

ALFABETIZACION CIENTIFICA POR INTERNET. EL CASO DEL C60

Pedro Luis Domínguez

Berta Marco Stiefel

Instituto de Estudios Pedagógicos Somosaguas (IEPS), Madrid

Herminia Mazo García

Juan Luis Pueyo Sánchez

Victor Manuel Roda Calvera

M^a Dolores Sánchez González

Universidad de Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos más claros de la Enseñanza de las Ciencias en esta década es la de preparar una ciudadanía científica y tecnológicamente culta, capaz de entender el mundo en el que está inmersa y de participar activamente en los ámbitos sociales a su alcance donde se definan políticas de base científica o tecnológica. Los movimientos curriculares nuevos están poniendo un acento claro en este tipo de dimensiones que participan de los que hasta ahora se han llamado movimientos CTS o de Ciencia-Tecnología-Sociedad, si bien tienen acentos que los distinguen. (Ramsey, 1993, DeHart Hurd, 1994 y Marco, 1990, 1997).

Lograr una mayoría de ciudadanos alfabetizados científicamente (tomando estos vocablos en sentido amplio, es decir, englobando capacidades científico- tecnológicas), es una tarea compleja que supone estadios tales como: un cierto dominio del lenguaje científico, capacidad desmitificadora acerca de la potencialidad de la ciencia, superación de la visión mimética del método científico, iniciación en los contenidos actuales y fronterizos de la ciencia, capacidad anticipatoria en cuanto hábito adquirido de aprender y documentarse por sí mismo en fuentes diversas, etc., como ya se ha hecho notar en trabajos anteriores (Marco, 1997).

De entre todos ellos, uno de los temas más planteados pero menos resuelto, es el de la incorporación de nuevos contenidos a la Enseñanza de las

Ciencias y los *criterios de relevancia* que pueden establecerse para seleccionarlos con fines didácticos. (Albero, 1999).

Los últimos años se han caracterizado por debates internacionales acerca de los niveles deseables de alfabetización científica que tendrían que lograr los ciudadanos, sin que se haya llegado a ningún consenso concreto, pero parecen razonables los correspondientes a unas alfabetizaciones científicas de carácter *práctico, cívico y cultural*.

Se considera que la primera llevaría a usar los conocimientos científicos de una manera inmediata en la mejora de las condiciones de vida; supone entrar en las aplicaciones de la ciencia.

La segunda, la correspondiente al nivel cívico, permite a los ciudadanos ser más conscientes de la incidencia que la ciencia y la tecnología tienen en la sociedad y les compromete activamente en el estudio, la reflexión y la resolución de conflictos, actuando y razonando con base científica para lograr un mejor bienestar humano. Apunta hacia el compromiso de construcción de la sociedad civil y el participar en plataformas que la apoyen.

La finalidad de la alfabetización científica de carácter cultural presupone ir más allá y plantearse la capacidad de humanización que tiene o no tiene el desarrollo científico tal como va transcurriendo, así como las interacciones de la ciencia con otros ámbitos del saber. (Martín Municio, 1998).

La Enseñanza de las Ciencias a un nivel de Secundaria entra de lleno en la primera de las alfabetizaciones y puede dejar planteadas algunas interacciones a los niveles segundo y tercero mediante experiencias significativas que el alumno puede realizar en algunos momentos de su escolaridad.

APROXIMACIÓN A NUEVOS CONTENIDOS CIENTÍFICOS

Dada la velocidad a la que crece la ciencia, los contenidos curriculares que se imparten en la enseñanza formal requerirían un cuidadoso análisis. No es fácil dilucidar cuáles deben quedar y cuáles deben ser reemplazados de acuerdo con *criterios de relevancia*. Pero estos últimos también han de ser puestos en cuestión: ¿relevancia intrínseca del contenido en si, de la persona que va a aprender? ¿relevancia respecto de qué?. (Mayoh y Knutton, 1997).

Parece razonable que las partes troncales de cada materia permanezcan entre los contenidos esenciales, pero otras partes pueden reconducirse y, en todo caso, pueden incorporarse aspectos de la actualidad científica a los temas con-

vencionales. Nos acogemos a esta última opción, que está en manos de todos, para la propuesta de este trabajo que trata de integrar un aspecto de actualidad científica, que se deriva de una temática que ha recibido el Premio Nobel de Química del año 1996 y que tiene que ver con una de las formas alotrópicas del Carbono.

