

XVII Scuola Nazionale di Ricerca Educativa e Didattica Chimica “Ulderico Segre”

Congresso della Divisione di Didattica SCI 2025

Congresso del Gruppo Tematico Epistemologia e Storia della Chimica SCI 2025

Centro Interuniversitario di Bertinoro, CEUB, (FC), 6 – 9 dicembre 2025

Prof. Giovanni Merola ^a

Dall’Età dei metalli alle Super-Batterie:

viaggio nella storia dei metalli, dall’alchimia al cervello elettronico
dell’energia

a) I.T.I.S “S. Cannizzaro”, Via Consolare Latina,263 00034 Colleferro (Rm) -Tutor coord. A034 - TLC Teaching Learning Center -
Università di Roma “Tor Vergata” 7171.merola@uniroma2.onmicrosoft.com

Lo Storytelling nella Didattica della Chimica: Narrazione, Esperienza e Conoscenza

Lo storytelling è uno dei meccanismi più antichi con cui l'umanità ha compreso il mondo.
Prima della scienza formale, il racconto serviva a:

- organizzare l'esperienza
- collegare eventi lontani
- dare senso ai fenomeni complessi

Anche oggi, nella didattica della chimica, la narrazione mantiene un ruolo centrale.

Evidenze dalla ricerca:

Vari et al., 2020 (Chimica nella Scuola)

→ la narrazione aggancia concetti astratti a contesti significativi, rafforzando i modelli mentali.

Talarico, 2018

→ storytelling come ponte tra esperienza concreta e modellizzazione scientifica.

Marino, 2022 (CNS)

→ lo storytelling crea “ambienti di senso”, aiuta a superare misconcezioni e rende comprensibile la logica della chimica.

Dalla narrazione all'escape room: un percorso interdisciplinare

La storia della scoperta dei metalli come filo narrativo

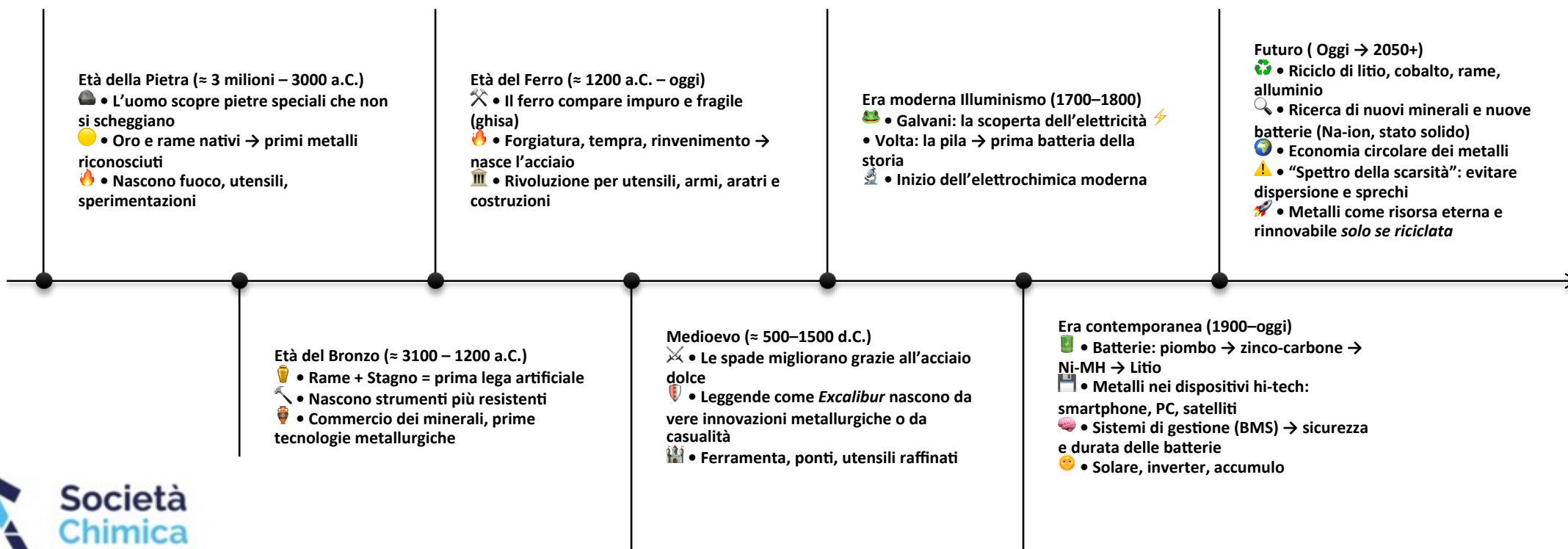
Il percorso didattico proposto usa la storia dei metalli come racconto guida, integrando:

