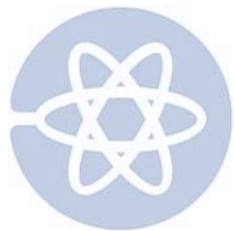


VII Scuola
Nazionale di
Didattica
della
Chimica
«G. Del Re»

*La chimica
per uno
sviluppo
sostenibile e
l'educazione
civica*

Bertinoro
6-9
Settembre
2022



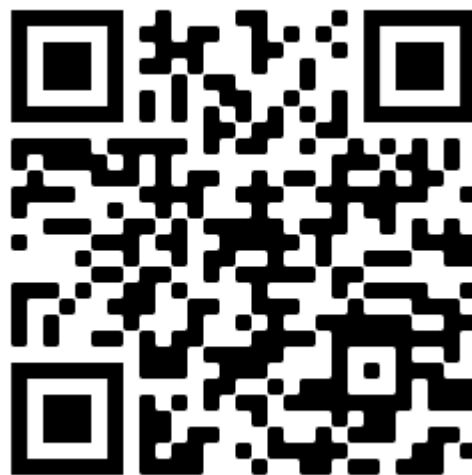
Il laboratorio di chimica scolastico: Gestione e sicurezza

Sandro Jurinovich e Luigi Fabbrizzi

Com'è la situazione nelle vostre scuole?

Iniziamo con un sondaggio per capire come è la situazione reale nelle scuole...

Inquadrate il QR Code e rispondete alle domande
(il questionario è anonimo, cercate di essere sinceri!)



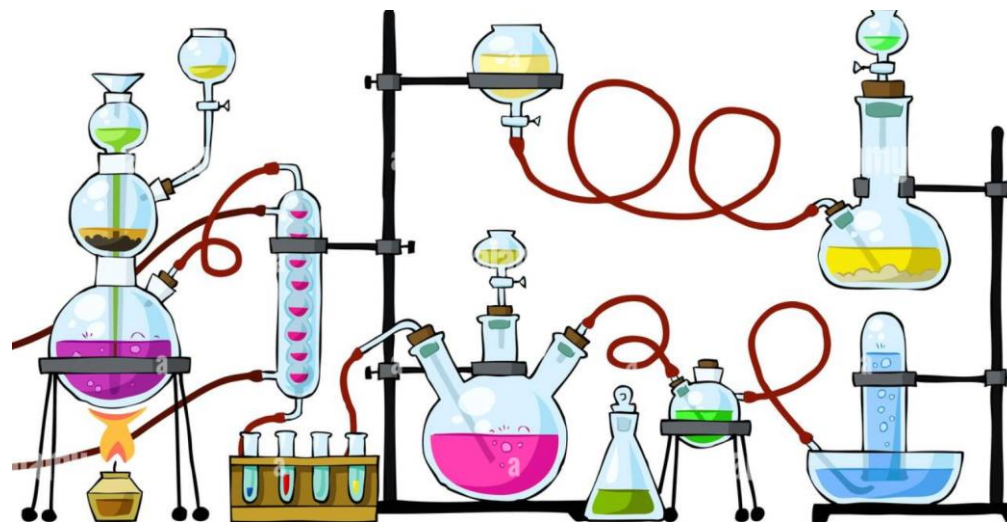
<https://forms.gle/tpMpq4ssCHxeqtBJA>

Normativa di riferimento

Art. 2 c. 1 lettera a) del D.Lgs. 81/08

➔ Gli **studenti** sono **equiparati ai lavoratori** nei casi e per il tempo in cui "*si faccia uso di laboratori, attrezzature di lavoro in genere, agenti chimici, fisici e biologici, ivi comprese le attrezzature munite di videotermini*".

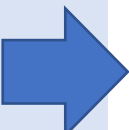
- Formazione sulla sicurezza
- Fornitura dei DPI
- Valutazione del rischio (chimico)



Applicazione delle norme del TU sulla sicurezza D.Lgs. 81/2008

Normativa di riferimento

Legge n. 977 del 17/10/1967 modificata dal D.Lgs. 39/2016



Disciplina in **lavoro dei fanciulli** (< 15 anni) e degli **adolescenti** (15-18 anni) specificando che **queste categorie non possono essere esposte** ad agenti chimici classificati secondo il Regolamento CLP a una o più classi di pericolo...

- | | |
|---|--|
| • TOSSICITA' ACUTA (H300, H310, H330, H301, H311, H331) | • TOSSICITA' SPECIFICA (H370, H371, H372, H373) |
| • CORROSIONE DELLA PELLE (H314) | • SENSIBILITA' DELLE VIE RESPIRATORIE (H334) |
| • GAS INFIAMMABILI (H220, H221) | • SENSIBILITA' DELLA PELLE (H317) |
| • AEROSOL INFIAMMABILI (H222) | • CANCEROGENICITA' (H350, H350i, H351) |
| • LIQUIDI INFIAMMABILI (H224, H225) | • MUTAGENICITA' SULLE CELLULE GERMINALI (H340, H341) |
| • ESPLOSIVI (H200 – H205) | • TOSSICITA' PER LA RIPRODUZIONE (H360 ...) |
| • MISCELE AUTOREATTIVA (H240, H241, H242) | |
| • PEROSSIDI ORGANICI (H240, H241) | |

In generale sono sostanze che non si trovano nei laboratori di chimica scolastici, ad eccezione di alcune sostanze a volte indispensabili per certi procedimenti...