Los contenidos que se desean transmitir no están aún suficientemente divulgados y mucho menos convertidos en materiales didácticos al alcance del alumnado de Secundaria. Estimamos que tener un conocimiento básico de estos descubrimientos es de interés, y adquirirlo por un medio nuevo como es el manejo de Internet, puede tener un efecto motivador en los alumnos, y por ello, planificamos hacer este recorrido. La implicación del profesorado es real en la exploración de las capacidades de la Red, en la búsqueda, selección y concreción de la información. Con ello se va configurando el futuro trabajo de los alumnos y descubriendo un nuevo modo de aprender.

Uno de los problemas que se plantean en la alfabetización científica cuando se seleccionan temas de actualidad, es el de *la transposición didáctica* que consiste en ver cómo lo que potencialmente puede ser aprendido puede llegar a ser realmente enseñado, lo que supone resolver una serie de problemas hasta convertir la información que puede obtenerse de fuentes diversas en materiales de aula, algo que en este trabajo se ha pretendido hacer usando Internet (Albero, 1999, o.c.). Esta es otra actividad interesante para el equipo de profesores que realiza este trabajo.

LA WEB, UN NUEVO MODO DE APRENDIZAJE

Las nuevas tecnologías han ayudado a crear una nueva cultura en torno al aprendizaje en la que el alumnado establece conexiones y realiza actividades interactivas, incluso puede participar en charlas y discusiones de grupo. Sobre todo, puede llegar a construir sus propios materiales de aprendizaje y conferir sentido a sus propias experiencias. (VV.AA., 1999).

El espacio interactivo que ofrece más posibilidades es Internet.

Este aprendizaje interactivo presupone el manejo del hipertexto en vez del libro de texto o los materiales curriculares que ofrecen una información lineal. En Internet, el sistema de hipertexto presupone que al alumno se le involucra activamente en su propia búsqueda lo que le deja un margen más creativo. Así mismo, la forma de búsqueda de Internet le permite ir construyendo activamente sus propios conocimientos. El profesorado adquiere un papel de facilitador. Los alumnos más que consumir materiales aprenden a navegar por la Red y a buscar la información que necesitan. Esta habilidad, si la adquieren, puede hacerles más fácil un aprendizaje

autónomo futuro, una de las habilidades que pretende la alfabetización científica. Además, el aprendizaje de este modo, si lo arbitran bien y se concentran en la búsqueda de la información que desean, pueden serle más motivador e interesante.

En definitiva, el uso de Internet en el aula establece unas nuevas relaciones entre los alumnos y el conocimiento.

CONTENIDOS CIENTÍFICOS FRONTERA EN LA RED

En este trabajo se presenta la experiencia realizada por un grupo de profesores en un Curso de Doctorado en el que se trataba de usar Internet para trabajar aspectos de actualidad científica en el aula. Uno de los núcleos de esta actividad que aquí se describe tiene que ver con los *fullerenos* (C_{60} y derivados). El equipo de profesores participante seleccionó por medio de Internet la información necesaria para construir materiales didácticos para alumnos del final de Secundaria con quienes se pretendía realizar una serie de actividades de actualidad científica en torno al C_{60} o tercera forma alotrópica del Carbono.

El trabajo en equipo del grupo de profesores participantes consistió en conocer las posibilidades informativas que ofrecía la Red en torno a los *fullerenos*. En segundo lugar, se discutieron los aspectos más interesantes para el trabajo con los alumnos y, en tercer lugar, el modo de sugerir alguna actividad interactiva, en este caso, la construcción de una página Web.

De entre las vertientes más sugerentes que ofrece este tema, se seleccionaron las siguientes:

- el hecho en sí. Contamos con una tercera forma alotrópica del Carbono, descubierta recientemente.
- algo en relación a la originalidad de este descubrimiento (aspectos creativos e imaginativos puestos de relieve) y a la singularidad de la estructura química del C_{60} .
- algunos rasgos de la personalidad humana y científica de los científicos que han tomado parte en el descubrimiento. (Con esta última información se construye la página Web).