- storia della scienza
- epistemologia
- attività di laboratorio
- pensiero sistemico
- riciclo e sostenibilità
- strumenti digitali*
- gamification e/o escape room

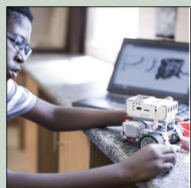
 **Valore pedagogico:** la narrazione agisce come **organizzatore semantico** e crea il **ponte cognitivo** che porta dall'esperienza al concetto scientifico. L'escape room digitale non fa solo ascoltare la storia: **la fa vivere**, generando un apprendimento:

- attivo
- autentico
- altamente motivante

Il Viaggio dei Metalli: una Timeline dalla Preistoria al Futuro



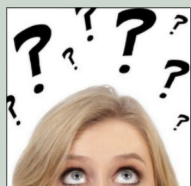
Perché parlare di metalli oggi?



Connessioni con le
competenze STEM



Legame con l'Agenda 2030
(energia, riciclo, risorse)



Disinformazione e lacune
degli studenti



Necessità di percorsi
verticali dalla primaria
all'università

Storytelling e Storyelling storico



Storytelling scientifico

- ▶ usa la narrazione per spiegare concetti, fenomeni e modelli della chimica
- ▶ collega osservazioni concrete → concetti astratti
- ▶ costruisce “ambienti di senso” utili alla comprensione
- ▶ è una **strategia cognitiva**, non una ricostruzione storica fedele
- ▶ 🖐️ È ciò che usiamo nel nostro percorso didattico:
una storia che rende visibili idee scientifiche.

Storytelling storico

- ▶ ricostruisce fatti, epoche e contesti reali
- ▶ segue le fonti, gli studi archeologici e la cronologia
- ▶ mira all'accuratezza degli eventi e delle tecnologie dell'epoca
- ▶ 🖐️ Nel nostro caso, **non facciamo storia**,
ma **usiamo la storia come strumento narrativo** per capire la chimica.
- ▶ È un “**ibrido educativo**”, un tentativo consapevole:
 *didattica scientifica* +  *immaginazione storica controllata.*



Interdisciplinarietà: un ponte tra saperi



Storia

- ▶ età della pietra, bronzo, ferro, medioevo, illuminismo..
- ▶ metallurgia antica, commerci, società



Italiano

- ▶ scrittura creativa
- ▶ lettura di testi narrativi, miti, leggende



Latino

- ▶ origine dei nomi dei metalli: *aurum*, *cuprum*, *ferrum*, *stannum*
- ▶ linguaggio simbolico, illuminismo della scienza



Storia dell'Arte

- ▶ arte metallica: oro, rame, bronzi
- ▶ tecniche antiche (fusione, cesello, sbalzo)
- ▶ simbologie e miti (Excalibur, Sol Aureus, ecc.)



Tecnologia/Scienze/Fisica/Chimica

- ▶ proprietà dei materiali
- ▶ fusione, leghe, batterie, energia



INDICE DEL PERCORSO – “Dalla pietra al litio: la grande avventura dei metalli”

◆ Capitolo 1 – Le origini: l'età della pietra e la scoperta dei materiali

Gli uomini primitivi imparano a osservare e usare ciò che li circonda. Scoprono materiali duri, taglienti, lucenti, ma ancora non conoscono i metalli. Tra i minerali naturali trovano pietre brillanti come quarzo, pirite o smeraldi: i primi “tesori” della Terra. Nasce la curiosità di capire cosa rende alcuni materiali più forti o più belli di altri.

