0 en adelante, Linux o para el caso de Tablets.
- Navegador de internet: Netscape, Explorer, Mozilla, Opera y Safari entre otros.

### **3.3.2. Desarrollo de una aplicación informática.**

Cuando se realiza un programa informático para un propósito muy concreto como es este caso, se requiere habitualmente la colaboración como mínimo de dos personas: el experto en educación que sabe que debe hacer el programa, y el experto en informática, que sabe como programarlo. Cada vez más frecuentemente, estas dos personas son una sola, ya que muchos educadores se plantean aprender un lenguaje de programación para realizar aplicaciones en tal sentido. En mi caso particular planteo la realización de este programa en lenguaje Java por las razones vistas en el apartado 2.7. Este programa tiene una base de datos asociada, ya que el alumno podrá realizar ejercicios, simulación de exámenes, mandar fotos y comentarios, añadir moléculas...etc. Los usuarios que accederán a este software y por tanto a la base de datos se muestran en la tabla 5.

<i>Usuario</i>	<i>Tipo de usuario</i>
Administrador	Permite realizar todo tipo de cambios en el programa y la base de datos.
Profesor	Usuario avanzado, permite revisar el trabajo de los usuarios alumnos asignados, añadir elementos en la base de datos, registrar alumnos y revisar y autorizar los cambios propuestos por los alumnos.
Alumno	Usuario básico, permite el uso normal del software y además mandar fotos, comentarios y moléculas que serán incluidas en la base de datos previa autorización del profesor.

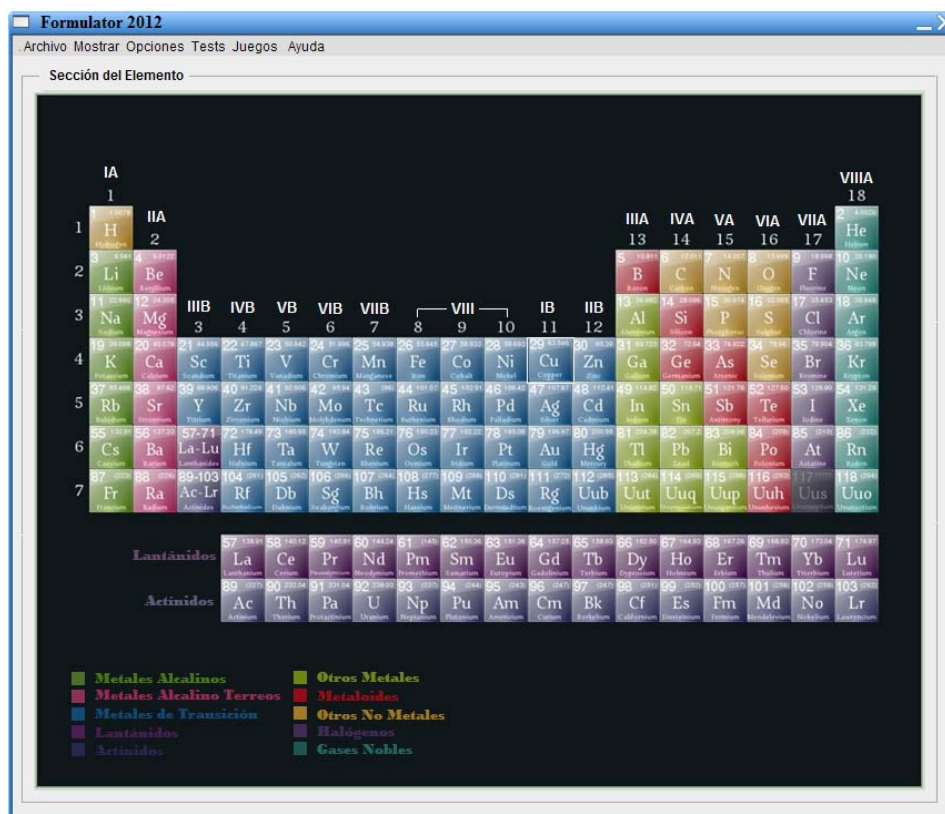
**Tabla 5.** Usuarios del programa planteado para el proceso educativo.

La interfaz de usuario, se plantea con un diseño diferente dependiendo del nivel educativo. Por ejemplo, al nivel educativo de 3º de E.S.O. no es necesario que el alumno se aprenda la tabla periódica al completo, de manera que no es necesario que aparezca la tabla periódica entera, será suficiente con dejar los elementos más comunes indicando al alumno que hay más elementos que conocerá más adelante.

### *3.4. Elaboración de actividades a través del software planteado.*

Como se ha visto en el apartado 2.4, ya se han planteado anteriormente programas informáticos como apoyo a la formación del alumnado en formulación química a nivel de secundaria, bachillerato y universidad. Pero analizando los programas que existen actualmente en el mercado se observa que no permiten la modificación para adaptarse a un alumno en concreto y tampoco ayudan nada a seguir una filosofía CTS. Además, a menudo los alumnos acaban viéndolos como una dificultad añadida.

El programa que se plantea en este trabajo y que hemos llamado “Formulator 2012”, tiene el objetivo de adaptarse al alumno para transmitir los conocimientos necesarios con el que llegar a una correcta comprensión de la materia, su composición y su simbología, adaptándose al nivel y teniendo en cuenta la transversalidad y la filosofía CTS. Todo esto a través de una interfaz atractiva y fácil de utilizar.



**Figura 1.** Interfaz inicial del programa.

Como puede verse en la figura 1, la interfaz principal del programa es la tabla periódica, ya que en ella se representa los elementos químicos con el que el alumno debe estar familiarizado y con lo que construirá las fórmulas moleculares.

Al entrar en el programa, se pedirá un usuario y una contraseña, ya que este es un programa conectado en red desde un servidor, y así el profesor puede comprobar cuantas veces entra cada alumno en la aplicación, los ejercicios, tests...etc. que realiza. A continuación veremos las diferentes opciones que el alumno tiene dependiendo del nivel educativo de acuerdo al contenido mínimo de cada currículo comentado en el apartado 3.3.1.

### 3.4.1. Nivel educativo de 3º E.S.O.

El nivel educativo viene pre-seleccionado para cada alumno, es el profesor quien se encarga de registrar a cada alumno en el software. Como puede verse en la figura 2, la interfaz del programa cambia un poco. No se muestran todos los elementos, solo se muestran los más comunes, pero dejando ver al alumno que hay más elementos que no se muestran. Además, como se puede ver en la figura 2, al seleccionar un elemento,

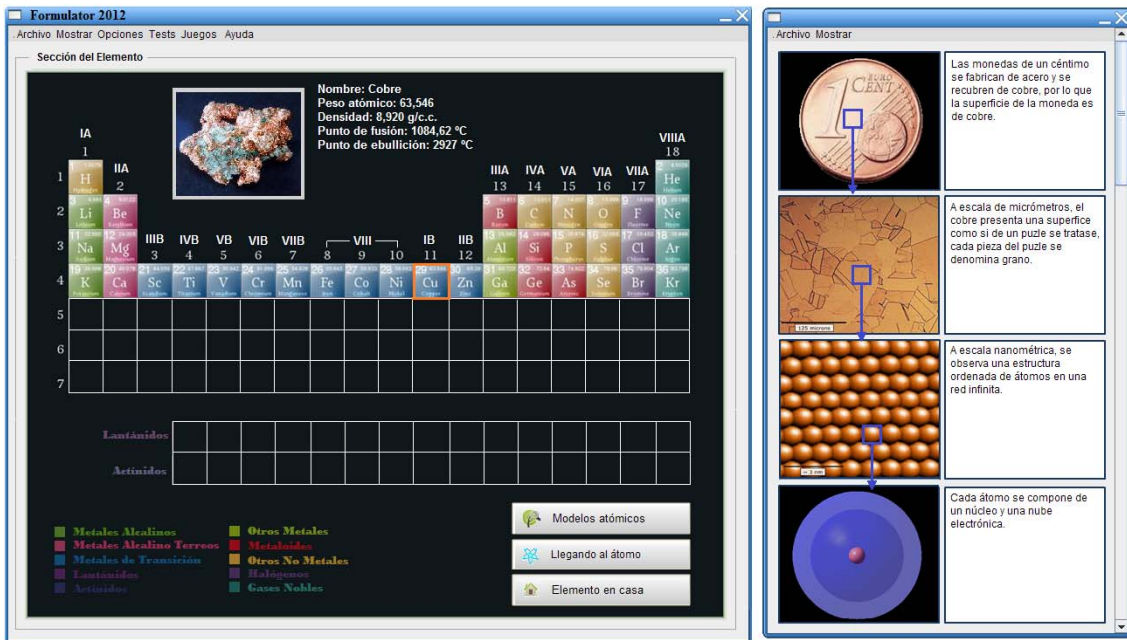
aparece una foto de dicho elemento con información básica. A parte, aparecen tres botones: “Elemento en la naturaleza”, “Llegando al átomo” y “Elemento en casa”.