El objetivo de la actividad que llevarían a cabo los alumnos sería el de conocer la existencia de una tercera forma alotrópica del Carbono, poder reconocer su estructura química y tener noticia de cómo tienen lugar algunos descubrimientos recientes.

Lo ideal sería que los alumnos reprodujeran en el aula el mismo proceso seguido por los profesores, pero, dado que los materiales más ricos están en inglés, se sugiere el uso en el aula de los materiales elaborados para los alumnos. Esta información puede completarse con la extracción de fotografías de los científicos, la visión de la molécula en el espacio y de las cúpulas de Buckminster Fuller por parte de los alumnos a través de Internet a través de actividades guiadas (acompañadas de una pequeña guía acerca de cómo entrar en Internet, a través de qué buscador y las palabras-clave que hay que usar para encontrar la información). De este modo se pueden diseñar actividades muy concretas y asequibles que suponen un cierto manejo del hipertexto.

Orientaciones para la evaluación. Una actividad de alfabetización científica está orientada a la adquisición de nuevos conocimientos. Se pretende que los alumnos tengan una idea de este descubrimiento, sepan reconocer la estructura del fullerenos y se dejen sorprender por el modo cómo tienen lugar algunos descubrimientos recientes en los que la imaginación, la capacidad asociativa, las distintas cualidades y formaciones de los investigadores juegan un papel importante, quizás desconocido por los alumnos. Se ensamblan así, en este núcleo de contenidos, aspectos científicos (conocimientos y metodologías de trabajo) y aspectos referidos a la naturaleza de la ciencia (epistemológicos). También el papel de las técnicas instrumentales, en este caso, el espectro de masas del fullerenos.

Importa en esta actividad estimar el grado de implicación del alumnado en la respuesta a las guías de trabajo que se ofrecen así como el manejo del hipertexto (en las actividades que se sugieran, por ejemplo, la búsqueda de información acerca de las cúpulas geodésicas de Buckminster Fuller) y la elaboración de su autobiografía científica.

Los términos que aparecen en los textos de lectura pueden aprenderlos con un criterio "funcional", es decir, para poder usarlos en la integración de otros conocimientos relacionados, no por pura erudición.

EJEMPLO DE MATERIALES DIDÁCTICOS PARA FINAL DE LA ESO

(La información básica para las actividades que siguen se han conseguido vía Internet por medio del buscador Yahoo! en inglés y utilizando las siguientes palabras clave: Nobel Prize, Chemistry Nobel Prizes, Nobel Prize Lectures, Harold Kroto, fullerene, Buckminster Fuller, buckyball).

Actividad 1. El tercer hombre

Harold Kroto es un científico inglés, de aspecto joven y dinámico, que trabaja en la Universidad de Sussex, al sur de Inglaterra. Es un hombre de intere-

ses múltiples. El tenis y el diseño gráfico son algunas de sus pasiones. En su tarea científica siempre ha estado ligado al mundo de las estrellas. Sabemos que las estrellas tienen vida en tanto que generan y transforman elementos químicos en su interior mediante un proceso general que se denomina **nucleosíntesis**. Kroto empezó a trabajar en la síntesis de unos compuestos complicados que se denominan **pollinas**, que están formados por carbonos y nitrógenos. Buscaba conocer el mecanismo de formación de estos compuestos en el polvo interestelar de las *estrellas gigantes rojas*. Se hizo un experto en este tipo de trabajos, lo que le llevó a usar las técnicas más modernas existentes que se aplican para la identificación de compuestos químicos.

Una de estas técnicas, que se llama **espectrometría de masas**, tiene la virtud de descomponer moléculas largas en fragmentos más pequeños que se acusan en unos gráficos especiales en forma de picos. A los gráficos de este tipo les llamamos **espectros de masas**.

Kroto vio que, cuando algunas de las moléculas que aislaba del polvo interestelar, de las que no conocía su estructura, se sometía a la espectrometría de masas, aparecía sistemáticamente un pico, que correspondía teóricamente a sesenta átomos de carbono (sesenta veces el peso atómico del carbono), que nunca desaparecía. A esta señal, que parecía indicarle algo, o que, al menos, reclamaba su atención, le llamó "el tercer hombre" en recuerdo del héroe de la novela de Graham Greene del mismo nombre, que había leído, un personaje que se hacía notar, pero que no se identificaba nunca.

