

Enseñanza científica en la Sociedad Moderna

-INTRODUCCIÓN

La ciencia no es solo conocimiento científico, es una manera de pensar imaginativa y disciplinada al mismo tiempo. Nos ayuda a conocer el mundo en que vivimos, a comprender nuestro entorno. Vivimos en una sociedad en que la ciencia ocupa un papel fundamental en el sistema productivo y en la vida, en general. Parece difícil tener ciudadanos capaces de comprender, interpretar y actuar sobre la realidad, de participar de manera activa y responsable en los problemas del mundo sin entender el papel que ciencia y tecnología cumplen. Las ciencias de la Naturaleza se han incorporado a la vida social de tal manera que representan hoy un elemento esencial para comunicar y comprender. Como afirma Gil "la influencia creciente de las ciencias y la tecnología, su contribución a la transformación de nuestras concepciones y formas de vida, obligan a considerar la introducción de una formación científica y tecnológica como un elemento clave de la cultura general de los futuros ciudadanos y ciudadanas, que les prepare para la comprensión del mundo en que viven y para la necesaria toma de decisiones"

Haciendo referencia, en particular, a la Química, que es la ciencia que aquí nos más interesa, podríamos decir muchas cosas para subrayar su importancia en la sociedad moderna. Daré solo algunos ejemplos:

- Nunca, como en este momento, una cultura química es esencial para defender la salud de los ciudadanos y también para una recuperación del sector industrial.
- Nunca, como en este momento, los problemas químicos son centrales para la economía y para el progreso.
- Nunca, como en este momento, la supervivencia de los países industriales depende de la potenciación de los servicios públicos de control de los productos y del ambiente, servicios que necesitan métodos químicos de investigación conducidos por químicos.
- Se habla mucho de unidad europea, pero se necesita adquirir conciencia de que podremos ser realmente europeos solo si demostráramos tener estructuras públicas y empresas privadas modernas y, en este progreso, tienen un papel determinante la Química y los químicos.



Aldo Borsese
Departamento de Química y de
Química Industrial
Via Dodecaneso 31
16146 Genova, Italia
educ@chimica.unige.it

• Nunca, como en este momento, se necesitarían graduados en Química preparados, orgullosos de su cultura, de su competencia y habilidad, conscientes del papel que pueden tener en esta sociedad.

Con todo el respeto para las otras Ciencias Experimentales, la Química es probablemente la única que ofrece la posibilidad de conectar las leyes fundamentales de la materia y la aplicación de las mismas a la vida cotidiana, desde el

metabolismo de los alimentos a la belleza de los colores de las alas de las mariposas, o desde los pétalos de las flores a los grandes flujos de materia que fundamentan la economía.

La Química es la ciencia cuantitativa de la naturaleza. El balance de las reacciones químicas es un balance "económico", porque todo lo que está a la izquierda de una ecuación se debe reencontrar a la derecha. Y en ella encontramos la diferencia entre aspectos cuantitativos de la naturaleza y de la "economía monetaria". También los economistas hacen cálculos cuantitativos: los dineros gastados deben ser los mismos que los ganados. Pero, las "cosas" materiales que están descritas por los cambios monetarios son solo una pequeña parte de las que interesan en la vida real. En el balance de una fábrica la contabilidad monetaria tiene en cuenta solo los materiales que se compran y que se venden. Si pensamos en una fábrica de acero, computan el mineral de hierro y el carbón, que se obtienen a cambio de dinero, pero en la contabilidad monetaria no aparece el oxígeno que se obtiene gratuitamente del aire y que sirve para quemar parcialmente el carbón, transformándolo en óxido de carbono que reduce los óxidos de hierro a fundición. La fundición, el acero y la energía entran en la contabilidad económica porque se compran y se venden, pero en la reacción se forman partículas de polvo, dióxido y monóxido de carbono y escorias que no aparecen en la contabilidad económica porque van a la atmósfera o se abandonan en una descarga. Para después darse cuenta un día de que las personas protestan por los humos que son "cosas" materiales y de los cuales es necesario medir la cantidad y la composición química, filtrar y destruir o recoger para no contaminar el aire o el suelo.