- ▶  **Gioco – “Quali sono i metalli?”**
Il giocatore/sperimentatore deve scoprire quali tra i materiali forniti sono metalli.
Ha a disposizione:

- ▶ una fiamma (per osservare la fusione),
- ▶ un punteruolo (per la durezza),
- ▶ una pinza (per la duttilità),
- ▶ un martello (per la malleabilità).

👉 Solo riconoscendo i veri metalli, può passare al capitolo successivo.

◆ Capitolo 2 – L'età del bronzo: il fuoco e le prime leghe

Attorno al fuoco, l'uomo preistorico scopre che alcune pietre, se scaldate con il carbone, si trasformano in metalli come il rame. Sperimentando, fonde insieme due metalli diversi — uno noto (rame) e uno ancora misterioso (stagno) — ottenendo un materiale nuovo, più resistente e adatto a fabbricare armi e utensili. Questo sarà chiamato in seguito “bronzo”.

- ▶  **Gioco – “La lega perfetta”**
Il giocatore fonde due metalli diversi e osserva cosa cambia:

- ▶ punto di fusione,
- ▶ colore,
- ▶ resistenza.

Scopre che una lega è un **miscuglio omogeneo di due o più metalli fusi insieme**.

◆ Capitolo 3 – L'età del ferro: il metallo che cambia la storia

Il ferro, nascosto nelle rocce, fonde a temperatura molto più alta del rame o dello stagno. I primi tentativi producono un ferro impuro, **duro ma fragile**, quello che oggi chiamiamo **ghisa**. Con il tempo, gli antichi imparano a migliorarlo:

- ▶ scaldandolo e battendolo (fucinazione),
- ▶ oppure scaldandolo e raffreddandolo in modi diversi. Nasce così l'**acciaio**, forte ma anche elastico: il metallo perfetto per utensili e armi.

◆ Capitolo 4 – Dall'Impero Romano al Medioevo: il ferro domina il mondo

Durante l'Impero Romano e il Medioevo, il ferro diventa protagonista: serve per costruire utensili, arnesi, ponti, armi e armature. Tuttavia, si arrugginisce facilmente e si deteriora all'aria umida. Gli alchimisti cercano nuove combinazioni di minerali e metalli, sperimentando — spesso tra scienza e magia — fino a migliorare la qualità del ferro. Nascono le prime **forme di acciaio**.

- ▶  **Gioco – “La sfida di Excalibur”**
Il giocatore deve provare tre tipi di ferro:

- ▶ ferro troppo morbido (si piega),
- ▶ ghisa (si spezza),
- ▶ acciaio (resiste e si flette).

Solo la spada fatta con il giusto equilibrio può diventare **Excalibur**, simbolo del perfetto controllo dei metalli

◆ Capitolo 5 – Verso il progresso: l'Illuminismo, l'alluminio e la pila di Volta

Con l'età dell'Illuminismo, la scienza sostituisce la magia. Si estraggono i nuovi metalli, come l'alluminio, leggero ma difficile da ottenere. Luigi Galvani e Alessandro Volta aprono l'era dell'elettricità: nasce la **pila**, la prima fonte stabile di energia chimica. È l'inizio del legame tra metalli ed energia.

- ▶  **Gioco – “La pila di Volta”**
Il giocatore costruisce virtualmente una pila alternando dischi di rame e zinco separati da panni imbevuti di acido.

Osserva come la disposizione dei metalli genera una corrente elettrica.

◆ Capitolo 6A – L'era moderna: i metalli che alimentano il mondo

L'uomo impara a costruire batterie sempre più efficienti:

- ▶ al **piombo**,
- ▶ allo **zinco-carbone**,
- ▶ al **litio e cobalto**.

I metalli diventano il cuore dell'energia moderna: nei telefoni, nelle auto, nei pannelli solari, nei sistemi di accumulo. Nascono i **Battery Management System (BMS)**, veri cervelli elettronici che controllano temperatura, carica e sicurezza delle batterie.