Kroto podía haber desviado su atención de este asunto, pero la señal aparecía en todos sus experimentos. Con la ayuda de otros científicos americanos, Richard Smalley y Robert Curl, que han compartido con él el Premio Nobel, y utilizando un aparato muy potente puesto a punto por Smalley, fueron a la búsqueda de "el tercer hombre". Kroto viajó con sus muestras de productos químicos a la Universidad de Rice, en Estados Unidos, y allí pasaron quince días absortos en sus experimentos y envueltos en continuas conversaciones para interpretar sus resultados.

"El tercer hombre" se caracterizaba por su estabilidad -aparecía siempre y estaba formado por sesenta átomos de carbono. ¿Cómo pueden sesenta átomos de carbono formar una estructura estable? El más imaginativo de los tres, Harold Kroto, sugirió algo parecido a las *cúpulas geodésicas* que diseñaba un famoso arquitecto, Buckminster Fuller, en base a hexágonos y pentágonos. Por esta vía de asociaciones mentales, llegaron a la conclusión que "el tercer hombre" era algo así como un balón de fútbol. Por la relación con las cúpulas geodésicas del famoso arquitecto, pusieron a la molécula el nombre de buckminsterfullereno o buckyball.

Guía para el trabajo de los alumnos

1.

- Las palabras en negrita son para que te suenen.
- Sobre las palabras en cursiva puedes buscar más información en alguna enciclopedia a tu alcance.
- La palabra subrayada debes grabarla en tu mente porque esta historia no acaba aquí y la seguirás conociendo en sucesivas actividades.

2.

- Toma un balón de fútbol y estudia su estructura detenidamente. Cuenta los hexágonos y pentágonos que lo componen. Busca en tus libros de consulta algo sobre el carbono, sus valencias, su estructura, el tipo de compuestos que genera.
- Imagínate ahora un átomo de carbono con sus cuatro valencias. Toma modelos moleculares y enlaza varios carbonos con enlaces sencillos o dobles.
- Vuelve ahora a tu balón de fútbol, e imagina que cada vértice es un átomo de carbono. ¿Cómo se une cada uno con sus átomos vecinos?
- Vete ahora a los modelos cristalográficos que estarán en tu colegio o Instituto en los armarios de los minerales. Busca la estructura cristalina correspondiente a un icosaedro truncado. Cuenta sus lados y repara en sus formas ¿hexágonos, pentágonos? ¿Te das una explicación para ello?

Si en estas investigaciones tienes problemas o te surgen dudas, pregunta a tus profesores o profesoras. "El tercer hombre" está a punto de revelarte su identidad.

Actividad 2. : Una molécula con carisma

En el lenguaje vulgar, se dice que una cosa tiene carisma cuando posee algo que lo distingue, que se sale de lo común.

Pues bien, cuando Harold Kroto ha tenido que expresar lo que le llamaba la atención de esta molécula formada por sesenta átomos de carbono, ha dicho que le sorprende su "carisma". ¿En qué sentido es tan distinta, tan singular?

Lo primero que destaca es su **estructura altamente simétrica**; después **su nombre**, totalmente asistemático, tomado de las famosas cúpulas geodésicas

del arquitecto americano Richard Buckminster Fuller que también jugaba con hexágonos y pentágonos a la hora de construir arriesgadas estructuras.

Al parecer, desde los clásicos, la búsqueda de belleza y simetría en la exploración de la naturaleza ha sido una constante a lo largo del tiempo. El mismo descubrimiento de los fullerenos ha puesto de relieve otras búsquedas de este tipo de moléculas que habían pasado desapercibidas. Tanto Kroto como Smalley y Curl, los tres científicos que han tomado parte en el descubrimiento, han conocido después que allá por los años 70, un japonés llamado Osawa había aventurado la existencia de una molécula, altamente simétrica, con la forma de un icosaedro truncado, formado por **hexágonos y pentágonos unidos** como en un balón de fútbol.

La forma de **icosaedro truncado** del C_{60} es muy especial; cada uno de sus átomos es equivalente, lo que le da una también **especial estabilidad química**. Los carbonos se unen en la molécula formando dobles y simples enlaces alternativamente, como en otra molécula singular, la del benceno.

