

Algunas reflexiones sobre la imagen de la Química

Liliana Mammino

Departamento de Química, Universidad del Venda, Sudáfrica.

RESUMEN

A nivel de opinión pública, la Química se percibe, con frecuencia, como el reino de lo *no natural* y, potencialmente, de lo *peligroso*. Si se considera como disciplina de estudio, se percibe como una disciplina difícil. La reflexión sobre estos aspectos sugiere la oportunidad de la exploración de una serie de caminos, con el objeto de contribuir a una imagen y una percepción más favorables. A nivel de opinión pública, la Química es frecuentemente considerada como el reino de lo no natural y, potencialmente, de lo peligroso. Con relación a disciplina de estudio, se percibe como una disciplina difícil. La reflexión sobre estos aspectos sugiere la oportunidad de la exploración de una serie de caminos, con el objeto de contribuir a una imagen y una percepción más favorables.

ABSTRACT

At public opinion level, chemistry is often perceived as the realm of the *non-natural* and, potentially, of the *harmful*. As a study subject, it is often perceived as a difficult discipline. Reflection on these features suggests the opportunity of exploring a series of pathways, to the objective of contributing to a more favourable image of chemistry and of the way it is perceived.

INTRODUCCIÓN

No se puede decir que la imagen de la Química sea especialmente positiva, ni entre el público en general, ni entre los alumnos. Un repaso muy rápido es suficiente para recordar los puntos más delicados y/o difíciles.

Entre el público, parece darse casi por supuesta la percepción del adjetivo *químico* como sinónimo de *no natural*. La hipótesis más probable acerca de las raíces de esta percepción es la idea de que los objetos y temas de investigación de la Química y por lo tanto, el sustantivo *química*, se equipara a *industria química*. La Química se percibe como el reino de lo artificial y, frecuentemente de lo peligroso. A su vez, la industria química se considera la única responsable de la destrucción global del medio ambiente y del predominio de aspectos artificiales en nuestra vida cotidiana.

En relación con la actitud de los alumnos hacia la Química como área de estudio, con frecuencia la consideran como algo difícil, poco atrayente, una disciplina en la cual se necesita memorizar todo (o casi todo) y además una disciplina aislada de las otras. Como consecuencia el porcentaje de alumnos que eligen la Química para su profesión futura es innegablemente bajo (Schmidt, 2000).

En este artículo se presentan unas reflexiones sobre posibles opciones y caminos que permitan modificar las imágenes y percepciones citadas y, al mismo tiempo, traten de contribuir a construir una imagen de la Química más completa y más adecuada a la complejidad y variedad de sus intereses y de las actividades que de ella se derivan. Dedicaremos una especial atención al ámbito educativo.

LA IDENTIDAD DE LA QUÍMICA

Si nos fijamos en el desarrollo histórico de la Química, es fácil darse cuenta

de que tiene raíces diferentes de las de las otras ciencias: más que de la filosofía nace de las prácticas y las investigaciones *iniciadas* cuando el conocimiento de las propiedades de las sustancias estaba asociado a poseer poderes sobre la materia. En cuanto a su *punto de llegada*, se oye frecuentemente que ha logrado un nivel de *cientificidad* (en el sentido moderno del término) más tarde que la Física, o que aún tiene que alcanzarlo completamente, un discurso que se asocia, en parte, al primer aspecto y en parte, a una percepción difundida que ve la Física como la ciencia por excelencia. A veces también se escuchan voces de quienes quisieran ver la Química como una rama colateral, un sector o una emanación de la Física. Este último punto merecería una atención más profunda, con vistas a una clara caracterización de las dos ciencias, aunque frecuentemente sean englobadas juntas bajo el término de *ciencias físicas*.

En realidad, la Química es una ciencia con naturaleza y tipologías netamente diferentes de las de la Física. Usando un término de matriz filosófica, se podría decir que la Química es el *reino de lo particular, de lo individual*, porque su objeto de estudio es la materia, como en la Física, pero lo es centrando su atención sobre los aspectos cualitativos de la materia, es decir, la variedad de los aspectos que enlazan las sustancias existentes. De esta manera, se diferencia netamente de la Física. La Física es el *reino de lo general*. Puede idealizar un cuerpo haciéndolo un punto material y con esta idealización describir completamente las características y las causas del movimiento. Puede considerar un cuerpo extendido y proporcionar o adoptar he-

ramientas matemáticas que permitan describir y prever el comportamiento de este cuerpo extendido. El recurso sistemático de las ecuaciones, le da carácter intrínsecamente general que lo asocia a las matemáticas y le consiente tener a su disposición herramientas que permiten describir y prever los comportamientos de los sistemas de que se ocupa, llegando como resultado, a la asignación de valores numéricos a cada una de las características que en conjunto explican su comportamiento.

En Química el discurso es diferente. Son posibles unas generalizaciones, y son previsibles unos valores numéricos (el pH de una disolución ácida, si se conoce la constante del ácido; la velocidad de una reacción a una cierta temperatura, si se conocen unos valores característicos de esa reacción; la cantidad de productos que se van a formar en una cierta reacción, si se conoce la identidad de los reactivos y de los productos; la geometría de una molécula, si se conoce la secuencia según la cual los átomos están enlazados unos a otros,...). Pero todos los valores que utilizamos son individuales, tienen que ser determinados para cada sustancia. Las sustancias son muchísimas (millones) y son diferentes unas de otras en cuanto a su comportamiento, fundamentalmente para aspectos cualitativos. Por eso se puede decir que la Química es el *reino de lo particular y de lo cualitativo*, es decir, el reino en que muchísimas entidades son cualitativamente diferentes unas de otras, y por tanto no reducibles a un número relativamente bajo de esquemas generales.

¿Cómo transmitir a los alumnos la percepción de estos caracteres? La clave más apta es la que asocia la comprensión conceptual a un adecuado número de informaciones experimentales, y evidencia el mutuo juego entre estos dos niveles (conceptual y experimental). Creemos que de esta forma quedan cla-

ros cuáles son las características, los métodos y los objetivos de investigación de la Física y cuáles los de la Química.

Es obvio que hay muchísimos terrenos en que Química y Física se encuentran e interseccionan; pero se trata de encuentros e intersecciones que no quitan nada a la identidad específica de cada una de las dos materias. Es también obvio que es oportuno que los alumnos adquieran la percepción de este hecho, porque de esta manera pueden tener un cuadro más completo de ambas ciencias y de sus métodos de investigación. Esta percepción será más completa si se fundamenta en un claro conocimiento de la identidad de cada una de las dos disciplinas. Aún mejor si se basa en el conocimiento de las dos grandes áreas de producción que se nutren de las dos disciplinas: la Física proporciona la base a la Ingeniería, la Química a la industria de transformación (producción de sustancias y materiales que proporcionen otras sustancias y otros materiales).

COMPRENDER LA QUÍMICA

No se puede apreciar una disciplina sin comprenderla. Y la comprensión implica tener una visión general de cómo se desarrollan las cosas, de cómo tienen lugar los fenómenos y cómo los estudiamos. Involucra un nivel más profundo que una simple acumulación de informaciones individuales. Por su naturaleza, la Química ofrece muchísimas aproximaciones "tentadoras" que disminuirían el nivel de comprensión y favorecerían el de memorización. El hecho de ser el *reino de lo individual* engendra la tentación de limitar el aprendizaje a una serie de hechos aislados, para después recordarlos. Sin embargo, se haría más atrayente la Química si se planteara como una construcción organizada donde el alumno puede pensar y razonar.

La función del discurso (o de la reflexión) conceptual para estimular un interés de este tipo, que se podría llamar, espontáneo o emocional, por parte de los alumnos queda en evidencia en (Nakhleh & Mitchell, 1993), donde el alumno expresa claramente como el *pensar es algo agradable*, utiliza el término inglés "fun", que asocia al concepto de divertido.

Cómo operar concretamente para familiarizar a los alumnos con el mundo atómico-molecular y poner así las bases de la comprensión conceptual está fuera del ámbito del presente trabajo. Nos limitaremos por lo tanto a mencionar que una de las opciones más prometedoras está constituida por la visualización sistemática del nivel molecular y de la manera en que los acontecimientos que tienen lugar en este nivel engendran los del mundo macroscópico, que es el objeto de nuestra investigación inmediata (Mammino, 1994-a).

LA QUÍMICA COMO ÁREA CENTRAL DE INTERDISCIPLINARIEDAD

Aunque las discusiones acerca de la interdisciplinarietà y la multidisciplinarietà se están haciendo cada vez más frecuentes y se puede considerar que están de moda, cada vez se alejan más de los caracteres de lo que se entendería como interdisciplinarietà. Por otro lado, como es propio del ámbito de las ciencias, en las que cada vez hay una especialización más fuerte, crece el reconocimiento de la importancia de la interdisciplinarietà y se desarrollan áreas como las ciencias del medio ambiente, que son interdisciplinarias por su propia naturaleza.

Todo esto justifica la búsqueda de caminos de interdisciplinarietà en el campo de la educación y la enseñanza, proporcionándole motivaciones que van

*No se puede apreciar una disciplina sin comprenderla.
Y la comprensión implica tener una visión general de cómo
se desarrollan las cosas, de cómo tienen lugar
los fenómenos y cómo los estudiamos.*

desde la consideración de su valor teórico y formativo al discurso eminentemente práctico, preparando a los alumnos para trabajar junto con otros especialistas en grupos multidisciplinares.

Cómo se puede hacer frente a la situación en el contexto moderno, después que se ha perdido la verdadera interdisciplinariedad inicial de las actividades intelectuales en su conjunto, es un problema actual y la búsqueda de nuevos caminos didácticos requiere un grado considerable de exploración que por su naturaleza, puede intentar varias vías y desarrollarse en el ámbito de una variedad de opciones asociada a una serie de *modelos iniciales* que sirvan de esqueleto y proporcionen, al mismo tiempo, claras raíces motivacionales.

Proponemos la opción que prevé una variedad de caminos desde *áreas centrales* en direcciones radiales hacia otras áreas. En otras palabras, se trata de salir de cada área e identificar los posibles puntos de encuentro e interacción o superposición con las otras. En este ámbito cada disciplina puede ser considerada como *área central* de la cual se sale en dirección a otras disciplinas, o bien a otras áreas de actividad e investigación. Una exploración de este tipo, buscando individualizar posibilidades de conexión entre la disciplina elegida como *central* y las otras áreas, tiene por necesidad que basarse en los contenidos de las áreas entre las cuales se buscan contactos y, por lo tanto, lleva a la valoración de los contenidos propios de cada disciplina, donde el término *contenido* es utilizado en su sentido más amplio, comprendiendo ya sean las informaciones y los modelos, ya los caracteres del método de investigación.

En consecuencia, para poder explorar y discutir los caracteres y los atributos específicos asociados a la consideración de la Química como *área central*, se hace necesario hacer referencia a su patrimonio de contenidos y, desde ellos, buscar caminos radiales que la enlacen a las otras disciplinas y actividades.

El campo de investigación de la Química comprende las sustancias, sus propiedades y sus transformaciones. La descripción de objetos y fenómenos se desarrolla en dos niveles: el macroscópico, más inmediatamente enlazado con la observación directa, y el microscópico, más estrechamente unido al momento interpretativo. Los conocimientos comprenden unos modelos generales (el modelo atómico-molecular), un buen número de descripciones ya formalizadas por la descripción matemática (desde los aspectos termodinámicos a la cinética y a la electroquímica) y una enorme cantidad de informaciones experimentales acerca del comportamiento de sustancias individuales o de categorías de sustancias, que, como se ha dicho antes, hacen de la Química un auténtico *reino de lo particular*. El hecho de que el objeto de estudio sean las sustancias hace del universo entero un enorme campo de investigación, y los conceptos de *composición* y de *transformación* juegan en la investigación una función principal. Para salir de este patrimonio específico, son posibles rutas de conexión hacia los contenidos de todas las otras disciplinas y actividades ya sean intelectuales o prácticas. La consideración de la Química como área central se explica a través de la exploración e identificación de los aspectos, contribuciones, canales y áreas frontera a través de las cuales se pueden realizar las conexiones.

Para mejor subrayar la posibilidad de conexiones con todas las otras disciplinas y áreas de actividades, presentamos esquemáticamente las líneas principales de tales conexiones con las disciplinas científicas, con las áreas técnicas más directamente conectadas a la producción y con las humanidades. Centraremos más la atención en aquellos aspectos que pueden ser evidenciados más fácilmente en el ámbito de las escuelas o que son más aptos para la proyección de discursos y actividades comunes entre el curso de Química y otros cursos.

Las conexiones entre la Química y las otras disciplinas científicas son bien conocidas, aunque no se suelen considerar específicamente desde la óptica de la interdisciplinariedad. Por eso, los mencionaremos sólo de forma escueta:

con la Física. Las bases de la conexión se deben a la importancia del objeto fundamental, es decir, el estudio de la materia, aunque los caminos después divergen, como se ha explicado antes. Pero las áreas de intercambio y superposición son numerosas: el problema de la medida (Mammino, 1994-b), el estudio del átomo, la necesidad de tomar en consideración el estado de agregación y los posibles cambios de estado, el estudio del calor y de su generación a través de ciertos procesos, el tema de la energía, la electricidad y muchos de los fenómenos que a ella se asocian, una serie de conceptos básicos, desde el de velocidad al de densidad...

con la Astronomía. También los cuerpos celestes tienen una *composición*, y su investigación es un asunto químico, aunque no pertenezca al laboratorio tradicional, utilizando probetas y reactivos y se haga con una instrumentación más sofisticada.

con las Matemáticas. La Química se sirve ampliamente de las matemáticas. Se pueden estudiar aproximaciones en las que los algoritmos para la resolución de los problemas que se encuentran comúnmente en la Química sean discutidos también del punto de vista de la Matemáticas (o de la lógica matemática) y, al mismo tiempo, se ponga en evidencia la función descriptiva de las matemáticas en las otras ciencias. Cuando los algoritmos se pueden realizar a través de programas de ordenador, bastante sencillos, la discusión de la lógica de estos programas es de considerable ayuda para la discusión de la lógica del algoritmo (Mammino, 1994-c).

con las Ciencias de la Tierra. También en este caso, el concepto principal en la búsqueda de conexiones es el de *composición*, ésta vez refiriéndose a las

La descripción de objetos y fenómenos se desarrolla en dos niveles: el macroscópico, más inmediatamente enlazado con la observación directa, y el microscópico, más estrechamente unido al momento interpretativo.

rocas e incluso a todo el planeta. Otra área obvia de frontera es el estudio de los minerales.

con las Ciencias Ambientales. Los equilibrios en el ambiente involucran también aspectos químicos. Los problemas se originan por la presencia de sustancias extrañas a la composición natural de un medio (agua, suelo,...). La prevención involucra atención a aspectos de composición y al conocimiento del comportamiento y de los efectos de las distintas sustancias.

con la Meteorología. La presencia de dosis masivas de ciertas sustancias en el aire está causando modificaciones del clima. Se vuelve otra vez al concepto de composición, en términos de sustancias presentes en un medio (el aire).

con las Ciencias Biológicas. Las conexiones tradicionalmente quedan en evidencia a través del estudio de procesos pertenecientes al ámbito de la Bioquímica.

con la Medicina. Además de los temas ya incluidos en Bioquímica, un contexto que ofrece una conexión fácilmente perceptible es el asunto de los fármacos, de su composición y de su acción en el organismo.

Los caminos que conectan la Química con las disciplinas técnicas y la producción son también bien conocidos, los mencionaremos brevemente:

hacia la Ingeniería. Los materiales de construcción, y estructurales en general, son productos de la industria química. Sus propiedades se determinan en gran parte por su composición. Se puede hacer también un tratado general acerca de los aditivos, desde los aceros a los cementos y subrayar como ellos constituyen la respuesta de la Química a las exigencias de la Ingeniería.

hacia la Agricultura. La conexión se asocia por un lado a la bioquímica de las plantas, por otro a las sustancias utilizadas para mejorar y proteger los cultivos desde los fertilizantes a los pesticidas.

hacia la Industria Química. Éste es el gran sector de producción que procede directamente de la Química y, por lo tanto, en este caso, más que de una conexión se trata de una relación de *filia*ción.

Los caminos hacia las humanidades pueden no ser siempre tan familiares

como los precedentes. La búsqueda de relaciones entre las ciencias y las humanidades es una de las áreas más estimulantes en la búsqueda de relaciones interdisciplinarias (Mammino, 2000). Se intenta aquí una rápida panorámica de los caminos con un mayor carácter de inmediatez:

hacia la Literatura. Informaciones de carácter químico son relativamente frecuentes en obras de literatura y la frecuencia aumenta considerablemente cuando se pasa a trabajos de la *literatura menor* como los detectives y la ciencia ficción. La identificación de tales informaciones puede constituir un *puente* entre las dos áreas.

hacia la Historia. Las conexiones pertenecen a dos categorías principales. Por un lado está la Historia de la Química en su desarrollo. Por otro los aspectos químicos en la evolución de las tecnologías. Y, obviamente, todos estos aspectos se conectan con los de la economía, la producción, de la medicina, el arte militar, etc., en las diferentes etapas la historia.

hacia el Arte. Las artes se sirven de materiales, y la preparación de materiales es una actividad química, el ejemplo ilustrativo mas inmediato es probablemente el de los pigmentos de los pintores.

hacia el Lenguaje. El lenguaje de las ciencias, con sus exigencias típicas, concierne también a la Química. El asunto del lenguaje puede ser una área de colaboración entre los cursos de ciencias y el curso de idioma materno (Mammino, 1995) y la Química puede desarrollar una función importante en esta colaboración.

hacia la Filosofía. El asunto fundamental es el del método científico. Pero existen también una serie de rutas en las cuales la Historia de la Filosofía se relaciona con la Historia de la Química (por ejemplo, los modelos de la materia) y aspectos en que los conceptos y términos de la filosofía se aplican a la descripción misma de la Química, como el antinomio *general-particular* visto antes, para subrayar las diferencias entre Física y Química, o a la discusión de unos momentos interpretativos.

La panorámica precedente, a pesar de ser inevitablemente rápida, subraya las enormes posibilidades de la Química como área central de interdisciplinariedad. Prácticas prospectivas de realización de tales potencialidades permitirían construir una imagen de la Química en que la que más que una disciplina aislada, es una disciplina que puede interaccionar y encontrar terrenos de encuentro y espacios comunes con todas las otras. Obviamente, el concepto mismo de *área central* prevé que las conexiones vayan en todas las direcciones. Las indicaciones vistas antes en conjunto y todas las que se pueden añadir a ellas pueden contribuir a una imagen de la Química que en sus contenidos y sus procedimientos operativos se integra en otras disciplinas y actividades. La naturaleza de la Química favorece ampliamente esta función de *área central* (Castro 1994).

¿QUÍMICA = "CONTAMINACION"?

Como se ha dicho al comienzo, ésta es la asociación mental que se da con mas frecuencia en la percepción de la Química por parte del público en general. Y, en este sentido, los alumnos también forman parte del público. En lo que concierne a este tema, es importante sobre todo un trabajo de clarificación que puede enfocarse sobre los siguientes aspectos:

La Industria Química existe porque todos nosotros, como público, utilizamos sus productos. Una rápida panorámica de tales productos puede inmediatamente subrayar cómo ninguno de nosotros estaría dispuesto a renunciar a todos ellos, a si se encontrarían personas concretas dispuestas a renunciar a algunos de ellos.

La contaminación no se debe solamente al momento de la producción. Aún más, se puede decir que, en los últimos años, muchas industrias toman medidas para reducir la emisión de contaminantes al medio ambiente y por eso, hay una disminución de la proporción de contaminación directamente asociada al nivel productivo. Además, ésta es la fase sobre la cual es mas fácil intervenir

con medidas de control también a nivel legislativo para limitarlo hasta donde sea necesario.

Una componente considerable de la "contaminación" se asocia a la fase de utilización. Pertenecen a esta fase los varios tipos de consumo, desde el uso exacerbado del automóvil a un uso de los productos de la industria química que con demasiada frecuencia no está guiado por el sentido común. Se puede subrayar que una utilización responsable permite reducir la contaminación y que los conocimientos de Química son importantes en la toma de decisiones y en el diseño de una utilización apropiada de la Industria Química y de los productos.

Este último asunto es el que más fácilmente puede asociarse a actividades de investigación y debate a nivel de enseñanza. De esta manera la Química llegaría a ofrecer un ámbito particularmente apto para la educación en la responsabilidad hacia el medio ambiente y a la estimulación del hábito de evaluar la composición de los productos que se utilizan, el grado con que los necesitamos, sean o no necesarios, las cantidades apropiadas, las posibilidades de reciclaje, la mejor forma de eliminar lo que no es utilizable. Además, puede contribuir a darse cuenta que es posible, a través de una selección atenta a nivel de consumo, influir sobre la industria química para que seleccione productos que estén más en armonía con las exigencias del medio ambiente. En otras palabras, los conocimientos de Química

pueden estar dirigidos a constituir la base de una actitud constructiva de respeto al medio ambiente.

LOS MENSAJES DEL LENGUAJE

El lenguaje es obviamente la herramienta más poderosa de comunicación a nuestra disposición. Es un instrumento con una variedad enorme de componentes. La selección de cada palabra transmite por sí misma mensajes, que se añaden o se superponen al mensaje global transmitido por la formulación de la frase. Tales mensajes son frecuentemente percibidos como hechos. Por eso es importante intervenir (en términos de clarificar) cuando se seleccionan o asocian palabras que transmiten sentidos negativos o no deseables. Por lo que concierne a la imagen de la Química, es fácil individualizar en esta categoría asociaciones de palabras, ya ampliamente procedentes del uso común, en las cuales el adjetivo *químico* transmite la connotación de *artificial*, no natural y, por lo tanto, *peligroso*.

Por otro lado, se trata también de asociaciones que no tienen un sentido conceptual adecuado. La más famosa es el binomio *sustancia química*. La calificación *química*, obviamente, no sirve, en cuanto no existen *sustancias químicas* y *sustancias no químicas*. Todas las sustancias pueden ser objeto de estudio de la Química por el mismo hecho de ser sustancias. Si *químico* quiere decir

"que puede ser estudiado por la Química", todas las sustancias son químicas. En realidad, el binomio es usado con sentido negativo: *química* es añadido para significar *de producción sintética*, sinónimo de *no-natural* y potencialmente o prácticamente peligroso. Consideraciones análogas valen para binomios que puede ser considerados como "subconjuntos" del binomio procedente, como, por ejemplo, el binomio *fármacos químicos*.

Es obvio que las únicas intervenciones posibles en relación con estos calificativos es dejar claro su sentido. Por eso, tales intervenciones se asocian inevitablemente a un discurso más complejo sobre la Química, a la ilustración de sus campos de investigación en el ámbito del estudio de la naturaleza, a la diferenciación en el sentido en que *natural* debe contraponerse a *sintético*, no a *químico*.

CONCLUSIONES

Frente a la amplitud del tema y a las obvias limitaciones de espacio, la discusión precedente se ha limitado a poco más que una visión general de constataciones por un lado y de posibles caminos a explorar por otro. A pesar de todo, consideramos que hemos conseguido incluir una panorámica bastante variada de los *elementos constituyentes* que podría servir de estímulo a consideraciones más articuladas y más ricas en detalles ya sean teórico-metodológicas o bien operativas.



BIBLIOGRAFÍA

- Castro, E.A. (1994), La Química como centro de convergencia de las ciencias, las humanidades y las artes, *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, nº6, pp.293-308
- Mammino L. (1994-a), *Chimica Viva*, G. D'Anna, Firenze, Italia.
- Mammino L. (1994-b), *Chimica Viva (un colloquio su proposte e percorsi)*, G. D'Anna, Firenze, Italia.
- Mammino L. (1994-c), *Chimica in pratica*, G. D'Anna, Firenze, Italia.
- Mammino L., (1995), "L'educazione al linguaggio della scienza (un problema di interdisciplinarità)", *Nuova Secondaria*, 5, 84-86.
- Mammino L., (2000), "Some general-character reflections on the relationships between humanities and sciences", *VI Conferencia de Trabajo sobre las Relaciones entre las Ciencias y las Humanidades*, Cumana (Venezuela), 2-7 de julio.
- Nakhleh M. B., Mitchell A. C., (1993) Concept learning versus problem solving: Are they compatible? *Journal of Chemical Education*, 70 (3), 190-192
- Schmidt (2000), "What can we learn from research on students' misconceptions?", *XVI International Conference on Chemical Education*, Budapest (Hungria), agosto.