



GUIA PER A L'AVALUACIÓ I LA PREVENCIÓ DELS RISCOS ALS LABORATORIS DE PRÀCTIQUES DE QUÍMICA

Albert Moyano i Baldoire

ic e
● ● ● ● ● ● ● ●



UNIVERSITAT DE BARCELONA



Oficina de Seguretat, Salut i Medi Ambient
(OSSMA)



**GUIA PER A L'AVALUACIÓ I LA
PREVENCIÓ DELS RISCOS ALS
LABORATORIS DE PRÀCTIQUES
DE QUÍMICA**

Albert Moyano i Baldoire

© ICE Universitat de Barcelona
© Albert Moyano i Baldoire
ISBN: 84-88795-54-8

Imprimeix:
Editorial-Graficas Signo, S.A.
Carretera de Cornellà, 140, 2a planta
08950 Esplugues de Llobregat (Barcelona)

Dipòsit Legal: B-48.955-2000

PRESENTACIÓ

L'adequació de l'estructura i de l'activitat universitàries als requeriments en matèria de prevenció de riscos laborals que sorgeixen de la transposició a la legislació espanyola de la normativa de la Comunitat Europea representa sense cap mena de dubte un dels principals reptes per a la Universitat en els propers anys. Per a assolir aquest objectiu resulten imprescindibles tant el ferm compromís de tots els estaments de la Universitat amb la millora de la seguretat en les tasques docent i investigadora, com el disposar d'eines de treball que ens permetin identificar els punts forts i febles de l'estat actual de la prevenció dels riscos en l'àmbit universitari. En aquest sentit, i coneixedor de l'excel·lent tasca duta a terme per la Comissió de Seguretat de la Facultat de Química en l'avaluació de les condicions de seguretat dels laboratoris de pràctiques, vaig suggerir al Dr. Albert Moyano, Vicedegà de la Facultat de Química i delegat acadèmic de Seguretat Laboral de l'Oficina de Seguretat, Salut i Medi Ambient de la Universitat de Barcelona, la conveniència de que a partir dels resultats derivats d'aquesta avaluació es confegís un manual que pogués ésser utilitzat en un àmbit més general de la Universitat de Barcelona. Fruit de la resposta positiva del Dr. Moyano, a qui vull agrair la seva dedicació i les hores esmerçades en dur a bon port aquesta tasca, és aquesta «Guia per a l'avaluació i la prevenció dels riscos als laboratoris de pràctiques de química», que gràcies a la col·laboració de l'Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat de Barcelona podem presentar ara a la comunitat universitària, convençut de que constituirà una eina fonamental per a la millora de les condicions de seguretat i salut de la nostra tasca docent.

Barcelona, gener 2001

Miquel A. Seco Garcia
Delegat del Rector per a la Seguretat, Salut i Medi Ambient
Universitat de Barcelona

I. INTRODUCCIÓ

L'entrada en vigor de la Llei de Prevenció de Riscos Laborals, a finals de l'any 1995, i dels reglaments que la desenvolupen, si bé ha tingut un gran impacte primordialment en l'àmbit empresarial, té també fortes implicacions en el món de l'ensenyament, que és necessari posar de relleu.

En primer lloc, és obvi que, sobre tot en el cas de les ciències experimentals, l'activitat docent presenta uns riscos intrínsecs que poden afectar a la seguretat i a la salut dels estudiants, dels ensenyants i del personal auxiliar. Aquests riscos a més presenten unes característiques específiques (degudes a la diversitat dels possibles tipus de riscos, a la naturalesa canviant de l'activitat docent, al caràcter de personal en formació dels estudiants, etc.) que els diferencien clarament de la tipologia de risc més específicament laboral. Cal tenir també present que la importància d'una correcta prevenció dels riscos en l'àmbit docent va molt més enllà del que seria una simple millora de les condicions de seguretat. En efecte, els estudiants que s'estan formant esdevindran professionals en un futur proper, i l'adquisició d'uns hàbits i d'una actitud adients pel que fa a la prevenció dels riscos al llarg de llur període d'aprenentatge ha de tenir una importància cabdal en la seguretat de les condicions de treball a les empreses del nostre entorn.

Els laboratoris de pràctiques de química, tant a nivell preuniversitari com universitari, constitueixen un lloc especialment rellevant pel que fa a la formació preventiva de l'estudiant. D'una banda, l'ensenyament pràctic de la química a nivell de laboratori comporta una sèrie de riscos específics (ingestió de o contacte amb substàncies perilloses, exposició a atmosferes contaminades, talls, accidents elèctrics, possibilitat d'incendis o explosions, manipulació de gasos a pressió) que necessiten d'una forta activitat preventiva, tant a nivell de les instal·lacions i condicions generals del laboratori com a nivell de la correcta formació dels docents i de l'alumnat. D'altra banda, la forta implicació de la química en l'activitat industrial i la gran varietat de sortides professionals dels llicenciats en ensenyaments relacionats amb l'àrea de coneixement de la química asseguren la repercussió social dels esforços esmerçats en assegurar una bona formació preventiva als laboratoris de pràctiques de química.

Si bé existeixen excel·lents monografies, d'un nivell tècnic més elevat, sobre la seguretat de les condicions de treball en diferents tipus de laboratoris, creiem que és important el poder disposar d'una guia en la que es contemplin els principals aspectes que poden afectar a la seguretat del laboratori de pràctiques. La guia que ara us presentem, fruit de l'experiència adquirida en l'ensenyament pràctic de la química i en el si de la Comissió de Seguretat de la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona, pretenem que actui com una eina útil per a les persones i les institucions implicades amb la docència experimental de la química, en la que es resumeixen les mesures preventives adients i que conté una enquesta d'autoavaluació de les condicions de seguretat especialment dissenyada per als laboratoris docents de química.

II. SUPERFÍCIE DEL LABORATORI I NOMBRE DE PLACES

Encara que no existeix una normativa específica que reguli la capacitat dels laboratoris, està àmpliament admès que per a mantenir unes condicions acceptables de seguretat la superfície del laboratori hauria de proporcionar un mínim de 10 m² per persona. Així, un laboratori de 200 m² hauria de tenir una capacitat màxima de 20 alumnes per sessió. A més, l'espai total disponible per a les pràctiques hauria de preveure el següent:

1. Vitrines extractores: Als laboratoris on es manipulen substàncies perilloses el treball s'hauria de dur a terme majoritàriament en vitrines extractores de gasos, per la qual cosa al laboratori hi hauria d'haver com a mínim una vitrina per a cada dues persones (és a dir, 10 vitrines en un laboratori de 200 m²).
2. Hi ha d'haver espai suficient per a ubicar armaris de seguretat per a emmagatzemat de líquids inflamables i/o d'àcids i bases forts, per a rentauïlls i per a dutxa de seguretat.
3. Cal disposar d'una habitació separada per a magatzem de productes.
4. Si s'han de preparar mescles o mostres per a les pràctiques, resulta molt convenient disposar d'un laboratori separat.
5. Els instruments han d'estar ubicats idealment en un espai específic.

El laboratori de pràctiques de química cau doncs dins la tipologia del que s'anomena un laboratori gran, amb escassa compartimentació. Aquests tipus de laboratoris presenten clars avantatges pel que fa a la gestió de la seguretat (bona visibilitat, facilitat d'organització del treball), juntament amb alguns inconvenients (facilitat de propagació d'incendis, dificultats de ventilació adient, dificultats d'evacuació d'un nombre elevat de persones) que cal tenir presents.

Pel que fa a la seva ubicació a l'edifici, els laboratoris situats a la planta baixa (sempre que no siguin d'un risc molt elevat) són preferibles als situats en plantes superiors per diversos motius (facilitat d'evacuació, facilitat d'eliminació dels residus, facilitat d'aprovisionament) encara que presenten també alguns inconvenients (dificultat d'instal·lació de sistemes d'extracció, possibilitat de propagació d'incendis a plantes superiors, dificultat d'evacuació de les plantes superiors en cas d'incendi).

III. LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA

Un nombre elevat d'accidents al laboratori de pràctiques es poden evitar mantenint la instal·lació elèctrica en unes condicions mínimes de seguretat. Les principals mesures preventives pel que fa a la seguretat elèctrica són les següents:

- 1.** Cal minimitzar la utilització d'extensions, allargadors i preses de corrent supletòries («lladres») per a connectar l'aparellatge elèctric necessari. Per aquest motiu, hi ha d'haver un nombre suficient de preses de corrent, i aquestes han d'ésser fàcilment accessibles. En cas de poder renovar la instal·lació elèctrica, s'ha de tenir en compte que cada cinc anys és probable que es dupliqui la demanda de potència elèctrica. Si és imprescindible la utilització de diversificadors de connexions, aquests han d'estar protegits lateralment i han de tenir connexió a terra.
- 2.** A cada lloc de treball hi ha d'haver com a mínim una doble presa de corrent («dúplex»), i la distància entre preses ha d'ésser inferior a un metre. Les preses de corrent normals s'han de situar preferentment lluny de fonts d'humitat i de fonts de vapors inflamables o corrosius. Les preses de corrent disposades sobre taules o relleixos haurien de tenir una tapa de protecció per a vessaments i esquitxos. Les preses de corrent inferiors s'han d'instal·lar com a mínim a 40 cm del terra. Totes elles han de disposar de presa de terra.
- 3.** Les conduccions elèctriques han de disposar d'un quadre general de material aïllant, ubicat en un lloc accessible del laboratori. Aquest quadre general disposarà com a mínim de dos interruptors (per a la il·luminació i l'aparellatge, respectivament) i de disjuntors de protecció de resposta ràpida.
- 4.** A les zones on hi poden haver vapors o líquids inflamables (magatzem de productes, interior de vitrines extractores) la instal·lació elèctrica ha d'ésser protegida (antidefla-grant).
- 5.** En cas d'efectuar transvasaments de líquids inflamables entre recipients metàl·lics, s'han de prendre mesures de protecció (connexions equipotencials entre els recipients metàl·lics i connexions a terra) per a evitar guspires produïdes per electricitat estàtica.
- 6.** Els equips de gran consum (estufes, forns, mufles, cromatògrafs de gasos, etc.) han de disposar de línies específiques, protegides per interruptors automàtics diferencials i magnetotèrmics.

IV. SUPERFÍCIES DE TREBALL

El correcte estat de les superfícies de treball és un factor de gran importància per a les condicions de seguretat del laboratori de pràctiques. Així, és important tenir el laboratori, abans de començar un torn de pràctiques, en un correcte estat d'ordre i neteja, i responsabilitzar als estudiants de la seva obligació de mantenir-lo al llarg del període de pràctiques. Està demostrat que el treball en un ambient net i ordenat és més eficient i segur. A més, bon nombre d'accidents es produeixen a causa de la mala ordenació de productes i aparells, com el confondre un producte per un altre.

És també important mantenir sempre els desguassos de taules i vitrines en un bon estat de neteja, ja que si aquests estan obstruïts s'augmenten els riscos d'accidents per treball amb productes tòxics o corrosius.

Finalment, s'ha de tenir cura en deixar lliures d'obstacles els passadissos d'evacuació dels laboratoris. Aquests han de tenir sempre una amplada mínima d'un metre i la senyalització d'evacuació corresponent ha de restar ben visible en tot moment.

V. INSTAL·LACIÓ DE GASOS A PRESSIÓ

El treball amb gasos comprimits, habitual en laboratoris de pràctiques de química de nivell avançat, necessita d'una sèrie d'accions preventives específiques.

En primer lloc, el personal del laboratori i els estudiants haurien d'estar familiaritzats amb la manipulació correcta de les bombones de gasos a pressió, per la qual cosa cal fer una petita sessió introductòria a l'inici del període de pràctiques.