Otro aspecto del carisma del C_{60} tiene que ver con su procedencia. Esta nueva forma alotrópica del carbono ha existido seguramente desde el origen del sistema solar. El C_{60} está allí **donde se quema grafito en una atmósfera inerte** (de Argon, por ejemplo). Y sabemos las temperaturas que existen dentro y alrededor de las estrellas debido a los elementos químicos que constantemente generan.

La estructura del C_{60} la hemos conocido por medio de técnicas físicas que revelan los modos de unión de los átomos en las moléculas. Pero no la podemos ver a simple vista, como hacemos con el diamante y el grafito, porque pertenece al mundo microscópico. Necesitaríamos unas gafas y unos guantes virtuales para sentirla entre las manos como sentimos un balón de fútbol.

Guía para el trabajo de los alumnos

1 Fíjate especialmente en las palabras señaladas en negrita y retén en tu memoria la información que te aportan.

2 Haz esta pequeña investigación a través de Internet.

Entra en la Red, teclea el nombre de algún buscador, por ejemplo: Yahoo!.

Escribe en la línea en donde se solicita la búsqueda: **Buckminster Fuller. Geodesic Domes.**

Llegará a tu pantalla una historia fascinante en torno a este arquitecto y sus estructuras. Conocerás los principios arquitectónicos que hacen a las cúpulas geodésicas ligeras y arriesgadas desde el punto de vista artístico. También las cúpulas de este arquitecto tienen carisma, es decir, son especiales, únicas.

Harold Kroto, cuando supo que había obtenido una molécula compuesta solo por sesenta átomos de carbono unidos, no pudo menos de pensar en una famosa cúpula bajo la cual había estado en Montreal, construida por este arquitecto. El modo de ensamblar los átomos tiene que ser como en una cúpula geodésica, ensamblando figuras geométrica, pensó. Y esta fue la clave. Los tres científicos que tomaron parte en el hallazgo estuvieron de acuerdo en el nombre que posteriormente recibiría. El C₆₀ se había hecho llamar por sí mismo **buckminsterfullereno**.

Nota: la información que te llega a la pantalla está en inglés. Esto te servirá para practicas idiomas. Si necesitas ayuda, pídelo a tus profesor o profesora de esta materia.

Actividad 3: ¿Quién es quién?

Con motivo de la recepción del Premio Nobel, los científicos premiados escriben su autobiografía que queda para la historia. Cada uno de ellos lo hace a su estilo, tratando de expresar sus sensibilidades personales y la formación adquirida a lo largo de sus estudios e investigaciones. Como tantas veces se puede apreciar en la historia de la Ciencia, los descubrimientos se preparan con el trabajo asiduo, aunque también vienen acompañados de una buena dosis de sorpresa y creatividad. Reconstruir la historia de cómo los científicos llegan a sus descubrimientos es una tarea apasionante, porque cada uno expresa los hechos con su sensibilidad que siempre es muy subjetiva.

A lo largo de esta actividad, vas a conocer algunos rasgos personales de los tres científicos que han tomado parte en el descubrimiento del C₆₀ o buckminsterfullereno. Son el inglés Harold W. Kroto (Nacido en 1939. Trabaja actualmente en la Universidad de Sussex, en Briton) y los americanos Robert F. Curl (Nacido en 1933. Trabaja actualmente en la Universidad de Rice, en Houston) y Richard E. Smalley (Nacido en 1943. Trabaja actualmente en la Universidad de Rice, en Houston).

Nos vamos a detener en algunos párrafos de estas autobiografías. Después, si te interesa conocer más cosas de estos científicos, puedes volver a entrar en Internet y con las ayudas necesarias, leer los textos completos.

Robert F. Curl destaca dos cosas en su autobiografía que tienen que ver con su interés por la ciencia:

Decidió ser químico a los nueve años, cuando sus padres le regalaron un juego de química:

"Cuando tenía nueve años, mis padres me regalaron un juego de química. En una semana había decidido ser químico y ya nada me apartó de esta opción. A medida que iba creciendo mi interés por la química se fue haciendo más intenso".