Normativa di riferimento

Legge n. 977 del 17/10/1967

Art. 6 c. 1

E' vietato adibire gli adolescenti alle lavorazioni, ai processi e ai lavori indicati nell'Allegato I

ma...

Art. 6 c. 2

In **deroga** al divieto del comma 1, le lavorazioni, i processi e i lavori indicati nell'Allegato I possono essere svolti dagli adolescenti **per indispensabili motivi didattici o di formazione professionale e soltanto per il tempo strettamente necessario alla formazione stessa svolta in aula o in laboratorio adibiti ad attività formativa**, [...] purché siano svolti sotto la sorveglianza di formatori competenti anche in materia di prevenzione e di protezione e nel rispetto di tutte le condizioni di sicurezza e di salute previste dalla vigente legislazione.



Alcuni esempi....



Sigma-Aldrich

www.sigmaaldrich.com

SCHEDA DI DATI DI SICUREZZA

secondo il Regolamento (CE) Num. 1907/2006

Versione 6.4
Data di revisione 02.08.2021
Data di stampa 01.10.2022

SEZIONE 1: identificazione della sostanza/miscela e della società/impresa

1.1 Identificatori del prodotto

Nome del prodotto : Esano

 Codice del prodotto : 296090
 Marca : Sigma-Aldrich
 N. INDICE : 601-037-00-0
 Num. REACH : 01-2119480412-44-XXXX
 N. CAS : 110-54-3

Etichettatura secondo il Regolamento (CE) n. 1272/2008

Pittogramma



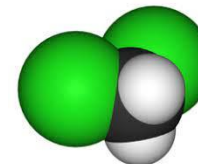
Avvertenza

Pericolo

Indicazioni di pericolo

H225 Liquido e vapori facilmente infiammabili.
 H304 Può essere letale in caso di ingestione e di penetrazione nelle vie respiratorie.

 H315 Provoca irritazione cutanea.
 H336 Può provocare sonnolenza o vertigini.
 H361f Sospettato di nuocere alla fertilità.
 H373 Può provocare danni agli organi (Sistema nervoso) in caso di esposizione prolungata o ripetuta se inalato.
 H411 Tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.



Sigma-Aldrich

www.sigmaaldrich.com

SCHEDA DI DATI DI SICUREZZA

secondo il Regolamento (CE) Num. 1907/2006

Versione 8.4
Data di revisione 21.01.2022
Data di stampa 01.10.2022

SEZIONE 1: identificazione della sostanza/miscela e della società/impresa

1.1 Identificatori del prodotto

Nome del prodotto : Diclorometano

 Codice del prodotto : 270997
 Marca : Sigma-Aldrich
 N. INDICE : 602-004-00-3
 Num. REACH : 01-2119480404-41-XXXX
 N. CAS : 75-09-2

Etichettatura secondo il Regolamento (CE) n. 1272/2008

Pittogramma



Avvertenza

Attenzione

Indicazioni di pericolo

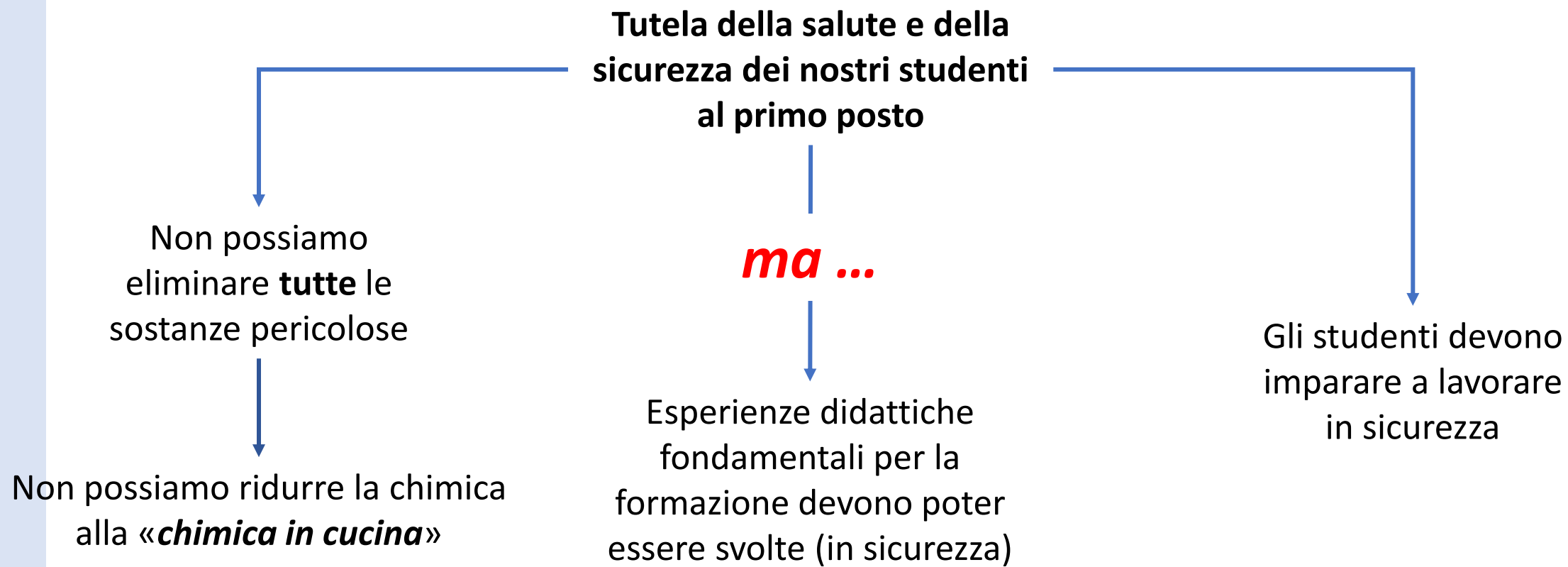
H315 Provoca irritazione cutanea.
 H319 Provoca grave irritazione oculare.
 H336 Può provocare sonnolenza o vertigini.
 H351 Sospettato di provocare il cancro.

H351



Il laboratorio di chimica scolastico

Se è vero che gli studenti sono equiparati ai lavoratori ... non è così scontata l'equiparazione tra il laboratorio di chimica **scolastico** al laboratorio di chimica di un'**azienda** che opera nel settore chimico.



Gli attori ...

Il laboratorio di chimica scolastico è un teatro complesso in cui entrano diversi attori ...

STUDENTI



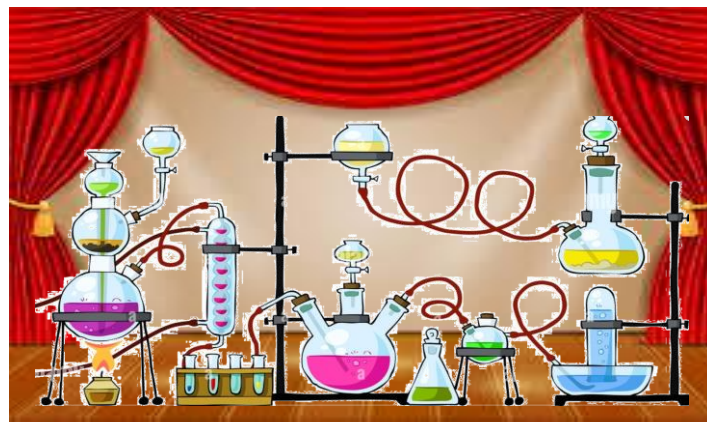
- Livello di preparazione (e «consapevolezza chimica»)
- Manualità e grado di operare in autonomia



INSEGNANTI

- Progettazione delle esperienze didattiche
- Svolgimento e supervisione delle attività laboratoriali

Coordinamento tra insegnante teorico ed insegnante tecnico-pratico (ITP)



RSPP

Valutazione del rischio chimico



RESPONSABILE DI LABORATORIO

Organizzazione delle attività, piano acquisti, regolamentazione ecc...

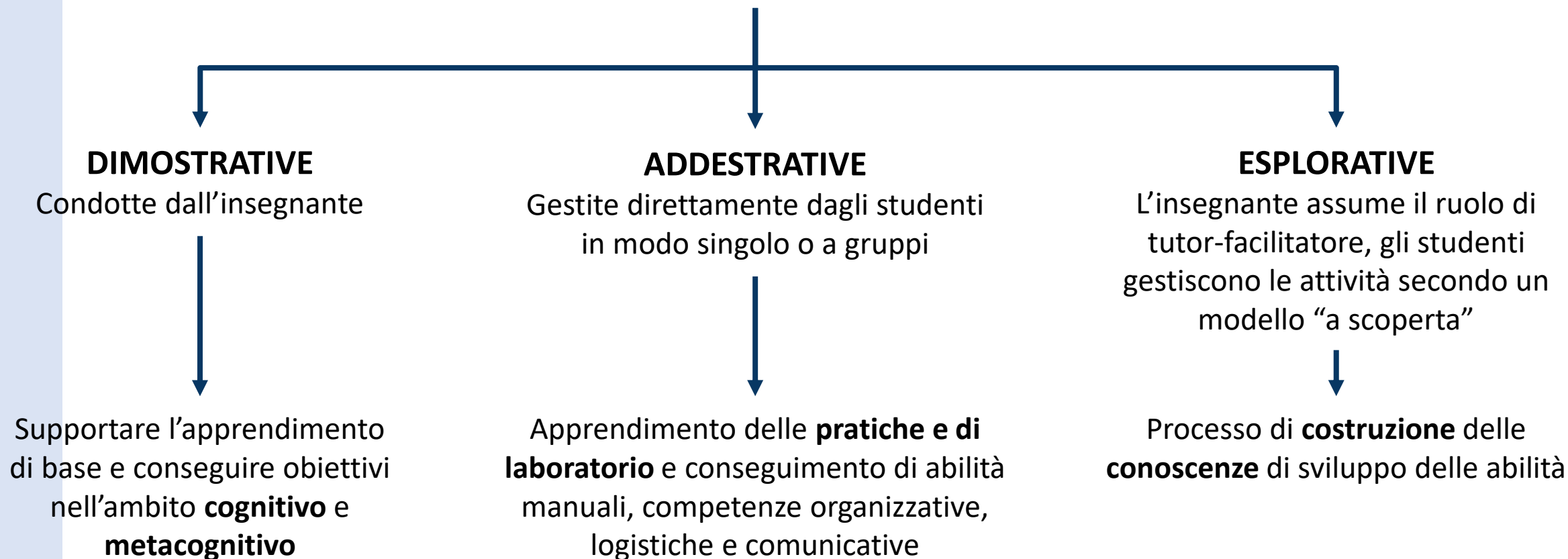


ASSITENTE TECNICO

- Strumenti e attrezzature efficienti
- Materiali
- Organizzazione logistica



Le attività in laboratorio di chimica non si svolgono sempre con le stesse **metodologie**.
Possiamo identificare in tre grandi categorie



Principi generali

- **Progettazione e organizzazione** dei sistemi di lavorazione sul luogo di lavoro;
- Fornitura di **attrezzature idonee** per il lavoro specifico e le relative procedure di **manutenzione** adeguate;
- Riduzione al **minimo del numero di lavoratori** che sono o potrebbero essere esposti;
- Riduzione al **minimo della durata e dell'intensità** dell'esposizione;
- Riduzione al **minimo della quantità di agenti** presenti sul luogo di lavoro in funzione delle necessità della lavorazione;
- **Metodi di lavoro appropriati** comprese le disposizioni che garantiscono la sicurezza nella manipolazione, nell'immagazzinamento e nel trasporto sul luogo di lavoro di agenti chimici pericolosi nonché dei rifiuti che contengono detti agenti chimici.

Laboratori chimici scolastici adeguati
Organizzazione delle attività

Strumenti funzionanti e in buono stato (**AT**)

Se possibile, nel caso di lavori a gruppi non si espone tutto il gruppo ma un solo studente

Progettazione di esperienze su scala micro e semi-micro / Gestione efficiente del magazzino

Procedure di laboratorio chiare che contengano le indicazioni essenziali per la sicurezza nella manipolazione dei prodotti (e del loro smaltimento)

Scegliere sostanze meno pericolose

Ove possibile, la sostituzione sostanze con altre a più bassa pericolosità (per raggiungere lo stesso scopo) è sempre la strada da perseguire

Uso degli agenti **cancerogeni** e/o **mutageni**, non si applica il concetto di RISCHIO IRRILEVANTE PER LA SALUTE

Per agenti chimici pericolosi per la salute esposti **al di sopra** della soglia del rischio irrilevante per la salute

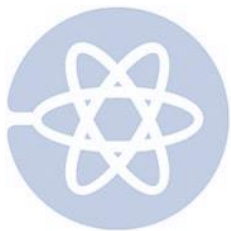
La possibile sostituzione è una **misura cogente**

L'inosservanza rappresenta un'inadempienza sanzionata con ammenda da 2740€ a 7014€ alternativa all'arresto (3-6 mesi)

*«Risulta inoltre utile ribadire che nel caso del rischio da agenti chimici pericolosi, la tutela della salute dei lavoratori dall'esposizione ad agenti chimici è sempre più legata alla ricerca ed allo sviluppo di **prodotti meno pericolosi** per prevenire, ridurre ed eliminare, per quanto possibile, il pericolo in via prioritaria alla fonte.»*

Sicurezza e Green Chemistry

E allora ci può venire in aiuto la Green Chemistry...



3. Sintesi chimiche più sicure

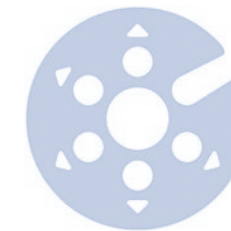
Progettare metodi di sintesi che impiegano e producono sostanze caratterizzate da un livello ridotto o dall'assenza di tossicità per la salute umana e per l'ambiente.

5. Solventi e ausiliari più sicuri

L'uso di sostanze ausiliarie (ad es. solventi, mezzi di separazione, ecc.) dovrebbe essere reso superfluo ogni volta che ciò sia possibile o altrimenti risultare innocuo.

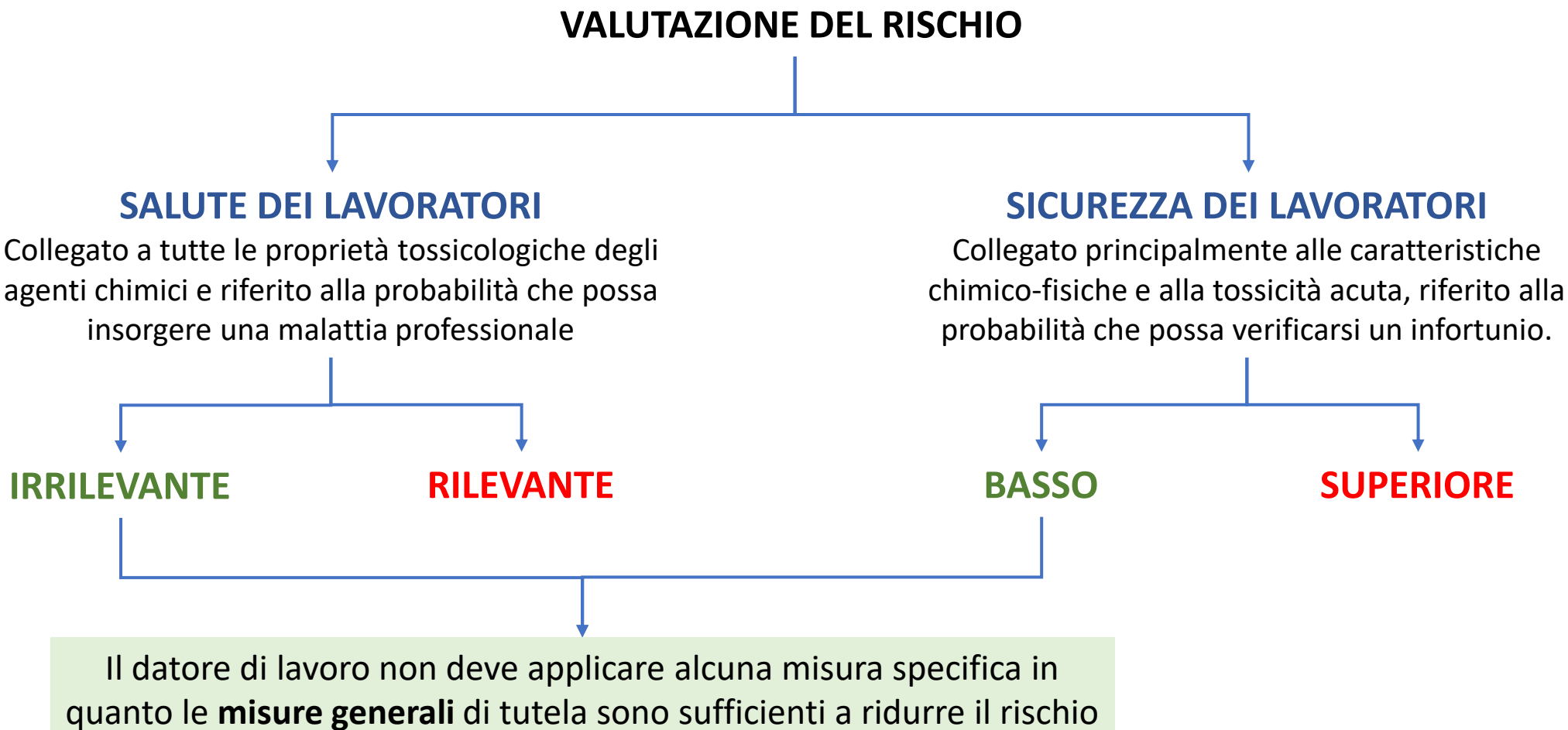
12. Chimica intrinsecamente più sicura per la prevenzione di incidenti

Le sostanze e le forme in cui queste vengono impiegate in un processo chimico dovrebbero essere scelte in modo da ridurre al minimo il rischio di incidenti di natura chimica quali, per esempio, il rilascio di sostanze, le esplosioni o gli incendi.



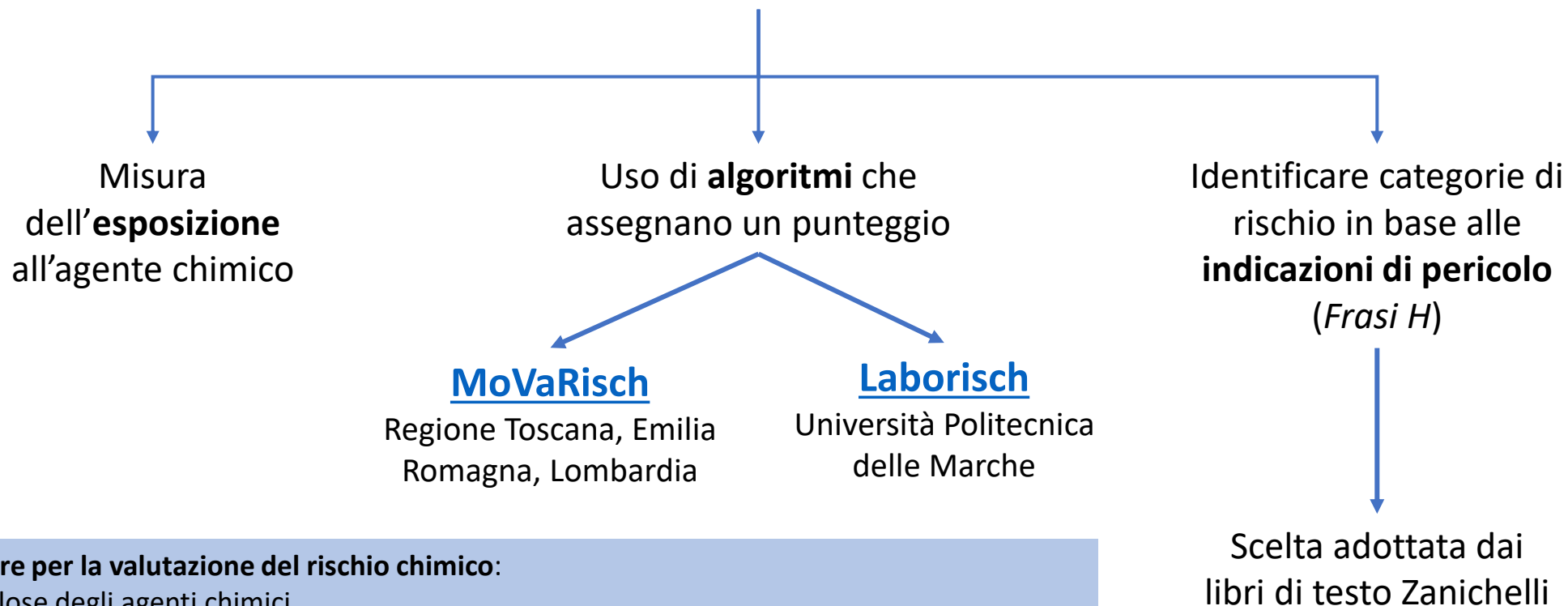
La valutazione del rischio

La valutazione del rischio connesso all'utilizzo di alcune sostanze chimiche e delle loro miscele è **competenza di ciascuna istituzione scolastica** (tramite il proprio RSPP)



La valutazione del rischio

COME VALUTARE IL RISCHIO CHIMICO?



Fattori da considerare per la valutazione del rischio chimico:

- proprietà pericolose degli agenti chimici.
- informazioni sulla salute e sicurezza comunicate dal fornitore tramite la relativa scheda di sicurezza.
- livello, tipo e durata dell'esposizione.
- circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza di tali agenti tenuto conto della quantità
- valori limite di esposizione professionale o valori limite biologici.
- effetti delle misure preventive e protettive adottate o da adottare.
- conclusioni tratte da eventuali azioni di sorveglianza sanitaria (se disponibili)".

Valutazione del rischio (Zanichelli)

LINEE GENERALI

**Abolizione delle sostanze
mutagene e cancerogene
H340 / H350**

Individuazione di tre principali
categorie di **rischio per la salute**

Rischio molto elevato

Maneggiata con opportuni DPI in
piccole quantità da personale
esperto (esperienze dimostrative)

Rischio elevato

Può essere usata dagli studenti
dotati di dpi, in piccole quantità,
per brevi periodi, sotto cappa di
aspirazione a norma

Rischio moderato

Può essere utilizzata dagli studenti
con dpi, sempre in piccole quantità,
per un breve periodo di tempo, sul
banco di lavoro

Valutazione del rischio (Zanichelli)

Esempio schede elenco di sostanze tratte da Hart «Laboratorio di chimica organica» (Zanichelli)

SOSTANZE NECESSARIE NELL'ESPERIMENTO <i>(segue)</i>																
Sostanza	CAS	Codici GHS dei pittogrammi				Codici H - Pericoli										
						fisici			per la salute						per l'ambiente	
idrossido di sodio $C \geq 5\% p/p$	1310-73-2	05							314							
iodio	7553-56-2	07	09						312	315	319	332	372			
ioduro di potassio	7681-11-0	07	08	09					302	315	317	319	372		411	
nitrato di argento	7761-88-8	03	05	09		272			314						400	410
ottanale	124-13-0	02	07	09		226			315	319					411	
2-pentanone	107-87-9	02	07			225			302	319						
3-pentanone	96-22-0	02	07			225			335	336						
piridina	110-86-1	02	07			225			302	312	332					
propiofenone	93-55-0	07							315	319						
Purpald®	1750-12-5	02				228										

Modello di Valutazione del Rischio Chimico - *MoVaRisCh*

- Approvato dai gruppi tecnici delle Regioni Emilia-Romagna, Toscana e Lombardia in applicazione alle Linee Guida D.Lgs. 81/08
- E' una modalità di analisi che attraverso un **percorso informatico semplice** consente di effettuare la **valutazione del rischio chimico per la salute dei lavoratori**.
- Il modello, che va inteso come un percorso di "facilitazione", rende possibile **classificare** ogni lavoratore esposto ad agenti chimici pericolosi in rischio irrilevante per la salute o non irrilevante per la salute.

[illegible]

REGIONE
TOSCANA



 **Regione Emilia-Romagna**
Assessorato politiche per la salute



Regione Lombardia
Sanità

***MODELLO
DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO
DA AGENTI CHIMICI
PERICOLOSI PER LA SALUTE
AD USO DELLE
PICCOLE E MEDIE IMPRESE***

(TITOLO IX Capo I - D.Lgs.81/08)

Le scuole possono essere assimilate a piccole-medie imprese?

- **Studenti:** sono equiparati a lavoratori e possono avere un livello di competenza diversa (es. primo anno vs quinto anno)
- **Supervisione degli insegnanti:** il lavoro degli studenti è supervisionato da personale esperto (sempre almeno due docenti + eventuale AT)
- **Esposizione limitata nel tempo:** (ITCM n.° ore max di lab. settimanale 8-10)
- **Piccole quantità di sostanza** (scala micro o semi-micro)

$$\text{RISCHIO } R = P \cdot E$$

PERICOLO

Il pericolo **P** è l'indice di pericolosità intrinseca di una sostanza o di una miscela

Valutato attraverso le
Indicazioni di pericolo (*Frase H*)
Per ciascuna frase un punteggio

ESPOSIZIONE

L'esposizione **E** rappresenta il livello di esposizione dei soggetti nella specifica attività lavorativa

- **Tipo** di esposizione
- **Durata** dell'esposizione
- **Modalità** con cui avviene l'esposizione
- **Quantità** di sostanza in uso
- Effetti delle **misure preventive e protettive**

Calcolo del rischio

Il modello permette di calcolare separatamente il rischio per **esposizioni cutanee ed inalatorie** (in base alle vie di assorbimento), oppure un **rischio cumulativo**

RISCHIO INALATORIO

$$R_{ina} = P \cdot E_{ina}$$

RISCHIO CUTANEO

$$R_{cut} = P \cdot E_{cut}$$

RISCHIO CUMULATIVO


$$R_{cum} = \sqrt{R_{ina}^2 + R_{cut}^2}$$

CRITERIO PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA AGENTI CHIMICI PERICOLOSI

Valori di Rischio (R)	Classificazione
$0,1 \leq R < 15$	Rischio <u>irrilevante per la salute</u> ZONA VERDE Consultare comunque il medico competente

Esempio di calcolo del rischio

SCHEDA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO CHIMICO

Sostanza	n-Esano	
CAS	110-54-3	
ID Reagentario	45-05	

INDICAZIONI DI PERICOLO

H225	Liquido e vapori facilmente infiammabili.	-
H304	Può essere letale in caso di ingestione e di penetrazione nelle vie respiratorie	5,00
H315	Provoca irritazione cutanea	2,50
H336	Può provocare sonnolenza o vertigini	3,50
H361f	Sospettato di nuocere alla fertilità.	7,50
H373	Può provocare danni agli organi (Sistema nervoso) in caso di esposizione prolungata o ripetuta se inalato	7,00
H411	Tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.	-

MODALITA' DI UTILIZZO

Il n-esano è utilizzato principalmente come eluente nelle separazioni cromatografiche e come solvente nei processi di estrazione liquido-liquido.

DATI RILEVATI DI ESPOSIZIONE PER GLI STUDENTI

Proprietà chimico fisiche		Quantità in uso (Kg)		Tipologia d'uso		Tipologia di controllo		Tempo di esposizione		Contatto cutaneo		Distanza (d) sorgente/operatore	
Solido-nebbia		< 0,1	X	Sistema chiuso		Controllo completo		< 15 min		Nessuno		< 1 metro	X
Bassa volatilità		0,1-1		Inclusione in matrice		Aspirazione localizzata	X	15 min -2 ore	X	Contatto accidentale	X	1-3 metri	
Media/alta volatilità. Polveri fini	X	1-10		Uso controllato	X	Segregazione/separazione		2-4 ore		Contatto discontinuo		3-5 metri	
Stato gassoso		10-100		Uso dispersivo		Diluizione/ventilazione		4-6 ore		Contatto esteso		5-10 metri	
		> 100				Manipolazione diretta		> 6 ore				> 10 metri	

DETERMINAZIONE INDICE DI ESPOSIZIONE

	INALAZIONE	CUTANEO	CUMULATIVO
ESPOSIZIONE	$E_{inal} = 1$	$E_{cute} = 1$	
RISCHIO	$R_{inal} = 10$	$R_{cute} = 2,5$	$R_{cum} = 10,31$

ESITO DELLA VALUTAZIONE

PERICOLO IRRILEVANTE PER LA SALUTE

Organizzazione del laboratorio

Oltre alle questioni legate alla sicurezza nell'uso di determinate sostanze, ai fini dell'**organizzazione delle attività didattiche** vanno considerati altri aspetti importanti

- Reagentario (inventario di magazzino prodotti)
- Inventario attrezzature / vetreria
- Accesso alle schede di sicurezza
- Protocolli svolgimento delle attività
- Calendario utilizzo dei laboratori
- Allestimento delle postazioni di lavoro

01-04 Ammonio Cloruro (CAS: 12125-02-9)

Articoli presenti in magazzino: 2

Quantità totale: **1420 g** (giacenza minima: 1000 g)




Unità: g 420 1000

#Art	Formato	Produttore	Data acquisito	Data apertura
01-04-1	420/1000 g	J.T. Baker	01/09/2000	01/09/2017
01-04-2	1000/1000 g	Scharlau	25/10/2019	n/a

NUOVO ARTICOLO

Mostra prodotti esauriti

HOME

01-03	Ammonio carbonato 10361-29-2	Sali inorganici	SI (07/06/2021) 	(g) 390
01-04	Ammonio Cloruro 12125-02-9	Sali inorganici	SI (27/07/2021) 	(g) 420 1000
01-05	Ammonio molibdato 12054-85-2	Sali inorganici	SI (07/06/2021) 	(g) 230



<http://www.cattaneodigitale.it/reagentario/>

Sistema integrato di gestione

E' possibile avere un sistema integrato che permetta di gestire in toto le attività di laboratorio?

Reagentario (inventario di magazzino prodotti)

Inventario attrezzature / vetreria

Accesso alle schede di sicurezza

Protocolli svolgimento delle attività

Calendario utilizzo dei laboratori

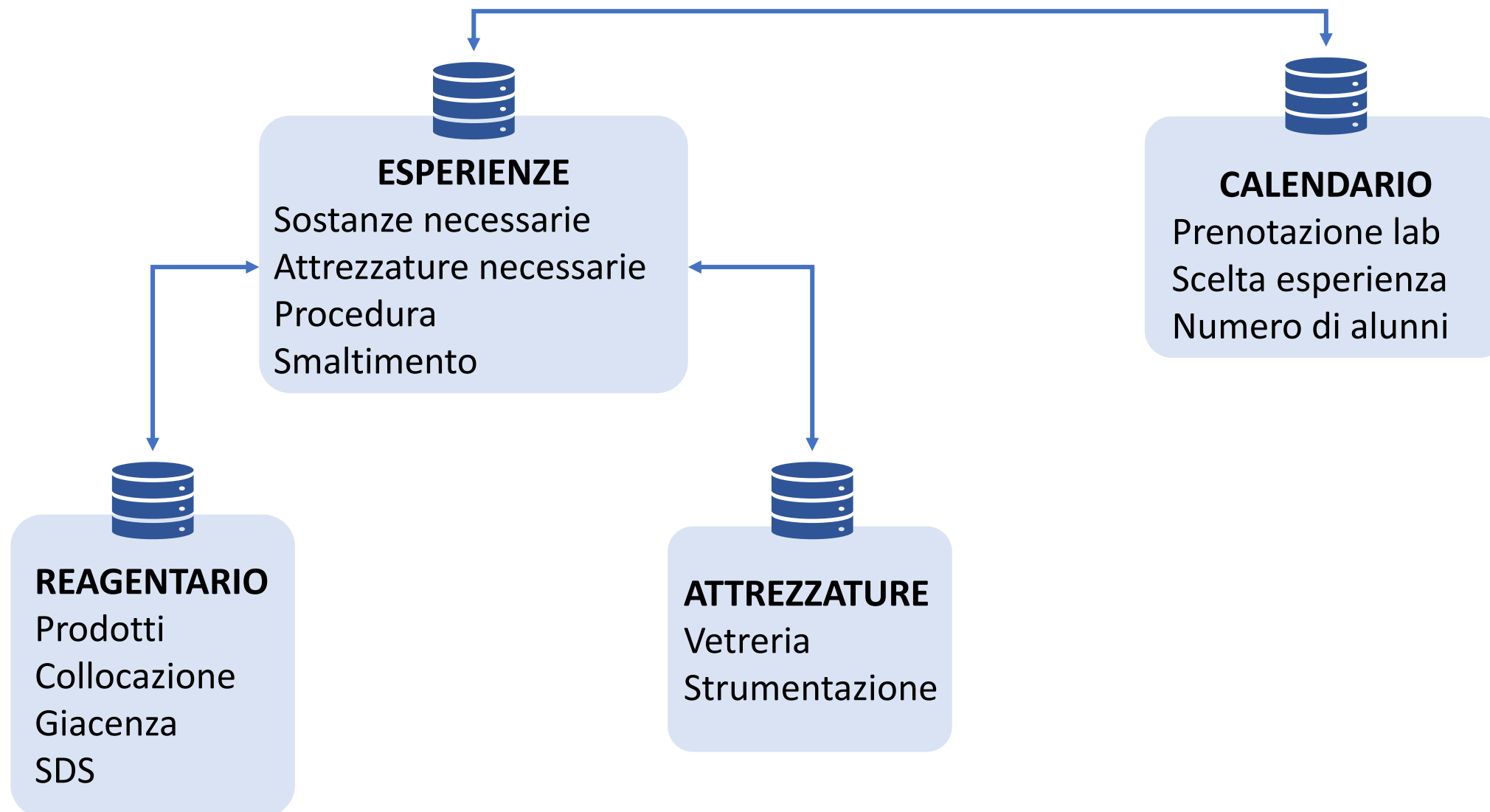
Allestimento delle postazioni di lavoro



**GESTIONE INTEGRATA
LABORATORI SCOLASTICI**

La nostra proposta è quella di mettere a disposizione delle scuole un applicativo web che possa essere utilizzato per la gestione integrata dei laboratori di chimica scolastici

Esempio di flusso di lavoro



Gestione «smart» del reagentario



QR Code

da scansionare per accedere direttamente alla SDS e poter gestire in tempo reale il consumo del reattivo

Bollino colorato

Indica in modo chiaro se la confezione è «in uso» oppure se si tratta di una confezione ancora da aprire

Codice numerico

Identifica la sostanza nel reagentario scolastico con numero univoco

- Collocazione
- Precauzioni di uso
- Frasi di rischio
- In quali esperienze viene usata
- Storico di utilizzo del reattivo

Integrazione della valutazione del rischio per la salute in base all'esperienza di utilizzo (MoVaRisCh)

Il vantaggio della Gestione Integrata

L'insegnante prevede di effettuare l'esperienza XXX il giorno YYY



Seleziona la data, il numero degli alunni
e l'esperienza da effettuare



Verifica della disponibilità di
LABORATORI – SOSTANZE – ATTREZZATURE
(presenza di eventuali gruppi che lavorano in contemporanea)



Svolgimento delle attività



Aggiornamento del reagentario con i consumi

- Sicurezza
- Procedura
- Smaltimento

Se l'esperienza è nuova, il sistema integrato permette una progettazione puntuale verificando la disponibilità delle sostanze e attrezzature, permettendo una valutazione del rischio



***Grazie per
l'attenzione!***