

700 quilograms de productes per a un espectacle efímer

Química de la fantasia

Un any més, les falles han donat protagonisme a la pirotècnia. Sembla un bon moment per recordar els principis en què es basen aquests productes.



Un feix de llum s'enlaira i, amb un conjunt d'espurnes, omple el cel d'acolorides i efímeres albaides. En diverses èpoques de l'any, la pirotècnia ofereix espectacles de llum, color i so. Si bé els focs artificials existeixen des de fa segles, només en èpoques més recents han pogut produir colors intensos i vistosos. Avui, algunes creacions arriben a graus elevats de sofisticació.

Els focs artificials d'avui continuen utilitzant un compost molt antic: la pólvora negra, també anomenada abans, pólvora d'artilleria inventada fa més de mil anys pels xinesos. Diuen que Marco Polo la va portar a Occident. En tot cas, va ser el monjo anglès Roger Bacon qui, en el segle XIII, en va revelar la composició. Havia escrit la fórmula en clau, ja que el considerava un producte molt perillós. Finalment, es va veure obligat a

revelar-la, per no ser acusat de bruixot. La pólvora negra va ser aplicada a la mineria i a les pedreres.

De fet, no eren només els xinesos els que coneixien els efectes especials d'alguns productes. Egipcis i hindús també celebraven festes amb productes combustibles, com ara l'oli de nafta, que, barrejat amb greixos i altres substàncies, produïa fums i olors característiques.

Amb l'ajuda de la pólvora, la pirotècnia es va desenvolupar, però sense cap rigor científic. Les troballes provenien de l'experimentació, sense estudiar els principis ni trobar nous efectes basats en hipòtesis teòriques. A partir del segle XVIII es va passar de l'artesà tradicional a una pirotècnia més científica. D'altra banda, el secret de les empreses familiars o dels exèrcits que utilitzaven explosius dificultava l'intercanvi i difusió d'idees. A la primera meitat del se-

gle XIX va aparèixer el primer tractat científic de pirotècnia.

La pólvora negra, utilitzada de propulsor i explosiu en la carcassa dels focs artificials actuals, s'obté, pràcticament, segons la mateixa fórmula de fa segles. És una mescla de nitrat potàssic —anomenat vulgarment salpêtre— en un 75% en pes, carbó vegetal, en un 25%, i sofre, en un 10%. Aquesta mescla és prou estable per tenir-la emmagatzemada durant dècades —sempre que no es mulli—. Els compostos pirotècnics estan formats per una font d'oxigen —oxidant— i un agent reductor —combustible—. El procés és semblant al que es produeix en una combustió ordinària, si bé en aquest darrer cas l'oxigen prové de l'aire. L'oxidant i el reductor es presenten en forma de productes sòlids. Es barregen i quan s'aplica calor es produeix una reacció d'intercanvi d'electrons, anomena-

da reacció redox –oxidació i reducció–.

Els àtoms de combustible cedeixen electrons als àtoms d'oxidant. Aquest darrer, doncs, guanya electrons i l'altre en perd. Es trenquen enllaços químics existents i se'n formen de nous, que porten a altres productes. Com els nous enllaços són més estables, necessiten menys energia i, per tant, se'n desprèn certa quantitat en forma de calor. Aquesta calor queda confinada i permet un seguit de reaccions que produiran els diferents efectes.

Aquests efectes depenen de les substàncies que formen el producte i de la seva disposició. Es poden col·locar metxes lentes, per produir efectes retardats, triar unes formes concretes o uns colors determinats.

LA PRODUCCIÓ DELS COLORS

Tot i la gran gamma de productes i efectes, el nombre de substàncies utilitzades és petit. Les diferents combinacions, proporcions i disposicions donaran efectes diferents. La llum que emeten depèn de la temperatura a què s'arriba i de les substàncies utilitzades. El color depèn de la longitud d'ona. La llum visible està compresa entre els 380 i els 780 nanòmetres –mil milionèsima part d'un metre–. La major longitud d'ona –i per tant, menor freqüència–, correspon al vermell –més enllà hi ha l'infraroig–, i la menor al violeta –a menys longitud d'ona tenim els ultravioleta–. Quan la radiació cobreix tot l'espectre, obtenim el color blanc. La longitud d'ona disminueix a mesura que augmenta la temperatura. La intensitat també depèn de la temperatura.

Les llampades de llum blanca es produeixen amb un òxid metàl·lic, com ara magnesi, que s'escalfen a més de 3.000 graus en el procés redox. Una barreja de perclorat potàssic i pols de magnesi –o d'alumini– produeix una explosió i una llum blanca. Solen utilitzar-se per anunciar que el castell de focs ha acabat. Però també tenen aplicacions en espectacles o fins i tot per il·luminar durant uns segons un terreny.

Si es vol mantenir aquesta lluminositat es poden utilitzar partícules més grosses, que van consumint oxigen de l'aire. Produeixen espurnes més durades i menys brillants. Quan es desitja produir efectes d'un color determinat s'ha de col·locar una substància concreta.

Fins a èpoques recents no es va estu-



diar el procés de creació de colors. Ara hi ha diversos tractats sobre el tema. Anteriorment, els colors es buscaven de manera pràctica, efectuant proves.

El color es produeix perquè l'energia que es proporciona a la substància fa saltar un electró a una òrbita superior de la normal. L'electró torna ràpidament a la seva òrbita i emet llum d'un color determinat.

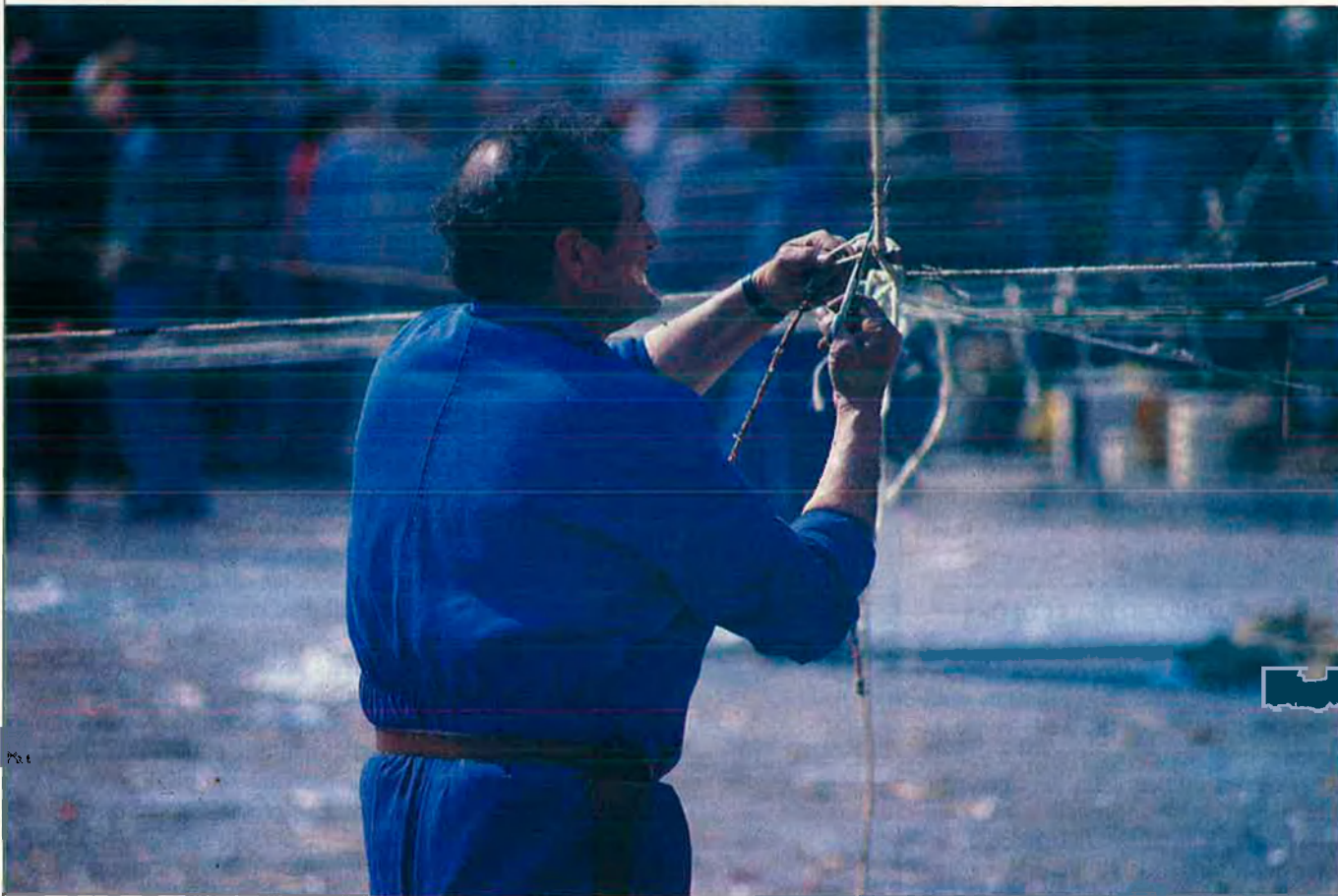
Segons l'element que contingui el compost, el color serà un o un altre. Hi ha sis colors bàsics en pirotecnia: vermell, verd, blanc, groc, taronja i blau. Si hi ha estronci –en clorur o en hidròxid– la llum és vermella. El bari dona color verd. L'alumini produeix blanc o platejat. El sodi dona llum groga, fins i tot quan nomes està present com impuresa. El ferro dona taronja. I el blau, el color més difícil d'aconseguir, prové del coure.

Aquests productes solen ser inestables i es produeixen en el decurs de la reacció. S'utilitzen compostos que produeixen clor lliure, com cautxú clorat, clorur de polivinil –un plàstic–, clorat o perclorat. El clor que desprèn es combina amb l'element en qüestió –estronci, bari o un altre– i la molècula formada produeix la llum de color.

El color blau es pot produir amb clorur de coure. Però a les altes temperatures que es donen a la flama, aquesta sal és inestable. Això obliga a estudiar molt bé la forma de fabricar el producte i les substàncies que han d'intervenir en la reacció.

De coets n'hi ha de diversos tipus. S'enlarien fins a uns 150 o 200 metres sobre el terra, guiats per la canya, que impedeix que es desviïn. Al cap del coet es col·loquen les substàncies que produiran els diversos efectes. La pólvora negra impulsa la carcassa, mentre una metxa de retard va cremant, fins que la calor arriba a una segona càrrega de pólvora, que inflama la mescla que produeix els efectes desitjats.

Les carcasses europees i americanes tenen una distribució homogènia de substàncies que produiran llum. D'aquesta forma l'efecte tindrà una forma irregular. Les carcasses de tipus japonès tenen diverses capes de substàncies diferents, la qual cosa produeix una forma més regular dels feixos lluminosos. Si posem metxes de retard entre els compartiments amb productes diferents, podem produir explosions en diferents moments. Per això podem veure coets que van canviant de color en esclatar.



Cada compartiment va separat dels altres per cartó.

Els coets també poden produir so. Això s'aconsegueix mitjançant la producció intermitent de gasos a petita escala. D'aquesta manera, els coets poden produir una mena de xiulets.

ESPECTACLES PIROMUSICALS

Actualment es produeixen espectacles piromusicals, en els quals el castell de focs va acompanyat de música. En aquests casos, la música i l'efecte van combinats, de forma que s'ha estudiat la coincidència d'un determinat tipus de llum amb unes notes concretes. Cada coet pot esclatar després d'un temps determinat des del seu llançament. Això s'ha de tenir en compte a l'hora de programar el seu esclat en un moment determinat de la música.

La família Grucci, els pirotècnics més famosos dels Estats Units, tenen un catàleg molt extens. Seixanta-dos anys després que el pare s'establís als Estats Units —més de mig segle més tard que l'empresa fos creada, a Itàlia—, el seu catàleg conté gairebé dos mil productes diferents. Cada un té unes característiques concretes de color, forma i temps d'esclat.

Per tal de seleccionar cada producte i programar-ne el llançament segons la música triada, han elaborat un programa d'ordinador que marcarà el segon exacte en què un coet ha de ser encès. Tot i així, l'encesa és manual, per molt que la tecnologia ajudi a programar l'espectacle.

Però la pirotècnia no s'ocupa només de produir bells efectes. Els militars també s'interessen per la manera d'il·luminar un terreny per una acció nocturna. També s'estudien nous sistemes de senyals lluminosos. És possible produir calor sense necessitat d'encendre foc, propietat aprofitada a la Segona Guerra Mundial per calentar el menjar. I les naus espacials, que utilitzen motors no atmosfèrics, també tenen molt a agrair als principis de la pirotècnia.

Un aspecte molt important és la seguretat. Per això cal conèixer molt bé les característiques dels productes utilitzats. La temperatura d'ignició, és a dir, la temperatura a la qual es pot produir una reacció que no s'extingeix de seguida, varia en cada cas. La grandària dels grans de les diferents substàncies també hi influeix.

Les precaucions i les legislacions no eviten tots els accidents. Si bé les indús-

tries pirotècniques solen complir totes les normes, les fàbriques clandestines representen un perill evident.

Un altre perill prové del transport inadequat d'aquests productes. Si es va en cotxe, se n'han de dur en el maleter i, durant el trajecte, òbviament, no s'ha de fumar ni carregar benzina. Determinats productes tampoc s'han de guardar a l'interior de la casa fins que siguin utilitzats, sinó que han d'estar en llocs ventilats.

L'afició a la pirotècnia sembla créixer a tot el món. Als Estats Units, el consum anual per individu s'ha doblat des del 1976. Als Països Catalans hi ha una gran tradició i es produeixen centenars de tones de productes pirotècnics cada any. Alguns fabricants han obtingut nombrosos premis en certàmens internacionals.

Els espectacles més llargs solen durar de vint a trenta minuts. Això requereix unes 600 hores de treball per preparar-ho tot. En aquesta estona, uns 700 quilograms de pólvora, cartó, i altres materials i productes es transformen en pols i fum. Molt de pes per a un espectacle efímer i impactant.

Xavier Duran