Por otra parte, el papel de sus profesores fue decisivo, y nombra a unos cuantos. *"Por una especie de predestinación personal, los mejores profesores con los que me he encontrado en la vida han sido los de química".*

Robert Curl nació en Alice, Texas, pero vivió en muchos otros lugares de este estado porque su padre era sacerdote metodista y tuvo varios cargos organizativos dentro de su iglesia, que le obligaron a moverse frecuentemente.

Este científico tuvo un papel importante en el descubrimiento de los fullerenos, que fue el de poner en contacto a Kroto con Smalley para que pudiera utilizar en sus investigaciones una técnica que Smalley había puesto a punto. Trabajaba intentando reproducir en el laboratorio las condiciones en las que se forman moléculas complejas de carbono en la atmósfera que rodea las estrellas.

Richard E. Smalley nació en Akron, Ohio y más tarde vivió en Kansas City, Missouri.

En el relato biográfico que hace para el Nobel expresa la influencia que sus padres tuvieron en su formación científica y lo que le decidió a estudiar ciencias definitivamente, el éxito del lanzamiento del Sputnik en 1957.

Transcribimos directamente sus palabras:

"Mi interés por la ciencia tiene raíces muy diversas. Algunas me vienen de mi madre... Por medio de ella tuve noticia por primera vez de Arquímedes, Leonardo, Galileo, Kepler, Newton y Darwin. Pasábamos horas recopilando microorganismos unicelulares cerca de un puente y observándolos después al microscopio..."

"De mi padre aprendí a construir cosas y a poner a punto equipos eléctricos y mecánicos. Pasaba muchas horas en la parte baja de la casa donde mi padre tenía una carpintería, construyendo pequeños aparatos hasta entrada la noche. Mi madre me enseñó dibujo técnico y después, durante cuatro años, fui a clase de dibujo".

"El principal estímulo que me movió a estudiar una carrera de ciencias fue el éxito del lanzamiento del Sputnik, en 1957, y la convicción de que la ciencia y la tecnología iban a marcar la actividad de las próximas décadas".

Smalley es una figura clave en el descubrimiento de los fullerenos. Había diseñado un microscopio muy potente, dotado de un rayo láser, que permitía vaporizar carbono en cuya atmósfera se demostró que se formaba el C₆₀.

Harold W. Kroto escribe la autobiografía más larga. Aunque inglés de nacimiento (de la ciudad de Bolton, en el norte del país), hace notar sus antecedentes polacos, por vía paterna, el origen alemán de sus padres, y la rareza de su apellido a los oídos británicos, extremadamente simple y con un sonido casi japonés. Como emigrantes de la segunda guerra mundial, la familia Kroto tuvo una vida profesional difícil que les hizo adaptarse a distintos lugares de vida y a iniciar distintos trabajos en los que Harold tomó una parte muy activa.

Estudió en Bolton School, un colegio de muy buenas instalaciones y excelente profesorado. Como hijo único, aficionado al arte, a lo técnico y a la carpintería, pasaba muchas horas jugando con un Mecano que le regalaron.

Persona de temperamento artístico, se hubiera dedicado al diseño gráfico -su gran pasión incluso ahora-, de no ser por unos excelentes profesores de química con los que se encontró al final de su bachillerato que le iniciaron en la química experimental.

En sus años de investigación en química orgánica, previos al descubrimiento del C₆₀, había estado estudiando la estructura y síntesis de algunas sustancias, las **cianopolíinas**, que se forman en el polvo interestelar de las estrellas gigantes rojas. Entre estas sustancias se formaba también el C₆₀.

Otros rasgos de la personalidad de Kroto que se pueden conocer a través de su autobiografía, son, por ejemplo, sus intereses humanitarios y su capacidad de razonar críticamente sobre las cosas y las posturas humanas y religiosas.

El final del texto es especialmente sugerente. Dice así:

"Un joven me ha preguntado recientemente qué consejo le daría yo a un niño que quisiera ser lo que yo soy ahora. Mi consejo es no hacer ciencia con la meta de ganar un Premio Nobel.

...Pienso que se debe evitar la competitividad... Mi consejo es hacer algo que te interese y con lo que disfrutes y poner en ello toda tu capaci-

dad. Si te interesa, por superficial que parezca a simple vista, sigue su rastro, que algo inesperado surgirá cuando menos lo esperes. Con esta receta, a pesar de tus limitaciones personales, lo harás mejor que nadie. Después de elegir algo que te parezca digno de estudio, no lo abandones y trata de no volverte nunca atrás".