La contestación ecológica nació por la atención hacia los efectos negativos de todas las cosas que la Química conoce desde siempre, las que se encuentran a la izquierda y a la derecha de cada ecuación, pero que la economía tradicional y la práctica ignoraron durante mucho tiempo. Aquí está la importancia y la gran actualidad del papel educativo de la contabilidad química.

Un poco de conocimiento de Química puede ayudar a quien utiliza la cocina, la lavadora, el cuarto de baño, verdaderos laboratorios químicos, para que comprendan que los residuos de los alimentos, las disoluciones de jabón, los excrementos que salen de nuestra vida cotidiana no desaparecen sino que van a las cloacas y después a las depuradoras y a los ríos y al mar. La contabilidad y la ecología del ecosistema casero son tan importantes como la ecología de la fábrica o de la ciudad.

La Química es indispensable para hacer leyes adecuadas contra la contaminación y acciones correctas para el reciclaje de los materiales presentes en la basura, así como para promover investigaciones de saneamiento de los terrenos contaminados por actividades industriales.

Se necesita la Química y adecuados controles químicos para los procedimientos de asignación de eco-etiquetas, para informar a los ciudadanos sobre las verdaderas propiedades de muchos productos que nos invitan a utilizar a través de los mensajes publicitarios.

Una sociedad moderna debería tener laboratorios químicos de "higiene y profilaxis" porque la prevención de las enfermedades se hace posible solo a través de los análisis químicos de los alimentos, de las aguas, de los productos utilizados en agricultura, a través del control químico de las condiciones de trabajo, de la contaminación atmosférica y de la eliminación de la basura.

El conocimiento químico permite explicar cómo están hechas y cómo se pueden producir las cosas, los objetos, los materiales presentes en la naturaleza y en la vida cotidiana.

La Química nació con el objetivo de explicar y describir fenómenos naturales y, al mismo tiempo, de resolver problemas prácticos: el blanqueo y la coloración o tal vez, el tinte de los tejidos, la conservación de los alimentos, el curtido de las pieles, la fermentación del pan...

Todos compartimos estas consideraciones, pero el problema que tenemos en nuestra sociedad es individualizar las condiciones que permitan tomar conciencia de esta realidad a todo el mundo. Creo que nosotros estamos convencidos de la importancia de la Química y de sus aplicaciones porque nuestra formación, nuestros conocimientos, nuestra competencia en el sector determina conciencia, mientras que para quien se acerca por primera vez a la Química y, por lo tanto, desconoce completamente las implicaciones que están en su

base, no puede llegar a representar ningún hecho cultural relevante.

Para generar un cambio, para que los ciudadanos tomen conciencia sobre la importancia de conocer la ciencia, para alcanzar este objetivo fundamental, hay que satisfacer muchas condiciones; entre ellas las más importantes son:

- Aumentar el tiempo dedicado a la educación científica en los estudios obligatorios .
- Mejorar la manera de tratar la enseñanza científica .
- Cambiar la forma de comunicar y divulgar la ciencia.

Consideraremos ahora cada una de estas condiciones.

- El tiempo dedicado a la educación científica en la escuela

Es la primera condición porque re-presenta el primer vínculo para generar el cambio; es decir, si la enseñanza científica no tiene un espacio temporal significativo y sistemático en la escuela, trabajar en las otras condiciones pierde sentido. Hoy, a pesar de la gran importancia que se le da a la formación científica en los objetivos generales de etapa tanto en la Educación Secundaria Obligatoria como en el Bachillerato, en la práctica las Ciencias Experimentales han sufrido una sensible reducción horaria y tienen serias dificultades para su correcta enseñanza. Esta situación se manifiesta en toda Europa, pero sobre todo en España y en Italia. Considerando, en particular, el caso de España, hasta ahora la situación era la siguiente:

- En el primer ciclo de la ESO muchos de los profesores que imparten el área de Ciencias de la Naturaleza, no son especialistas en dicha materia, en contra de lo promulgado por la propia ley.
- El alumnado que no curse las Ciencias de la Naturaleza o la Física y Química en cuarto de ESO, que son optativas, no podrá adquirir los contenidos y los objetivos de esta etapa.
- Además es en este último curso de esa etapa donde la mayoría del alumnado adquiere la madurez intelectual necesaria para abordar los aprendizajes básicos de la Física y Química.
- En el primer curso de los bachilleratos de ciencias hay muy poco tiempo para abordar los contenidos obligatorios de Física y Química, al encontrarse las dos materias en una sola asignatura.
- En 2º de bachillerato no todos los alumnos de las modalidades de Ciencias deben cursar las dos materias de Física y Química, al ser una de ellas de carácter optativo.
- A pesar de la gran importancia de los trabajos prácticos y del trabajo experimental en el laboratorio (a veces inexistente), para la formación científica de nuestro alumnado, no se contempla por la Administración Educativa una dotación de profesorado de apoyo ni las horas de desdobles necesarios para poder realizar en la práctica dichas actividades.

Frente esta situación para mejorar se necesitará:

- Que las Ciencias de la Naturaleza en el primer ciclo de la ESO se impartan por profesorado especialista en dicha área.
- Dar una mayor peso a las ciencias experimentales en el 2º ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria continuando con las 4 horas semanales que se imparten en 3º de la ESO actualmente, haciendo obligatoria la Física y Química en 4º de la ESO, ampliando en una hora semanal la Física y Química de 4º de la ESO, pasando de 3 a 4 horas semanales.
- Dividir la materia de Física y Química de 1º de bachillerato en dos asignaturas independientes y obligatorias para los alumnos que cursen los bachilleratos de las modalidades de Ciencias, con un mínimo de 3 horas para cada una.
- Asegurar que todos los alumnos de los bachilleratos de Ciencias deban cursar en 2º curso las dos materias de Física y Química.
- Adscribir preferentemente las materias optativas relacionadas con nuestra disciplina, tales como Astronomía, Historia de la Ciencia, Ciencia, Tecnología y Sociedad, Mecánica y Electrotécnica, etc.. al departamento de Física y Química.
- Disminuir el número de alumnos por aula y contemplar profesorado de apoyo y desdobles que permitan dar una respuesta educativa a la diversidad del alumnado.
- Dotar de materiales de laboratorio y de recursos necesarios, o del presupuesto respectivo para su adquisición, a los departamentos de los centros, para poder mejorar la enseñanza de la Física y Química, asignando así mismo las horas necesarias para los desdobles, lo cual permitiría poder realizar trabajos prácticos en el laboratorio que contribuyeran a una formación científica básica y de calidad.

Qué hace el Gobierno:

Sin embargo el gobierno en la última reforma del sistema educativo los únicos cambios que ha introducido, dejando un pequeño margen de maniobra a las Comunidades Autónomas que determinarán si asignan alguna hora más a la asignatura, han sido:

- En cuarto curso de secundaria, la Física y Química aparece en tan solo uno de los tres itinerarios posibles: el denominado "Científico", con un mínimo de 3 horas semanales. Como novedad aparece una nueva asignatura que será optativa, denominada Física y Química A, y que tendrá un currículum más práctico que la actual. Se supone que va destinada a que algunos alumnos adquieran unos conocimientos mínimos de Física y Química.
- En el bachillerato las cosas siguen más o menos igual. No se separa la Física de la Química en el primer curso, como los químicos llevan solicitando hace tiempo, y destinan un mínimo de 3 horas semanales.
- En segundo de bachillerato se introduce una nueva asignatura obligatoria para todos los alumnos: "Historia de la Filosofía y de la Ciencia", a costa de eliminar una de las dos asignaturas optativas que se pueden cursar.

Por tanto de las 30 horas lectivas semanales un alumno de 2º bachillerato cursará unas 12 horas relativas a contenidos científicos; 16 horas si como optativa elige alguna del ámbito de las que ofrecen los departamentos.