En principi, les bombones de gasos a pressió que s'han d'utilitzar habitualment a les pràctiques (per a cromatògrafs de gasos, aparells d'espectrofotometria d'absorció atòmica, nitrogen o heli per a atmosferes de reacció inerts, etc.) no s'han de situar dins el laboratori. La situació ideal és la d'una caseta de gasos ubicada a l'exterior, on les bombones estiguin situades en posició vertical. Només s'hauran de tenir bombones dins el laboratori per a llur utilització esporàdica, durant el temps en què s'emprin. Les bombones hauran d'estar en posició vertical i ben fixades mitjançant abraçadores o cadenes a la paret. Si es tracta de gasos tòxics o corrosius la bombona ha d'ésser prou petita per a permetre la seva col·locació dins una vitrina extractora. Cal tenir també cura de que les bombones conservin les marques, senyals o etiquetes originals, car aquestes contenen informació important per a la manipulació segura del gas (nom químic del gas, símbols de perillositat, qualitat del gas, capacitat de la bombona, pressió de càrrega, etc.). Les bombones no s'han de repintar mai car hi ha un codi estricte de colors per a diferents parts de la bombona (ogiva o part davantera, franja i cos). Així, el color del cos reflecteix la perillositat del gas:

VERMELL	gasos combustibles
TARONJA	propà o butà
NEGRE	gasos oxidants o inerts
GROC	gasos corrosius
VERD	gasos tòxics

Una identificació complerta del gas s'aconsegueix amb combinacions de colors de la franja i l'ogiva. Per exemple, l'hidrogen té les tres parts de color vermell; l'aire comprimit té cos i franja negres i ogiva blanca; el nitrogen té les tres parts de color negre; el clor té el cos groc amb franja i ogiva blanques, etc. Els subministradors poden proporcionar un pòster informatiu. Les bombones hauran d'estar emmagatzemades en un lloc protegit contra la corrosió, lluny de fonts de calor i de substàncies inflamables, lluny d'escales, ascensors i altres rutes de sortida. Pel que fa a llur ubicació temporal dins el laboratori, cal observar les mateixes precaucions, tenint cura a més, si es situen a la paret d'un passadís, que no obstrueixin el pas i que les vàlvules de sortida s'orientin correctament per a prevenir contusions.

Finalment, cal recordar que les bombones no s'han de transportar fent-les rodar per la base o arrossegant-les, sinó amb els carretons adients. Durant el transport la clau ha d'estar tancada i el caputxó metàl·lic ha d'estar roscat per evitar fuites en cas de caiguda.

Un cop col·locat el manoreductor, s'ha de comprovar l'absència de fuites a les juntes amb aigua sabonosa (o un detector de gasos). En cas de fuga, si aquesta és sense flama, s'ha de tancar ràpidament la clau principal. Si no es pot tancar l'aixeta, s'ha de traslladar el recipient a l'exterior, i avisar el tècnic de manteniment. Si la fuga és amb flama, s'ha de procurar tancar primer la clau. Si això no és possible, s'ha de evacuar la zona i avisar els bombers. Mentre no arriben, s'han d'allunyar les substàncies inflamables de la bombona, s'ha de ruixar la bombona amb aigua dispersada freda i intentar apagar la flama amb un extintor de neu carbònica o de pols polivalent. Un cop extingida la flama, s'ha de tancar ràpidament la clau (per evitar la formació de mescles explosives). Les bombones que hagin patit alguna fuga o accident s'han de retornar al subministrador.

VI. CONDICIONS D'EVACUACIÓ DEL LABORATORI

Atès que normalment els laboratoris de pràctiques de química són d'un risc intrínsec mitjà o alt, i/o tenen més de 100 m² de superfície, cal que tinguin com a mínim dues portes de sortida. L'alçada de pas lliure de les portes hauria d'ésser de 2.0 a 2.2 m. La seva amplada ha de tenir un mínim de 80 cm. Els valors recomanats són de 90 cm, si és d'una sola fulla, i de 120 cm, si és de doble fulla. Les portes de sortida no han d'ésser mai corredisses, i evidentment no poden estar tancades amb claus ni cadenats. Idealment, haurien d'estar dotades de barres antipànic, per que es puguin obrir cap a fora en qualsevol circumstància. Si donen a un passadís molt transitat, s'han de senyalar adequadament per a prevenir accidents. Haurien de tenir també un vidre de seguretat de 40x23 cm, situat a l'alçada dels ulls, per evitar accidents i poder observar l'interior del laboratori des de fora. Depenent del risc d'incendi, hauran de tenir una resistència al foc adient (com a mínim de 30 minuts).

Tant les rutes d'evacuació dins al laboratori com les sortides hauran d'estar senyalitzades clarament. Les sortides es mantindran sempre lliures d'obstacles, lluny de substàncies inflamables, i tindran una adequada il·luminació (normal i d'emergència). En cap cas la distància de qualsevol punt del laboratori a la sortida més propera serà superior als 25 m.

VII. RESIDUS I DEIXALLES

En un laboratori de pràctiques de química es fan servir molts productes i es realitzen diverses operacions que generen residus, en molts casos perillosos per a la salut i el medi ambient. Si bé el volum d'aquests residus és relativament petit, el problema no es pot menystenir, donat que els productes poden ésser molt tòxics. Per tant, les pràctiques han de preveure el control, el tractament i l'eliminació dels residus que generen.

En primer lloc, hom pot incidir directament sobre els residus generats planificant adequadament l'escala de treball i la natura dels productes químics que s'empren o que es generen. Cal tenir en compte que en molts casos hom pot adaptar les pràctiques existents a una escala de treball reduïda (p. ex., escala semimicro) i emprar reactius no contaminants (p. ex., substitució de reaccions d'oxidació amb metalls pesants per d'altres que empren lleixiu). Així mateix, no cal oblidar que sovint és possible eliminar la característica perillosa d'un residu mitjançant un tractament al mateix laboratori, que pot formar part de la pràctica. Per exemple, existeixen diversos procediments segurs de tractament d'àcids i bases inorgàniques, d'agents oxidants, de cianurs, de nitrats, etc. que permeten llur abocament a la xarxa de desguàs. Caldria disposar al laboratori d'un llibre o d'un manual de tractament de residus químics (vegeu Bibliografia).

Pel que fa als residus que s'han d'eliminar, hi ha d'haver al laboratori un nombre suficient de recipients, perfectament etiquetats segons els diferents tipus de residus (dissolvents clorats, dissolvents no clorats, dissolucions aquoses de metalls pesats, suports cromatogràfics, draps o papers de filtre contaminats, vidre contaminat i no contaminat, agulles, olis minerals de bombes de buit, olis o silicones de banys calefactors, etc.). S'ha d'establir també un sistema de recollida periòdica dels residus al laboratori, i disposar d'un magatzem amb les condicions adients per a mantenir-los temporalment fins a llur retirada per una empresa autoritzada.

Finalment, cal disposar dels absorbents adequats (comercialment assequibles) per a contenir els vessaments dels diversos productes emprats a les pràctiques. A cada laboratori hi haurà una llista de procediments per neutralitzar els vessaments dels productes que s'emprin. L'actuació general en el cas de vessament d'un producte tòxic és la següent:

- El professor valorarà quin és el producte vessat, la quantitat i cabal de la fuga, si hi ha persones afectades, i si hi ha perill de foc o explosions.
- Un cop determinats aquests aspectes, es procedirà a tallar la fuga; si és necessari s'aturaran els experiments en curs a prop de la fuga, i es recolliran i neutralitzaran els productes vessats, utilitzant els absorbents i neutralitzants adequats.
- En cas que la fuga sigui d'un gas o aerosol tòxic, cal evacuar el laboratori, tallar si és possible la font de la fuga, obrir les finestres del laboratori per afavorir la sortida dels vapors i tancar les portes per impedir que aquests accedeixin a altres zones de l'edifici. Si és necessari, cal avisar als bombers i proporcionar atenció mèdica als afectats.

VIII. SENYALITZACIÓ GENERAL DEL LABORATORI

Les situacions de perill que es poden produir al laboratori s'han de donar a conèixer mitjançant el que s'anomena senyalització de seguretat i salut. Si bé la senyalització per ella mateixa no elimina el risc, una senyalització correcta resulta molt eficaç com a mesura de seguretat complementària. El color, la forma, la simbologia, la grandària i la ubicació dels senyals de seguretat i salut estan totalment reglamentats en el Reial Decret 485/1997, de 14 d'abril de 1997 (BOE n° 97, de 23 d'abril), que s'ha de consultar per a tenir una informació més acurada. En el context que ens ocupa, cal recordar que:

- El responsable del centre té l'obligació d'ubicar els senyals de seguretat i salut necessaris.
- La ubicació dels senyals dels equips de lluita contra incendis presents al laboratori (extintors, mànegues contra incendis, etc.) s'ha d'indicar mitjançant senyals de forma rectangular o quadrada, amb pictogrames blancs sobre fons vermell.
- La presència de riscos al laboratori o al magatzem (matèries inflamables, tòxiques, corrosives, comburents, nocives o irritants, radioactives, etc.) s'ha d'indicar a l'entrada mitjançant senyals de forma triangular amb pictogrames negres sobre fons groc i amb vores negres (excepció: el fons del senyal d'avertència de matèries nocives i irritants, que serà de fons taronja per a evitar possibles confusions amb senyals similars de tràfec).
- La ubicació de rutes d'evacuació, de sortides d'emergència, de dutxes, de rentaulls i de farmacioles de primers auxilis s'ha d'indicar mitjançant senyals de forma rectangular o quadrada, amb pictogrames blancs sobre fons verd.
- L'obligatorietat d'ús d'equips de protecció individual (ulleres de seguretat, bata de laboratori, guants, etc.) s'ha d'indicar a l'entrada mitjançant senyals de forma rodona, amb pictogrames blancs sobre fons blau.

IX. EXTINTORS PORTÀTILS I MANTES OFEGAFOC

Els equips de lluita contra incendis que obligatòriament han d'estar ubicats dins del laboratori de pràctiques són els extintors portàtils i les mantes ofegafoc.

Els petits incendis que poden produir-se als laboratoris de pràctiques de química sovint es poden controlar tapant-los amb teles ignífugues o draps mullats. Si això no és possible, es poden atacar amb un extintor portàtil, que ha d'estar sempre present al laboratori. El tipus d'extintor adient depèn de la substància inflamada, si bé els més pràctics i universals són els de neu carbònica i/o els de pols polivalent, que són eficients per extingir focs de tipus A (fusta, paper, tela, suro, goma...), B (líquids inflamables) i C (gasos o vapors inflamables). En el cas que hi hagi instrumental elèctric i/o electrònic vora el foc, és millor emprar extintors de neu carbònica per a no perjudicar els aparells. Els focs produïts per metalls reactius (magnesi, sodi, potassi, etc.) no es poden atacar amb extintors. El millor és cobrir-los amb sorra i evacuar la zona de productes combustibles i de persones.

Els extintors hauran d'ésser fàcilment accessibles (extrem de la taula, paret a baixa alçada) i des de qualsevol punt del laboratori hom ha de poder veure l'extintor o el senyal de localització corresponent. S'han d'ubicar preferentment als llocs de major risc, i cal tenir en compte que des de qualsevol punt del laboratori la distància mínima a un extintor ha d'ésser de 15 m. L'etiquetat original, que indica el contingut, el tipus de foc pel que és adequat i la forma d'ús, ha d'estar clarament visible. S'han de fer revisions periòdiques, p. ex. trimestrals, pels usuaris (aspecte i ubicació), anuals per l'instal·lador autoritzat i s'han de timbrar quinquenalment.

Les mantes ofegafoc permeten una acció eficaç en el cas de focs petits i sobre tot quan les flames prenen a la roba, com alternativa a les dutxes de seguretat. La utilització de la manta pot evitar el desplaçament de la persona encesa, la qual cosa ajuda a limitar l'efecte i el desenvolupament de les flames. Una correcta senyalització de la ubicació de la manta resulta imprescindible per a garantir la seva ràpida utilització. N'hi hauria d'haver com a mínim una en un laboratori de pràctiques de química en el que es manipulin productes inflamables. Si bé antigament eren d'amiant (que hom sap ara que és cancerigen), actualment són de fibra de vidre o de teixits tractats amb ignífugants.

X. AVISOS DE FOC-EMERGÈNCIA

En el cas que hom no pugui controlar un incendi al laboratori descarregant un màxim de dos extintors, cal fer el següent:

- 1.** Evacuar immediatament el laboratori
- 2.** Donar avís als bombers
- 3.** Posar-se en contacte amb la consergeria (o amb el centre de comunicacions per a emergències establert) del centre per activar el Pla d'Emergència o l'evacuació parcial o total de l'edifici

Per poder dur a terme les dues darreres accions, cal que hi hagi un telèfon dins el mateix laboratori o en un lloc proper. Al costat d'aquest telèfon hi haurà d'haver un cartell amb les instruccions a seguir en cas d'emergència, i amb els números de telèfon d'emergència (bombers, ambulància, serveis mèdics d'urgència, etc.). És també convenient l'existència al laboratori de pràctiques de sistemes automàtics de detecció d'incendis (detectors) i d'avís (polsadors i sirenes d'alarma).

XI. INSTAL·LACIONS CONTRA INCENDIS

En la planta en la que està ubicat un laboratori de pràctiques de química que presenti un risc d'incendi mitjà o alt, hi hauria d'haver elements que permetessin minimitzar l'abast d'un incendi que es pugui estendre més enllà del laboratori. Els elements o instal·lacions d'aquest tipus més importants són:

- 1)** envans de separació i portes tallafoc situades de tal manera que la zona del laboratori constitueixi un sector d'incendis independent, amb una resistència al foc de tres hores.
- 2)** equips de respiració autònoms per a poder procedir al salvament d'una persona accidentada en un local amb fum.
- 3)** boques d'incendi equipades, amb pressió d'aigua suficient i convenientment senyalitzades (senyal de forma rectangular o quadrada, amb pictograma blanc sobre fons vermell).

Per a la utilització dels equips de respiració i les boques d'incendi equipades cal que hi hagi personal al centre que hagi rebut la formació adequada.

XII. PRODUCTES QUÍMICS PERILLOSO **(INFLAMABLES, TÒXICS, CÀUSTICS I CORROSIUS)**

Evidentment, els principals riscos presents en un laboratori de pràctiques de química deriven de les característiques de perillositat dels productes químics que s'hi manipulen. En aquest context, convé recordar que les principals causes de perillositat intrínseca de les substàncies químiques són les següents:

- 1.-** Producció de reaccions exotèrmiques que poden donar lloc a incendis o explosions.
Exemple: combustió del metà (gas natural).
- 2.-** Alteració o destrucció de teixits vius en contacte amb elles. Exemple: àcid sulfúric concentrat.
- 3.-** Pertorbació de la salut de les persones per interferència amb processos metabòlics.
Exemple: benzè.
- 4.-** Producció de contaminació en ser alliberades en el medi ambient. Exemple: mercuri.
- 5.-** Riscos associats a l'estat físic del producte. Exemple: major risc comparatiu de líquids i gasos front als sòlids.

XIII. CLASSIFICACIÓ DELS PRODUCTES QUÍMICS PERILLOSOS

Normativa aplicable: Reial Decret 363/1995 (substàncies)
Reial Decret 1078/1993 (preparats)

Definicions prèvies

Substància química: Qualsevol element o compost tal i com es presenta a la natura, a la indústria o al comerç. Exemples: clor, àcid sulfúric, sofre, àcid 2-acetilbenzoic.

Preparat químic: Mescla de dues o més substàncies químiques. Exemples: lleixiu, detergents, pintures, medicaments.

Producte químic: Nom genèric que es refereix tant a substàncies com a preparats.

Classificació de productes químics segons la seva perillositat

EXPLOSIUS. Substàncies o preparats sòlids, líquids, pastosos o gelatinosos que, àdhuc en absència d'oxigen atmosfèric, poden reaccionar de forma exotèrmica amb ràpida formació de gasos i que, en condicions d'assaig determinades, detonen, deflagren ràpidament o, per efecte de la calor, en cas de confinament parcial, exploten.

COMBURENTS. Substàncies o preparats que en contacte amb d'altres, particularment amb els inflamables, originen una reacció altament exotèrmica.

INFLAMABLES. Substàncies combustibles que cremen amb una aportació calòrica inicial molt baixa, i amb una elevada velocitat del front de flama. Per a una definició acurada els paràmetres més importants, en especial dels líquids, són el **punt d'inflamació** i els **límits d'inflamabilitat**.

- **Punt d'inflamació:** temperatura mínima en condicions normals de pressió (760 mm Hg) en la que es desprenen vapors suficients per a que es produeixi la inflamació en el aire mitjançant l'aportació d'una energia d'activació externa.
- **Límits d'inflamabilitat:** la concentració mínima de vapors o gasos a l'aire capaç d'inflamar-se és el *límit inferior d'inflamabilitat*. El *límit superior d'inflamabilitat* defineix la concentració de vapors a l'aire per sobre de la qual no es produeix inflamació a causa de l'insuficient contingut d'oxigen.

Tenint en compte aquests paràmetres, els productes inflamables es classifiquen de la manera següent:

- **Extremadament inflamables.** Substàncies o preparats líquids, el punt d'inflamació dels quals serà inferior a 0°C, i el punt d'ebullició inferior o igual a 35°C. Exemple: èter dietílic.
- **Fàcilment inflamables.**
 1. Substàncies o preparats que a temperatura ambient, a l'aire i sense aportació d'energia, poden escalfar-se o fins i tot encendre's. Exemple: hidrur de liti i alumini.
 2. Substàncies o preparats en estat líquid amb un punt d'inflamació inferior a 21°C, i que continuen cremant-se o consumint-se després d'allunyar la font d'ignició. Exemple: metanol.
 3. Substàncies o preparats gasosos inflamables a l'aire a pressió normal. Exemple: butà.
 4. Substàncies o preparats que en contacte amb l'aigua o amb l'aire humit desprenquin gasos fàcilment inflamables en quantitats perilloses. Exemple: sodi.
- **Inflamables.** Substàncies o preparats, el punt d'inflamació dels quals sigui igual o superior a 21°C i inferior o igual a 55°C. Exemple: alcohol amílic.
- **Combustibles.** Substàncies o preparats, el punt d'inflamació dels quals sigui igual o superior a 55°C. Exemple: quitrà.

TÒXICS. Són aquells productes que poden ocasionar una pèrdua de salut a tota persona que pugui veure's exposada a la seva acció, i sempre que disposin de paràmetres de referència que determinin llur toxicitat a través de qualsevol de les vies d'entrada (respiratòria, dèrmica o digestiva) a l'organisme.

Els paràmetres de referència més importants per avaluar la toxicitat d'una substància són la dosi i la concentració letal en rates.

- **DL-50 oral.** La dosi letal en rates per a la via oral és la quantitat ingerida per una mostra de rates i que ocasiona la mort del 50% de la mostra en unes condicions d'assaig prèviament establertes. S'expressa en mg de substància tòxica per unitat de pes de la rata (kg). L'extrapolació d'aquest paràmetre per a avaluar la toxicitat en l'home és orientativa, i de fet serveix per a avaluacions de toxicitat relativa entre substàncies.
- **DL-50 cutània.** La dosi letal en rates per a la via cutània també expressada en mg/kg indica la toxicitat del producte pel qual la via d'entrada sigui la dermis.
- **CL-50.** La concentració letal en rates es refereix a la concentració mínima de producte que per inhalació produeix la mort del 50% d'una mostra de rates. S'expressa en mg de producte per L d'aire, i va acompanyada del temps d'exposició utilitzat a l'assaig, que generalment és de quatre hores.

Amb aquests paràmetres, poden classificar-se els productes químics per graus de toxicitat.

- **Molt tòxics.** Substàncies o preparats que per inhalació ($CL-50 < 0.50 \text{ mg L}^{-1}$), ingestió ($DL-50 \text{ oral} < 25 \text{ mg kg}^{-1}$) o penetració cutània ($DL-50 \text{ cutània} < 50 \text{ mg kg}^{-1}$) puguin comportar riscos aguts, crònics o àdhuc la mort.
- **Tòxics.** Substàncies o preparats que per inhalació ($CL-50$ entre 0.5 i 2 mg L^{-1}), ingestió ($DL-50 \text{ oral}$ entre 25 i 200 mg kg^{-1}) o penetració cutània ($DL-50 \text{ cutània}$ entre 50 i 400 mg kg^{-1}) puguin comportar riscos aguts, crònics o àdhuc la mort.
- **Nocius.** Substàncies o preparats que per inhalació ($CL-50$ entre 2 i 20 mg L^{-1}), ingestió ($DL-50 \text{ oral}$ entre 200 i 2000 mg kg^{-1}) o penetració cutània ($DL-50 \text{ cutània}$ entre 400 i 2000 mg kg^{-1}) puguin comportar riscos de gravetat limitada.

CARCINOGENÈTICS. Substàncies o preparats que per inhalació, ingestió o penetració cutània puguin produir un càncer o un augment de la seva freqüència.

MUTAGÈNICS. Substàncies o preparats que per inhalació, ingestió o penetració cutània puguin produir alteracions en el material genètic.

TÒXICS PER A LA REPRODUCCIÓ. Substàncies o preparats que per inhalació, ingestió o penetració cutània puguin afectar de forma negativa la funció o la capacitat reproductora femenina o masculina.

TERATOGENÈTICS. Substàncies o preparats que per inhalació, ingestió o penetració cutània puguin produir lesions en el fetus durant el seu desenvolupament intrauterí.

CORROSIUS I IRRITANTS. Constitueixen un tipus de productes l'acció nociva dels quals sobre l'organisme es produeix mitjançant la destrucció o irritació forta dels teixits que entren en contacte amb ells. Acostumen a ser àcids o bases fortes el contacte dèrmic dels quals provoca greus cremades. Poden ser líquids o solucions líquides (àcids inorgànics i orgànics forts, etc.) o bé corrosius sòlids l'acció nociva dels quals es genera a través de l'absorció de l'aigua de la dermis (hidròxids sòdic i potàssic).

Aquests productes es classifiquen en:

Corrosius. Substàncies o preparats que en contacte amb teixits vius puguin exercir sobre ells una acció destructora.

Irritants. Substàncies o preparats no corrosius que per contacte immediat, perllongat o reiterat amb la pell o les mucoses puguin produir una reacció inflamatòria.

SENSIBILIZANTS. Substàncies o preparats que per inhalació, ingestió o penetració cutània puguin ocasionar una reacció d'hipersensibilització, de tal manera que una exposició posterior a aquesta substància o preparat dona lloc a efectes negatius característics. Exemple: bromur de benzil.

PRODUCTES QUÍMICS RADIOACTIUS. Substàncies o preparats que generen radiacions ionitzants i que cal que siguin utilitzats sota rigoroses mesures de control.

Productes químics incompatibles.

Finalment, existeixen substàncies químiques que ofereixen per llur reactivitat amb d'altres substàncies una especial perillositat, per produir reaccions violentes amb gran desprendiment de calor o per alliberar gasos tòxics. Per exemple, substàncies altament oxidants (peròxids orgànics, fluor, ozó, peròxid d'hidrogen, àcid perclòric, permanganats, dicromats, àcid nítric concentrat) o bé substàncies que alliberen gasos en ser tractades amb àcids (nitrits, nitrats, hipoclorits, cianurs, sulfurs) o amb metalls (àcid nítric).

La identificació dels riscos dels productes químics emprats a les pràctiques constitueix el primer pas necessari per a poder treballar amb ells amb seguretat. L'estudiant pot informar-se dels riscos d'una manera directa a través de l'*etiqueta de l'envàs* i dels *fulls de seguretat* del producte, a més de la informació continguda al llibre o guió de pràctiques. Els Reials Decrets abans esmentats (RD 363/1995 per a substàncies, modificat per l'Ordre de 13/09/1995, i el RD 1978/1993 per a preparats, modificat per l'Ordre de 20/02/1995) obliguen als productors o distribuïdors de productes químics perillosos a etiquetar amb uns criteris definits i a subministrar els fulls de seguretat respectius.

XIV. ETIQUETATGE

Les substàncies o preparats comercials han d'estar etiquetats de forma clara, llegible, indeleble i com a mínim en la llengua espanyola, oficial de l'Estat.

La informació continguda a l'etiqueta té com a missió:

- Informar de manera immediata
- Evitar confusions i errors en la manipulació
- Ajudar a organitzar la prevenció i l'emmagatzematge
- Informar de la conducta a seguir en cas d'accident

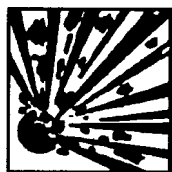
Amb aquesta finalitat, l'etiqueta ha de contenir, entre d'altres informacions:

- 1.** *Denominació de la substància* d'acord amb la legislació vigent o amb la nomenclatura reconeguda internacionalment. Si és un preparat, denominació o nom comercial, així com el nom químic de les substàncies que conté.
- 2.** *Nom i adreça completa*, incloent el número de telèfon, del responsable de la comercialització del producte, es tracti del fabricant, de l'importador o del distribuïdor.
- 3.** *Pictogrames i indicadors de perill*, segons la legislació vigent. S'imprimeixen en negre sobre fons groc-taronja.
- 4.** Riscos específics (*Frases R*), d'acord amb la legislació vigent.
- 5.** Consells de prudència (*Frases S*), d'acord amb la legislació vigent.
- 6.** La *quantitat nominal* del contingut (per a preparats).

Cal assegurar-se per tant que els productes emprats a les pràctiques, tant si són comercials com si s'han preparat al laboratori, estiguin correctament etiquetats. No s'han d'escriure les etiquetes a mà i hom ha de tenir cura de que la llegibilitat de l'etiqueta i la seva adherència a l'envàs no puguin deteriorar-se amb facilitat. Existeixen actualment diversos programes informàtics per a la confecció d'etiquetes (per exemple, el que ha confegit el «Centro Nacional de Condiciones de Trabajo»).

XV. PICTOGRAMES DE PERILLOSITAT DELS PRODUCTES QUÍMICS

Les etiquetes dels productes químics perillosos han d'incloure un o dos dels pictogrames següents (amb excepció dels productes amb la classificació d'*inflamables*, als quals no se'ls adjudica pictograma):



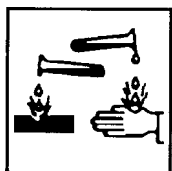
E. EXPLOSIU



F. FÀCILMENT INFLAMABLE; F+.
EXTREMADAMENT INFLAMABLE



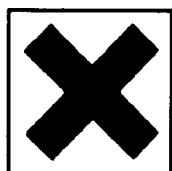
O. COMBURENT



C. CORROSIU



T. TÒXIC; T+. MOLT TÒXIC



Xn. NOCIU; Xi. IRRITANT

XVI. FRASES DE RISC I DE SEGURETAT

Aquestes frases informen sobre els riscos que el producte genera (FRASES R) i sobre les normes bàsiques de seguretat que cal seguir (FRASES S). Existeixen actualment 64 frases R (riscos específics de les substàncies i preparats perillosos), 62 frases S (consells de prudència sobre substàncies i preparats perillosos), 57 combinacions de frases R i 18 combinacions de frases S.

Cal tenir cura que a les etiquetes de tots els productes o preparats emprats a les pràctiques hi figurin els pictogrames i les frases de risc i seguretat de les substàncies que contenen.

Frases de risc. Riscos específics atribuïts a les substàncies i preparats perillosos

Frases R

R1	Explosiu en estat sec.	R23	Tòxic per inhalació.
R2	Risc d'explosió per xoc, fricció, foc o altres fonts d'ignició.	R24	Tòxic en contacte amb la pell.
R3	Alt risc d'explosió per xoc, fricció, foc o altres fonts d'ignició.	R25	Tòxic per ingestió.
R4	Forma compostos metàl·lics explosius molt sensibles.	R26	Molt tòxic per inhalació.
R5	Perill d'explosió en cas de escalfament.	R27	Molt tòxic en contacte amb la pell.
R6	Perill d'explosió en contacte o sense contacte amb l'aire.	R28	Molt tòxic per ingestió.
R7	Pot provocar incendis.	R29	En contacte amb l'aigua allibera gasos tòxics.
R8	Perill de foc en contacte amb matèries combustibles.	R30	Pot inflamar-se fàcilment en usar-ho.
R9	Perill d'explosió al mesclar amb matèries combustibles.	R31	En contacte amb àcids allibera gasos tòxics.
R10	Inflamable.	R32	En contacte amb àcids allibera gasos molt tòxics.
R11	Fàcilment inflamable.	R33	Perill d'efectes acumulatius.
R12	Extremadament inflamable.	R34	Provoca cremades.
R14	Reacciona violentament amb l'aigua.	R35	Provoca cremades greus.
R15	Reacciona amb l'aigua alliberant gasos extremadament inflamables.	R36	Irrita els ulls.
R16	Pot esclatar en mescla amb substàncies combustibles.	R37	Irrita les vies respiratòries.
R17	S'inflamen espontàniament en contacte amb l'aire.	R38	Irrita la pell.
R18	En usar-ho poden formar-se mescles aire-vapor explosives/inflamables.	R39	Perill d'efectes irreversibles molt greus.
R19	Pot formar peròxids explosius.	R40	Possibilitat d'efectes irreversibles.
R20	Nociu per inhalació.	R41	Riscos de lesions oculars molt greus.
R21	Nociu en contacte amb la pell.	R42	Possibilitat de sensibilització per inhalació.
R22	Nociu per ingestió.	R43	Possibilitat de sensibilització en contacte amb la pell.
		R44	Risc d'explosió en escalfar-lo en ambient confinat.
		R45	Pot causar càncer.
		R46	Pot provocar alteracions genètiques hereditàries.
		R47	Pot provocar malformacions congènites.

R48	Risc d'efectes greus per a la salut en cas d'exposició prolongada.	R24/25	Tòxic en contacte amb la pell i per ingestió.
R49	Pot causar càncer per inhalació.	R26/27	Molt tòxic per inhalació i en contacte amb la pell.
R50	Molt tòxic per als organismes aquàtics.		
R51	Tòxic per als organismes aquàtics.	R26/28	Molt tòxic per inhalació i per ingestió.
R52	Nociu per als organismes aquàtics.		
R53	Pot provocar a llarg termini efectes negatius en el medi ambient aquàtic.	R26/27/28	Molt tòxic per inhalació, per ingestió i en contacte amb la pell.
R54	Tòxic per a la flora.	R27/28	Molt tòxic en contacte amb la pell i per ingestió.
R55	Tòxic per a la fauna.		
R56	Tòxic per als organismes del sòl.	R36/37	Irrita els ulls i les vies respiratòries.
R57	Tòxic per a les abelles.	R36/38	Irrita els ulls i la pell.
R58	Pot provocar a llarg termini efectes negatius en el medi ambient.	R36/37/38	Irrita els ulls, la pell i les vies respiratòries.
R59	Perillós per a la capa d'ozó.	R37/38	Irrita les vies respiratòries i la pell.
R60	Pot perjudicar la fertilitat.	R39/23	Tòxic: Perill d'efectes irreversibles molt greus per inhalació.
R61	Risc durant l'embaràs d'efectes adversos per al fetus.	R39/24	Tòxic: Perill d'efectes irreversibles molt greus per contacte amb la pell.
R62	Possible risc de perjudicar la fertilitat.	R39/25	Tòxic: Perill d'efectes irreversibles molt greus per ingestió.
R63	Possible risc durant l'embaràs d'efectes adversos per al fetus.		
R64	Pot perjudicar els nens alimentats amb llet materna.	R39/23/24	Tòxic: Perill d'efectes irreversibles molt greus per inhalació i contacte amb la pell.
		R39/23/25	Tòxic: Perill d'efectes irreversibles molt greus per inhalació i ingestió.
Combinació de frases R			
R14/15	Reacciona violentament amb l'aigua, alliberant gasos extremadament inflamables.	R39/24/25	Tòxic: Perill d'efectes irreversibles molt greus per contacte amb la pell i ingestió.
R15/29	En contacte amb l'aigua allibera gasos tòxicament i extremadament inflamables.	R39/23/24/25	Tòxic: Perill d'efectes irreversibles molt greus per inhalació, contacte amb la pell i ingestió.
R20/21	Nociu per inhalació i en contacte amb la pell.	R39/26	Molt tòxic: Perill d'efectes irreversibles molt greus per inhalació.
R20/22	Nociu per inhalació i per ingestió.	R39/27	Molt tòxic: Perill d'efectes irreversibles molt greus per contacte amb la pell.
R20/21/22	Nociu per inhalació, per ingestió i en contacte amb la pell.		
R21/22	Nociu en contacte amb la pell i per ingestió.	R39/28	Molt tòxic: Perill d'efectes irreversibles molt greus per ingestió.
R23/24	Tòxic per inhalació i en contacte amb la pell.	R39/26/27	Molt tòxic: Perill d'efectes irreversibles molt greus per inhalació i contacte amb la pell.
R23/25	Tòxic per inhalació i per ingestió.		
R23/24/25	Tòxic per inhalació, per ingestió i en contacte amb la pell.	R39/26/28	Molt tòxic: Perill d'efectes irreversibles molt greus per inhalació i ingestió.

R39/27/28	Molt tòxic: Perill d'efectes irreversibles molt greus per contacte amb la pell i ingestió.	R48/21/22	Nociu: risc d'efectes greus per a la salut en cas d'exposició prolongada per contacte amb la pell i ingestió.
R39/26/27/28	Molt tòxic: Perill d'efectes irreversibles molt greus per inhalació, contacte amb la pell i ingestió.	R48/20/21/22	Nociu: Risc d'efectes greus per a la salut en cas d'exposició prolongada per inhalació, contacte amb la pell i ingestió.
R40/20	Nociu: Possibilitat d'efectes irreversibles per inhalació.	R48/23	Tòxic: Risc d'efectes greus per a la salut en cas d'exposició prolongada per inhalació.
R40/21	Nociu: Possibilitat d'efectes irreversibles en contacte amb la pell.	R48/24	Tòxic: Risc d'efectes greus per a la salut en cas d'exposició prolongada per contacte amb la pell.
R40/22	Nociu: Possibilitat d'efectes irreversibles per ingestió.	R48/25	Tòxic: Risc d'efectes greus per a la salut en cas d'exposició prolongada per ingestió.
R40/20/21	Nociu: Possibilitat d'efectes irreversibles per inhalació i contacte amb la pell.	R48/23/24	Tòxic: Risc d'efectes greus per a la salut en cas d'exposició prolongada per inhalació i contacte amb la pell.
R40/20/22	Nociu: Possibilitat d'efectes irreversibles per inhalació i ingestió.	R48/23/25	Tòxic: Risc d'efectes greus per a la salut en cas d'exposició prolongada per inhalació i ingestió.
R40/21/22	Nociu: Possibilitat d'efectes irreversibles en contacte amb la pell i ingestió.	R48/24/25	Tòxic: Risc d'efectes greus per a la salut en cas d'exposició prolongada per contacte amb la pell i ingestió.
R40/20/21/22	Nociu: Possibilitat d'efectes irreversibles per inhalació, contacte amb la pell i ingestió.	R48/23/24/25	Tòxic: risc d'efectes greus per a la salut en cas d'exposició prolongada per inhalació, contacte amb la pell i ingestió.
R42/43	Possibilitat de sensibilització per inhalació i en contacte amb la pell.	R50/53	Molt tòxic per als organismes aquàtics, pot provocar a llarg termini efectes negatius en el medi ambient aquàtic.
R48/20	Nociu: Risc d'efectes greus per a la salut en cas d'exposició prolongada per inhalació.	R51/53	Tòxic per als organismes aquàtics, pot provocar a llarg termini efectes negatius en el medi ambient aquàtic.
R48/21	Nociu: Risc d'efectes greus per a la salut en cas d'exposició prolongada per contacte amb la pell.	R52/53	Nociu per als organismes aquàtics, pot provocar a llarg termini efectes negatius en el medi ambient aquàtic.
R48/22	Nociu: Risc d'efectes greus per a la salut en cas d'exposició prolongada per ingestió.		
R48/20/21	Nociu: Risc d'efectes greus per a la salut en cas d'exposició prolongada per inhalació i contacte amb la pell.		
R48/20/22	Nociu: Risc d'efectes greus per a la salut en cas d'exposició prolongada per inhalació i ingestió.		

Frases de Seguretat**Consells de prudència relatius a les substàncies i preparats perillosos.****Frases S**

- S1 Conservi's sota clau.
- S2 Mantingui's fora de l'abast dels nens.
- S3 Conservi's en lloc fresc.
- S4 Mantingui's lluny de locals habitats.
- S5 Conservi's en... (líquid apropiat a especificar pel fabricant).
- S6 Conservi's en... (gas inert a especificar pel fabricant).
- S7 Mantinguis en recipient ben tancat.
- S8 Mantinguis el recipient en lloc sec.
- S9 Conservi's el recipient en lloc ben ventilat.
- S12 No tancar el recipient hermèticament.
- S13 Mantinguis lluny d'aliments, begudes i pinso.
- S14 Conservi's lluny de .. (materials incompatibles a especificar pel fabricant).
- S15 Conservar allunyat de la calor.
- S16 Conservar allunyat de tota flama o font d'espurnes. No fumar.
- S17 Mantingueu lluny de materials combustibles.
- S18 Manipuleu i obriu el recipient amb prudència.
- S20 No menjar ni beure durant la seva utilització.
- S21 No fumar durant la seva utilització.
- S22 No respirar el pols.
- S23 No respirar els gasos/fums/vapors/aerosols [denominació(ns) adequada(s) a especificar pel fabricant].
- S24 Eviti's el contacte amb la pell.
- S25 Eviti's el contacte amb els ulls.
- S26 En cas de contacte amb els ulls renteu-vos immediata i abundantment amb aigua i aneu a un metge.
- S27 Rentar-se immediatament la roba tacada o esquitxada.
- S28 En cas de contacte amb la pell, rentar-se immediatament i abundantment amb... (productes a especificar pel fabricant).
- S29 No tirar els residus per l'aigüera
- S30 No tirar mai aigua a aquest producte.
- S33 Evitar l'acumulació de càrregues electrostàtiques.
- S35 Elimineu els residus del producte i els seus recipients amb totes les precaucions possibles.
- S36 Useu indumentària protectora adequada.
- S37 Useu guants adequats.
- S38 En cas de ventilació insuficient, useu equip respiratori adequat.
- S39 Useu protecció per als ulls/la cara.
- S40 Per a netejar el sòl i els objectes contaminats per aquest producte, useu... (a especificar pel fabricant).
- S41 En cas d'incendi i/o d'explosió no respireu els fums.
- S42 Durant les fumigacions/polvoritzacions, useu equip respiratori adequat. [Denominació(ns) adequada(s) a especificar pel fabricant].
- S43 En cas d'incendi, utilitzar... (els mitjans d'extinció els ha d'especificar el fabricant). Si l'aigua augmenta el risc, s'haurà d'afegir: «No usar mai aigua».
- S45 En cas d'accident o malestar, aneu immediatament al metge (si és possible, mostreu-li l'etiqueta).
- S46 En cas d'ingestió, aneu immediatament al metge i mostreu-li l'etiqueta o l'envàs.
- S47 Conservar a una temperatura no superior a...°C (a especificar pel fabricant).
- S48 Conservar humit amb... (medi apropiat a especificar pel fabricant).
- S49 Conservar únicament en el recipient d'origen.
- S50 No mesclar amb... (a especificar pel fabricant).
- S51 Feu-ho servir únicament en llocs ben ventilats.
- S52 No usar sobre grans superfícies en locals habitats.
- S53 Eviteu l'exposició. Demaneu instruccions especials abans de l'ús.

S56	Elimineu aquesta substància i el seu recipient en un punt d'arreglada pública de residus especials o perillosos.	S3/9/49	Conserveu únicament al recipient d'origen, en lloc fresc i ben ventilat.
S57	Utilitzeu un envàs de seguretat adequat per a evitar la contaminació del medi ambient.	S3/14	Conserveu en lloc fresc i lluny de... (materials incompatibles, a especificar pel fabricant).
S59	Remetre's al fabricant o proveïdor per a obtenir informació sobre la seva recuperació/reciclatge.	S7/8	Mantingueu el recipient ben tancat i en lloc sec.
S60	Elimineu el producte i el seu recipient com a residus perillosos.	S7/9	Mantingueu el recipient ben tancat i en lloc ben ventilat.
S61	Eviteu el seu alliberament al medi ambient. Demaneu instruccions específiques de la fitxa de dades de seguretat.	S7/47	Mantingueu el recipient ben tancat i Conserveu a una temperatura no superior a...°C (a especificar pel fabricant).
S62	En cas d'ingestió no provocar el vòmit: Acudiu immediatament al metge i mostreu-li l'etiqueta o l'envàs.	S20/21	No menjar, ni beure, ni fumar durant la seva utilització.
		S24/25	Eviteu el contacte amb els ulls i la pell.
		S29/56	No tirar els residus per l'aigüera.
		S36/37	Feu servir indumentària i guants de protecció adequats.
		S36/37/39	Feu servir indumentària i guants adequats i protecció per als ulls/la cara.
		S36/39	Feu servir indumentària adequada i protecció per als ulls/la cara.
		S37/39	Feu servir guants adequats i protecció per als ulls/la cara.
		S47/49	Conservi's únicament al recipient d'origen i a temperatura no superior a...°C (a especificar pel fabricant).
Combinació de les frases S			
SI/2	Conserveu sota clau i mantingueu fora de l'abast dels nens.		
S3/7	Conserveu el recipient ben tancat i en lloc fresc.		
S3/9/14	Conserveu en lloc fresc i ben ventilat i lluny de... (materials incompatibles, a especificar pel fabricant).		
S3/9/14/49	Conserveu únicament al recipient d'origen, en lloc fresc i ben ventilat i lluny de... (materials incompatibles, a especificar pel fabricant).		

XVII. FULLS DE SEURETAT

L'etiquetat dels recipients que contenen productes químics és el primer nivell d'identificació, que subministra una informació concisa però clara dels riscos que el producte comporta. Un segon nivell d'informació, molt més complet, és el conegut com *fulls de seguretat de productes químics*, *fitxes de seguretat*, o en anglès *MSDS (Material Safety Data Sheet)*. A Europa, les empreses productores, comercialitzadores o distribuïdores de productes químics tenen l'obligació de subministrar els fulls de seguretat a l'usuari si aquest ho demana.

A les fitxes de seguretat han de constar les dades necessàries per a la protecció de les persones i del medi ambient. Han de redactar-se com a mínim en la llengua oficial de l'Estat i han d'incloure obligatòriament:

- 1.** Identificació de la substància o preparat i de la societat o empresa.
- 2.** Composició i informació sobre els components.
- 3.** Identificació dels riscos.
- 4.** Primers auxilis.
- 5.** Mesures de lluita contra incendis.
- 6.** Mesures a adoptar en cas de vessament accidental.
- 7.** Manipulació i emmagatzemat.
- 8.** Propietats físiques i químiques.
- 9.** Estabilitat i reactivitat.
- 10.** Informacions toxicològiques.
- 11.** Informacions ecològiques.
- 12.** Consideracions relatives a la eliminació.
- 13.** Informacions relatives a l'eliminació.
- 14.** Informacions relatives al transport.
- 15.** Informacions reglamentàries.
- 16.** Altres dades que hom consideri adients.
- 17.** Data.

Les fitxes de seguretat dels productes (en format paper o en CD-ROM) han d'ésser fàcilment localitzables al laboratori de pràctiques.

XVIII. MANIPULACIÓ DE PRODUCTES QUÍMICS PERILLOSOS

A continuació es resumeixen algunes normes bàsiques de manipulació per a alguns tipus de productes químics perillosos: inflamables i comburents, corrosius i irritants, i tòxics i nocius. Cal tenir cura que tant els alumnes com el personal encarregat de les pràctiques respectin sempre aquestes normes de seguretat quan manipulin productes químics perillosos.

PRODUCTES QUÍMICS INFLAMABLES I COMBURENTS.

Els productes químics inflamables conformen un ampli ventall de productes que tenen en comú la facilitat d'inflamar-se en presència de l'oxigen de l'aire i d'una font de calor. Molts d'ells són orgànics, i presenten un esquelet hidrocarbonat. Llurs efectes perillosos poden diferenciar-se en funció de la facilitat que tenen per a inflamar-se. Podem distingir tres tipus: extremadament inflamables (èter de petroli, èter dietílic), fàcilment inflamables (alcohols, acetona), inflamables (àcids acètic i fòrmic). Recordem que per a que un líquid pugui cremar és necessari que passi abans a l'estat de *vapor*. Aquest, en contacte amb l'aire, forma una *mescla inflamable*. En presència d'una font de calor adequada es desenvoluparà la reacció, que es denomina *combustió*. La millor manera de prevenir els seus efectes perillosos és evitant que es formi la mescla vapor-aire en la concentració adient i allunyant qualsevol possible font de calor. Així doncs, convé observar les normes de prevenció següents:

- 1.-** Mantenir sempre els envasos hermèticament tancats. Així evitarem l'emissió de vapors a l'atmosfera, i minimitzarem la possibilitat d'un vessament per caiguda del recipient.
- 2.-** Mantenir les fonts d'ignició allunyades dels líquids i gasos inflamables. Cal evitar doncs la presència de flames obertes (cremadors Bunsen) o de cigarretes al laboratori de pràctiques on s'empren productes inflamables.
- 3.-** Utilitzar sistemes adients (embuts, pipetes) per a transvasar líquids inflamables, minimitzant així l'emissió de vapors a l'atmosfera i el risc de vessaments.
- 4.-** Manipular aquests productes en llocs ventilats. Preferentment, llur manipulació s'ha de realitzar en vitrines amb sistemes d'extracció localitzada que captin els vapors en el mateix punt de llur emissió.
- 5.-** L'ús de flascons rentadors amb acetona (líquid molt fàcilment inflamable) és poc aconsellable, car pot inflamar-se per contacte amb restes de material comburent. En qualsevol cas, han d'estar perfectament identificats i portar el pictograma corresponent.
- 6.-** No s'han d'abocar a la xarxa general de desguàs dissolvents o líquids inflamables.

- 7.- En cas de vessaments de productes inflamables, caldrà recollir-los per a la seva eliminació posterior per incineració, en recipients de seguretat. Les serradures són una pols combustible que en cap cas s'han d'emprar per a absorbir líquids inflamables. Cal utilitzar absorbents no combustibles (vermiculita, etc.).

Els productes comburents o oxidants poden reaccionar en contacte amb productes inflamables o combustibles, executant el paper de l'oxigen en la reacció de combustió. Productes com els àcids perclòric, nítric i cròmic, el peròxid d'hidrogen, el triòxid de crom o el nitrat de sodi són substàncies comburents. Aquests productes (molts dels quals són també corrosius) i llurs residus han de manipular-se i emmagatzemar-se lluny de productes inflamables i combustibles.

PRODUCTES QUÍMICS CORROSIUS I IRRITANTS.

La distinció entre aquests productes pot ser difícil. Un producte químic corrosiu pot ser irritant, depenent de la concentració en la que es trobi. Per exemple, l'àcid clorhídric concentrat és un producte químic corrosiu. El sulfamat, que és àcid clorhídric més diluït, és un producte fortament irritant. També existeixen productes irritants que no són dissolucions de productes corrosius. La major part dels dissolvents orgànics poden produir problemes a la pell. Els accidents ocasionats per productes químics corrosius són freqüents als laboratoris de pràctiques de química, principalment en les persones que els manipulen sense emprar les mesures de seguretat adients. Les mans, la cara i els ulls són les zones més comunament perjudicades. Les operacions de més risc són els transvasaments, els refluxos, les cristallitzacions en calent, les destil·lacions, la preparació de dissolucions i les reaccions altament exotèrmiques (*productes incompatibles*). A continuació hom dona un conjunt de normes que caldria respectar per a poder manipular aquest tipus de productes.

- 1.- Per a evitar esquitxos i vessaments en els transvasaments, cal emprar sempre embuts, vasos de precipitats, provetes i altres estris adients. En concret, per a omplir recipients de boca estreta cal emprar embut, excepte quan el transvasament es faci des de recipients de cabuda molt reduïda (inferior a 0.5 L) que són manejables amb una sola mà, i que disposin d'un bec pràcticament introduïble en el recipient que s'omple. El pipetejat és un sistema segur de transvasar i dosificar petites quantitats de líquids. Cal recordar que la succió s'ha de realitzar sempre mecànicament i no amb la boca.
- 2.- És imprescindible emprar recipients que permetin visualitzar fàcilment el procés de càrrega, per evitar que el líquid sobreixi.
- 3.- Cal tenir molta cura (i emprar galledes de plàstic o de goma, si és possible) quan es traslladen ampolles de vidre amb àcids i bases concentrades.

- 4.- Cal utilitzar sempre material de protecció personal per a qualsevol operació manual amb aquests productes. Com a mínim cal emprar guants adients, com els de neoprè o de goma, i protecció ocular (ulleres de seguretat). Cal vigilar però que els guants no siguin relliscosos i que permetin la manipulació segura del material de vidre.
- 5.- En cas d'esquitxos a la pell o als ulls cal rentar-se abundantment amb aigua durant 15 a 20 minuts i anar al servei mèdic més proper. El laboratori de pràctiques de química ha d'estar dotat de dutxes d'emergència i de rentauells.
- 6.- Els vessaments perillosos han de quedar confinats i no han d'ésser absorbits amb draps encara que hom porti guants. Cal emprar d'altres sistemes d'absorció més segurs, que a més exerceixin si cal una acció neutralitzadora (p. ex., carbonat sòdic sòlid per a neutralitzar vessaments d'àcids forts). Cal preveure la necessitat de substàncies neutralitzants per a cada cas i d'aigua abundant per a la neteja.
- 7.- Mai no s'han d'abocar a la xarxa general de desguàs residus de substàncies corrosives sense neutralitzar-los prèviament.

PRODUCTES TÒXICS I NOCIUS.

Existeix un ampli ventall de productes amb capacitat de pertorbar la salut de les persones. Aquests són els denominats productes tòxics i productes nocius. El grau de pertorbació de la salut depèn, a més de la natura del producte, de la quantitat del tòxic, del temps d'exposició i de l'estat físic de l'individu. Les vies d'entrada habituals de tòxics i nocius són les vies respiratòria, digestiva i dèrmica. La via respiratòria és la més habitual de penetració, seguida de la dèrmica. Les interaccions amb aquests productes poden produir-se per exposicions repetides i perllongades, amb petites concentracions del producte químic, que poden donar lloc a malalties cròniques. Aquest risc no és gaire important per als alumnes, però sí per al personal encarregat de les pràctiques. També poden produir-se de forma brusca i inesperada, en concentracions elevades, originant intoxicacions agudes. Un exemple del primer cas seria l'exposició repetida a dissolvents orgànics catalogats com a perillosos (benzè, tetraclorur de carboni). El segon seria una fuga de clor o de gas amoníac d'una bombona. Els productes tòxics es reconeixen mitjançant el pictograma de la calavera i els productes nocius mitjançant la creu de Sant Andreu. La diferència essencial entre els productes tòxics i els nocius és que per a una dosi igual el grau de pertorbació de la salut és més gran per als primers. Les normes bàsiques de manipulació d'aquests productes són les següents:

- 1.- Evitar respirar els vapors produïts per aquests productes. S'han de manipular doncs exclusivament dins una vitrina extractora de gasos. En els transvasaments cal seguir les normes de manipulació esmentades anteriorment.

- 2.-** No es pot tocar mai directament aquests productes amb les mans. Alguns d'ells poden penetrar fàcilment a través de la pell i incorporar-se al sistema circulatori. Cal emprar els guants adients.
- 3.-** No fumeu, mengueu ni beveu al laboratori de pràctiques de química.
- 4.-** Emprar sempre la bata de laboratori perfectament cordada.
- 5.-** En cas de contacte, cal rentar ràpidament la zona afectada amb aigua. En el cas d'inhalació o d'ingestió, igual que en el cas de contacte, cal sol·licitar ràpidament assistència mèdica.
- 6.-** Cal disposar dels sistemes adients per a contenir i absorbir vessaments d'aquests productes.
- 7.-** Cal eliminar els residus de forma adequada, sense abocar-los mai directament a la xarxa de desguàs.

Cal tenir present però que l'acció preventiva més important pel que fa als productes químics perillosos que es manipulen als laboratoris de pràctiques de química ha de tenir lloc en la planificació de les pràctiques que es realitzen, seleccionant les pràctiques i l'escala de treball de tal manera que es minimitzi la presència d'aquests productes al laboratori.

XIX. EMMAGATZEMAT DE PRODUCTES QUÍMICS AL LABORATORI DE PRÀCTIQUES

Si bé no existeix una normativa específica per a emmagatzemat de productes químics als laboratoris, cal tenir en compte que l'acumulació de productes químics al laboratori de pràctiques constitueix un factor de risc molt important. Per aquest motiu, en primer lloc caldria procurar que les quantitats de productes químics presents al laboratori fos la mínima possible, i disposar per a l'emmagatzemat d'una zona específica adequada.

L'*elecció del recipient adequat* per a una substància química és la primera mesura per al seu emmagatzemat segur. Cal pensar en la idoneïtat del material del recipient:

El vidre és resistent a la majoria de productes però és molt fràgil. Per això els envasos de vidre s'han d'emprar solament per a petites quantitats, inferiors als 2 litres para substàncies molt corrosives i molt tòxiques i de 4 litres per a inflamables.

Els recipients de plàstic si bé són molt resistents a molts productes químics i suporten molts cops pateixen un procés de deteriorament amb el temps que s'accelera si estan exposats al sol, esdevenint insegurs. Molts accidents tenen lloc a causa de trencaments en aquest tipus d'envasos en manipular-los, i per això cal tenir-ne cura i revisar-los amb freqüència.

Els recipients metàl·lics són els més segurs, si bé poden presentar problemes de corrosió amb determinades substàncies.

Quan sigui necessari disposar de petites quantitats de productes químics perillosos en els laboratoris de pràctiques, aquests es dipositaran en *armaris especials* agrupant-los per comunitats de risc i evitant la proximitat de substàncies incompatibles o que puguin generar reaccions perilloses. En qualsevol cas, al laboratori hi han d'haver àrees fixes per a productes, convenientment senyalitzades.

Els *productes inflamables* s'han d'emmagatzemar plegats, en un lloc lliure de focus d'ignició, com pot ser un armari de seguretat. Quan un producte químic presenti més d'una característica perillosa, i una d'elles sigui la d'inflamable, imperarà el risc d'inflamabilitat, emmagatzemant el producte amb la resta dels inflamables (exemple: àcid acètic glacial). Sempre s'han de mantenir els recipients amb productes inflamables allunyats de fonts de calor i aparells elèctrics, i lluny de les rutes i les sortides d'evacuació.

En cas de disposar al Centre d'un local específic on s'emmagatzemin productes inflamables en recipients mòbils en quantitats superiors als 90 litres de líquids inflamables, aquest ha de tenir per llei les característiques següents:

Inexistència de focus d'ignició.

Parets de tancament amb elevada resistència al foc i porta metàl·lica.

Sistema de drenatge i control de possibles vessaments produïts en el recinte.

Instal·lació elèctrica antideflagrant.

Bona ventilació. Serà forçada (0.3 m^3 per minut i m^2 de superfície, com a mínim) quan hom realitzi transvasaments.

Existència d'un parament feble controlat per a l'alliberament de sobrepressions en cas d'incendi.

Mitjans de detecció i de protecció contra incendis.

Hom separarà, per grups, els *àcids inorgànics forts*, les *bases inorgàniques fortes*, els *oxidants forts*, els *reductors forts* i els *tòxics*. Si algun producte té un *risc especial* (inestable a temperatura ambient, pirofòric, etc.) s'emmagatzemarà segons els riscos. D'aquesta manera podrem aplicar les mesures preventives a cada grup de risc i en cas d'emergència serà més fàcil la intervenció que si tots els productes químics estan barrejats. Les substàncies han d'estar en general allunyades de fonts de calor.

Les substàncies tòxiques s'han d'emmagatzemar en locals molt ben ventilats.

Les substàncies corrosives com els àcids i els àlcalis en recipients de petita capacitat es mantindran allunyats entre ells. Si es guarden a un magatzem en lleixes, les columnes corresponents es poden separar intercalant materials inerts (llana de vidre, suports cromatogràfics, solucions valorades, etc.). Cal situar aquests productes el més a prop possible del terra i sobre safates que puguin retenir possibles vessaments o trencaments.

XX. NEVERES I CONGELADORS

L'emmagatzemat de substàncies inflamables en neveres i congeladors presenta un risc potencial molt gran, atesa la possibilitat de que es formin atmosferes deflagrants a l'interior dels frigorífics. A més, l'experiència mostra que les explosions resultants són molt violentes, que produeixen grans danys materials i que poden produir lesions molt greus. Per aquest motiu, els productes inflamables emprats al laboratori de pràctiques i que necessiten estar refrigerats haurien d'emmagatzemar-se en armaris frigorífics de seguretat, que presenten una instal·lació elèctrica antideflaquant. Aquests frigorífics de seguretat però tenen un preu molt més elevat que els convencionals, i per tant la seva utilització és encara molt escassa. Com a mesura transitòria, en el cas de disposar d'una nevera o congelador convencionals, hom pot minimitzar el risc d'explosió eliminant l'enllumenat interior i disposant el termòstat i altres circuits elèctrics a l'exterior, operacions que pot fer fàcilment el personal de manteniment.

En qualsevol cas, cal també observar les següents mesures de seguretat:

- Sempre que sigui possible, cal col·locar el frigorífic en un lloc aïllat.
- Els flascons, matrassos, etc. contenint productes han d'estar hermèticament tapats, preferentment amb taps de vidre, i han d'estar perfectament identificats pel que fa al seu contingut i usuari.
- Al final de cada període de pràctiques, cal revisar tots els frigorífics i treure els productes en desús o no identificats.
- Mai no s'ha d'emprar el frigorífic de productes per a refredar begudes o aliments.

XXI. VENTILACIÓ

Encara que el més desitjable seria l'existència d'un sistema general de renovació d'aire, normalment els laboratoris de pràctiques de química solament disposen del recurs de la ventilació natural. En qualsevol cas, si la instal·lació d'un sistema de renovació d'aire és impossible per factors econòmics o estructurals, cal assegurar, obrint portes i finestres periòdicament, la màxima ventilació possible del laboratori, sempre que això no pugui provocar riscos (corrents d'aire forts, evaporacions inconvenients, baixa temperatura ambiental, etc.), i especialment en el cas de vessaments de productes tòxics, nocius o irritants o de producció de males olors.

Un element fonamental de protecció al laboratori de pràctiques de química són les *vitri­nes extractores de gasos*, de les que n'hi hauria d'haver una quantitat suficient. Una vitrina extractora ha de constar dels següents elements:

Recinte proveït d'una superfície de treball en la que es disposen els productes i estris necessaris per a la pràctica.

Un sistema extractor capaç d'arrossegar els contaminants que es puguin alliberar.

Conductes.

Una obertura per la que penetra en el recinte l'aire necessari per a arrossegar els contaminants. Aquesta obertura rep el nom de *front* de la vitrina, i la part mòbil emprada per a tancar o modificar l'obertura es coneix com a *vidre*.

La utilització de la vitrina com a lloc de treball presenta una sèrie d'avantatges, a banda de l'arrossegament de contaminants:

Protegeix a l'alumne contra projeccions i esquitxos.

Permet treballar en una àrea del laboratori lliure de focus d'ignició.

Pot protegir fins i tot, amb el disseny adient, de petites explosions.

Facilita la renovació d'aire general del laboratori.

Crea una depressió en el laboratori que evita la sortida de contaminants cap a àrees annexes.

Cal efectuar una revisió periòdica, i especialment abans d'iniciar un període de pràctiques, del correcte estat i funcionament de les vitri­nes extractores, mesurant-ne el flux d'extracció. En particular, cal revisar el correcte estat dels elements de subjecció del vidre frontal de la vitrina, per a prevenir possibles accidents.

XXII. EL MATERIAL DE VIDRE AL LABORATORI DE PRÀCTIQUES DE QUÍMICA

El material de vidre presenta clars avantatges pel treball amb productes químics (inèrcia, transparència, fàcil maneig, etc.) i per tant constitueix un element de treball imprescindible en les pràctiques de química. Malgrat això, la seva fragilitat origina nombrosos accidents als laboratoris de pràctiques, i cal manipular-lo amb precaució, car si la majoria d'aquests accidents són de caràcter lleu, alguns d'ells (talls a tendons i a venes a les mans i als canells, lesions als ulls) poden tenir conseqüències greus. Les principals mesures de seguretat són les següents:

Cal vigilar especialment el rentat a mà del material de vidre, car és probable que aquest (principalment aquell que estigui envellit o defectuós) es trenqui durant aquesta operació. S'ha d'observar la presència de trencadures i d'altres defectes i si és possible emprar guants de goma adients (antilliscants).

Abans de començar qualsevol muntatge, s'ha de revisar el material i les peces d'aspecte dubtós o d'aparència defectuosa s'han de descartar, sobre tot si presenten esquerdes, fissures o clivelles.

Cal subjectar els muntatges amb pinces, efectuant només la pressió necessària.

Si s'ha de fer passar un corrent de gas a l'interior del muntatge, cal assegurar que no es produeixin obturacions en el circuit.

Les operacions a pressió superior a l'atmosfèrica requereixen d'una acurada verificació del muntatge per part del professor, emprant quan sigui possible pantalles o d'altres elements de protecció.

En el cas d'operacions al buit (evaporacions rotatòries, destil·lacions al buit, filtració al buit, dessecacions al buit) cal tenir sempre present el risc d'implosió, i requereixen també una especial atenció. El professor ha d'explicar clarament les condicions correctes per a dur a terme aquestes operacions.

Quan es col·loquen o es treuen tubs de goma en peces de vidre, cal utilitzar sempre draps per protegir-se les mans i els canells.

Cal tenir cura amb els petits vials que es tanquen mitjançant taps de plàstic a pressió, car són la causa de nombrosos talls per trencament. Si és possible, s'han de substituir per d'altres que tinguin taps de rosca.

Cal evitar la col·locació de peces amb taps i altres peces esmerilades muntades a l'interior d'estufes, car les parets es poden quedar soldades molt fàcilment, amb el risc subsegüent de trencar-se en intentar separar-les.

XXIII. ELEMENTS DE PROTECCIÓ AL LABORATORI DE PRÀCTIQUES DE QUÍMICA

En els laboratoris de pràctiques de química hom empra habitualment productes inflamables, irritants, corrosius o tòxics, i per això cal disposar de sistemes de seguretat que permetin endegar una actuació ràpida pel control dels incidents que hi puguin succeir (incendis, cremades, esquitxos, vessaments, etc.). El sistema més comú és el constituït per extintors, mantes ignífugues, dutxes de seguretat i rentauells. A més, cal que els alumnes i el personal del laboratori emprin elements de protecció individual:

Bata de laboratori adequada als productes que hom manipuli. Si s'empen líquids inflamables, hauria d'ésser de material ignífug (o si més no, tractada o de material poc inflamable). S'ha de poder treure amb facilitat, sense fer-la passar pel cap.

Ulleres de seguretat, que s'han de portar sempre dins el laboratori, per preveure possibles accidents causats pels companys. Pel que fa a l'ús de lens de contacte, actualment hi ha un debat sobre si és perjudicial o no el dur-los al laboratori. En qualsevol cas, està clar que no constitueixen un element segur de protecció ocular, i sempre cal dur ulleres de seguretat.

Guants per emprar-los quan sigui necessari.

Així mateix, és convenient que hi hagi senyalització de l'obligació d'ús d'equips de protecció individual, i és recomanable que les persones que duen els cabells llargs el portin recollit. També s'ha d'evitar l'ús del calçat que deixi zones dels peus sense protecció.

Pel que fa a la instal·lació del **sistema de dutxa de seguretat i rentauells**, cal tenir en compte les següents consideracions:

S'ha d'instal·lar a menys de 8 metres de la zona de treball, per a poder-les emprar en menys de 15 segons després del vessament o esquitx.

Ha d'ésser fàcilment visible i accessible, i estar perfectament senyalitzat.

Ha d'estar lluny d'endolls i d'aparells elèctrics.

S'ha de situar en direcció a una sortida, en un espai lliure de materials, aparells i productes.

Llocs adients poden ser: adjacents a una taula central, al costat de la porta, o bé a sota (per la dutxa), o al passadís exterior (sempre que no obstaculitzi l'evacuació).

La dutxa de seguretat ha de tenir una alçada i situació normalitzades, idealment amb desguàs, i ha de proporcionar un cabdal d'aigua capaç d'amarar al subjecte ràpidament i ha de poder encabir dues persones si fos necessari. L'aigua ha d'ésser potable i si pot ser ha de tenir una temperatura entre 20 i 35°C. La vàlvula d'obertura ha d'ésser de funcionament ràpid (les millors són els d'accionador triangular).

Els rentauulls han de tenir dos ruixadors, separats entre ells 15 o 20 cm, capaços de proporcionar aigua potable per a rentar els ulls o la cara. El doll d'aigua ha d'ésser de baixa pressió, i en el cas ideal l'aigua serà tèbia.

Tots dos aparells estaran senyalitzats i portaran instruccions d'ús.

El sistema s'ha de revisar periòdicament, especialment abans d'iniciar un període de pràctiques, per a comprovar:

Que hi hagi aigua. En el cas de la dutxa, si no hi ha desguàs, hom emprarà un cossi amb una cortina de protecció.

L'estat general i de neteja de la instal·lació, de les vàlvules, dels desguassos, etc.

Pel que fa als **equips de primers auxilis**, és convenient disposar en el centre de mantes per a casos de xoc i per a la protecció dels ferits. A dins del laboratori (o en una zona adjacent) hi ha d'haver una farmaciola o armari de primers auxilis. El contingut de la farmaciola està regulat pel Reial Decret 486/1997, de 14 d'abril (BOE de 23 d'abril), pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball. El contingut bàsic de la farmaciola és el següent:

una ampolla d'aigua oxigenada de 250 mL

una ampolla d'alcohol etílic del 96 de 250 mL

povidona iodada (Betadine, Topionic, etc.)

una bossa de cotó fluix de 50 g

una capsula d'esparradrap de 5x2,5 cm

una capsula de tiretes de 10 unitats

pinces

tisores

tres benes de 5x5 cm

tres benes de 5x7 cm

dos sobres de gases de 5 unitats de 20x20 cm

aspirines

paracetamol

guants d'un sol ús

Les **normes d'actuació** elementals en cas d'accident lleu són les següents:

1. Ferides

- Renteu-les bé amb aigua i sabó
- No utilitzeu alcohol ni cotó fluix
- Apliqueu un antisèptic (povidona iodada)
- Tapeu les ferides amb un embenat o apòsit adient

2. Cremades

- Renteu la zona afectada amb aigua abundant
- No utilitzeu pomades greixoses, pólvores antibiòtiques ni cotó fluix

En el cas de ferides i cremades importants cal requerir sempre assistència mèdica.

XXIV. LES CONDICIONS AMBIENTALS AL LABORATORI DE PRÀCTIQUES

Les condicions ambientals al laboratori han de proporcionar un entorn de treball agradable, que permeti dur a terme les pràctiques en situació de confort. Unes condicions de treball adients milloren tant les condicions de seguretat com l'aprofitament de les pràctiques. Els principals aspectes a tenir en compte són els següents:

El nivell d'il·luminació ha d'ésser l'adient en totes les zones de treball i de circulació. Per això, cal procurar que les finestres i els aparells d' il·luminació estiguin sempre nets. Cal evitar les situacions d'enlluernament. A més, recordeu que hi ha d'haver il·luminació d'emergència a totes les rutes de sortida.

El nivell de soroll ha d'ésser acceptable a totes les zones del laboratori. Si és possible, s'han de substituir les trompes de buit per bombes de membrana, molt més silencioses i que a més minimitzen la contaminació ambiental per solvents volàtils.

La temperatura ha d'ésser l'adequada durant tot l'any per a la roba de treball adient.

Els llocs de treball s'han de mantenir nets i ordenats.

XXV. LA GESTIÓ DE LA SEGURETAT ALS LABORATORIS DE PRÀCTIQUES DE QUÍMICA

Per a assegurar la posada en marxa i l'efectivitat de les mesures de prevenció, cal que hi hagi una estructura organitzativa que integri la seguretat en les activitats pròpies del centre. El conjunt de la política i l'organització de seguretat i salut configura el Pla de Prevenció de la institució de la que forma part el centre. Els principals aspectes de la organització o gestió de la prevenció pel que fa als laboratoris de pràctiques són els següents.

En primer lloc, és desitjable que hi hagi una persona especialment encarregada de la seguretat en el Departament o el centre en el que estan ubicats els laboratoris de pràctiques de química. Un nivell superior d'organització estaria constituït per l'existència d'una Comissió de Seguretat, que agruparia als diferents encarregats de seguretat.

En segon lloc, el centre hauria de disposar d'un Pla d'emergència o d'evacuació específic que inclogui explícitament els laboratoris de pràctiques de química, tant pel que fa a les possibles emergències que s'hi puguin produir (incendis, vessaments de productes tòxics, fuites de gasos a pressió, accidents personals greus, etc.) com per les accions que s'han de dur a terme per combatre l'emergència o per evacuar els laboratoris.

Es aconsellable també l'existència en un lloc visible i a l'abast de tothom d'un resum (en forma de cartell o de tríptic desplegable) de normes bàsiques d'actuació al laboratori. També hi ha d'haver en un lloc visible del laboratori un llistat de números de telèfon d'emergència. A més, cal assegurar que en els llibres o guions de pràctiques estiguin identificats els possibles riscos associats a cada pràctica, i que hi figurin les actuacions en cas de vessament i el tractament dels residus que generin. A l'inici de cada període de pràctiques, el professor responsable (si és possible amb l'ajut de mitjans audiovisuals) ha d'explicar als estudiants les normes de treball en el laboratori, les actuacions en cas d'emergència o accident personal i fer una descripció de la situació i ús dels mitjans de prevenció existents al laboratori.

Finalment, cal remarcar que la investigació d'accidents i incidents constitueix una de les eines fonamentals per a la prevenció i la millora de les condicions de seguretat al laboratori. En efecte, el conèixer els accidents més freqüents i llurs causes indica clarament quines són les mesures preventives que cal emprendre. Aquestes notificacions, complimentades pel professor encarregat de les pràctiques, s'han d'adreçar al responsable de la seguretat, el qual (preferentment en el si de la Comissió de seguretat) farà una investigació i anàlisi de l'accident o incident, i proposarà les mesures preventives adients. Un possible esquema del contingut d'una notificació d'accident o incident específic per a un laboratori de pràctiques de química és el següent:

INFORME D'INCIDENTS I ACCIDENTS ALS LABORATORIS DE PRÀCTIQUES

Lloc on s'ha produït l'incident o accident:

Assignatura:

Curs o semestre:

Torn:

Data:

Hora:

Nom de l'afectat:

Categoria (estudiant, professor, personal auxiliar, altres):

Professor(s) a càrrec del laboratori:

Testimonis de l'accident:

Descripció de l'accident:

Danys personals (gravetat i zona de les ferides):

Dades sobre l'atenció mèdica externa (si es va demanar una ambulància, nom i hora d'arribada al centre mèdic, nom dels acompanyants, assistència rebuda, nom del metge, etc.).

Danys materials:

ANÀLISI

Causes immediates de l'accident (comportament inadequat / defectes al material o a les instal·lacions):

Causes bàsiques de l'accident (formació inadequada, experiment mal dissenyat, manca de correcció de situacions insegures detectades prèviament, manca d'exigència de compliment de normes de seguretat, actitud descuidada envers les normes de seguretat, precipitació, fatiga, defectes físics o mentals, etc.)

Possibles mesures a adoptar per evitar una repetició de l'accident:

Signatures de la persona emissora de la notificació i del responsable del laboratori:

Data:

XXVI. ENQUESTA D'AUTOAVALUACIÓ SOBRE LES CONDICIONS DE SEGURETAT ALS LABORATORIS DE PRÀCTIQUES DE QUÍMICA

La primera actuació bàsica en prevenció ha de consistir sempre en una avaluació inicial del risc. Per a dur a terme aquesta tasca en el cas dels laboratoris de pràctiques de química, pot ésser convenient disposar d'una enquesta d'autoavaluació de les condicions de seguretat, que permeti fer una auditoria interna de seguretat de manera relativament ràpida. Aquesta enquesta hauria d'ésser complimentada pels responsables del laboratori, per a llur posterior anàlisi per part del responsable de seguretat del Departament o del Centre o de la Comissió de Seguretat. Cal remarcar que a més de l'objectiu d'avaluació del risc, efectuar aquesta enquesta constitueix un element important de formació i conscienciació dels responsables dels laboratoris de pràctiques.

Tot seguit es proporciona un possible model d'enquesta, basat en l'emprada per a l'auditoria interna de seguretat als laboratoris docents de la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona.

LABORATORI N°: PLANTA

ASSIGNATURES PRÀCTIQUES QUE S'HI IMPARTEIXEN:
.....
.....

NOMBRE DE PLACES SUPERFÍCIE (M²):

GUIA D'ASPECTES A VERIFICAR

(C=CORRECTE; R=REGULAR; M=MALAMENT; NE = NO EXISTENT; NA= NO APLICABLE)

A. ELECTRICITAT

1. Preses de corrent suficients i accessibles:
2. Diversificadors de connexions:
3. Terra a totes les preses de corrent:
4. Interruptors diferencials per zona:
5. Protecció contra electricitat estàtica:
6. Instal·lació elèctrica antideflagrant:

B. SUPERFÍCIES DE TREBALL

7. Condicions d'ordre i neteja:
8. Manteniment dels desguassos:
9. Senyalització d'evacuació als passadissos:
10. Amplada mínima d'un metre als passadissos:

C. GASOS COMPRIMITS

11. Bombones de gasos comprimits a l'exterior:
12. Bombones de gasos comprimits en posició vertical i assegurades:
13. Etiquetatge i identificació:
14. Protecció contra corrosió:
15. Emmagatzemades lluny de fonts de calor i substàncies inflamables:
16. Emmagatzemades lluny d'escales, ascensors i altres rutes de sortida:
17. Nombre limitat al consum als llocs de treball:
18. Vàlvules de sortida orientades en sentit oposat a àrees de circulació:
19. Transport en carro:

D. SORTIDES

20. Nombre de sortides adequat per a una evacuació ràpida (mínim 2):
21. Portes de sortida no tancades amb claus ni cadenats (barres antipànic):
22. Rutes d'evacuació i sortides senyalitzades clarament:
23. Sortides amb adequada il·luminació normal i d'emergència:
24. Sortides lliures d'obstacles:
25. Sortides lliures de substàncies inflamables:
26. Amplada del pas de les portes de sortida (mínim 80 cm):
27. Obertura cap a fora:
28. Distància màxima fins a una porta de 25 m:

E. RESIDUS I DEIXALLES

29. Nombre adequat de recipients per a residus:
30. Recipients separats per als diferents tipus de residus:
31. Absorbents adequats per a vessaments de substàncies químiques:
32. Recollida periòdica dels residus:

F. SENYALITZACIÓ GENERAL

33. Senyalització en vermell d'equips de lluita contra incendis:
34. Senyalització en groc de riscos:
35. Senyalització en verd de passadissos, sortides d'emergència, dutxes, rentauls, farmacioles:
36. Senyalització en blau de l'obligatorietat d'ús d'equips de protecció individual (ulleres de seguretat, bata de laboratori):

G. EXTINTORS PORTÀTILS I MANTES OFEGAFOC

37. Extintors adequats als productes existents (pols polivalent i/o anhídrid carbònic):
38. Extintors fàcilment accessibles:
39. Des de qualsevol punt hom veu l'extintor o el senyal de localització corresponent:
40. Revisions trimestrals, anuals (instal·lador autoritzat) i timbrat quinquennal:
41. Ubicació adequada (llocs de major risc, mínima distància a un extintor 15 m):
42. Etiquetat indicant contingut, tipus de foc adequat i forma d'ús:
43. Mantes ofegafoc:

H. AVISOS DE FOC-EMERGÈNCIA

44. Instruccions d'emergència al costat del telèfon més proper:
45. Números de telèfons d'emergència al costat del telèfon més proper:
46. Símbols de perill d'incendi:

I. INSTAL·LACIONS CONTRA INCENDIS

47. Portes tallafoc a la planta:
48. Equips d'emergència a la zona:
49. Boques d'incendi equipades i amb pressió d'aigua suficient:
50. Boques d'incendi senyalitzades:

J. PRODUCTES PERILLOSOS (INFLAMABLES, TÒXICS, CÀUSTICS I CORROSIUS)

51. Etiquetes normalitzades amb identificació de risc i seguretat:
52. Fitxes de seguretat de productes fàcilment localitzables:
53. Recipients o armaris metàl·lics per a solvents inflamables:
54. Productes inflamables allunyats de fonts de calor i aparells elèctrics:
55. Productes inflamables lluny de rutes i sortides d'evacuació:
56. Emmagatzemat ordenat per perillositat i incompatibilitats de productes:
57. Frigorífics protegits front a deflagracions:
58. Àrees fixes per a productes:
59. Ventilació adient:
60. Nombre de vitrines suficient:
61. Existència de rentaualls:
62. Existència de dutxes d'emergència:
63. Instruccions i senyalització de rentaualls
64. Instruccions i senyalització de dutxes d'emergència:
65. Estat de neteja de rentaualls:
66. Estat de neteja de dutxes d'emergència:

67. Senyalització de l'obligació d'ús d'equips de protecció individual:
68. Existència de mantes per a protecció dels ferits:
69. Existència de farmacioles:
70. El contingut de les farmacioles s'ajusta a la normativa actual:
71. El contingut de les farmacioles es reposa periòdicament:

K. VENTILACIÓ

72. Sistemes d'extracció localitzada:
73. Campanes d'extracció en vitrines:

L. CONDICIONS AMBIENTALS

74. Nivell d'il·luminació adient a totes les zones de treball i de circulació:
75. Aparells d'il·luminació sempre nets:
76. Il·luminació d'emergència a totes les rutes de sortida:
77. Nivell de soroll acceptable:
78. Temperatura adequada tot l'any per a la roba de treball adient:
79. Inexistència de pols als llocs de treball:

M. GESTIÓ DE LA SEURETAT

80. Existència d'una persona específicament encarregada de la seguretat:
81. Existència d'una Comissió de Seguretat:
82. Existència d'un Pla d'Emergència o Evacuació que contempli explícitament els laboratoris de pràctiques:
83. Protocol de normes de treball al laboratori en un lloc visible:
84. El Manual de Pràctiques conté un apartat sobre normes de treball al laboratori:
85. El Manual de Pràctiques conté un apartat sobre normes de seguretat:
86. El guió de cada pràctica explicita els riscos dels productes que s'hi manipulen:
87. El guió de cada pràctica conté un apartat sobre el tractament dels residus generats:
88. L'escala de treball i l'elecció dels reactius a les pràctiques s'ha realitzat o s'ha revisat tenint en compte criteris de seguretat:
89. A l'inici de cada període de pràctiques es duen a terme accions formatives sobre seguretat:
90. A l'inici de les pràctiques els estudiants coneixen la ubicació de les sortides, dels extintors, de les mantes ofegafoc, de les dutxes d'emergència i dels rentalls:
91. El professorat du sempre al laboratori bata i ulleres de seguretat:
92. Els estudiants duen sempre al laboratori bata i ulleres de seguretat:
93. Existència d'informes d'incidents i accidents al laboratori de pràctiques:
94. Grau de complimentació dels informes d'incidents i accidents:

XXVII. BIBLIOGRAFIA BÀSICA SOBRE SEGURETAT AL LABORATORI QUÍMIC

- *Seguridad y Condiciones de Trabajo en el Laboratorio*; X. Guardino, C. Cobos, Eds; Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo, Madrid, 1992.
- A. Picot, A. Grenouillet, *La Sécurité en le Laboratoire de Chimie et de Biochimie*, Technique et Documentation-Lavoisier, Paris, 1992.
- *Safety in Academic Chemistry Laboratories*, American Chemical Society, Committee on Chemical Safety, 3rd Ed., Washington DC, 1979.
- *Hazards in the Chemical Laboratory*, G. S. Luxon, Ed.; Royal Society of Chemistry, 5th Ed., London, 1992.
- D. Bernabei, *Seguridad – Manual para el Laboratorio*, GIT Verlag, Darmstad, 1994.
- *Prudent Practices for Disposal of Chemicals from Laboratories*, National Academy Press, 1983.
- G. Lunn, E. B. Sansone, *Destruction of Hazardous Chemicals in the Laboratory*, John Wiley and Sons, Inc., New York, 1990.
- N. Díaz, A. Moyano, *Manual de Gestió dels Residus Especials de la Universitat de Barcelona*, Publicacions de la Universitat de Barcelona, Barcelona, 2000.

XXVIII. TAULA DE CONTINGUTS

I. Introducció	5
II. Superfície del Laboratori i nombre de places	6
III. La instal·lació elèctrica	7
IV. Superfícies de treball	8
V. Instal·lació de gasos a pressió	9
VI. Condicions d'evacuació del Laboratori	11
VII. Residus i deixalles	12
VIII. Senyalització general del Laboratori	13
IX. Extintors portàtils i mantes ofegafoc	14
X. Avisos de Foc-Emergència	15
XI. Instal·lacions contra incendis	16
XII. Productes químics perillosos (inflamables, tòxics, càustics i corrosius)	17
XIII. Classificació dels productes químics perillosos	18
XIV. Etiquetatge	23
XV. Pictogrames de perillositat dels productes químics	23
XVI. Frases de risc i de seguretat	24
XVII. Fulls de seguretat	29
XVIII. Manipulació de productes químics perillosos	30
XIX. Emmagatzemat de productes químics al Laboratori de Pràctiques	34
XX. Neveres i congeladors	36
XXI. Ventilació	37
XXII. El material de vidre al Laboratori de Pràctiques de Química	38
XXIII. Elements de protecció al Laboratori de Pràctiques de Química	39
XXIV. Les condicions ambientals al Laboratori de Pràctiques	42
XXV. La gestió de la seguretat als Laboratoris de Pràctiques de Química	43
XXVI. Enquesta d'autoavaluació sobre les condicions de seguretat als Laboratoris de Pràctiques de Química	45
XXVII. Bibliografia bàsica sobre seguretat al Laboratori Químic	49
XXVIII. Taula de continguts	50