Guía para el trabajo de los alumnos

- Escribe tu autobiografía científica. Describe especialmente qué elementos de tus orígenes, de tu formación, etc. han despertado en ti el interés por la ciencia, los científicos y los descubrimientos científicos y técnicos.

Destaca, así mismo, tus posturas personales ante las cosas y los acontecimientos y tus reacciones más viscerales ante ellos.

- Entra en Internet, selecciona YAHOO y teclea: **Chemistry Nobel Prize Winners 1996**. Repasa, con la ayuda de alguna persona que domine el inglés, la autobiografía de estos científicos. Toma algunos datos que completen la información que te ha dado esta actividad.

Actividad 4: Construcción de una página Web

Con la información que tienes en la Actividad 3, construye una página Web para dar a conocer este trabajo que estás haciendo. Para ello entra en Internet, busca la dirección WebMaestro (<http://wmaestro.com/>) y sigue las instrucciones que te sugieren.

Para editar tu página Web utiliza, con la ayuda de tu profesor o profesora, el Adobe PageMill (versión 3.0 o 2.0).

REFERENCIAS

- ALBERO, A. (1990). La Alfabetización Científica en la Enseñanza Secundaria. *Tesis de Maestría. IEPS-Universidad Carlos III*. Madrid.
- DEHART HURD, P. (1994). New Minds for a New Age: Prologue to Modernizing the Science Curriculum. *Science Education* 78 (1): 103-116.
- MARCO, B. (1997). Alfabetización Científica. Más allá del dominio de un lenguaje. *Crítica* julio-agosto: 45-46.
- MARCO, B. (1997). La alfabetización científica en la frontera del 2000. *KIKIRIKI Cooperación Educativa* 44-45: 35-42.

- MARCO, B.(1990). "La alfabetización científica, una meta olvidada". en La actualidad científica en el diseño curricular de las Ciencias Experimentales. *Apuntes IEPS* nº 52: 12-22.
- MARTIN MUNICIO, A. (1998). *Programa de Difusión de la Cultura Científica y Tecnológica* . Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid.
- MAYOH, K. y KNUTTON, S. (1997). Using out-of-school experience in science lessons. *International Journal of Science Education* 19 (7): 849-867.
- RAMSEY, J. (1993). The Science Education Reform Movement: Implications for Social Responsibility. *Science Education* 77 (2): 235-258.
- VV.AA. (1999). Educating the Net Generation. *Educational Leadership* . Febrero: 7-16.

ANEXO: GUÍA PARA EL USO DE INTERNET EN EL AULA

Orientaciones para el profesorado

1. Elige un tema, teniendo en cuenta que la Web no es un libro. Los alumnos han de explorar en varios lugares de la Red donde encontrar información básica y adicional, es decir, el núcleo de lo que se busca y otros complementos: imágenes, simulaciones, etc.

2. Obtén la información que necesitas de acuerdo con unas "claves de lectura". En estas "claves" deben acotarse los aspectos del tema a tratar de acuerdo con el nivel de los alumnos. Para ello utiliza alguno o algunos motores de búsqueda y contrasta el material conseguido. El objetivo de esta tarea es obtener las páginas más relevantes del tema que buscamos y evitar dispersiones.

Es importante conseguir un efecto motivador. Si se trata de un tema de actualidad científica (muy propio para el uso de Internet), el empleo de una metodología inductiva que deje (desde la primera actividad) planteados los aspectos a tratar, puede ser sugerente e involucrar al alumnado en la búsqueda.

3. Trata de dar cuerpo al conjunto de la información obtenida de diferentes lugares de la Red . Esto supone leer el conjunto de la información, clasificarla y ayudar a que responda a los aspectos medulares del tema. Si por este medio no se consigue dar razón del conjunto, hay que afinar la búsqueda para perfilar la citada información.

4. Publica en la Web el trabajo realizado elaborando una página Web . Esto tiene efecto motivador.

5. Usa la Web como un medio de comunicación de fácil dominio. A ser posible, utiliza el correo electrónico para comunicar el trabajo realizado a grupos de alumnos y alumnas de otros centros docentes a quienes puede interesar este tipo de trabajos.