De momento, con este panorama, no parece que la enseñanza de las ciencias vaya a mejorar respecto de la situación anterior.

Otro problema relevante es:

- La manera de desarrollar la enseñanza científica

En los últimos veinte años, en Europa, en los Estados Unidos y en otros países decenas de millares de estudiantes han sido sometidos a diferentes pruebas para conocer sus ideas sobre los conceptos científicos fundamentales. Estas investigaciones muestran una situación dramática:

la mayoría de los estudiantes al final de la escuela tiene conocimientos científicos en los que prescinden totalmente de lo que se les ha enseñado y que hacen referencia al sentido común, a la experiencia cotidiana.

La interpretación más unánime sobre los resultados obtenidos es que lo que se enseña no es adecuado a las estructuras cognoscitivas poseídas por los estudiantes. Como afirma Piaget respecto al proceso de asimilación-acomodamiento puede realizarse asimilación de nuevos conocimientos y los nuevos conocimientos pueden realmente interaccionar con las estructuras cognoscitivas y modificarlas solo si la diferencia entre ellos y las estructuras cognoscitivas del que aprende es limitada. Si no hubiera ninguna diferencia, no habría aprendizaje, no tendría sentido hablar de escuela; pero, si la diferencia no es limitada, no se realiza ninguna interacción y, por lo tanto, ninguna modificación de las estructuras cognoscitivas; se está haciendo algo que, respecto al desarrollo del que aprende, de sus conocimientos, no sirve; es lo mismo que hablar a alguien en una lengua que no entiende.

Es lo que tantas veces sucede en la enseñanza científica: se hace a través de informaciones específicas que están lejos de la posibilidad de comprensión por parte del estudiante y esto es lo que está sucediendo en la enseñanza anterior a la universidad.

La manera en que se presentan algunas materias parece garantizar el fracaso. Se podría llamar a este fenómeno "no capacidad" enseñada. Los resultados obtenidos por la enseñanza científica en estos niveles subrayan la necesidad de realizar un cambio radical.

A este propósito quiero hacer algunas reflexiones funcionales para realizar dicho cambio. Cada individuo posee, además de un sentido emocional, también una estructura cognitiva y una estructura lingüística y, para que se pueda tener una comunicación realmente

dialógica, no es suficiente que el docente cree un clima en clase que genere interés y motivación, ha de tener también en cuenta los otros componentes que influyen sobre la comunicación. Si esto no sucede, es frecuente que los estudiantes no comprendan lo que afirma el docente y, en este caso, podrán solo memorizar; la memorización no favorece, en general, actitudes positivas hacia la disciplina.

Es la conciencia, la comprensión lo que produce conocimiento y curiosidad. Una disciplina gusta más que otras porque la hemos entendido y este hecho determina un mayor entusiasmo que hace aumentar nuestra competencia en el sector.

Por otra parte, la calidad de las competencias que se adquieren en la escuela influye sobre la manera de aprender, en el sentido que la adquisición de una determinada calidad de competencia produce necesidad de competencias de la misma calidad. Es decir, si un alumno se hace hábil en la memorización, para memorizar necesita siempre menos esfuerzo, y se le vuelve siempre más difícil imponerse el problema de comprender, también porque la comprensión necesita la utilización integrada de muchos recursos y es una actitud que se desarrolla solo a través un empeño constante y sistemático, muy fatigoso sobre todo para quien está acostumbrado a memorizar.

La escasa atención respecto a las habilidades y competencias poseídas por nuestros estudiantes causa a menudo que los docentes elijan contenidos que resultan inaccesibles a sus estudiantes y esta inaccesibilidad hace nulos todos los resultados obtenidos siguiendo las sugerencias y las indicaciones de los expertos concernientes a la oportunidad de hacer trabajar a los estudiantes en grupo y de acercar lo que se enseña a la vida cotidiana, y provoca inevitablemente discontinuidad en la comunicación.

Por lo tanto, aunque el docente tenga la capacidad de crear un clima sereno en su clase, conecte los contenidos a los problemas de la vida de sus estudiantes, adopte todas las condiciones funcionales para generar interés, la comunicación se interrumpe de un modo inevitable.

Se afirma que es necesario generar sentimientos emocionales que favorezcan el interés y la motivación, pero lo más importante es mantener en el tiempo este interés y esta motivación lo que sólo puede conseguirse si los contenidos que se proponen son accesibles a los estudiantes. Como he subrayado antes *"es la conciencia, la comprensión lo que produce conocimiento y curiosidad. Una disciplina gusta más que otras porque hemos entendido y esto nos estimula a aumentar nuestra competencia perfeccionando habilidades en el sector adquiriendo nuevas habilidades a través del estudio"*.

Entender

En el aprendizaje se realiza una comparación continua entre lo que ya se sabe y lo nuevo, y lo nuevo se adquiere realmente solo si interacciona positivamente con la estructura cognitiva preexistente. Es decir, es cierto y necesario que el docente debe tener unos requisitos cognitivos específicos pero no es suficiente, necesita también poseer habilidades y capacidades funcionales para hacer interaccionar lo que ya se sabe con los nuevos conocimientos.

Por otra parte los contenidos no son todos iguales, en el sentido de que estén más o menos llenos de teoría y, por lo tanto, necesitan, para ser aprendidos de manera significativa, una cantidad de requisitos diferentes y la presencia de un número mayor o menor de habilidades y capacidades. La elección de los contenidos representa, por lo tanto, una tarea fundamental e inicial para el docente. No reconocer los contenidos aptos significa hacer vanos todos los esfuerzos que se hagan para que los otros factores que influyen sobre la comunicación sean favorables.

Pueden desarrollarse competencias metodológicas adecuadas en el que aprende sólo si se reconocen los contenidos idóneos. La muy escasa atención hacia la elección de los contenidos es la causa principal de la actual situación de la enseñanza científica en la escuela. Muchos de los conceptos de las ciencias modernas necesitan, junto con una notable cantidad de conocimientos, la presencia también de muchas habilidades y capacidades, y resultan inaccesibles para individuos que no las tengan. Un elenco, parcial, de estas habilidades puede ser el siguiente:

- capacidades lógico-lingüísticas,
- capacidad de captar analogías y diferencias,
- capacidad de describir en secuencia ordenada hechos y fenómenos,
- capacidad de clasificar,
- capacidad de observar en manera no casual,
- capacidad de sintetizar,
- capacidad de efectuar generalizaciones,
- capacidad de abstracción,
- capacidad de reconocer las variables de un fenómeno,
- capacidad de distinguir la descripción de la interpretación.

Si hacemos referencia a una ciencia experimental específica, por ejemplo la Química, podemos afirmar que existen dos dimensiones de esta ciencia: una macroscópica que describe los aspectos fenomenológicos que involucran las sustancias y una microscópica que analiza su composición y, a partir de ésta, propone interpretaciones sobre sus transformaciones.

La dimensión fenomenológica es verdaderamente más accesible y puede ser utilizada sobre todo para permitir la adquisición por parte de los alumnos de la escuela básica de las funciones y habilidades de las que hemos

hablado y que, una vez adquiridas, permitirán acceder a la visión microscópica.

El problema es que hoy, con frecuencia, muchos estudiantes del bachillerato no poseen estas habilidades y, en consecuencia, no logran activar los procesos de inferencia que podrían permitirles acceder a los conceptos de las Ciencias Experimentales Modernas.

Dificultades ulteriores dependen de la no conciencia de muchos estudiantes respecto al significado de comprensión de un concepto en un nivel que permita su aplicación en distintos contextos y también de la no conciencia de algunos docentes que continúan poniendo objetivos educativos que sus estudiantes alcanzan solo en apariencia.

Se constata en los estudiantes que se aplican en el estudio y , que ciertamente no representan la mayoría, un predominio de una dimensión "mecánica" en el aprendizaje que los conduce a saber repetir y aplicar de manera estática los contenidos de los cursos pero que son incapaces de coligar las situaciones, de efectuar inferencias, de poner en relación los conceptos y las informaciones; un ejército de diligentes ejecutores privados de autonomía cognitiva.

Si se quiere que al término del bachillerato los jóvenes tengan una menor dependencia cognitiva es necesario recuperar las habilidades básicas también a expensas de los contenidos disciplinares.

Si nos referimos a la componente lingüística de la comunicación, no se puede separar totalmente de la componente cognitiva; la comprensión de un mensaje es una comparación continua entre lo que el mensaje dice y lo que la persona ya sabe.

En efecto, el significado de una expresión lingüística recibida depende de la cultura que posee el receptor; es decir, el significado es una propiedad relativa, no absoluta. La elección de la expresión lingüística por parte de un grupo de personas será mas o menos la misma solo si existe una gran similitud entre lo que ya saben y sus sistemas de almacenamiento. Este hecho que no se ha considerado suficientemente es fundamental para el éxito o el fracaso de la transmisión.

- La manera de comunicar y divulgar ciencia

Hacer divulgación científica es con seguridad una tarea muy delicada y exige gran capacidad a quien vaya a realizar el mensaje correspondiente. En la realidad, durante el proceso de divulgación, se simplifican y se banalizan conceptos y teorías, y se utiliza a menudo una "microlengua" que hace las informaciones aún más inaccesibles a quienes están dirigidas.

Por ejemplo, cuando se pide a la gente que explique la imagen que tiene del "químico" con seguridad que no pocos contestarán que se parece a un brujo, lo cual se

debe a que solo oyen de la Química los aspectos más llamativos y negativos, siendo estos aspectos los que influyen en la mayor parte de los ciudadanos.

Los principales canales de información son los medios de comunicación de masas, y muy a menudo distorsionan los fenómenos, los hechos y los conceptos científicos ante los individuos que no poseen instrumentos críticos adecuados para comprenderlos. Se necesitaría que los comunicadores sociales de ciencia fuesen individuos con una formación científica y pedagógica adecuada, algo que a menudo no sucede.

Y más o menos lo mismo ocurre con la divulgación científica, sobre todo cuando ésta tiene la pretensión de superar la mera descripción de los fenómenos para intentar explicarlos.

Como es sabido, "descripción" significa hablar de los fenómenos tal como se observan, sin hacer referencia a procesos no observables. "Explicar" significa en cambio reflexionar sobre los fenómenos; implica, por lo tanto, la referencia a partes de nuestro objeto de estudio y el análisis tanto de sus características e interacciones como del papel de factores internos y externos objeto de estudio.

Si el divulgador se limita a describir los fenómenos y los hechos científicos y tiene la capacidad de utilizar la "descripción genérica", es decir, se sirve lo más posible del lenguaje común, no necesita tener competencias psicopedagógicas particulares para realizar una buena divulgación científica. Si, al contrario, intenta argumentar las afirmaciones que hace, pretende introducir conceptos y definiciones, es indispensable que tenga bien claras las características de los oyentes; y si los oyentes tienen un nivel cultural bajo, es necesario poner además mucho cuidado. Cuando se quiere comunicar algo es necesario saber de antemano, con precisión, los requisitos que deben tener los oyentes para que el nuevo conocimiento pueda ser introducido en su estructura cognoscitiva y transformarse en un saber real.

Hacer divulgación científica es una tarea más difícil que la de enseñar porque exige del especialista muchas competencias y sería fundamental una formación específica. Hoy, muchas veces, los mensajes de la acción divulgativa no logran llegar a los destinatarios o, si les alcanzan, llegan equivocados.

Las consecuencias son muy dañinas porque, según mi parecer, a veces inducen a que los individuos mitifiquen ciencia e investigación con la convicción de que no hay acceso a ellas, y otras veces los llevan a reducir los modelos científicos a representaciones intuitivas enriqueciendo las ideas primitivas que ya tienen.

Sólo para quien posee una red de conocimientos estructurados sobre el tema correspondiente a la palabra definida y, por lo tanto, sabe usarla mentalmente, ésta revela conceptos significativos y riqueza de información.

Conclusión

Concluyendo quiero subrayar que estamos viviendo una contradicción muy fuerte: por una parte la importancia de la ciencia y de la tecnología sube cada día y por otra, la enseñanza científica involucra siempre a menos estudiantes.

He reflexionado sobre las principales razones que según mi parecer determinan esta situación:

- el tiempo dedicado a la educación científica en la escuela,
- la forma de plantear la enseñanza científica
- la manera de comunicar y divulgar la ciencia

Es decir, para que el cambio sea real y no sólo aparente, no podemos limitarnos a multiplicar iniciativas e intervenciones para mostrar la ciencia y sus aplicaciones, ni a hablar a los estudiantes de la escuela secundaria y del bachillerato subrayando las maravillas que el conocimiento científico puede procurar. Estas intervenciones carecen de fundamento científico. Si no queremos desmentir nuestra formación debemos afrontar el problema de manera científica. Identificadas las causas (escaso espacio temporal para la enseñanza científica en la escuela, enseñanza de las ciencias, divulgación científica y comunicación social de la ciencia, en general, inadecuadas) es necesario individualizar la forma de eliminarlas. Es un trabajo largo y difícil.

Se necesitará librar una fuerte batalla para tener más espacio temporal para la enseñanza científica en la escuela básica pero, al mismo tiempo, es indispensable

trabajar todos para un cambio radical de la enseñanza de las ciencias en la escuela.

Formar docentes que tengan una visión de la didáctica como un proceso esencialmente fundado sobre el estudiante. Un docente que tenga competencias epistemológicas adecuadas, es decir, la capacidad de identificar los cuadros conceptuales y las teorías de referencia propias de los temas de la disciplina que enseña y también la capacidad de reconocer los aspectos de los contenidos que constituyen un problema, un obstáculo cognitivo para quien debe aprenderlos. Esta última capacidad es muy importante porque su presencia permite a los docentes individualizar los aspectos a aclarar y los obstáculos que sus alumnos deben superar.

Es una batalla larga y difícil pero si tenemos voluntad y convicción tenemos los instrumentos culturales que nos permitirán vencer.

Agradecimientos

Quiero agradecer:

- A mis queridas amigas Soledad Esteban, profesora de la UNED, y Manuela Martín Sánchez, profesora de la Universidad Complutense de Madrid, para sus sugerencias, consejos y la esencial contribución sobre la lengua castellana.

- Al prof. Miguel Ángel Mendoza Figueroa, presidente de la Asociación de los Profesores de Física y Química de Canarias por las valiosas informaciones sobre la situación actual de la enseñanza científica en España.

REFERENCIAS

1) Gil, D., (1996), Proposiciones para la enseñanza de las ciencias de los 11-14 años. Síntesis presentada después de la reunión técnica de Montevideo UNESCO-OEI (*documento interno*).

2) Sociedad Canaria de Profesores de Física y Química, Análisis de la Enseñanza de las Ciencias y de la Física y Química en la Educación Secundaria Actual, *Documento Base para el Debate*, Las Palmas de Gran Canaria, Enero de 2001

3) Martín Díaz, M.J., (2002), Enseñanza de las Ciencias: Para qué, *Revista Electrónica de las Ciencias*, Vol.1, Nº2

4) G.Nebbia, *La chimica come economia della natura*, III Conferenza Nazionale della chimica, Cagliari, 24-26 ottobre 2002

5) Martín Sánchez, M.T. y Martín Sánchez, M., (2000), Algunas reflexiones sobre la enseñanza de la Química, *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 96(4), pp.40-44

6) Aguilar, T., (2002), *Alfabetización científica y educación para la ciudadanía*, Edit. Narcea, Madrid

7) Gutiérrez - Julián, M., Gómez - Crespo, M.A. y Martín - Díaz, M.J., (2003), ¿Es cultura la ciencia? en

Enseñanza de las ciencias desde perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad, Una aproximación científica a la formación científica de la ciudadanía, Edit. Narcea, Madrid

8) Watzlavich, P.(1981), *Teoría de la comunicación humana*, Edit. Herder, Barcelona

9) Wertheimer, M. (1965), *Il pensiero produttivo*, Giunti, Firenze

10) Alonso Tapia, J., Montero, I., (1990), Motivación y aprendizaje escolar, en Coll Palacios, C., Marchesi, A., *Desarrollo psicológico y educación*, vol. II, Edit. Alianza Psicología, Madrid, 183-188

11) Gómez, I., Mauri, T., (1986), Valores, actitudes y normas, *Cuadernos de Pedagogía*, 139, 44-46

12) Pontecorvo, C., Aiello, A.M., Zucchermaglio, C., (1991), *Discutendo s'impara*, La Nuova Italia, Firenze

13) Boscolo, P., *Psicologia dell'apprendimento scolastico*, UTET, Torino, 1986

14) Lumbelli, L., Il problema della soglia tra comprensione e incomprensione: linguística e psicología cognitiva, in *Leggibilità e Comprensione*, a cura di T.De Mauro et alii, Linguaggi, 3, 1986, 17

REFERENCIAS

15) Zoller, U., Ben-Chaim, D., Ron, S., Pentimalli, R., Borsese, A., (2000), The disposition toward critical thinking of high school and university science students: an inter-rater Israeli-Italian study, *International Journal of Science Education*, 22(6), 571-582

16) Tomasini Grimellini, N., Segré, G., (1991), *Conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli studenti*, La Nuova Italia, Firenze

17) Driver, R., (1988), *L'allievo come scienziato? La formazione dei concetti scientifici nei preadolescenti*, Zanichelli, Bologna

18) Cavallini, G., (1989), Insegnamento scientifico e processi cognitivi. *Scuola e Città*, 321

19) Roletto, E., Fiorentini, C., Fornasa, W., (1994), L'educazione scientifica nel contesto epistemologico, *Scuola e Città*, n.12, 523

20) Titone, R., (1981), *Il linguaggio nell'interazione didattica*, Bolzoni, Roma

21) Migliorini, E., (1970), *Linguistica*, Le Monnier, Firenze

22) Vygotskij, L.S., (1966), *Pensiero e linguaggio*, Giunti-Barbera

Congreso

**XX Reunión Bienal
Química Orgánica**

wzar.unizar.es/actos/xxrbqo/index.htm

Conferencias Plenarias

- Dr. J. L. García-Ruano**
Universidad Autónoma de Madrid
- Dr. D. W. C. MacMillan**
California Institute of Technology
- Dr. A. G. Myers**
Harvard University
- Dr. E. W. Meijer**
Eindhoven University of Technology
- Dr. B. L. Feringa**
University of Groningen

Conferencias Invitadas

- Dr. D. Andreu (Universidad Pompeu I abra)
- Dr. D. Bourissou (Université Paul Sabatier, Francia)
- Dr. S. Cicchi (Università di Firenze, Italia)
- Dr. P. Cintas (Universidad de Extremadura)
- Dra. J. Florcz (Universidad de Oviedo)
- Dr. F. Foubelo (Universidad de Alicante)
- Dr. J. R. Granja (Universidad de Santiago)
- Dr. P. de March (Universidad Autónoma de Barcelona)
- Dr. V. S. Martín (Universidad de La Laguna)
- Dr. M. A. Sierra (Universidad Complutense de Madrid)
- Dr. K. Suau (Universidad de Málaga)
- Dr. J. A. Mayoral (Universidad de Zaragoza)

Comité Organizador:

- Presidente honorario: Enrique Meléndez
- Presidente: José L. Serrano Ibañeta (@unizar.es)
- Secretario: Pedro Martín (@unizar.es)
- Tesorero: Tomás Tejero (@unizar.es)
- Mª Dolores Díez, José L. García
- Jesús Criado, Mónica Roy

Zaragoza. 10-12 Junio 2004

Sponsors: Real Sociedad Española de Química, Universidad de Zaragoza, CSIC, Ministerio de Ciencia y Tecnología.