- ▶  **Gioco – “Costruisci la tua batteria”**
Il giocatore combina diversi metalli per ottenere la batteria più efficiente, bilanciando potenza, peso e sicurezza.

◆ Capitolo 6B – Il futuro dei metalli: riciclo e sostenibilità

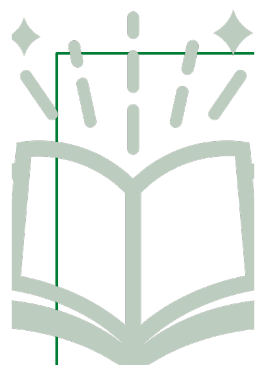
Oggi uno spettro si aggira sulla Terra: i **metalli stanno diminuendo**. Molti vengono dispersi nei rifiuti elettronici o bruciati. Ma i metalli non si distruggono — cambiano solo forma. Per questo devono essere **riciclati e riutilizzati**, per proteggere le risorse del pianeta. Il vero progresso sarà costruire un mondo dove **ogni metallo ritorna alla vita**.

- ▶  **Gioco finale – “Il ciclo infinito dei metalli”**
Gestisci miniere, fabbriche e centri di riciclo. Scopo: costruire un sistema sostenibile dove nulla si spreca e tutto si rigenera.

Solo così il giocatore diventa **Custode dei Metalli della Terra** 🌍.



Formati di utilizzo



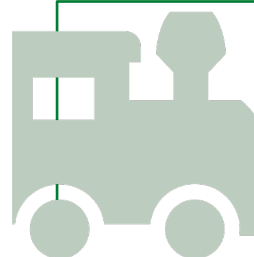
1. Racconto narrativo

- storia da leggere o ascoltare (canva e/o libro?)
- utile come warm-up o aggancio motivazionale
- [Link CANVA](#)
- [Link CANVA con audio](#)



2. Escape Room didattica

- **fisica:** materiali semplici, prove reali
- **digitale (Genially):** enigmi, interattività, QR
- [Link Genially](#)



3. Videogioco didattico (sviluppo futuro)

- versione avanzata con logiche, livelli e simulazioni
- integrazione con sensori e Arduino



Storytelling, Escape Room e percorsi didattici flessibili

Modularità del percorso

Il percorso può essere utilizzato in diversi modi:

1. Percorso completo (dalla Preistoria al Futuro)

- ▶ Una **storia continua** che attraversa 7 epoche
- ▶ Perfetto per un progetto interdisciplinare lungo (PCTO, moduli annuali, laboratori STEM)

2. Versione semplificata

- ▶ Racconto ridotto a 3 tappe:
Metalli primitivi → **Leghe** → **Elettricità e Batterie**
- ▶ Ideale per lezioni singole o introduzioni tematiche

3. Capitoli indipendenti

- ▶ Ogni capitolo può essere usato **separatamente**, in momenti diversi del percorso didattico:
- ▶ Età della pietra → materiali
- ▶ Bronzo → leghe
- ▶ Ferro → proprietà meccaniche
- ▶ Medioevo → storia e tecnologia
- ▶ Volta → elettrochimica
- ▶ Batterie → energia e sostenibilità
- ▶ Perfetto per un approccio **modulare e verticale** dalla scuola secondaria di primo grado fino alla secondaria di secondo grado.

Il progetto è altamente flessibile, adattabile a lezioni, laboratori, percorsi annuali o attività spot, grazie alla combinazione di storytelling, esperienze pratiche ed elementi digitali.



Il resto della storia: un percorso ancora in costruzione

- ▶ Dopo la Prova del Fabbro e l'ingresso nell'Età del Bronzo, il viaggio dei metalli continua attraverso epoche sempre più ricche di scoperte.
I prossimi capitoli del percorso narrativo affrontano la nascita del ferro, le tecniche dei fabbri medievali, la leggenda di Excalibur, le scintille di Galvani e Volta, fino all'arrivo delle batterie moderne e alla sfida del riciclo.
- ▶ Nelle prossime slide troverete **la storia raccontata**, pronta per essere trasformata in attività didattiche, escape room o laboratori.
Molti di questi capitoli sono ancora **in fase di progettazione e sviluppo**, e rappresentano una base aperta per nuove idee, collaborazioni interdisciplinari e sperimentazioni future.
- ▶ **Questo progetto non è un prodotto finito, ma un cantiere narrativo e didattico:**
un invito a docenti, ricercatori e formatori a contribuire con spunti, ampliamenti e proposte.



Capitolo 3 – L'Età del Ferro: il metallo che veniva dal cielo

Con il bronzo l'umanità aveva fatto passi enormi, ma un nuovo metallo stava per cambiare tutto.

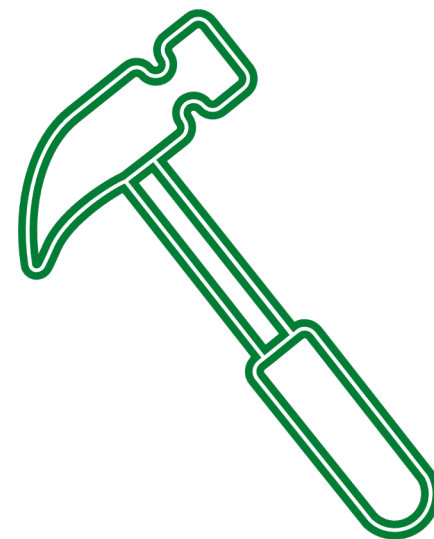
Nascosto nelle rocce più scure, il **ferro** era difficile da ottenere: non fondeva nei fuochi comuni e servivano forni molto più caldi, con aria soffiata da grandi mantici.

Quando finalmente si ottenevano piccole gocce di ferro fuso, il risultato era **duro ma fragile**, simile alla ghisa moderna.

Tuttavia, gli antichi scoprirono che:

- ▶ scaldandolo
- ▶ battendolo ripetutamente
- ▶ raffreddandolo in modi diversi

il ferro cambiava struttura e diventava **più resistente ed elastico**.
Era nata l'arte della fucinazione o della forgiatura.
Era nata l'**Età del Ferro**.



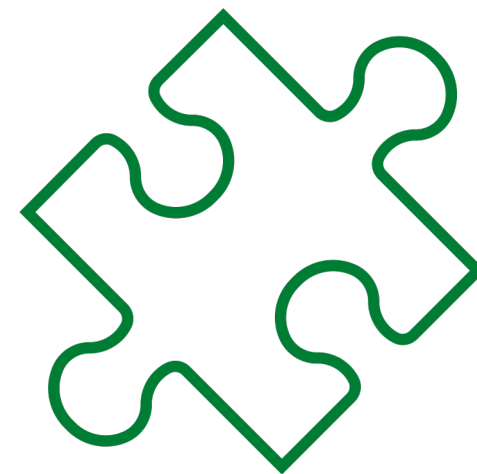
Prova 3 – Il Respiro del Fuoco

Per domare il ferro devi trovare il giusto equilibrio tra:

- ▶ **calore** 
- ▶ **aria** 
- ▶ **martello** 
- ▶ **tempi di raffreddamento** 

Il giocatore sperimenta:

- ▶ Raffreddamento troppo rapido → il ferro diventa fragile (simile alla ghisa)
- ▶ Raffreddamento controllato e battitura → il ferro diventa forte e tenace (acciaio)
- 👉 **Obiettivo:** ottenere un ferro resistente, non troppo duro e non troppo fragile.





Capitolo 4 – I Romani, il Medioevo e la nascita dell'acciaio

Nel mondo romano e medievale il ferro è il metallo più importante: serve per forgiare strumenti agricoli, armi (**Gladio**) armature, cancelli, ponti e macchine da guerra.

Per migliorarlo, fabbri e alchimisti sperimentano tecniche nuove, raffinano i forni, selezionano minerali migliori e imparano a controllare meglio il fuoco, la temperatura e i cicli di raffreddamento.