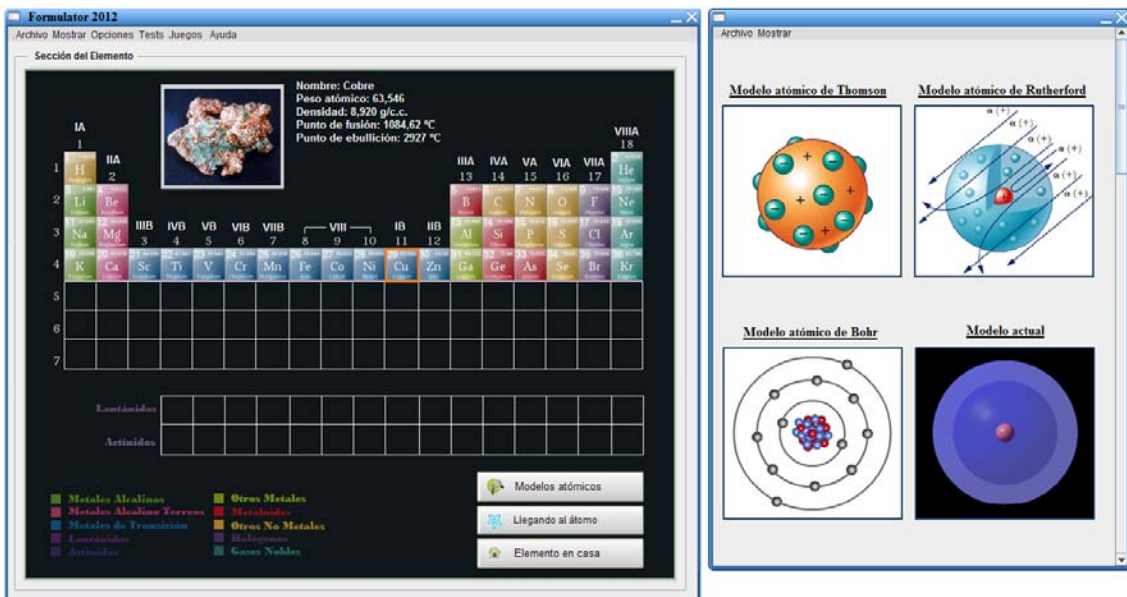
**Figura 2.** Interfaz inicial del programa a nivel de 3º E.S.O.

Se ha diseñado de esta forma para que sea muy sencillo e intuitivo el interactuar con el programa y para que el alumno sea consciente y capaz de identificar los elementos tanto en su entorno como en la naturaleza, así como para ayudarle a abstraerse para entender mejor el concepto de átomo.

Si el alumno pulsa en el botón “Llegando al átomo” una vez seleccionado el elemento, se abre una ventana nueva (ver figura 3).



**Figura 3.** Ventana mostrada al pulsar el botón “Llegando al átomo”.

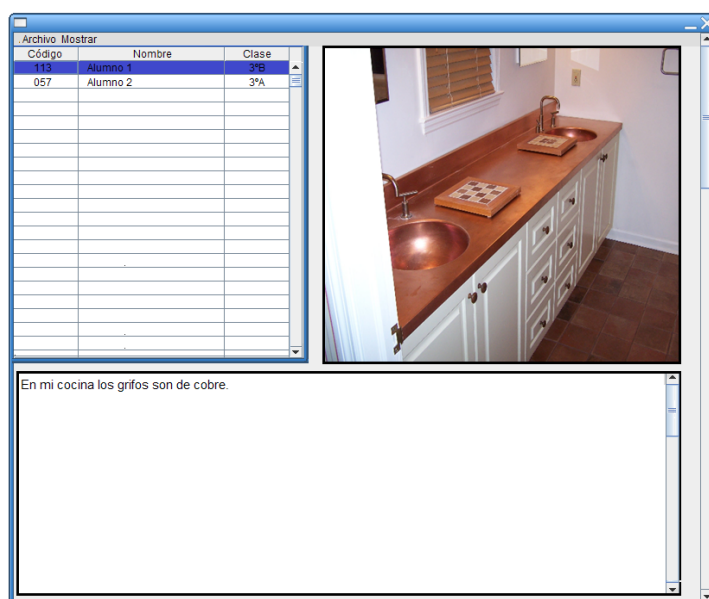


**Figura 4.** Ventana mostrada al pulsar el botón “Modelos atómicos”.

En la figura 3, observamos como de un elemento de nuestra vida cotidiana vamos llegando poco a poco al átomo. La representación final del átomo elegido es de distribución electrónica en 3D. Se ha elegido esta representación por ser la más próxima a la realidad. Esta ventana es totalmente configurable, por ejemplo, si el alumno quiere partir de otro elemento cotidiano de su entorno en el que identifique el elemento en cuestión, el alumno puede subir fotos y comentarios que quedarán registrados después de que su profesor le diera autorización.

Así mismo, el alumno podrá ver la representación de ese átomo según diferentes modelos, pulsando el botón “Modelos atómicos”. Con el cual, el alumno también puede interactuar. El tercer botón ayuda al alumno a relacionar esta temática con la vida

cotidiana, se puede hacer pequeñas investigaciones donde el alumno puede mandar comentarios y fotos de objetos de su vida cotidiana donde se puede encontrar el elemento seleccionado.



**Figura 5.** Ventana que muestra una relación de la vida cotidiana con el elemento en cuestión.

Así, el alumno puede subir una foto de una parte de su casa, o de su entorno, calle, barriada que relacione con el elemento en cuestión.

### 3.4.2. Nivel educativo de 4º E.S.O.

En la figura 6, se observa que la interfaz de la aplicación no ha variado de forma sustancial, la tabla periódica ahora muestra más elementos. Pero a este nivel vamos a empezar a formular y nombrar compuestos, tanto inorgánicos como orgánicos. Por ello, "Formulador 2012" tiene una sección que permite nombrar y formular compuestos químicos y permite comprobar si están bien nombrados o formulados.


En la figura 7 se observa que al elegir la interfaz de formulación, nos aparece una serie de opciones que van a permitir al alumno conocer la fórmula molecular y estructural de un compuesto nombrado o viceversa. Desde la interfaz, si queremos formular cualquier compuesto solo tenemos que seleccionar el elemento deseado y pinchar la pizarra deseada, elegimos el tipo de enlace, cargas, índices fácilmente.

Formulador 2012

Archivo Mostrar Opciones Tests Juegos Ayuda

Sección del Elemento

Nombre: Cobre  
 Peso atómico: 63,546  
 Densidad: 8,920 g/c.c.  
 Punto de fusión: 1084,62 °C  
 Punto de ebullición: 2927 °C



IA 1 IIA 2 IIIA 3 IVB 4 VB 5 VIB 6 VIIB 7 VIII 8 9 10 IB 11 IIB 12 IIIA 13 IVA 14 VA 15 VIA 16 VIIA 17 VIIIA 18

1 H He  
 2 Li Be  
 3 Na Mg  
 4 K Ca Sc Ti V Cr Mn Fe Co Ni Cu Zn Ga Ge As Se Br Kr  
 5 Rb Sr Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe  
 6 Cs Ba La-Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn  
 7

Lantánidos  
 Actinidos

Metales Alcalinos  Otros Metales  
 Metales Alcalino Terreos  Metaloides  
 Metales de Transición  Otros No Metales  
 Lantánidos  Halógenos  
 Actinidos  Gases Nobles

Figura 6. Interfaz del programa a un nivel de 4 de E.S.O.

Formulador 2012

Archivo Mostrar Opciones Tests Juegos Ayuda

Sección de la Molécula

Nombre: Sulfato de Cobre (II)

Fórmula Molecular

$\text{CuSO}_4$

Fórmula Estructural

$$\begin{array}{c}
 \text{O} \\
 || \\
 \text{O}^- - \text{S} = \text{O} \\
 | \\
 \text{Cu}^{2+} \text{O}^-
 \end{array}$$

Fórmula Molecular

Elementos

Sub-Índices

1	2	3
4	5	6
7	8	9

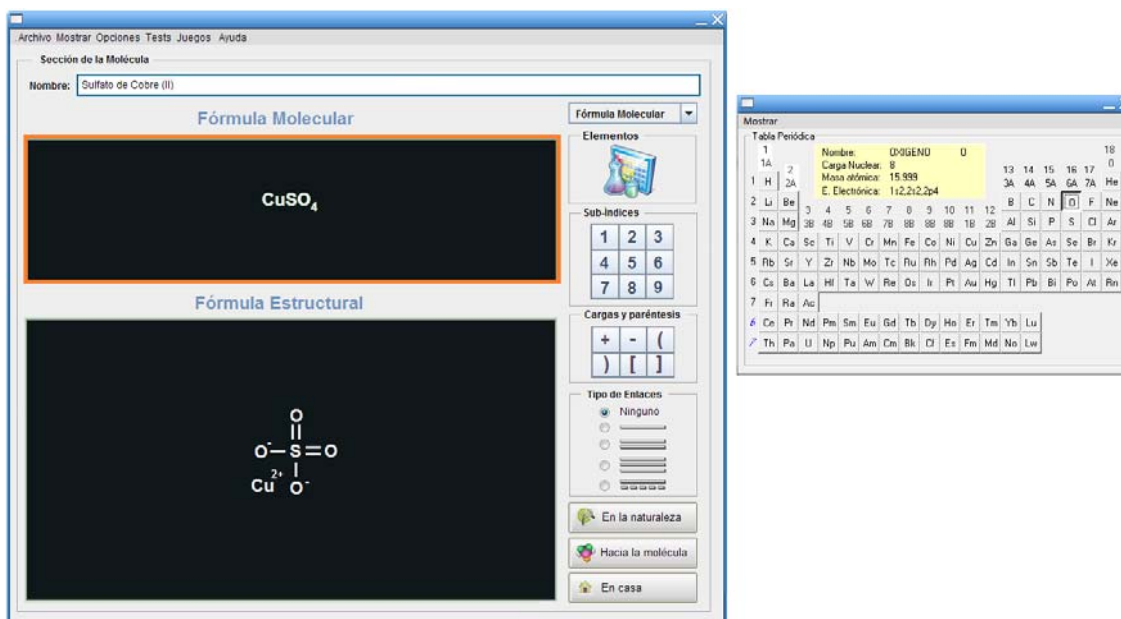
Cargas y paréntesis

+	-	(
)	[	]

Tipo de Enlaces

Ninguno

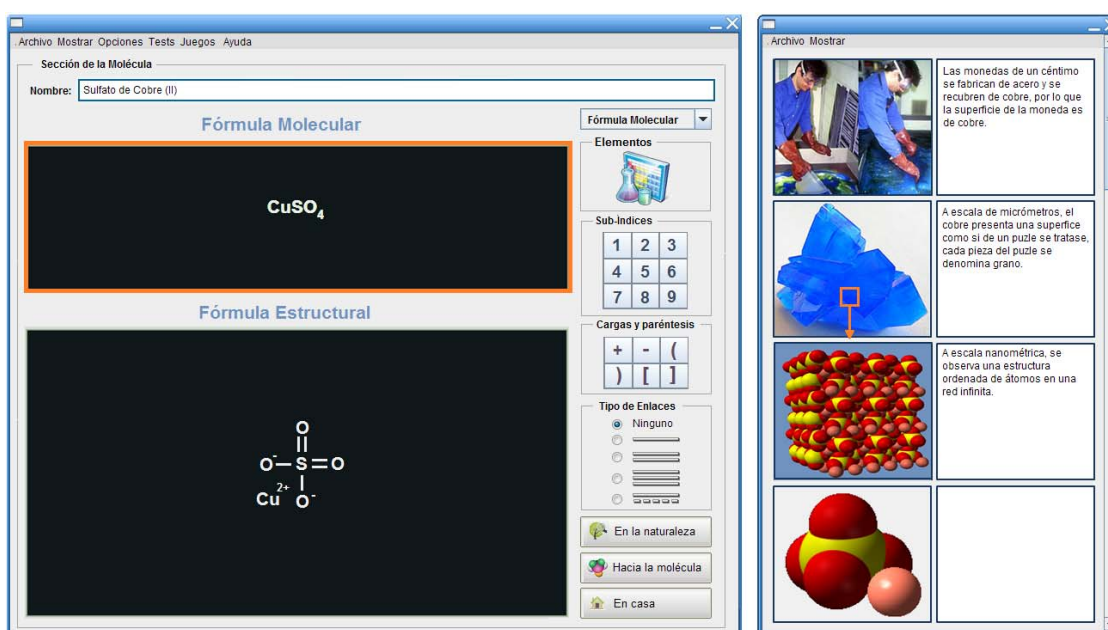
Figura 7. Ventana de diseño de compuestos químicos.



**Figura 8.** Ventana de diseño de compuestos químicos y tabla periódica pequeña.

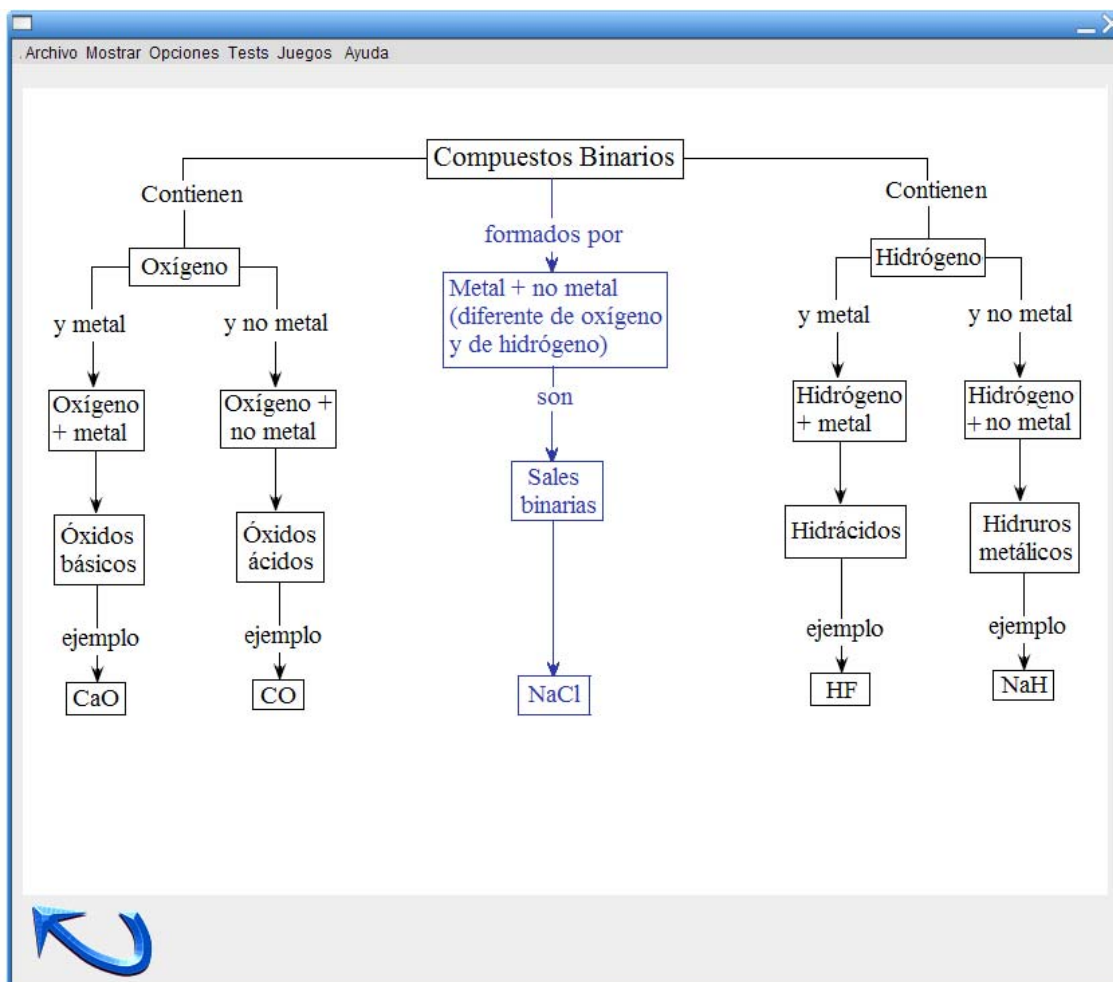
Al pulsar en el botón elementos, aparece una pequeña tabla periódica (figura 8) que permitirá al alumno seleccionar cualquier elemento. Una propiedad muy útil de este programa es que posee una base de datos viva, en la que se almacena una lista de los compuestos químicos más comunes en secundaria, pero alumnos y profesores pueden añadir nuevos compuestos que no estén en la base de datos, enriqueciendo la misma.

A este nivel no nos olvidamos de la filosofía CTS que esta siempre presente en el programa. Por lo que una vez identificado el compuesto, podemos pulsar en el botón “Hacia la molécula” el cual permite visualizar como vamos desde algo conocido hasta el compuesto químico que se ha formulado o nombrado.



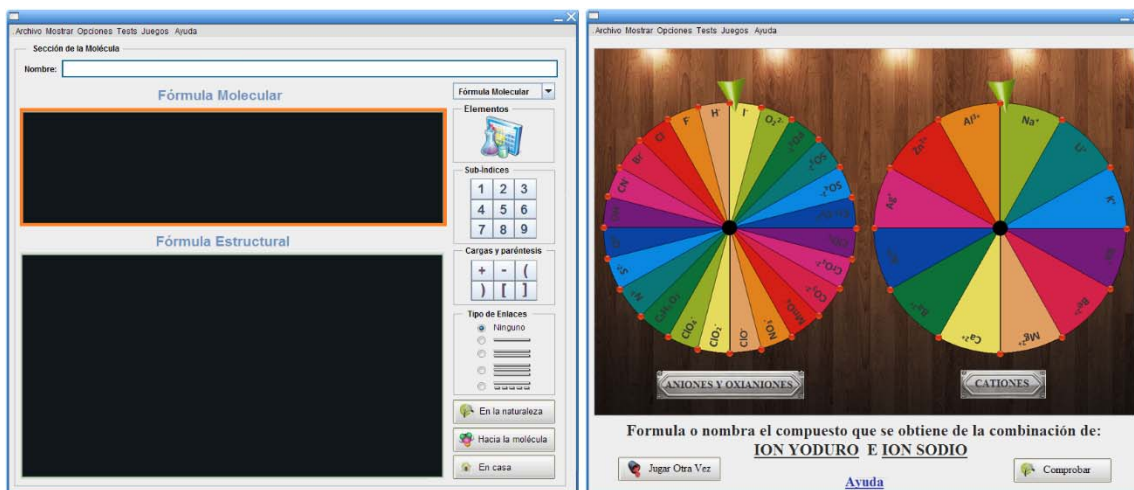
**Figura 9.** Relación del compuesto químico con la sociedad actual.

En el apartado “Ayuda” del programa, el alumno podría encontrar ayuda relativa al tipo de formulación o nomenclatura que se está realizando. La ayuda se ha planteado en forma de algoritmo, tal y como recomiendan algunos autores, sobre todo para la formulación en química inorgánica (Rosa María Aguilar, 2010). Por lo que el alumno puede visualizar de forma inmediata un mapa mental que le ayudará en su aprendizaje.



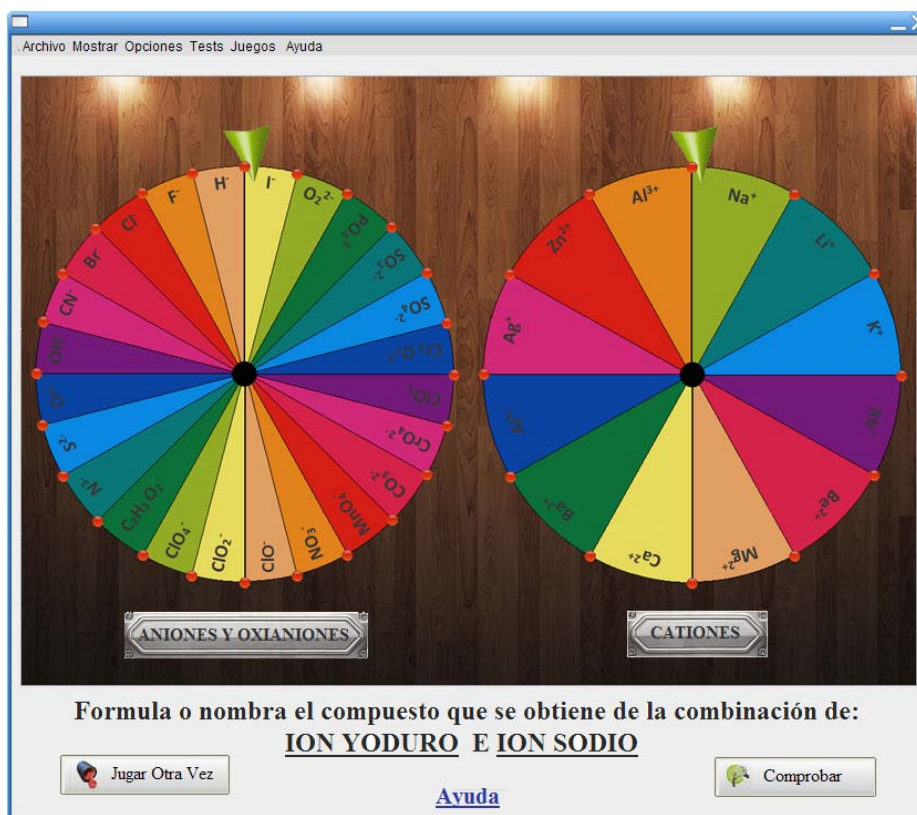
**Figura 10.** Algoritmo para ayudar al alumno a formular o nombrar compuestos.

En el programa también se ha planteado una forma de realizar ejercicios y exámenes de forma atractiva al alumno. Según recomiendan algunos autores (Tomas D. Crute, 2000), (Joseph Chimeno, 2000) se puede transmitir mejor este conocimiento a través de juegos tanto individuales como colectivos. Siguiendo esta filosofía, el programa permite realizar unos ejercicios a través de un bingo de compuestos o una ruleta. Como se observa en la siguiente figura 11, el alumno puede divertirse aprendiendo formulación química.



**Figura 11.** Juego de ruletas para la formulación de química inorgánica.

Como puede observarse en la figura 11, existe una ruleta de aniones y otra de cationes, al pulsar “Jugar otra vez” las dos ruletas se moverán y se detendrán correspondientemente en un catión y un anión. El alumno deberá formular el compuesto de la unión de estos dos iones. El número de iones y cationes en cada ruleta se modifica dependiendo del nivel de cada alumno.



**Figura 12.** Ventana de ruletas.

### 3.4.3. Nivel educativo de Bachillerato.

A medida que el nivel avanza, el programa se va adaptando según una filosofía de dificultad creciente. El alumno puede ver también las diferentes representaciones en tres dimensiones de los compuestos químicos, especialmente útil en química orgánica. Así, de forma inconsciente, el alumno ve todas las representaciones en tres dimensiones de las moléculas que esta formulando o nombrando. Por lo que ayuda al alumno a adquirir la abstracción necesaria para asimilar la realidad de lo que está representando.

En este caso, si volvemos a la interfaz inicial vista en la figura 2.

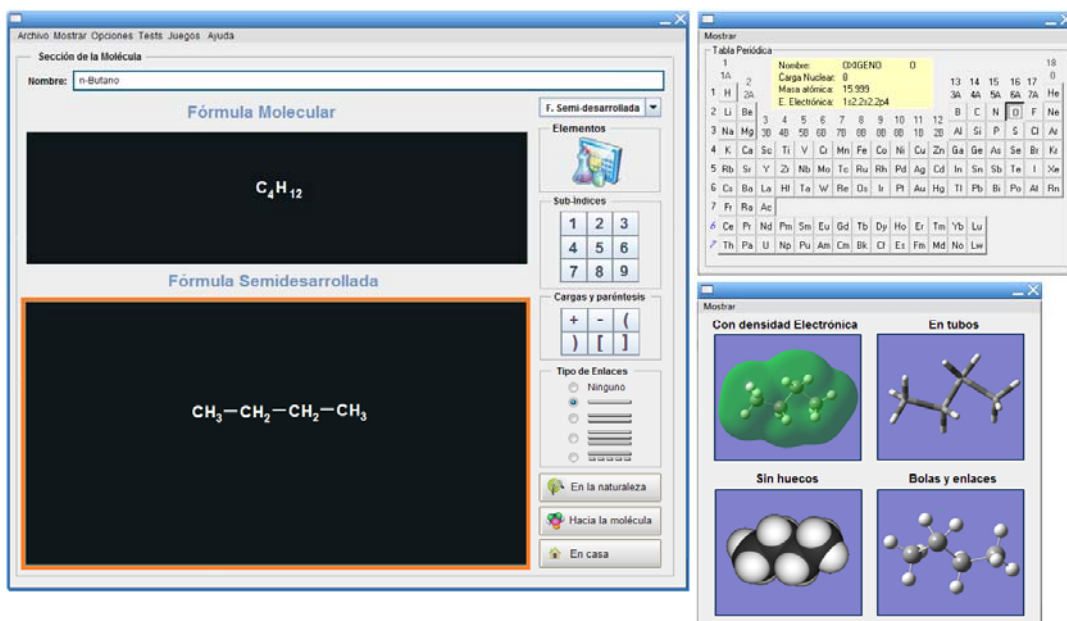
The screenshot shows the 'Formulator 2012' application window. The title bar reads 'Formulator 2012' and the menu bar includes 'Archivo', 'Mostrar Opciones', 'Tests', 'Juegos', and 'Ayuda'. The main content area is titled 'Sección del Elemento' and displays the periodic table with the element Copper (Cobre) highlighted in orange. To the right of the periodic table, the following information is provided:

- Nombre: Cobre
- Peso atómico: 63,546
- Densidad: 8,920 g/c.c.
- Punto de fusión: 1084,62 °C
- Punto de ebullición: 2927 °C
- Electronegatividad: 1.90
- Conf. Elect.: [Ar] 3d 4s
- Radio atómico: 145 pm
- Niveles de oxidación: 2, 1

A small image of copper metal is shown to the left of this information. The periodic table includes groups IA through VIIIA and periods 1 through 7, as well as the Lanthanides and Actinides series. A legend at the bottom left identifies element categories: Metales Alcalinos, Metales Alcalino Terreos, Metales de Transición, Lantánidos, Actinidos, Otros Metales, Metaloides, Otros No Metales, Halógenos, and Gases Nobles. At the bottom right, there are three buttons: 'Modelos atómicos', 'Llegando al átomo', and 'Elemento en casa'.

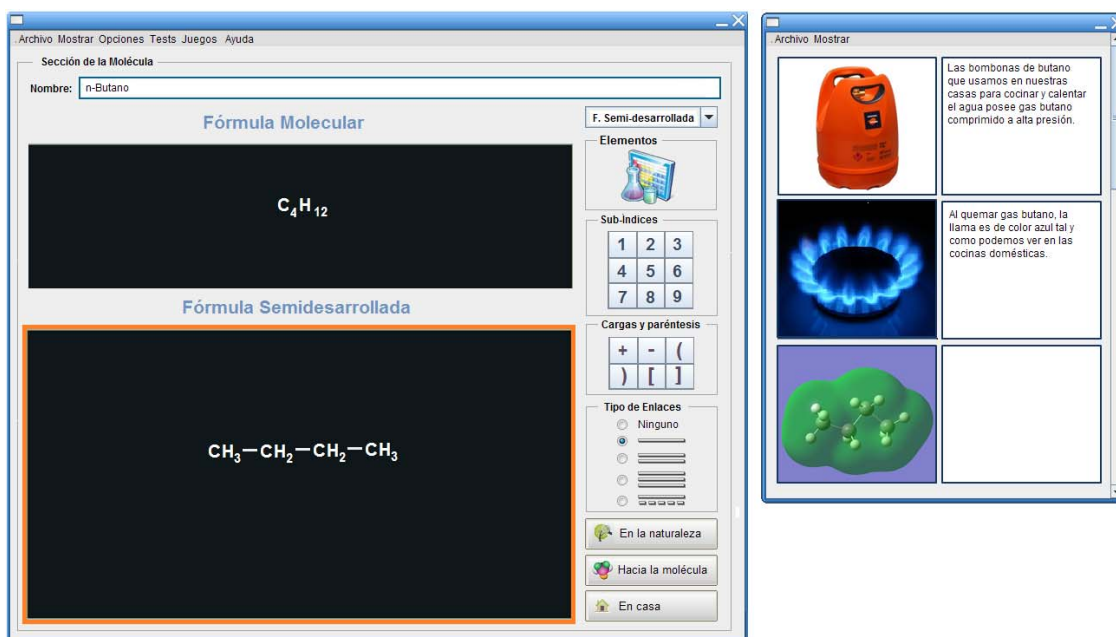
**Figura 13.** Interfaz de usuario a nivel de Bachillerato.

Observamos que ahora aparece más información del elemento indicado, como la electronegatividad o la configuración electrónica.



**Figura 14.** Ventana que muestra diferentes representaciones 3d.

Por supuesto, siempre está presente la filosofía CTS, ya que permite al alumno hacer pequeñas investigaciones y colgar en el programa fotos y comentarios sobre donde está presente el compuesto químico en cuestión en la sociedad o en la naturaleza.



**Figura 15.** Relación de la molécula con la vida cotidiana.

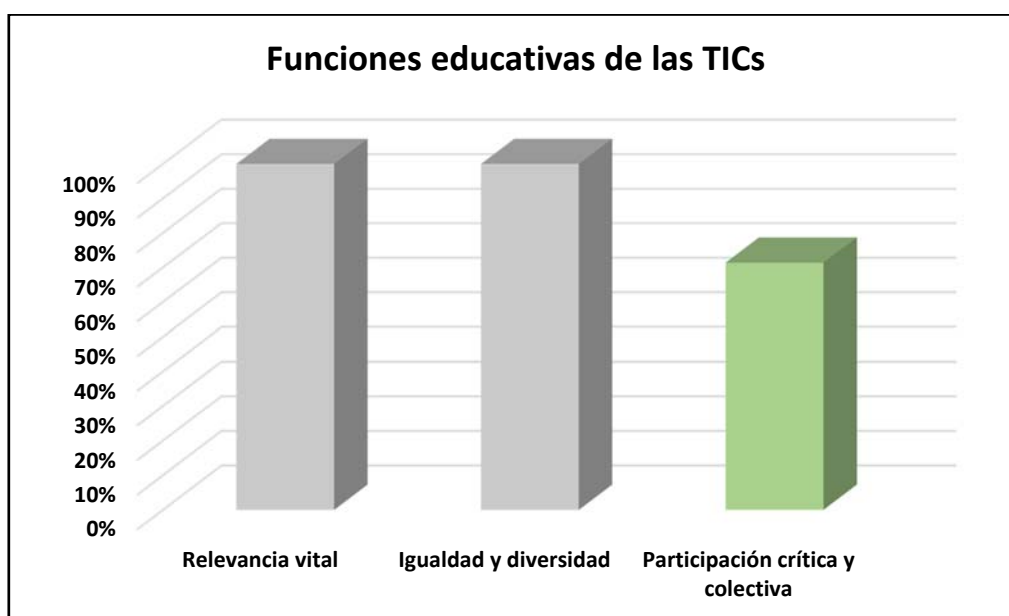
## 4. Análisis y resultados.

### 4.1. *Análisis del software diseñado.*

Como ya se comentó en el apartado 3.2, el diseño de este software ha sido analizado y evaluado por siete expertos docentes de ciencias de diferentes niveles educativos, a través del cuestionario presentado en el anexo 9.1. En las figuras 16, 17 y 18 pueden observarse los resultados de dicho análisis.

A continuación se va a analizar los resultados expuestos en cada una de las figuras 16-18, realizando una crítica constructiva de los puntos más débilmente valorados de la aplicación propuesta:

- Aspectos generales del uso de las TICs (Figura 16):



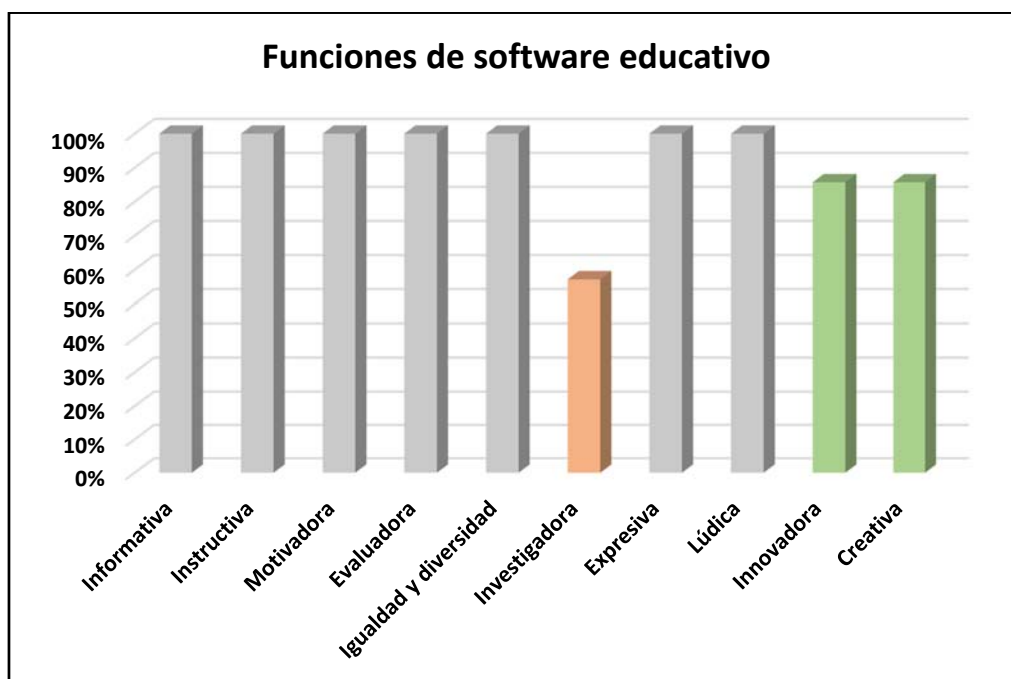
**Figura 16.** Resultados del análisis para las funciones educativas de las TICs.

Como puede observarse en la figura 16, todos los docentes encuestados están de acuerdo en el que programa propuesto tiene una importante relevancia vital, ya que puede potenciar aprendizajes experienciales relevantes e integrales. También todos coinciden en que con este software se puede trabajar con todo el alumnado, persiguiendo objetivos igualitarios.

Sin embargo, no todos los docentes estuvieron de acuerdo en que el software promueve un aprendizaje colectivo, debido a que en su opinión no favorece el debate ni fomenta el trabajo en grupo. En relación a esta opinión, considero que en este caso, la temática, por su naturaleza no facilita el debate, ya que son reglas fijadas por una comisión que hay que conocer y aplicar, por lo que el verdadero debate sería

sobre cómo realizar dichas reglas, lo cual escapa totalmente de los objetivos educativos a nivel de escuela. En cuanto a que no favorece el aprendizaje colectivo, el software permitirá compartir información entre alumnos, así como plantear pequeñas investigaciones de forma cooperativa.

- Funciones de software educativo (Figura 17):

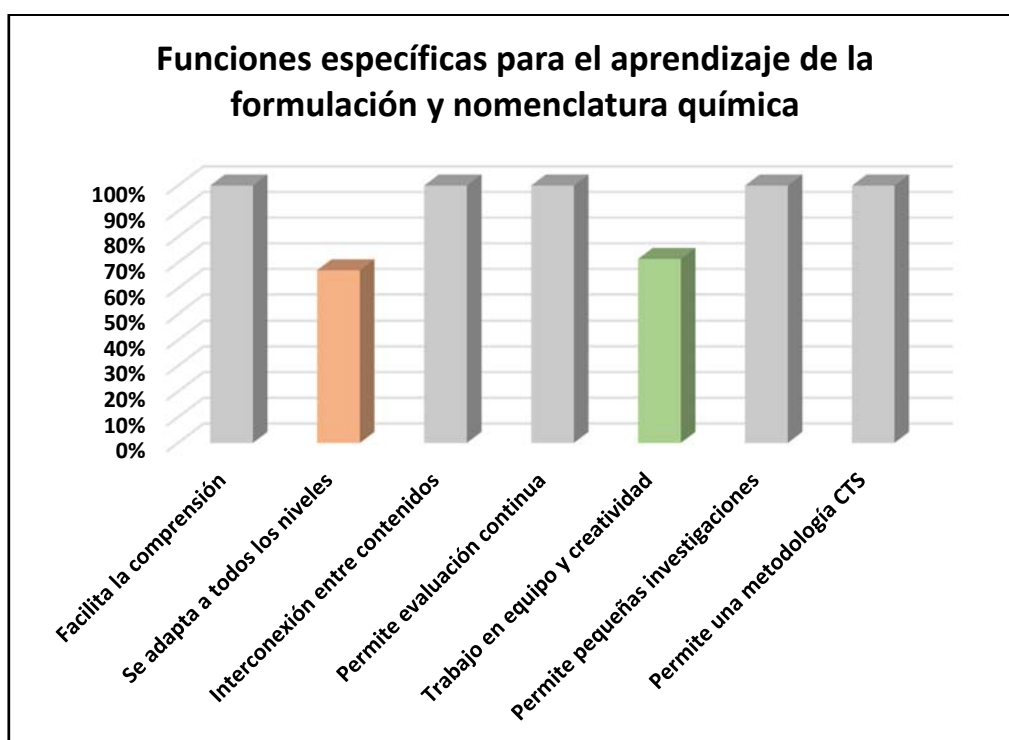


**Figura 17.** Resultados del análisis para las funciones de software educativo.

Como puede observarse en la figura 17, todos los docentes estuvieron de acuerdo en que el software propuesto cumple las siguientes funciones: informativa, instructiva, motivadora, evaluadora, expresiva, lúdica y de igualdad y diversidad. Algún docente ha cuestionado la innovación del software, así como su función de fomentar la creatividad del alumno. Con respecto a esta opinión, se realizó una nueva búsqueda y análisis de programas informáticos educativos aplicado a la enseñanza-aprendizaje, pero los programas informáticos más relevantes usados en la enseñanza y aprendizaje de esta temática son los analizados en la tabla 3, y todos son bastante cerrados con respecto a la forma de evaluar, dando a elegir entre una serie de estructuras expuestas ya construidas, mientras que el software planteado permite que el alumno construya la estructura química de forma dinámica, para posteriormente ser evaluada. En mi opinión esto permite potenciar la creatividad del alumno. Además, ninguno de los programas analizados en la tabla 3 permite seguir una filosofía CTS en la enseñanza-aprendizaje de esta temática, lo cual era uno de los objetivos principales de este trabajo.

La característica peor evaluada en esta sección ha sido la función investigadora de este software. Debido a que esta valoración viene exclusivamente de los docentes que actualmente trabajan a nivel universitario, creo que ha sido motivada por una diferencia de concepto, es decir, considerar que se entiende por investigación a nivel de escuela y a nivel universitario. El software permite realizar pequeñas investigaciones de autodescubrimiento exclusivamente a nivel de escuela.

- Funciones específica para la enseñanza de la formulación química (Figura 18):



**Figura 18.** Resultados del análisis para las funciones específicas del aprendizaje de la formulación y nomenclatura química.

Analizando los resultados del cuestionario, y si nos fijamos particularmente en la figura 18, observamos que en general, la opinión de los docentes es que el software planteado puede ser una herramienta de gran utilidad en la mayoría de los aspectos para la enseñanza-aprendizaje de la formulación química. Ahora bien, nos centramos en las dos funciones del programa que según esta evaluación serían más débiles:

- La adaptación a todos los niveles.

Algunos docentes han mostrado preocupación a nivel de tercero de E.S.O., ya que a este nivel, los elementos más estudiados son los representativos y algunos no representativos. En respuesta a esta preocupación, la tabla periódica será

totalmente configurable, dejando en manos del docente los elementos a mostrar y quedando los demás recuadros en blanco, como puede verse en la figura 2. De esa forma, los alumnos estudiarán los elementos más representativos, y sabrán que hay muchos otros elementos que ya estudiará más adelante.

- Permitir el trabajo en equipo y potenciar la creatividad.

Esta valoración tiene los mismos fundamentos ya vistos y valorados en el análisis de la figura 16.

## *4.2. Discusión.*

En esta discusión me gustaría poner de relevancia los aspectos más importante en el diseño y futura aplicación de este software. La aplicación propuesta, pretende ser una herramienta innovadora al facilitar al educador seguir una filosofía CTS en la enseñanza de todos los conocimientos de ciencia necesaria para una correcta asimilación y abstracción de la formulación química.

Las dificultades principales encontradas durante la realización de este trabajo, han sido la recopilación y análisis de los estudios previamente realizados y el encontrar personal docente cualificado que se prestase voluntario para evaluar su diseño. El diseño en sí, ha sido lo más fácil y entretenido de este trabajo, posiblemente, por mi afición a la informática, y porque ya tenía en mente algunos programas de apoyo educativo, aunque hay que tener en cuenta que desde el punto de vista de programación, las principales dificultades que se encontrará el programador de este programa, será la elaboración de una interfaz gráfica 3d que permita al alumno construir moléculas y ser corregidas de forma automática, así como el diseño de una base de datos para almacenar todas las estructuras posibles, o la mayoría de las estudiadas a niveles desde 3º de E.S.O. a 2º de Bachillerato. Sin embargo, la elaboración de este software no implica mayor dificultad que otros que existen en el mercado, y puede elaborarse usando software libre: OpenGL para el entorno gráfico 3d, Mysql para la elaboración de base de datos, todo incluido en el software programado en java utilizando el compilador Eclipse. Sería interesante realizarlo en dos idiomas al menos, castellano e inglés, dando la posibilidad a los usuarios de modificar un fichero de uso lingüístico del programa para quien quisiera traducir todos los comandos y estructuras a otros idiomas.

Los resultados de la evaluación realizada por expertos docentes han sido muy positivos, y los posibles puntos débiles detectados del programa propuesto, fácilmente

solucionables, por lo que como conclusión final, me gustaría destacar que este software será una potente herramienta que nos permitiría:

Desde el punto de vista del educador:

- Evaluar fácilmente la evolución del alumno.
- Plantear y corregir fácilmente pequeñas investigaciones según una metodología CTS.
- Usar fácilmente recursos visuales y juegos en el aula.
- Motivar al alumno.
- Diseñar y plantear algoritmos que lleguen de forma sencilla los alumnos.
- Facilitar la transmisión de conocimiento con gran cantidad de ayuda visual.

Desde el punto de vista del educando:

- Tener una interfaz que permite de forma fácil formular y nombrar compuestos químicos y comprobar si son correctos (autoevaluación).
- Relacionar la temática planteada con el contexto actual del alumno, permitiendo al alumno enriquecer ese contexto aportando elementos al programa (fotos, textos y comentarios).
- Paliar el efecto traumático que a veces genera esta temática a los alumnos, introduciendo una serie de juegos para facilitar el aprendizaje.
- Ayudar al alumno a adquirir la abstracción necesaria para que los conocimientos y conceptos asimilados sean más cercanos a la realidad.

## 5. Propuesta Práctica

En relación con el objetivo general planteado en este trabajo, en este apartado se proponen una serie de actuaciones basándonos en la revisión bibliográfica realizada y la experiencia de que reflejan algunos autores en la aplicación de las TIC's en la enseñanza-aprendizaje de la química.

Hemos comprobado además en este trabajo, que la formulación química está presente en diferentes etapas del sistema educativo en España. Por lo que la propuesta práctica en relación a esos contenidos lo haremos por etapa:

### *5.1. Nivel educativo de 3º E.S.O.*

En esta etapa hay que transmitir los conceptos básicos de la materia sobre la que se fundamentará los compuestos y posteriormente la formulación química. En apoyo a esta temática se propone un primer contacto con el software diseñado, es la primera vez que los alumnos verán este software, se debe presentar de una forma motivadora, para ello se recomienda, por ejemplo, presentar el programa comunicando a los alumnos que vamos a crear un programa informático, se le muestra el programa y se les comunica que está incompleto y que por tanto nos toca a nosotros completar el programa para que esté completo.

El programa permite usarse en el aula con un proyector, para dar clases magistrales, ya que permite ir viendo la estructura de los átomos. Se recomienda que el profesor introduzca un elemento a modo de ejemplo en la sección "llegando al átomo" (ver figura 3) aunque ya habrá elementos a modo de ejemplo en el programa (ver figura 3). Así el profesor expondrá de forma muy visual el funcionamiento básico del programa. Una vez motivado el alumnado en una presentación de no más de 20 minutos se puede pasar al aula de informática para que los alumnos se vayan familiarizando con el programa con algún ejemplo, como poder acceder desde casa a la aplicación...etc.

Se propone que las pequeñas investigaciones siguiendo la metodología CTS, previamente comentada, se hagan en grupo primero y de forma individual posteriormente. La realización de tareas y ejercicios a través del software serán fácilmente trazables y evaluables por el profesor.

## *5.2. Nivel educativo de 4º E.S.O.*

La propuesta en esta etapa está pensada para alumnos que ya se hayan familiarizado con el programa en la etapa anterior. De todas formas, se debe dar una sección de refresco/inicial para que todos se adapten de nuevo al software. En esta sección de refresco tenemos la oportunidad de seguir una continuidad en la materia enlazándolo con lo visto en la etapa anterior, y que permite a los alumnos una mejor asociación de estos conceptos con los nuevos a través del software. En esta etapa ya empieza a verse el concepto de enlace, compuestos...etc. A la interfaz de formulación química del programa hay que dedicarle una o dos clases como mínimo, pero una vez asimilado como funciona la mecánica de la aplicación, toda la organización de esta temática será mucho más sencilla. En esta fase se debe hacer más hincapié en el buen uso del lenguaje químico, pero sin olvidar la filosofía CTS, por lo que se propone al menos que los alumnos realicen un trabajo de investigación para asociar una molécula propuesta con su entorno.

Se propone además que se realice uno de los juegos que permite el programa en la clase (Ver figura 12), agrupando a los alumnos en grupos heterogéneos. Así se potenciará el conocimiento del programa y la colaboración entre alumnos a medida que se asimilan los conceptos propios de esta materia.

## *5.3. Nivel de bachillerato.*

En esta etapa el alumno debe ser más consciente de su autoaprendizaje, el programa será la principal herramienta para practicar la formulación y nomenclatura química y adquirir la habilidad necesaria en dicho lenguaje. Se propone una organización semanal de tareas y exámenes con revisión del profesor. Al poder realizar todos los ejercicios desde casa a través del programa. También se propone para esta etapa, que en la realización de ejercicios y exámenes este abierta la ventana de modelos tridimensionales (Ver figura 14). Con esta ventana disponible, se visualiza los modelos más comunes, unos más realistas que otros. Con esto conseguimos que el alumno de una forma visual e inconsciente vaya adquiriendo la habilidad de abstracción y dándose cuenta de la realidad de lo que está simbolizando.

Se propone además que estos alumnos realicen los mapas mentales propios con la ayuda del programa (ver figura 10) y realizando los test tipo de acceso a la universidad que el programa proporciona.

## 6. Conclusiones

Desde un punto de vista teórico, se concluye que:

- El uso de las TIC's y en concreto el diseño de software específicos como apoyo a temas educativos concretos, puede facilitar menormente la tarea del educador (comprobando la participación y evolución del alumno, evaluándole...etc.)
- El uso de software (applets) específico permite al alumno ser participe activo en su propia educación, ya que le permite interactuar directamente con la misma, enriqueciendo el programa planteado y así mismo sus conocimientos.
- Por muy difícil que pueda parecer el seguir una metodología CTS en determinados campos de la ciencia, como es en este caso la nomenclatura y formulación química, siempre es posible buscar tales relaciones o enlaces que nos permitan englobar dicha temática en la sociedad.
- El uso de programas educativos especialmente diseñados, nos permite desarrollar entornos más atractivos y facilita enormemente las propuestas de juegos educativos que pueden plantearse durante la clase potenciando la comunicación y colaboración, o bien de forma individual. Además, pueden contribuir de forma muy significativa a que el alumno adquiera la capacidad de abstracción necesaria para llegar a comprender la realidad de lo que está aprendiendo.

Desde un punto de vista práctico, (uso del software planteado), se concluye que:

- El uso de este programa permite optimizar de forma considerable los recursos del educador, ya que da la posibilidad de controlar y evaluar a un gran número de alumnos permitiendo adaptarlo al nivel de cada uno.
- El programa permite la auto-evaluación del alumno, por lo que favorece el auto-aprendizaje de este en la formulación y nomenclatura química.

Desde un punto de vista de la valoración recibida, el programa planteado:

- Permite conseguir llevar a cabo la enseñanza-aprendizaje de la formulación y nomenclatura química siguiendo una filosofía CTS.
- Facilita la comprensión de esta temática, permitiendo llevar a cabo pequeñas investigaciones.
- Favorece la interrelación entre contenidos y plantear una evaluación continua.
- Cumple con las funciones educativas de las TICs, así como con aquellas propias de un software educativo.

## 7. Líneas de Investigación futuras

- Añadir una mayor transversalidad al programa que permita relacionar los compuestos químicos formulados o nombrados con temas de otros campos de la ciencia: Geología, Biología...etc.
- Poner en marcha una investigación experimental (trabajo de campo) usando el software planteado con alumnos para observar las mejoras en determinados aspectos educativos: motivadores, de abstracción, instructivo...etc.
- Convertir el applet en una aplicación web que pueda usarse de forma internacional en diferentes idiomas, y así permitir a los alumnos adquirir conocimientos de idioma técnico dentro del campo de la nomenclatura química.
- Ampliar el nivel del programa para que pueda utilizarse a un nivel más avanzado para alumnos con altas capacidades intelectuales, y de paso pueda servir también para alumnos de universidad: Distribución radial de los orbitales, Cálculo teórico de propiedades moleculares...etc.
- Añadir nuevos juegos educativos como sopas de letra que faciliten el aprendizaje.
- Añadir más elementos multimedia (videos, gifs..etc.) que ayuden a seguir una metodología CTS.
- Modificar el programa para aumentar su personalización, teniendo en cuenta las peculiaridades de distintas clases de alumnos, así tener una interfaz mucho más personalizable por el profesor para los alumnos.

## 8. Bibliografía

**Aikenhead, G.; Solomon, J.** (1994). *STS Education: International Perspectives in Reform*. (eds.) New York: Teacher's College Press.

**Aguilar Garduño, R.M.; Arroyo Carranza, M.; Córdova Lozano, M.; Meléndez Balbuena, L.** (2010). Esquemas de algoritmos y tarjetas en la enseñanza básica de la nomenclatura en química inorgánica.

**Arregi Martínez, M.; Sainz Martínez, A.; Tambo Hernández, I.; Ugarriza Ocerin, J.** (2003). Proyecto Pisa. Ejemplos de ítems de conocimientos científicos.

**Breña Oré, J.L.** (2004). Didáctica de la nomenclatura química, un enfoque sistemático. Planteamiento general del aprendizaje de la formulación y nomenclatura química inorgánica-un enfoque sistemático. **Obtenido: 06/12/2012. Sitio Web:** <http://www.monografias.com/trabajos32/nomenclatura-quimica/nomenclatura-quimica2.shtml>

**Caamaño, A.** (2006). Repensar el currículum de química en el Bachillerato. Centro de Documentación y Experimentación en Ciencias y Tecnología / IES Barcelona-Congrés. Barcelona.

**Caamaño, A.; Irazoque, G.** (2009). La enseñanza y el aprendizaje de la terminología química: magnitudes y símbolos. ISSN 2013-1755, SCQ-IEC Educació Química EduQ n. 3, p. **46-55**.

**Campanario Larguero, J.M.; Cuerva Moreno, J.; Moya Librero, A.; Otero Gutiérrez, J.C. (Grupo Investigación) Banet, E.; De Pro, A. (Coordinadores).** (1998). Investigación e innovación en la enseñanza de la ciencia. Editores: DM.

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

**Chimeno, J.** (2000). How to Make Learning Chemical Nomenclature Fun, Exciting, and Palatable. Journal of Chemical Education. Vol 77, N°2 (2000). **p. 144**.

**Comisión Europea.** (2001). Comunicación de la comisión al parlamento Europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de regiones. Abordar el abandono escolar prematuro: una contribución clave a la agenda Europa 2020. Bruselas, 31.1.2011.

**Crute, T.D.** (2000). Classroom Nomenclature Games-Bingo. *Journal of Chemical Education*. Vol. 77, N°4. p. **481-482**.

**Erin, A.; Martin, R; Williams, A.** (2002). Teaching and Learning of Structural Organic Chemistry with Nomenclature/Structure Software. 224<sup>th</sup> ACS National Meeting Boston, MA & 17<sup>th</sup> International Conference on Chemical Education, Beijing, PRC.

**Fensham, P.J.** (1985). Science for all. *Journal of Curriculum Studies*, 17: **pp415–435**.

**Fensham, P.J.** (1988). Familiar but different: Some dilemmas and new directions in science education. In P.J. Fensham(ed.), *Developments and dilemmas in science education*. New York: Falmer Press **pp. 1–26**.

**Garritz, A.** (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista Iberoamericana de Educación* - Número 42.

**Gómez-Moliné, M.; Morales, M.L.; Reyes-Sánchez, L.B.** (2008). Obstáculos detectados en el aprendizaje de la nomenclatura química. *Educación Química*, **Vol. 19 N° 3**.

**Gutiérrez Fernández, D.; López Santa Cruz, V.; Oliva, A.; Torrecilla, J.L.; Peñuela, J.** (1998) “ El mundo de la enseñanza asistida por ordenador en Educación Primaria”. Escuela Universitaria de Magisterio de Toledo. UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA.

**Gil Pérez, D.; Macedo, B; Martínez Torregrosa, J.; Sifredo, C.; Valdés, P.; Vilches, A.** (2005). ¿Como promover el interés por la cultura científica? Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe – Santiago.

**Handelsman, J.** (2011). *Changing the Science Education Paradigm: From Teaching*

Facts to Engaging the Intellect. *Yale Journal of Biology and Medicine*. 84(3): **247–251**.

**Hughes, G.** (2000). Marginalization of socio-scientific material in science-technology-society science curricula: some implications for gender inclusivity and curriculum reform, *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (5): pp. 426–40.

**Kamthan P.** (1999). Java Applets in Education.

**Leigh, G.J.; Favre, H.A.; Metanowski, W.V.** (1998). Principles of Chemical Nomenclature. A Guide to IUPAC Recommendations. Edited by **Leigh, G.J.**

**Martínez Sánchez, F.; En Cabero, J. (Coord).** (2007). La integración escolar de las nuevas tecnologías. Nuevas tecnologías aplicadas a la Educación. Madrid: McGrawHill. **Pp. 22-40.**

**Pedretti, E.** (1997). Septic tank crisis: a case study of science, technology and society education in an elementary school. *International Journal of Science Education*, 19 (10): pp. 1211–30.

**Pedretti E. & Forbes.** (2000). From curriculum rhetoric to classroom reality, STSE education. *Orbit*, 31 (3): **pp. 39–41.**

**Rodríguez Guarnizo, J.; Barrantes Bresó, J.** (1986). Estructura de aprendizaje y guías de enseñanza individualizada. Aplicación de la formulación y nomenclatura química.

**Skinner, B.F.** (1954). The science of learning and the art of teaching. *Harvard Educational Review*, 24(2), **86-97.**

**Solano Fernandez, I. M.** (2010). Las TIC para la enseñanza en el aula de secundaria. Universidad de Murcia.

**Walker, M.** (2011). PISA 2009 Plus Results : Performance of 15-year-olds in reading, mathematics and science for 10 additional participants.

**Wirtz, M.C.; Hawley, G.; Kaufmann, J.** (2006). Nomenclature Made Practical: Student Discovery of the Nomenclature Rules. *Journal of Chemical Education*. Vol. 83,

Nº4 p. 595-598.

**Rincones-Educarex (Junta de Extremadura). Obtenido: 01/02/2013. Sitio**

**Web:**

[http://rincones.educarex.es/fyq/index.php?option=com\\_content&task=blogcategory&id=98&Itemid=433](http://rincones.educarex.es/fyq/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=98&Itemid=433)

## 9. Anexos

### 9.1. *Cuestionario.*

CUESTIONARIO	
<b>Objetivo:</b> Analizar el diseño del programa “Formulator 2012” propuesto para apoyar el estudio de la formulación y nomenclatura química en el currículo para las etapas desde 3º E.S.O. a 2º de Bachillerato.	
<b>¿Cumple las funciones educativas de las TICs?</b>	
· Relevancia Vital	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Si la opción es no, por favor, indicar motivos: _____	
· Igualdad y diversidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Si la opción es no, por favor, indicar motivos: _____	
· Participación crítica y colectiva	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Si la opción es no, por favor, indicar motivos: _____	
<b>¿Cumple las funciones de software educativo?</b>	
· Informativa	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Si la opción es no, por favor, indicar motivos: _____	
· Instructiva	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Si la opción es no, por favor, indicar motivos: _____	
· Motivadora	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Si la opción es no, por favor, indicar motivos: _____	
· Evaluadora	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Si la opción es no, por favor, indicar motivos: _____	
· Igualdad y diversidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Si la opción es no, por favor, indicar motivos: _____	
· Investigadora	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Si la opción es no, por favor, indicar motivos: _____	

---

· Expresiva

Sí  No

Si la opción es no, por favor, indicar motivos:

---

· Lúdica

Sí  No

Si la opción es no, por favor, indicar motivos:

---

· Innovadora

Sí  No

Si la opción es no, por favor, indicar motivos:

---

· Creativa

Sí  No

Si la opción es no, por favor, indicar motivos:

---

**¿Facilitaría la comprensión de los conocimientos de químicas necesarios para llegar a adquirir habilidad en la formulación y nomenclatura?**

Sí  No

Si la opción es no, por favor, indicar motivos:

---

**¿Se adecuaría al nivel de educativo para cada una de las etapas de secundaria desde 3º de la E.S.O. hasta 2º de bachillerato?**

Sí  No

Si la opción es no, por favor, indicar motivos:

---

**¿Facilitaría la interconexión de los contenidos y el progreso continuo relacionado temas anteriores así como temas de otras temáticas?**

Sí  No

Si la opción es no, por favor, indicar motivos:

---

**¿Facilitaría la evaluación continua?**

Sí  No

Si la opción es no, por favor, indicar motivos:

---

**¿Potenciaría la toma de decisiones, participación, trabajo en equipo y creatividad?**

Sí  No

Si la opción es no, por favor, indicar motivos:

---

**¿Facilitaría las pequeñas investigaciones?**

Sí  No

Si la opción es no, por favor, indicar motivos:

**¿Facilitaría seguir una metodología CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad) en la enseñanza-aprendizaje de la formulación y nomenclatura química?**

Sí  No

Si la opción es no, por favor, indicar motivos: