



El matrimonio químico, ese gran desconocido



Irene Suárez Martínez

Biografía. *Es licenciada en químicas por la Universidad Autónoma de Madrid y doctora por la Universidad de Sussex (Inglaterra). Aunque es química, actualmente trabaja como investigadora en el laboratorio de física del Instituto de Materiales de Jean Rouxel en Nantes (Francia). Trabaja en modelos atómicos en especial de nanomateriales hechos a base de átomos de carbono que expliquen las propiedades de los materiales.*

Resumen. Cuando dos personas se llevan bien se dice que “hay química entre ellas”, pero cuando hablamos de los átomos y de cómo nos los encontramos en la naturaleza, ¿se podría discutir sobre matrimonio, poligamia, soltería, dinero y cuentas bancarias, dotes y comunas hippies? Este ensayo nos introduce en el concepto de enlace químico jugando con comparaciones entre los distintos tipos enlaces y las relaciones humanas, con los electrones como moneda de cambio. Desde el enlace covalente, iónico y metálico hasta los puentes de hidrógeno y las fuerzas de *Van der Waals*. Los enlaces químicos rara vez son de un solo tipo y en la mayoría de los casos son difíciles de definir, como los enlaces entre personas. Un enlace es mayoritariamente de un tipo o de otro, pero son raras las ocasiones en las que es 100% de uno solo.

Summary. When two people get along we say that “there is chemistry between them”, but when it comes to atoms and to how we find them in nature, could we argue about marriage, polygamy, celibacy, money and bank accounts, gifts and hippie communes? This essay introduces us to the concept of chemical bond by playing with comparisons between different types of bonds and human relationships, with electrons as currency. From the covalent, ionic and metal bond to the hydrogen bond and the Van der Waals forces. The chemical bonds are rarely of one type only and in most cases are difficult to define, as are the links between people. A bond is mostly of one kind or another, but in rare occasions is it 100% of one type only.

Résumé. Lorsque deux personnes s’entendent bien, on dit qu’«il y a de la chimie entre elles», mais lorsque nous parlons des atomes et de comment ils se trouvent dans la nature, pourrait-on discuter sur le mariage, la polygamie, le célibat, les comptes bancaires, les dons et communes hippies ? Cet essai nous introduit dans le concept de liaison chimique en jouant avec des comparaisons entre les différents types de liaisons et les relations humaines, avec les électrons comme monnaie de change. Depuis la liaison covalente, ionique et métallique jusqu’aux ponts hydrogènes et aux forces de *Van der Waals*. Les liaisons chimiques sont rarement d’un seul type et dans la plupart des cas elles sont difficiles à définir, comme les relations entre les personnes.



Cuando dos personas se llevan bien se dice que hay «química entre ellas». Pero, ¿es verdaderamente la química lo que las une? ¿Qué hay de químico en el enlace? De hecho, ¿qué es un enlace químico? Las dos personas pueden tener distintos tipos de relación: amistad, matrimonio, familiar... La sociedad clasifica la unión entre las parejas y en química, como en la sociedad, también existe una clasificación. Un enlace tanto en química como en cualquier otro campo es la unión de dos (o más) cosas. Este es un concepto básico en química. El hecho de que las sustancias están formadas por átomos es conocido por casi todos. Por ejemplo, una molécula de amoníaco está formada por un átomo de nitrógeno y tres átomos de hidrógeno y una barra de hierro esta formada por muchísimos átomos de hierro. El concepto de materia formada por átomos es conocido por la mayoría pero, por otro lado, la manera en la que los átomos se unen entre ellos no lo es tanto.

Cuando pensamos en un enlace entre personas, solemos pensar en matrimonio. Pero incluso entre personas podemos distinguir diferentes tipos de matrimonios, y en química ocurre exactamente lo mismo. Para explicar el enlace (matrimonio), antes hay que definir quienes forman ese enlace. En el enlace químico nuestros contrayentes serán los átomos. La mayoría de los átomos son polígamos, pueden formar enlace con más de un átomo. Hay algunas excepciones a destacar. El hidrógeno es monógamo (excepto en muy raras ocasiones) aunque, eso sí, no es muy exigente y no tiene ninguna intención de quedarse soltero por lo que puede unirse a casi cualquier otro átomo de la tabla periódica. Hay un grupo de átomos llamados gases nobles que estos si serían los eternos solteros. Los gases nobles (helio, neón, argón, criptón, xenón y radón) prefieren estar solos y en raras ocasiones forman enlaces con otro átomo.

Los átomos están formados por el núcleo y los electrones. El enlace químico es un concepto que se basa en el reparto de los electrones entre los átomos que forman el enlace. Este reparto puede hacerse de maneras muy distintas, dando lugar a los diferentes tipos de enlace. Imaginemos que los átomos son personas y que los electrones son el dinero del que disponen.

Tenemos el enlace covalente que sería un matrimonio más o menos bien avenido. Este tipo de enlace ocurre entre dos átomos cuando cada átomo ofrece sus electrones, o dinero, para el enlace y estos son compartidos. Es como si tuvieran una cuenta bancaria común de manera que los electrones, o dinero, son finalmente de los dos átomos de la pareja. Por ejemplo, la molécula de nitrógeno está formada por dos átomos de nitrógeno unidos por enlace covalente. Esta pareja tiene una cuenta común de seis electrones (cada átomo ha aportado tres electrones) que es compartida equitativamente entre los dos átomos. Pero en muy pocos casos este enlace está compartido equitativamente. Al igual que en muchas parejas, siempre hay uno que usa más dinero que el otro, es más despilfarrador. Este fenómeno se denomina polarización. Esto significa que aunque el *dinero* está a nombre de los dos átomos, hay uno de la pareja que dispone de él más fácilmente. Algo así como que en dinero está en una caja fuerte en la casa de la pareja pero sólo uno tiene la combinación y el otro tiene que preguntársela. Este es el caso por ejemplo del oxígeno y el hidrógeno en la molécula de agua. Cada átomo pone un electrón para el enlace de modo que la cuenta bancaria tiene dos electrones. Sin embargo, el oxígeno atrae esos dos electrones hacia sí mismo de modo que tiene una ligera carga negativa, digamos que sabe

la combinación de la caja fuerte, y esta atracción del oxígeno deja al hidrógeno con una ligera carga positiva, o sea que el hidrógeno tiene dinero pero no fácil acceso a él.

El enlace iónico es más como un matrimonio pactado donde uno de la pareja tiene que pagar la dote. En este caso no hay familias que pacten el matrimonio, es un acuerdo simplemente entre la pareja. La dote pactada depende exclusivamente de los miembros de la pareja. Los átomos que reciben la dote se hacen más ricos y se denominan aniones, átomos con carga negativa, con exceso de electrones o dinero. Los átomos que pagan la dote pierden dinero y se denominan cationes, átomos con carga positiva o escasez de electrones o dinero. Un ejemplo de este tipo de enlace lo encontramos en las sales como, por ejemplo, la sal común, sal de cocina o NaCl. En este caso los átomos de sodio (Na) pagan un electrón para casarse con los átomos de cloro (Cl). Dependiendo de la belleza de la novia la dote puede ser más elevada y, si un solo pretendiente no puede pagar la dote, ésta puede ser pagada por dos pretendientes que compartirán a la novia. También puede darse el caso de que un mismo átomo pueda pagar la dote de diferentes novias. Entre las muchas combinaciones posibles tenemos la del óxido cuproso Cu_2O , donde la dote a pagar por el oxígeno es de dos electrones, por lo que se necesitan dos átomos de cobre que pagan un electrón cada uno. O también tenemos el caso de la CaCl_2 , donde cada átomo de calcio (Ca) paga la mitad de la dote a cada átomo de cloro (Cl) con lo que tiene dos matrimonios con átomos distintos. En cualquier caso, se trata de igualar la demanda de dote con la dote disponible, de modo que se pueden dar matrimonios tan complicados como en el caso del Fe_2O_3 , donde podríamos decir que cada átomo de hierro está casado con $3/2$ átomos de oxígeno. ¡Los matrimonios pactados parecían fáciles pero no lo son!

También tenemos el enlace metálico que viene a ser como una comuna hippy. Nadie tiene nada, todo es de todos. Cada átomo pone el electrón o electrones que tiene y estos son repartidos entre todos los átomos de la comuna de manera que no se puede asignar la propiedad de un electrón a un átomo específico. Este es el caso del hierro donde cada átomo pone sus electrones a disposición de la cuenta común. La comunidad es tal que en química no hablamos tanto de enlaces en este tipo de materiales sino de vecinos. Por ejemplo, en el caso del hierro, cada átomo de hierro tiene ocho vecinos próximos pero aun así la modificación de alguno de los átomos de la comuna afecta a un gran número de vecinos, no sólo a los próximos.

Estos tres tipos de enlaces son fuertes y duraderos, cuesta bastante (energía) romperlos. Pero hay otros enlaces que son más débiles. Uno particularmente interesante es el llamado puente de hidrógeno. Este enlace ocurre cuando el hidrógeno está unido a átomos como flúor u oxígeno, de modo que su acceso al *dinero* es limitado. Sin romper ese enlace, el hidrógeno forma otro tipo de unión (puente de hidrógeno) con otro oxígeno o flúor que a su vez también está emparejado con un hidrógeno. Esta unión entre el hidrógeno de una pareja y el oxígeno de otra pareja es más débil que el matrimonio de cada pareja. Algo así como que cuando un hidrógeno está casado con un oxígeno o flúor le gusta establecer amistades con otros oxígenos o flúor que también están casados a su vez con un hidrógeno. En este tipo de enlace no existe una cuenta común como ocurre en el enlace covalente. Es más una transacción momentánea de electrones, algo así como que el oxígeno de

una pareja coquetea con el hidrógeno de la otra pareja y le invita a copas. Algo a destacar es que el hidrógeno es un poco gorrón y siempre es el otro el que paga las copas.

Otro enlace basado en una transacción similar al del puente de hidrógeno son las fuerzas de Van der Waals. La diferencia en este caso es que en esta *amistad* los dos *amigos átomos* pagan rondas alternativamente. Este es el caso del enlace en el grafito. El grafito (el material negro de la punta de los lapiceros) está formado por capas. Cada capa está formada por átomos de carbono, donde cada átomo de carbono está unido covalentemente a otros tres átomos de carbono. Este enlace es muy fuerte como ya hemos visto. Las capas están unidas por fuerzas de Van der Waals. Estas fuerzas son más débiles y por eso el grafito es fácil de exfoliar.

En realidad, los enlaces químicos son como los enlaces entre personas, rara vez son de un solo tipo y en la mayoría de los casos son difíciles de definir. ¿Cuándo en un matrimonio entre personas los dos miembros de la pareja disponen con igual facilidad del dinero? ¿No es una familia en algunos casos una comuna hippy? Si unas veces pagas tú y otras veces pago yo, ¿somos una pareja o somos amigos? Las respuestas son complicadas tanto con personas como con átomos. Podemos decir que un enlace es mayoritariamente de un tipo o de otro pero son raras las ocasiones en las que el enlace es 100 % de un solo tipo.