Con il passare dei secoli, la tecnologia delle forge diventa sempre più avanzata:

I fabbri medievali **non potevano controllare il tenore di carbonio**: dipendeva dai forni e dai mantici azionati ad acqua. si ottiene un ferro **più puro, più duttile e più elastico**, quello che oggi potremmo chiamare “acciaio dolce”, adatto a lame e armature.

► Come si otteneva l'acciaio

- Il ferro veniva fuso e fatto colare attraverso carbone, assorbendo parte del carbonio.
- La barra metallica veniva poi avvolta con **ferro dolce** e ribattuta per ore (fino a **120–180 ore!**) finché i materiali si saldavano insieme.

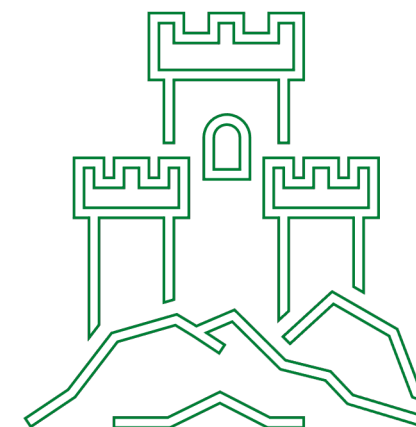
► • Acciaio stratificato

- Le migliori lame erano fatte da **centinaia di lamine** ripiegate e saldate.
- La struttura stratificata univa **robustezza dell'acciaio** e **flessibilità del ferro dolce**.

► • Rituali e... chimica nascosta

- Alcuni fabbri immergevano la lama rovente in **sangue, urine o liquidi organici**.
- Oltre ai rituali simbolici, questi liquidi fornivano **azoto e carbonio**, che si integravano negli strati superficiali della lama migliorandone durezza e tenacità

- Le leggende di **Excalibur** ✂ e **Durendal** nascono probabilmente da lame straordinarie... **non da metalli magici, ma dalla maestria artigianale.**



Excalibur– La spada che non si spezza

scegli i metalli per forgiare la spada:

Prova finale:

La spada deve superare 4 test:

-  colpo di martello
-  prova del fuoco
-  prova della corrosione
-  prova della calamita

✨ **Solo l'acciaio unisce durezza, elasticità e resistenza.**

Hai forgiato **Excalibur**, la spada che non si spezza.



Metallo	Proprietà principali	Esito
 Oro	Molle, molto malleabile, non si corrode	 si piega, inutilizzabile come arma
 Bronzo	Si flette facilmente, resiste un po' alla corrosione	 troppo morbido
 Ferro (ghisa)	Duro ma fragile, magnetico , si arrugginisce	 si spezza
 Acciaio	Resistente, elastico, più duro del ferro, magnetico si arrugginisce meno del ferro	 la spada perfetta

Capitolo 5 – L'Illuminismo e il Risveglio dell'Energia

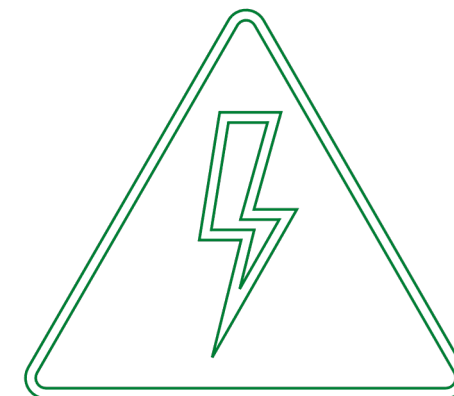
Nel Settecento l'umanità scopre un nuovo potere invisibile: l'**elettricità**.
Luigi Galvani osserva che le zampe di rana si muovono toccandole con due metalli diversi.

Volta non crede all'"elettricità animale" e dimostra che la causa è la **reazione tra metalli**.

Costruisce così la **pila di Volta**:

- ▶ rame 
- ▶ zinco 
- ▶ panni bagnati in acqua salata o aceto 

È la prima fonte continua e controllabile di energia.
Da qui nascono motori, lampadine, telegrafi e tutto il mondo moderno.





Prova – Ricostruisci la pila di Volta

Attività:

Trascina e combina:

Scegli la coppia di metalli giusta:

rame (positiva)

zinco (negativa)

Scegli il liquido conduttore (elettrolita) :

acqua salata

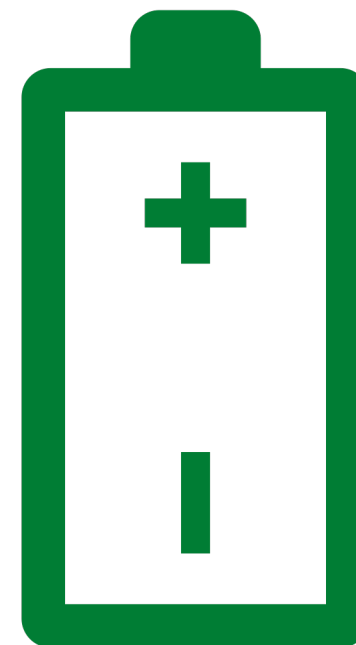
aceto

Costruisci la pila:

rame → panno → zinco → rame → panno → zinco...

Quando la pila è corretta, si accende una lampadina 💡

Hai ricreato la pila di Volta.

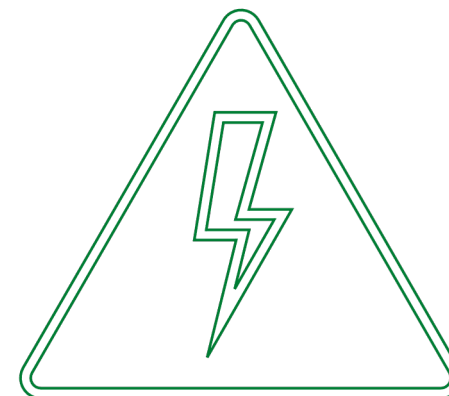




Capitolo 6A – Batterie, tecnologia e il cervello elettronico

Dal piombo delle prime batterie alle moderne celle al litio, i metalli diventano contenitori di energia:

- ▶ batterie al piombo
- ▶ pile zinco–carbone
- ▶ batterie al nickel - cadmio
- ▶ batterie al litio–cobalto
- ▶ sistemi di accumulo per energia solare



Al centro c'è un nuovo elemento chiave:
il **BMS – Battery Management System**,
un cervello elettronico che controlla temperatura, tensione, sicurezza.



Prova – Qual è la batteria migliore?

Attività:

Scegli i metalli e osserva i risultati:



Dispositivo	Metalli ideali	Note
Torcia	zinco–carbone	economica
Smartphone	litio–cobalto	leggera, potente
Auto elettrica	litio–manganese	duratura, stabile
Pannelli solari	litio–ferro–fosfato	Piu sicura, leggera

👉 *Capirai che non esiste un'unica batteria perfetta: dipende dall'uso.*

Capitolo 6B Il futuro dei metalli: riciclo e sostenibilità

Ma nel futuro, un'ombra si allunga sulla Terra... 

Un nuovo spettro si aggira tra miniere e discariche: **i metalli stanno finendo.**

Molti vengono **dispersi**, o **sepolti nei rifiuti elettronici.**

Eppure, i metalli non muoiono mai: **possono cambiare forma, ma restano sempre sulla Terra.**

Il loro destino dipende da noi:

- ▶  se li **ricicliamo**, tornano a nuova vita;
- ▶  se li **gettiamo**, diventano scorie e inquinamento.

Il futuro richiede:

- ▶ Riciclo, recupero, riuso
- ▶ tecnologie sostenibili
- ▶ nuove batterie e impiego di materiali meno rari

Il progresso non sarà solo *avanzare*, ma *non sprecare*.





Prova – «il ciclo infinito dei metalli»

Obiettivo: imparare che i metalli non si distruggono, ma si trasformano e devono essere riciclati.

Modalità digitale (simulazione interattiva o quiz gamificato):

-  **Fase 1 – Estrazione:** il giocatore sceglie una miniera (ferro, rame, litio).
Deve bilanciare energia spesa, impatto ambientale e quantità estratta.
-  **Fase 2 – Utilizzo:** con i metalli estratti, costruisce un oggetto (auto, smartphone, pannello solare).
Ogni oggetto ha una “durata di vita” simulata e un impatto ambientale.
-  **Fase 3 – Fine vita:** il giocatore decide cosa fare del prodotto:
 - Riciclare lentamente (recupera parte dei metalli e guadagna punti sostenibilità ),
 - Buttare velocemente (perde risorse e punti ambiente .
-  **Fase 4 – Evoluzione tecnologica:** più ricicli, più sblocchi nuove tecnologie (BMS, batterie al sodio, materiali rari).
-  **Vittoria:** raggiungere un’economia circolare con impatto ambientale minimo e 100% di riciclo.



Un viaggio che continua

La strada è lunga, ma il cammino è iniziato

Il percorso ci ha mostrato che la storia dei metalli è anche la storia dell'umanità: un intreccio di scienza, ingegno, miti, tecnologie e sostenibilità.

Oggi sappiamo che il viaggio non è finito.
Anzi: **siamo solo all'inizio.**

Per costruire servirà il contributo di molte competenze:

- ▶  **Storiografi e archeologi** – per rendere rigorosa la ricostruzione delle epoche antiche
 - ▶  **Letterati e linguisti** – per dare forma narrativa e cura al racconto
 - ▶  **Storici dell'arte** – per collegare arte, simboli e cultura materiale
 - ▶  **Fisici e scienziati dei materiali** – per interpretare leghe, processi e tecnologie
 - ▶  **Chimici** – per spiegare reattività, energia, trasformazioni
 - ▶  **Esperti di sostenibilità** – per affrontare il tema cruciale del riciclo e delle risorse
-  ***“La scienza avanza quando le storie si intrecciano.”*** Grazie a chi vorrà contribuire.



Bibliografia essenziale



- ▶ **Vari, A. et al. (2020)** – *La Chimica raccontata: l'uso dello storytelling per spiegare i concetti chimici.*
Chimica nella Scuola, n. 2020.
<https://www.chimicanellascuola.it/index.php/cns/article/view/192/321>
- ▶ **Marino, M. (2022)** – *Storytelling come tecnologia cognitiva nella didattica della chimica.*
Chimica nella Scuola, n. 2022.
<https://www.chimicanellascuola.it/index.php/cns/article/view/244/423>
- ▶ **Talarico, F. (2018)** – *Dalla narrazione alla modellizzazione scientifica.*
In: *Pratiche di modellizzazione nella didattica della chimica*, pp. 121–141.
<https://iris.unito.it/retrieve/3a24a9e8-4cf3-40c1-8aa6-50a56687d95b/talarico%20-%20121-141.pdf>
- ▶ **De Lucia, M. et al. (2016)** – *Una esperienza di Digital Storytelling scientifico.*
(Materiali e attività per esplorare narrazione e tecnologia.)
https://www.academia.edu/download/42043928/Una_esperienza_di_Digital_Storytelling_s20160204-20783-1lzphu5.pdf
- ▶ **Aquilini, Eleonora (2024)** – *Apprendere la Chimica attraverso l'approccio storico-epistemologico.*
Presentato alla e alla **XVI Scuola Nazionale di Ricerca Educativa e Didattica Chimica “Ulderico Segre”**
I concetti fondanti della Chimica: passato, presente e futuro
Abano Terme, 10–13 novembre 2024. https://www.soc.chim.it/sites/default/files/users/sci_didattica/Aquilini%20Abano%2010-13%20nov.pdf
- ▶ **Testa, M.L., Russo, M., Aliotta, C., Zanelli, A., Torreggiani, A., Deganello, F.**
Verso la sostenibilità e... oltre! Utilizzo del Game-based learning per la promozione della chimica sostenibile nelle scuole secondarie.
CNR – ISMN Palermo; CNR – ISOF Bologna.



TOR VERGATA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA