

El clor i la piscina

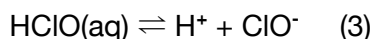
Alberto Cabrera

Professor de Física i Química · IES Sorts de la Mar de Dénia

A la nostra comarca, les piscines són molt abundants i ben refrescants durant l'estiu, però per a poder prendre el bany, han d'estar en condicions òptimes des del punt de vista sanitari. La millor opció seria no haver de posar res a l'aigua, que fora com més natural millor, i s'estalviarien molts maldecaps, però l'aigua estancada duraria només dos o tres dies. La naturalesa juga en contra nostra. Per tant, és necessari aplicar un procés de desinfecció. Aquesta tasca recau principalment en la química, que és la que s'encarrega de mantindre-la en perfectes condicions d'ús. El principal actor d'eixa desinfecció és el clor, que actua eliminant o inactivant microorganismes patògens vius, al mateix temps que oxida i destrueix substàncies com ara matèria orgànica morta i metalls. De fet, quan tirem clor a la piscina ho fa tot a l'hora. Així que podem començar a pensar que no tot el clor afegit actuarà específicament contra les algues i els microorganismes. La presència de brutícia i contaminants diversos pot dificultar l'efectivitat del procés. Per exemple, l'orina i la suor aporten amoníac (NH_3) o, en el cas de la urea, es degrada en NH_3 , que reacciona amb el clor per a formar cloramines com NH_2Cl , NHCl_2 o NCl_3 . L'anomenat clor combinat són aquestes cloramines. Les cloramines formades, que són molt deficientes com a desinfectants, són les que causen la «mala olor» característica del clor, irritacions de la pell, dels ulls, etc. A més, si la concentració de l'amoníac supera els 0,4 ppm (parts per milió) s'ha d'actuar amb un xoc de clor. En les piscines no se sol tirar clor gas, per la seua elevada toxicitat i corrosivitat, sinó hipoclorit de sodi, fàcil de manipular i transportar. En dissolució aquosa, aquest forma l'àcid hipoclorós (HClO):



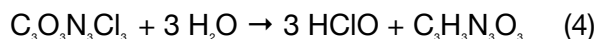
El HClO és l'espècie química principal amb funció desinfectant i oxidant. Una vegada produït l'àcid hipoclorós, es dissocia regulat pel seu equilibri químic que és altament dependent del pH.



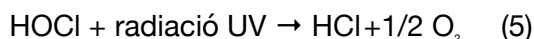
En les piscines privades o particulars, per la comoditat, el que se sol tirar són les pastilles de triclor, que realment es àcid tricloroisocianúric. En parlaré més endavant, però és un compost sòlid d'alliberació lenta. Aquest, en contacte amb l'aigua, produeix HClO , el clor lliure protagonista de la desinfecció. A llarg



termini, com que tant la pastilla de triclor com els productes formats són àcids, acaba tendint a acidificar l'aigua si no es controla el pH.



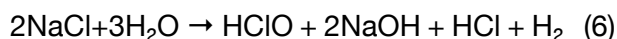
El clor en forma d'àcid es diu clor actiu, mentre que el que està en forma de ClO^- es diu inactiu. S'anomena clor lliure la suma de les concentracions de HClO i ClO^- . Així mateix, podem dir que el clor total és la suma de totes les formes de clor presents en l'aigua, és a dir, del clor combinat (el de les cloramines) i del clor lliure. El clor actiu és el més útil, amb molta diferència, de cara a desinfectar la piscina entre tots els tipus de clor. Tot i que tant el HClO com el ClO^- poden matar bacteris, l'àcid hipoclorós és més efectiu. Com a espècie neutra, creua la membrana cel·lular ràpidament, i ja dins de la cèl·lula, interacciona i inactiva enzims clau en un procés d'oxidació. En principi, ens interessaria que la concentració de HClO de la equació (3) fora la màxima possible. Això podem aconseguir-ho fixant el pH entre 7,2 i 7,5, ja que si el pH és $> 7,5$, la reacció està desplaçada més d'un 50 % cap a la dreta. Però hi ha un problema, la radiació UV del sol descompon el clor actiu i fa que el poder desinfectant que tenia la piscina disminuísca, ja que el perdem.



L'equilibri químic i el concepte de pH mereixen una explicació més detallada. En la reacció (3), el HClO es descompon en ions hidrogen i ions hipoclorit. La descomposició de l'àcid hipoclorós no és total: al final s'arriba a una situació d'equilibri en què hi ha HClO, H⁺ i ClO⁻. El HClO continua descomponent-se, però ho fa a la mateixa velocitat a la que el ClO⁻ i el H⁺ reaccionen per a formar el HClO, de manera que les concentracions de totes les espècies no canvien. Això és un equilibri químic.

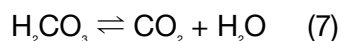
El pH és una manera d'indicar la concentració de ions H⁺ d'una dissolució. Aquesta concentració sol ser molt petita, entre 0,1 i 10⁻¹⁴ mol/l; per a no tractar aquests valors tan petits s'utilitza el valor del menys logaritme d'aquesta concentració, que està entre 1 i 14. El pH de l'aigua destil·lada és 7, si el pH < 7, la dissolució és àcida; si el pH > 7, la dissolució és bàsica.

Així que no és tan interessant tenir tot el clor lliure en forma d'àcid, millor una part en forma de ió en una proporció més equilibrada per a combinar desinfecció efectiva i estabilitat. Per tant, podríem pensar que el pH de la piscina hauria d'estar prop però per davall de 7,5, l'ideal seria pH=7,4. Ara bé, no hem de tindre en compte que el ClO⁻ protegeix davant la pèrdua de HClO a causa de la fotòlisi del sol, no l'estabilitza. Hem de veure una forma d'estabilitzar el HClO o en poques hores la piscina ja no tindrà clor lliure. S'aconsegueix combinant-lo amb l'àcid isocianúric (CYA) i formant un compost estable a la radiació solar, que allibera el HClO a poc a poc al llarg del temps. Són els famosos diclor i triclor, les pastilles sòlides de cloroisocianurats. Les marques comercials directament ja ens venen aquests tipus de clors, els anomenats clors estabilitzats. Hem de tindre cura, ja que l'àcid isocianúric que queda com a producte no s'evapora, s'acumula en la piscina (només s'elimina renovant l'aigua), i a concentracions superiors a 50 ppm, la major part del HClO queda segrestat en forma de cloroisocianurats i redueix la disponibilitat immediata com a desinfectant, encara que el clor total roman present. Allò ideal és tindre una concentració entre 20-30 ppm, i no en cal més, ja que produeix quasi el mateix efecte amb 25 ppm que amb 100 ppm. En les piscines que anomenem salades, amb clorador salí, una idea molt estesa encara que equivocada és que no desinfecten amb clor. Res més lluny de la realitat. De la sal (NaCl) que s'afeg al got de la piscina, en passar per l'electrolitzador es produeix la reacció



També s'observa un augment del pH de l'aigua, que es deu principalment a la formació de NaOH en la reacció d'electròlisi, que no es neutralitza completament per el HCl. També

s'observa la producció de gas H₂, que en borbollar, agita l'aigua i provoca la pèrdua de CO₂ la qual cosa produeix un desplaçament de la següent reacció cap a la dreta i augmenta el pH. Aquest últim factor que contribueix a l'augment del pH és minoritari.



Per últim, hi ha dos situacions molt comunes que determinen les condicions del clor en la piscina.

El pH

Com hem vist, és el factor regulador perquè el clor actiu pugui actuar. Els valors òptims es poden desequilibrar per molts motius. N'hi ha tres de determinants. Un és l'addició d'aigua de pluja, que en dissoldre CO₂ de l'aire, condueix la reacció (7) cap a l'esquerra, es forma d'àcid carbònic, que amb el pH típic de les piscines, la forma més abundant serà la del ió bicarbonat, de manera que l'aigua de la piscina es fa àcida i baixa el pH. Altre és quan omplim la piscina amb l'aigua de pou o de font de la nostra zona, com que és calcària conté gran quantitat de ClO⁻ ions Ca²⁺, en menor mesura, CO₃²⁻. Aquests components venen de la dissolució parcial del CaCO₃ de les roques. Els bicarbonats i els carbonats reaccionen amb els ions H⁺ i els neutralitzen. Això fa que augmenti el pH. L'altre factor és afegir reactius químics per a modificar paràmetres de la piscina: duresa, alcalinitat...

Per totes aquestes coses i moltes més que no hem tingut en compte en aquest article, el valor òptim del pH no pot ser un nombre exacte, s'ha establert un interval entre 7,2 i 7,6, i en moltes bibliografies fins a 7,8. Per a poder modificar el pH al nostre interès, sols cal afegir-hi augmentador de pH o minvador de pH, els dos de venda en molts llocs.

La temperatura

Afecta directament la quantitat de HClO en l'aigua. Els factors que provoquen un augment de la temperatura són: hores de radiació solar directa, utilització de l'aigua per moltes persones, i grandària, forma i revestiment de la piscina. A baixa temperatura, les reaccions van més lentament i també la proliferació de microorganismes i algues. A altes temperatures, la descomposició química del HClO i la proliferació dels microorganismes s'accelera i, per tant, el clor lliure desapareix abans. Això significa que s'incrementarà la demanda de clor que cal aportar.

A banda d'aquests dos factors, n'hi ha molts altres que alteren la química del clor i la regulació del pH en la piscina, com podrien ser el diòxid de carboni, l'alcalinitat, la duresa, el TDS (sòlids dissolts totals), l'ORP (potencial d'oxidació i reducció), l'ILS (índex de saturació de Langelier) i la filtració. També hi ha fenòmens indesitjats que ens trobem com la corrosió, les incrustacions, l'aigua verda i l'aigua térbola i, a més a més, quasi tots estan connectats. Però això perfectament podria ser una nova història.