MÓDULO VI

Tema 2

Resumen

Título

Baterías y diferencias entre sus tecnologías

Duración	45 minutos
Rango de edad del alumnado	Las edades del proyecto van de 10 a 14 años.

Resumen del tema

Este tema tiene como objetivo presentar los tipos principales de baterías disponibles en la actualidad, haciendo hincapié en su funcionamiento. Para poder explicar y comprender mejor el funcionamiento, se construirá una pila con un limón.

Resultados de aprendizaje

Finalidad/Objetivos de aprendizaje

- Entender el funcionamiento básico de una pila/batería.
- Conocer los conceptos eléctricos de una batería.
- Tipos de baterías actuales.
- Implementación de una pila funcional a partir de un limón.

Objetivos transversales

- Desarrollar la conciencia ambiental y la responsabilidad ecológica.
- Conocer el funcionamiento de las baterías y las diferencias entre las distintas tecnologías.
- Fomentar el uso de energías limpias y sostenibles.

Conexión con Objetivos de Desarrollo Sostenible

Este tema está alineado con el ODS 7 “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna” - Meta 7.2 De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas; y Meta 7.3 De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.
Este tema está alineado con el ODS 12 “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles” - Meta 12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

Implementación

Facilitación

- Asegúrate de que todos los recursos estén listos antes de la clase.
- Asegúrate de utilizar siempre materiales reciclables o reciclados.
- Promover un ambiente de colaboración y respeto por el medio ambiente.
- Ten en cuenta que el alumnado y el aula se podrán ensuciar un poco.

Recursos / Materiales necesarios

- Limón.
- Clavos de zinc.
- Cable de cobre.
- Polímetro.

Ideas para continuar

- Reciclaje de baterías: anime a los estudiantes a investigar el impacto de los desechos de baterías en el medio ambiente y a diseñar una pequeña campaña de reciclaje en su escuela. Pueden crear carteles, investigar métodos de reciclaje adecuados e incluso calcular el ahorro de energía que supone reciclar baterías.
- Construcción de baterías avanzadas: como extensión del experimento de la batería de limón, los estudiantes podrían explorar cómo construir baterías utilizando diferentes materiales (por ejemplo, patatas, agua salada u otras frutas). Pídales que comparen el voltaje y la eficiencia de cada tipo de batería y que analicen por qué los diferentes materiales producen resultados diferentes.
- Crear un debate en clase sobre el uso de baterías en la sociedad: divida la clase en dos grupos: uno que defienda los beneficios del uso generalizado de baterías en la sociedad moderna (por ejemplo, para vehículos eléctricos, teléfonos móviles…) y el otro que destaque las preocupaciones ambientales y éticas (por ejemplo, extracción de recursos, gestión de residuos…). Esta actividad fomenta el pensamiento crítico y las habilidades de comunicación.

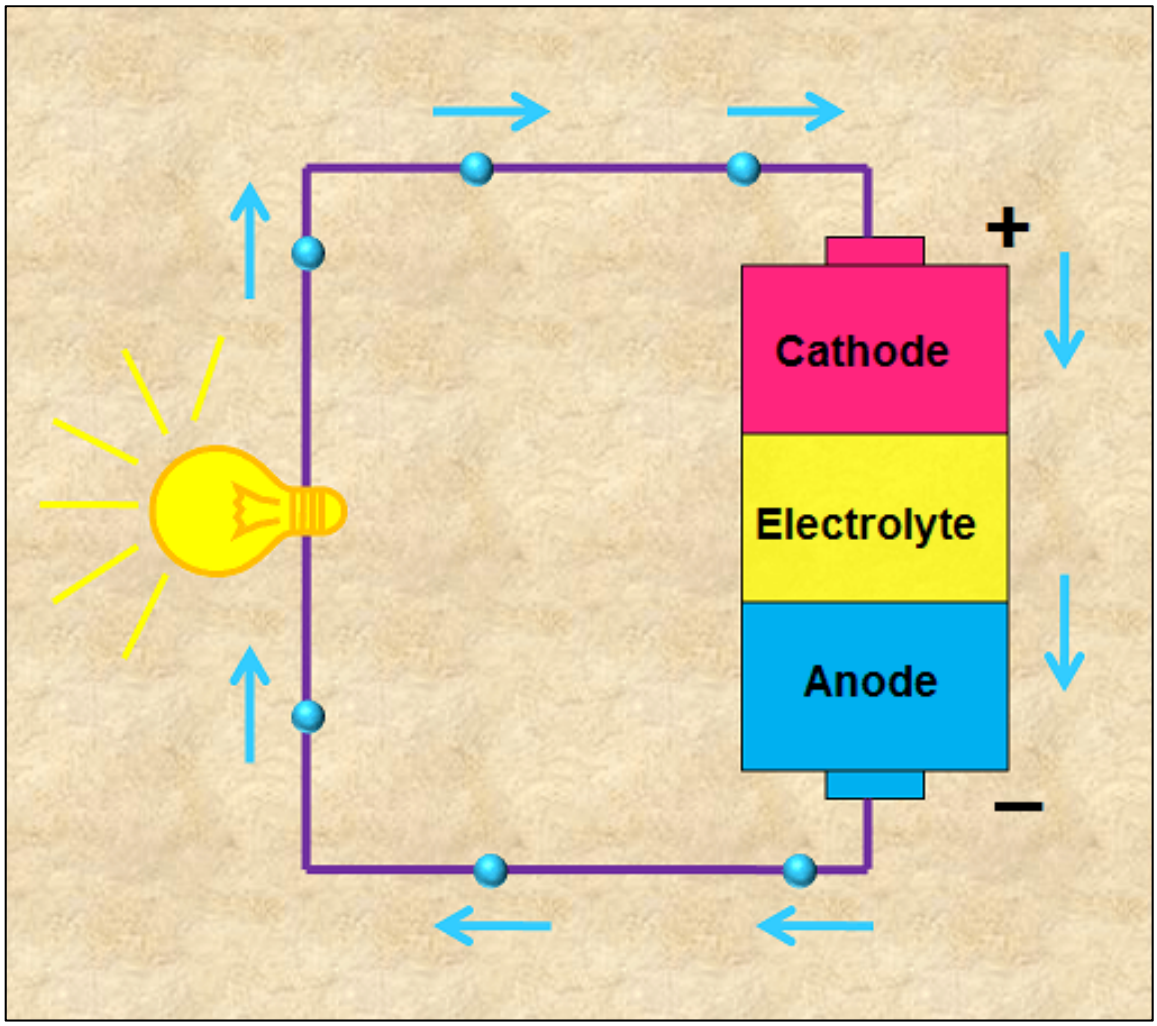
Estas actividades ayudarán a los estudiantes a profundizar su comprensión del papel de las baterías en la sociedad moderna y los animarán a pensar de forma crítica sobre la sostenibilidad y el uso de la energía.

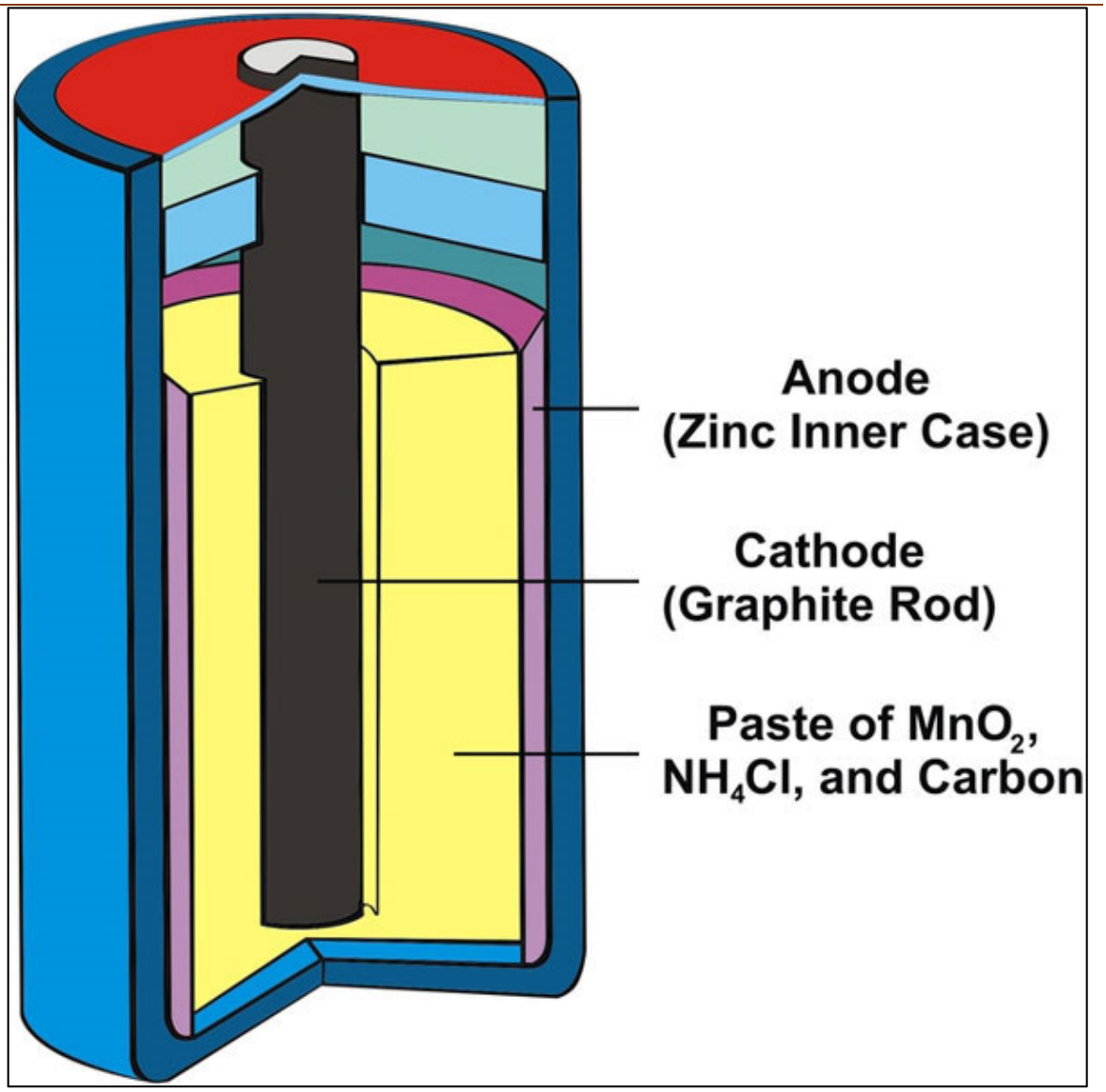
Fuente / Materiales y preparación de la clase

Vídeos usados para la construcción de la pila-limón:

https://www.youtube.com/watch?v=GhbuhT1GDpI
https://www.youtube.com/watch?v=yljtkcnWp4I

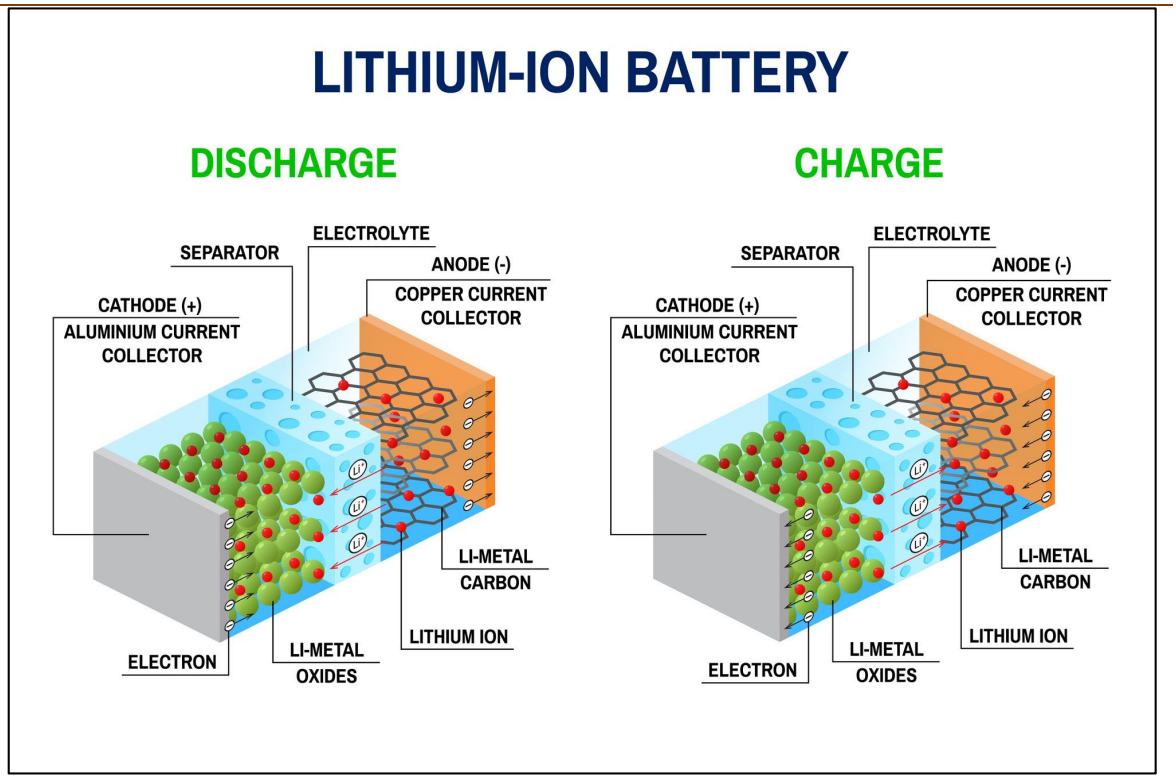
Esquema del tema

Tiempo	Instrucciones paso a paso
5 min.	Introducción al tema: Presentar los objetivos del tema, enfatizando la importancia de las baterías en la sociedad actual. Dado que formamos parte de una sociedad tecnológica, tenemos un consumo de energía eléctrica mucho mayor que las sociedades anteriores, y no sólo se necesita tener un respaldo de esa energía, sino que manejamos un montón de dispositivos portátiles.
5 min.	Funcionamiento básico de una pila/batería: Dentro de las pilas se produce una reacción química que hace que el ánodo (polo negativo) libere electrones y estos se dirijan al cátodo (polo positivo).  https://www.physics-and-radio-electronics.com/blog/wp-content/uploads/2016/10/battery.png Remarcar que, por convenio, la dirección de la corriente se establece en el sentido del polo positivo al negativo, pero ese es el sentido contrario al del flujo de electrones. El electrolito permite completar la reacción química, pero no permite que los electrones pasen internamente del ánodo al cátodo, se les obliga a ir por el circuito eléctrico externo.



https://blog.upsbatterycenter.com/wp-content/uploads/2014/04/dry-cell-battery.jpg

La diferencia fundamental entre una pila y una batería es que, en una pila, cuando todos los electrones disponibles han pasado del ánodo al cátodo se dice que la pila está agotada y hay que sustituirla. Sin embargo, en una batería, esta situación se puede revertir mediante un proceso de “carga”, que se puede entender, básicamente, como el proceso contrario; el ánodo hace la función de cátodo y el cátodo de ánodo, y así se pueden recuperar los electrones disponibles inicialmente.

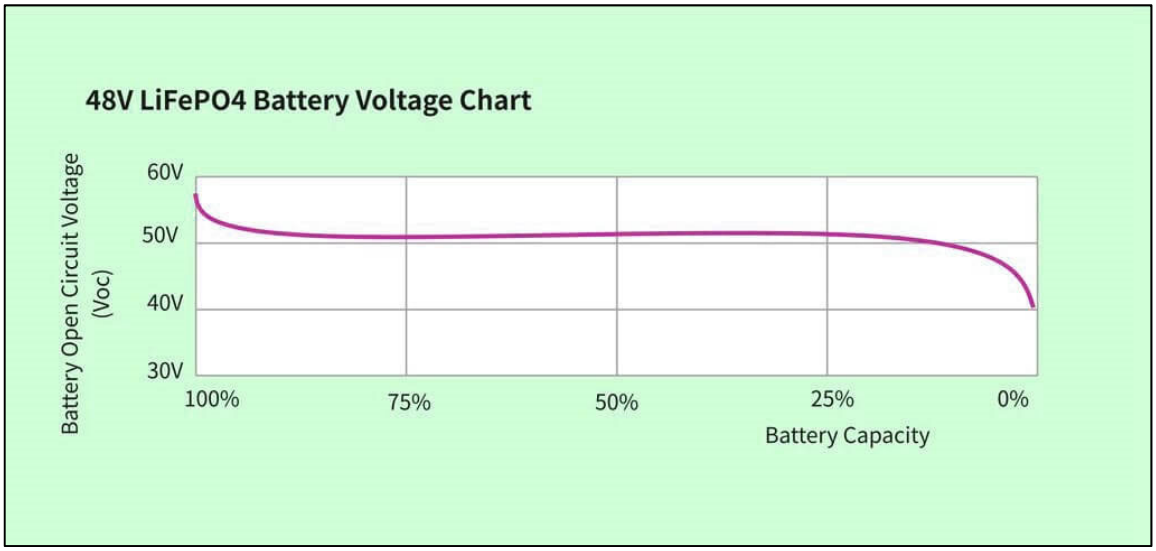


https://www.electricbee.co/content/images/2022/02/lithium-ion-battery-diagram-01.jpg

10 min.

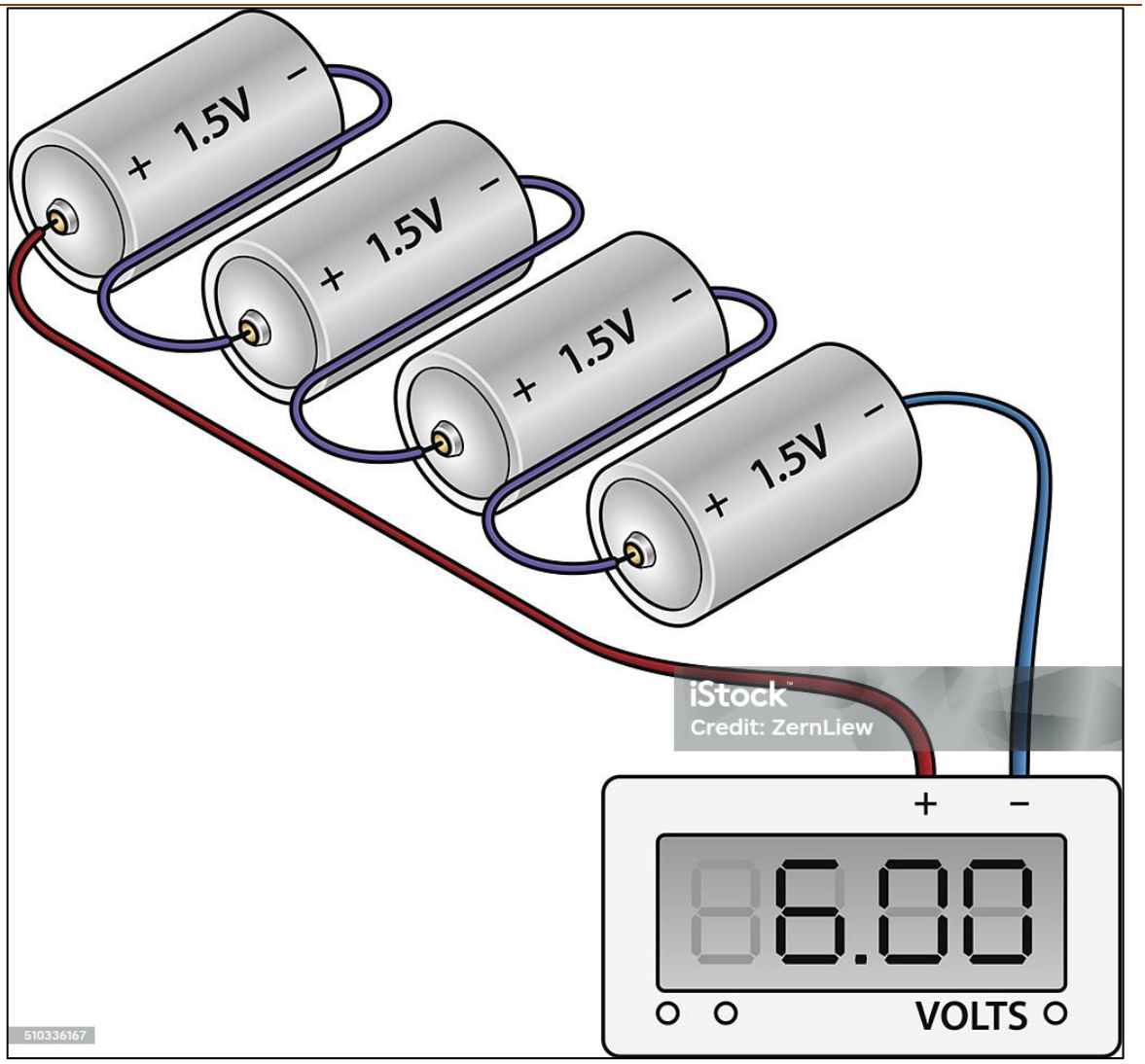
Conceptos eléctricos de una batería:

Los parámetros eléctricos de una batería son la tensión, la corriente máxima y la capacidad. La tensión de una batería se supone que es un parámetro que permanece constante, aunque sufre variaciones conforme se va agotando la misma.



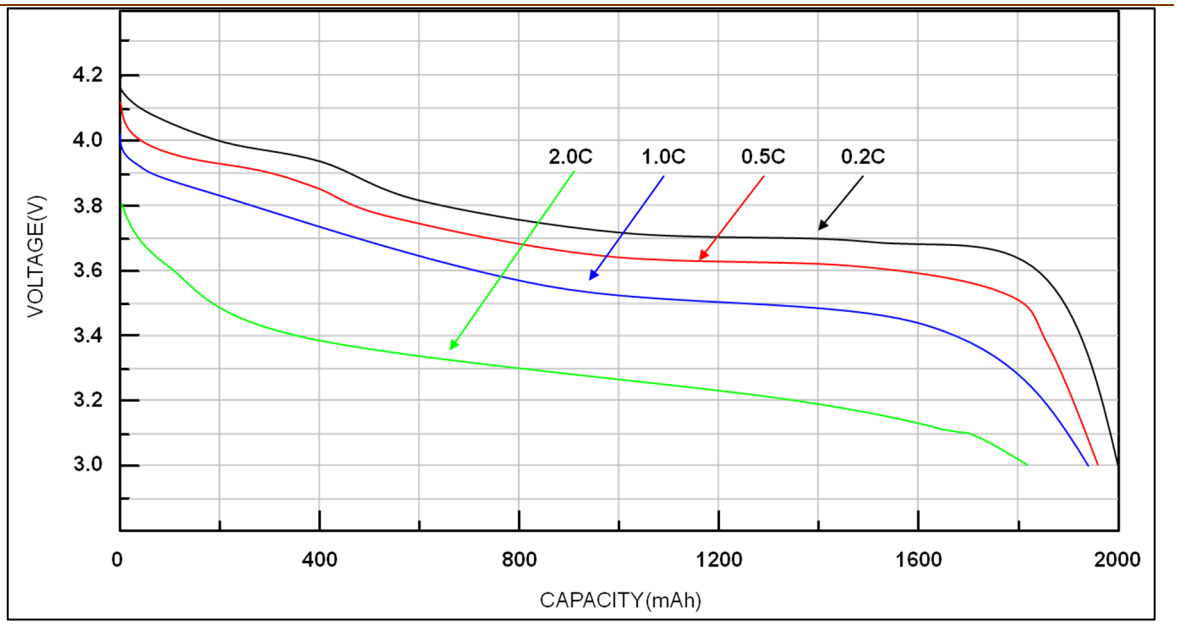
https://appbattery.com/wp-content/uploads/2023/12/48V-lifepo4-battery-voltage-chart.jpg

El valor de la tensión de la batería depende del tipo de celda (unidad básica) usada para la construcción de la misma. Por ejemplo, podemos encontrar tensiones de *1,4*, *1,5*, *3*, *3,6*… dependiendo de la reacción química que tenga lugar en la celda. Para conseguir valores de tensión más altos, lo que se hace es conectar varias celdas en serie.



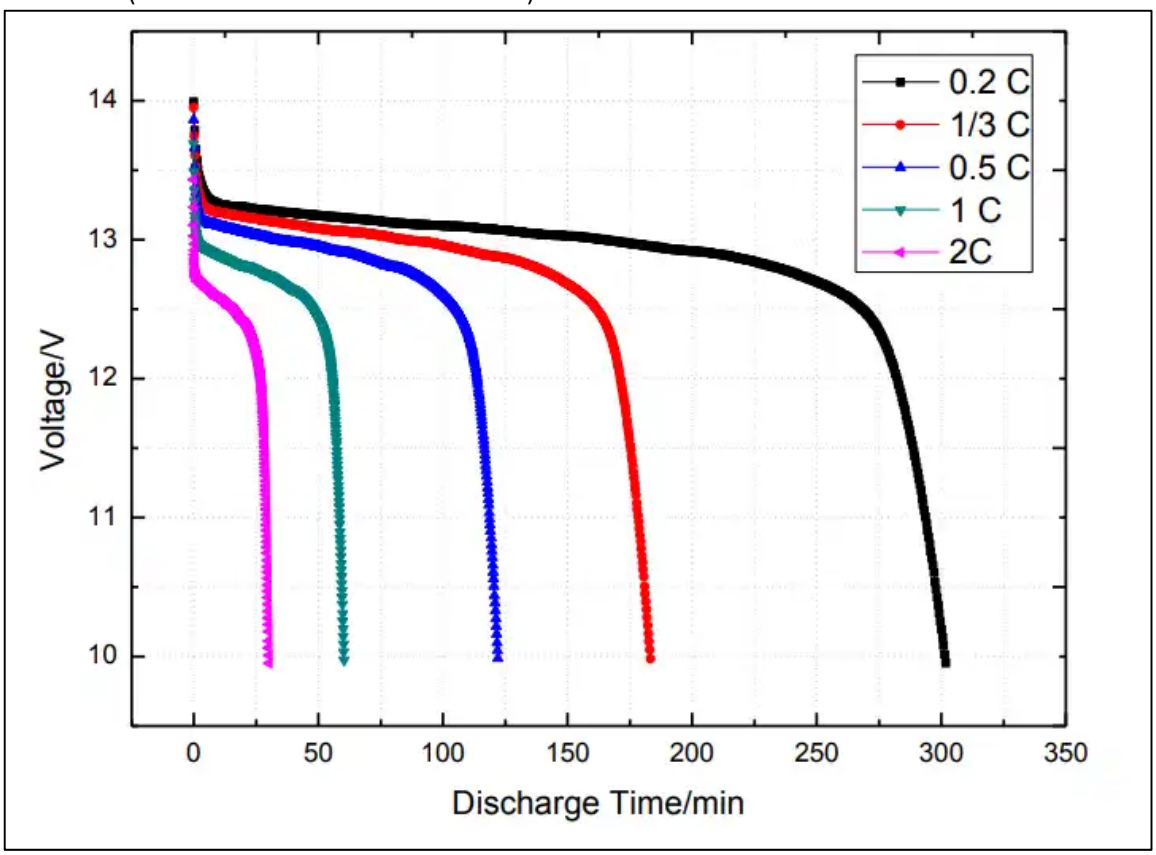
https://media.istockphoto.com/id/510336167/es/vector/diagrama-de-conexi%C3%B3n-de-bater%C3%ADa.jpg?s=1024x1024&w=is&k=20&c=5TjyK7f5EWc_PUQd08vu7_lk58ftJmsE75SlNivth1w=

Con respecto a la corriente, las baterías no pueden suministrar una corriente infinita, están limitadas a un valor máximo que los fabricantes aconsejan no sobrepasar nunca. Ese valor está relacionado con la capacidad de la batería, la cual se define como la capacidad de suministrar una corriente constante a lo largo del tiempo, y se mide, típicamente, en Ah. Por ejemplo, una batería de 1.200 mAh, tiene la capacidad de suministrar 1,2 A durante 1 hora.
Los fabricantes relacionan la corriente máxima de la batería con la capacidad de la misma a través del parámetro "*C*", que indica el tanto por uno de la capacidad. Por ejemplo, si la batería de 1.200 mAh tiene un parámetro C=2, podemos llegar a obtener una corriente de 2,4 A a su salida ($2 \cdot 1.200 \cdot 10^{-3}$).
Es usual que las baterías tengan diferentes parámetros "*C*" para carga y descarga, normalmente se cargan a menos corriente de la que se pueden descargar. A pesar de que la tensión de la batería se presupone constante, en función de la corriente ésta puede variar, siendo menor cuanto mayor es la corriente.



https://www.batterypowertips.com/wp-content/uploads/2021/06/Battery-voltage-capacity-and-C-rate.png

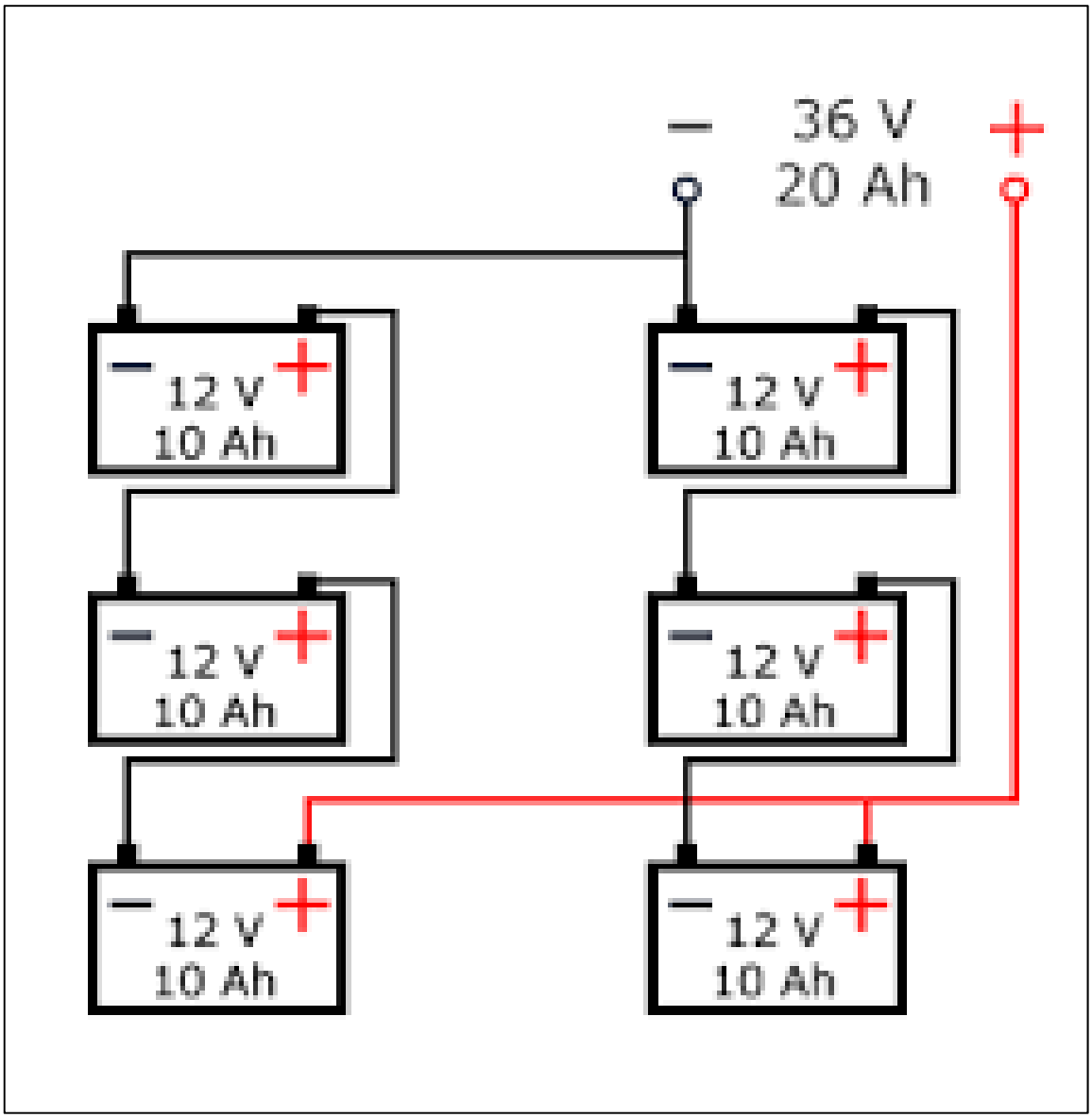
También cabe destacar que la batería se agota antes al descargarla con más corriente. Por ejemplo, la batería antes mencionada de 1.200 mAh, durará 1 hora si la descargamos a 1,2 A ($1{,}2 \cdot 1 = 1.200 \cdot 10^{-3}$), media hora si la descargamos a 2,4 A ($2{,}4 \cdot 0{,}5 = 1.200 \cdot 10^{-3}$), y 4 horas si se descargase a 300 mA ($300 \cdot 10^{-3} \cdot 4 = 1.200 \cdot 10^{-3}$).



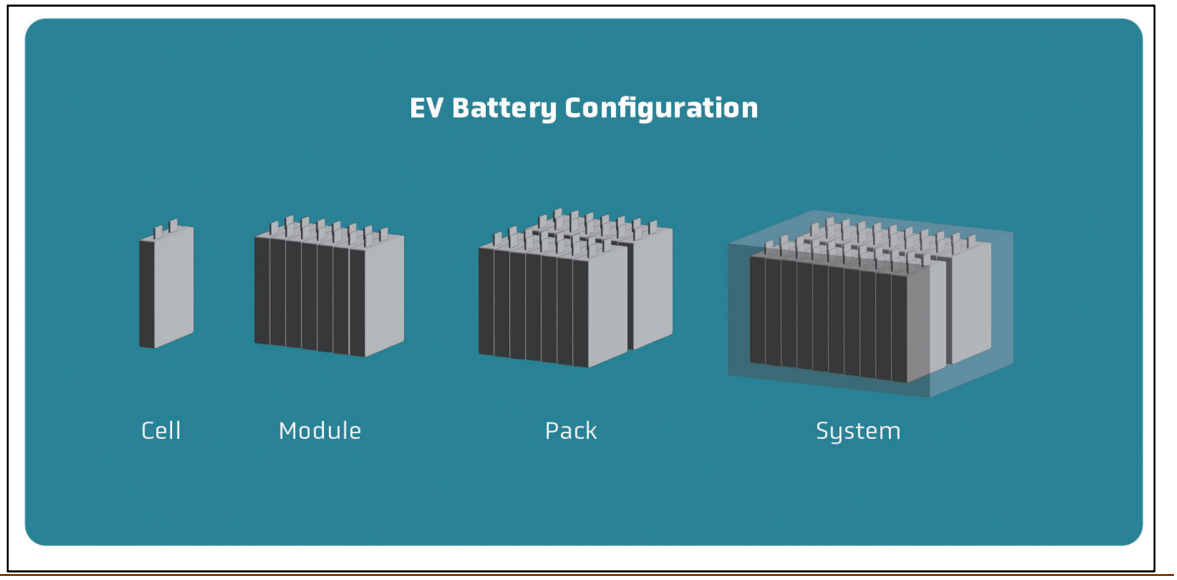
https://www.bravabatteries.com/wp-content/uploads/2022/11/Different-Rate-Discharge-Curve.webp

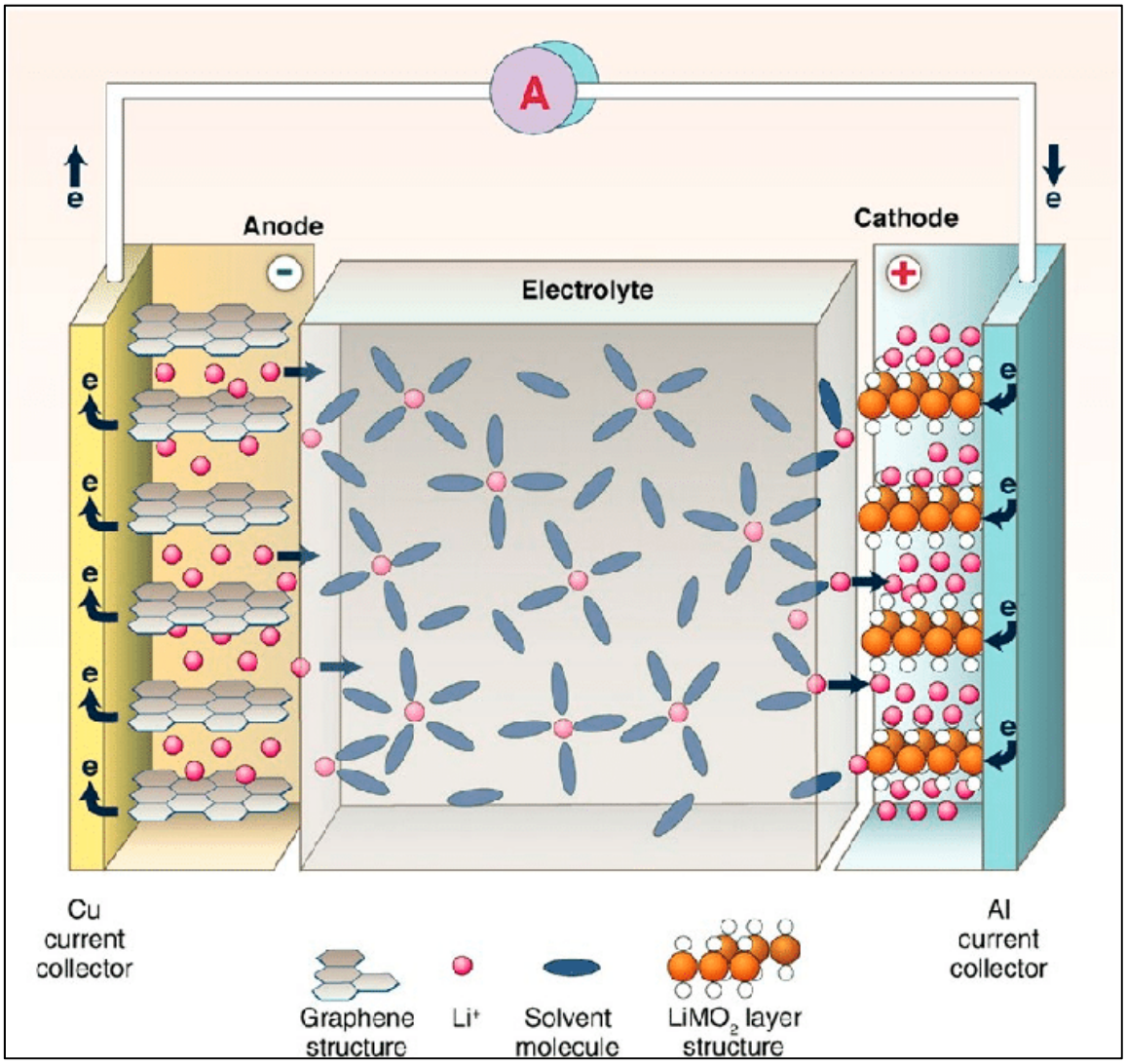
Al igual que se mencionó con la tensión, si se quisiese aumentar la corriente que puede suministrar la batería, habría que conectar más baterías, en este

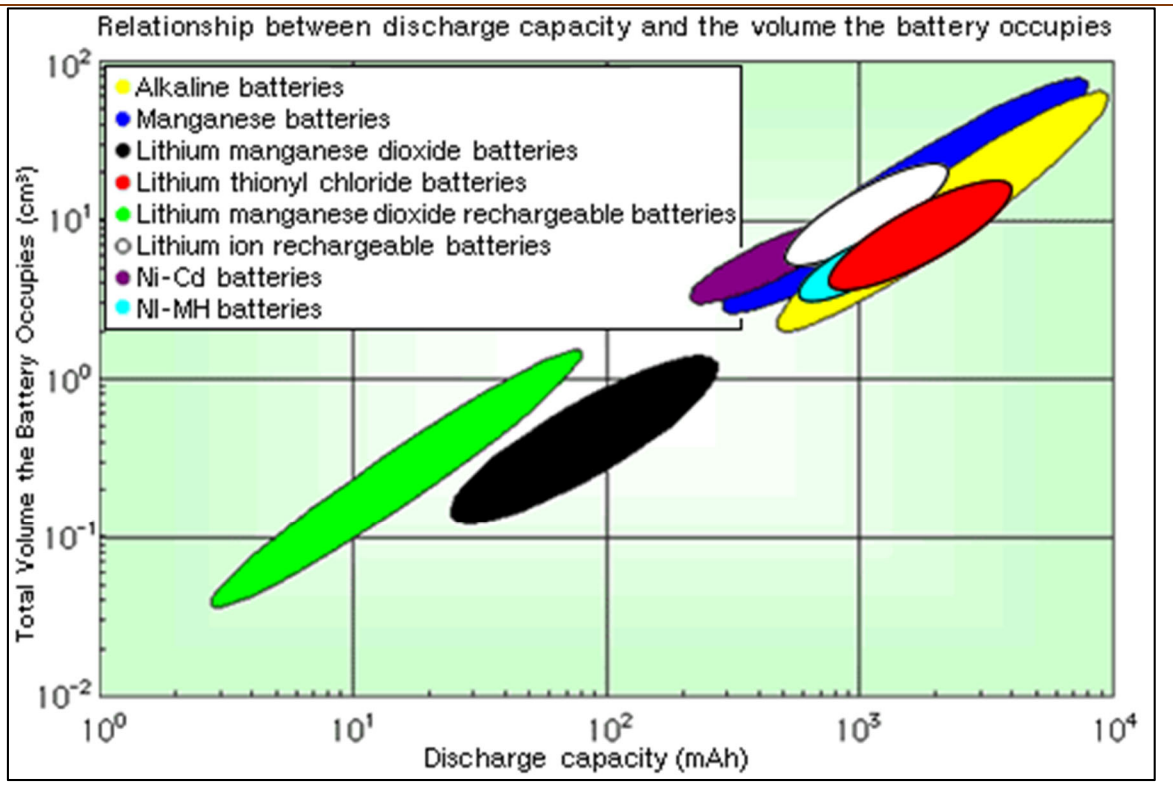
caso en paralelo para aumentar la corriente total. Normalmente se hacen conexiones híbridas, tanto serie como paralelo, para obtener los parámetros necesarios para cada aplicación.



https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSDR2fIypFPMNqtRd1geilUCRDwgfNNKVP2ADLzn79Oeu7d8dw3GN-zDwWVroBOgTHs6Rk&usqp=CAU

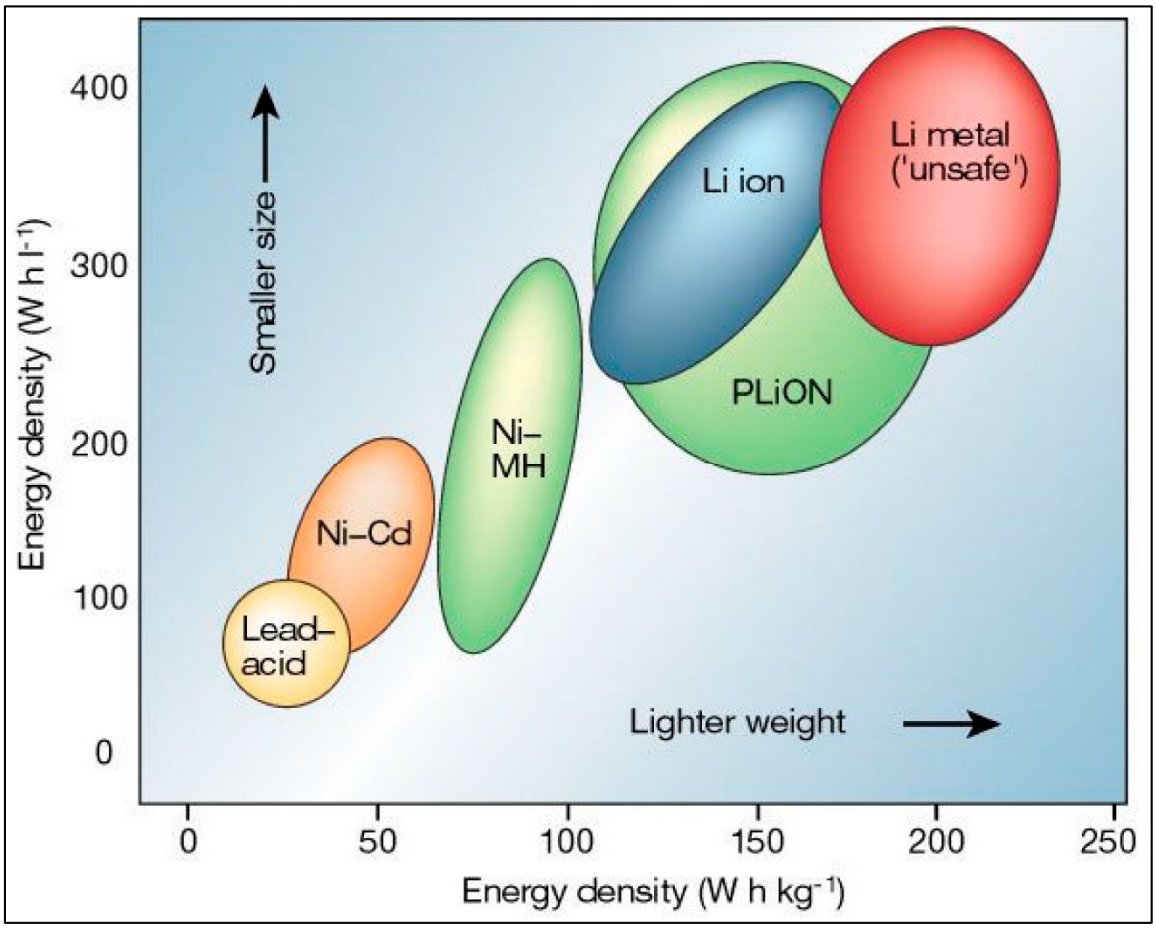


	https://www.quantumscape.com/wp-content/uploads/2023/12/EV-Battery-Config.png
10 min.	Tipos de baterías: Los tipos de baterías se clasifican según la reacción química que tiene lugar en el interior de la misma para generar el flujo de electrones. Por ejemplo, en la siguiente imagen se muestra el esquema de una reacción en una batería de iones de litio (los iones de litio se mueven dentro del electrolito del ánodo al cátodo).  https://www.researchgate.net/publication/332326791/figure/fig2/AS:746140047790080@1554905058079/Schematic-diagram-of-an-intercalation-Li-ion-rechargeable-battery-Most-commercially.png Cada tipo de batería tiene unas especificaciones mejores que otras; por ejemplo, en la siguiente imagen se muestra una comparativa entre el volumen que ocuparía la batería y su capacidad, en función del tipo de batería.



https://biz.maxell.com/en/primary_batteries/cap_vol_illust.gif

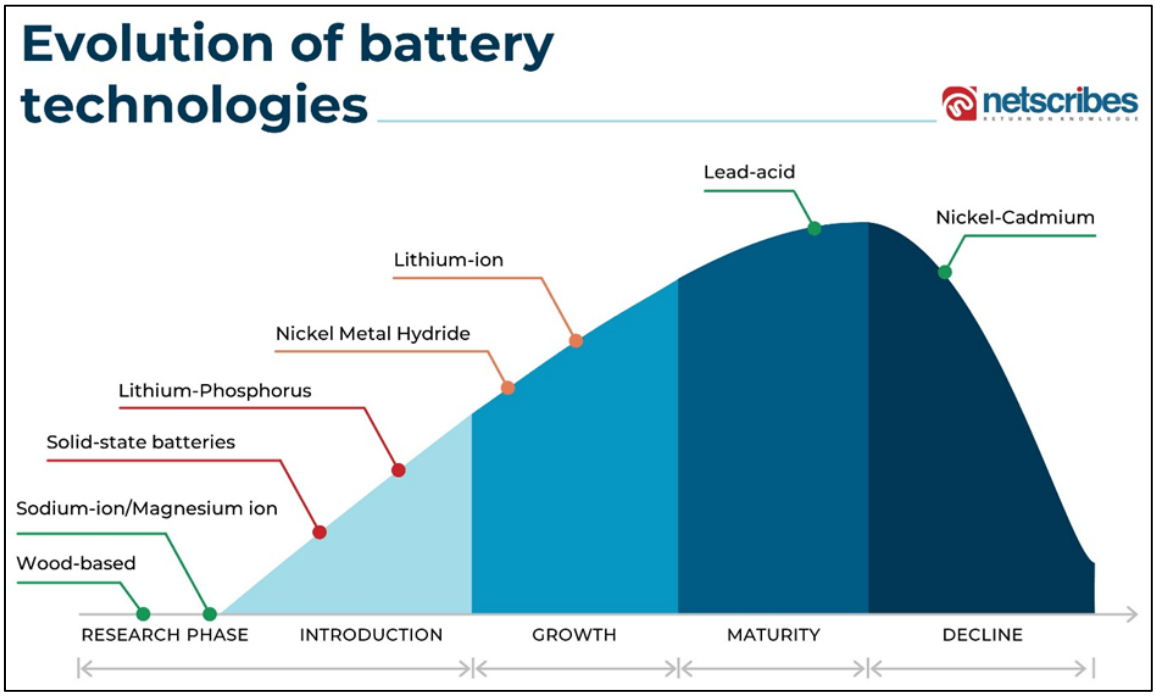
Otra comparativa interesante sería la densidad de energía volumétrica con respecto a la densidad de energía en peso mostrada en la siguiente imagen. Cuando mayor densidad, mayor sería la capacidad en el mismo volumen o peso.



https://www.mdpi.com/energies/energies-12-01074/article_deploy/html/images/energies-12-01074-g001.png

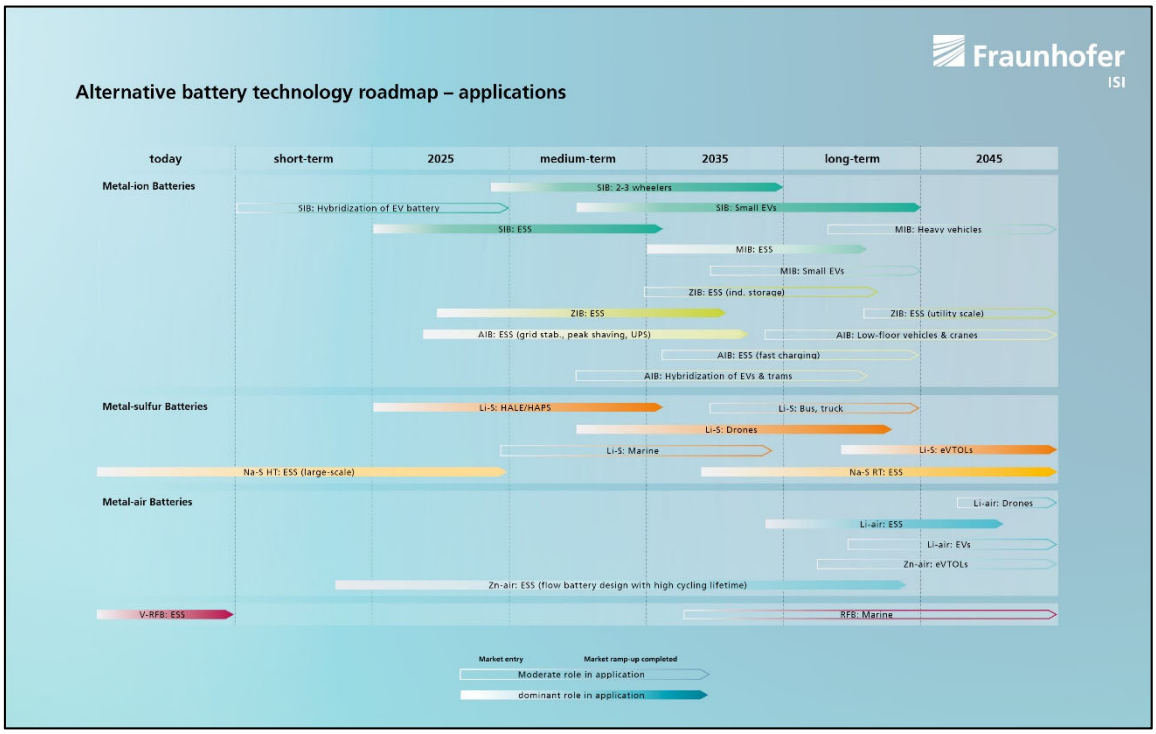
A pesar de lo mencionado, los parámetros que más marcan la diferencia entre los distintos tipos de baterías serían el número de ciclos de carga-descarga que se le puede hacer a la batería, y la profundidad de descarga (DOD, *Depth of discharge*) que se puede hacer en esos ciclos. La profundidad de descarga indica cuanta capacidad podemos usar (de la batería) sin provocar excesiva degradación en la misma; por ejemplo, una profundidad de descarga del 80%, implica que descargaremos la batería (como máximo) hasta el 20% (partiendo de la batería totalmente cargada). La vida de las baterías está relacionada con este parámetro tan importante, ya que, por ejemplo, podemos encontrar baterías de ácido plomo que permiten hacer sólo 500 ciclos de descarga con un DOD del 100%, 1.000 ciclos con un DOD de 60%, y hasta 1.400 con DOD de 40% (https://www.victronenergy.com.es/upload/documents/Datasheet-Lead-carbon-battery-ES.pdf). Para comparar otras tecnologías, las baterías de litio del mismo fabricante, permitirían 2.500 ciclos con un DOD del 80%, 3.000 ciclos con un 70%, y hasta 5.000 ciclos con un DOD del 50% (https://www.victronenergy.com/upload/documents/Lithium_Battery_Smart/15958-Manual_Lithium_Smart_Battery-pdf-es.pdf); mientras que los valores para las baterías del tipo AGM sería de 300 ciclos para DOD del 100%, 700 para DOD del 60%, y 1.000 para el 40% (https://www.victronenergy.com.es/upload/documents/Datasheet-AGM-Super-Cycle-battery-ES.pdf).

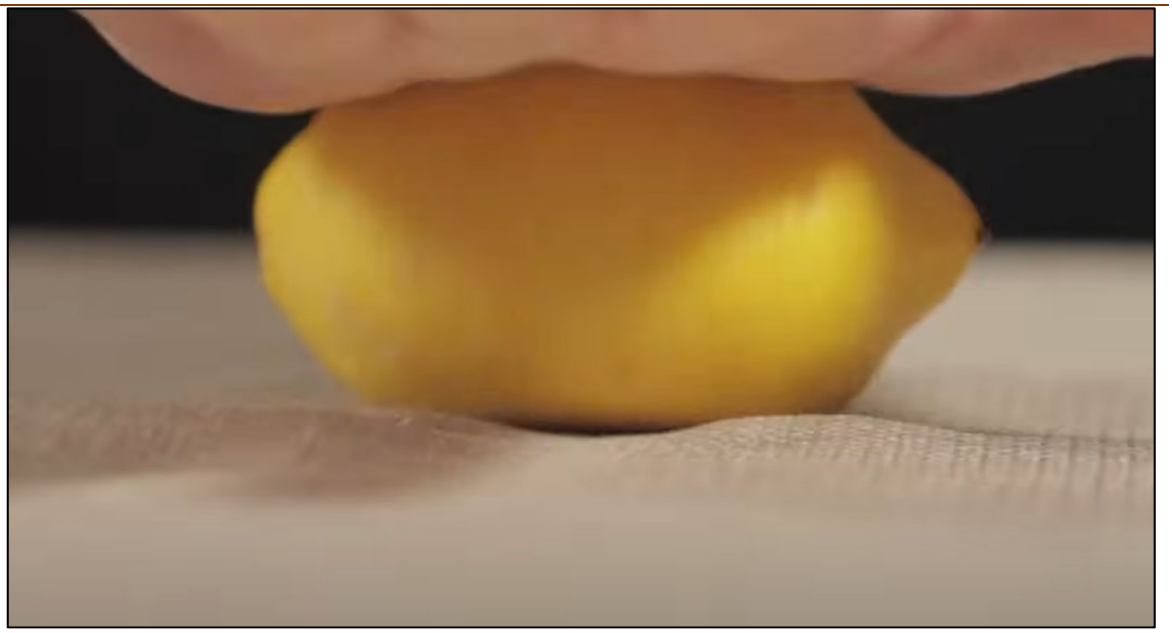
Las tecnologías de las baterías es algo que está cambiando continuamente, y van apareciendo nuevas a lo largo del tiempo. En la siguiente imagen se pueden ver algunas de las tecnologías y el grado de madurez de la misma.



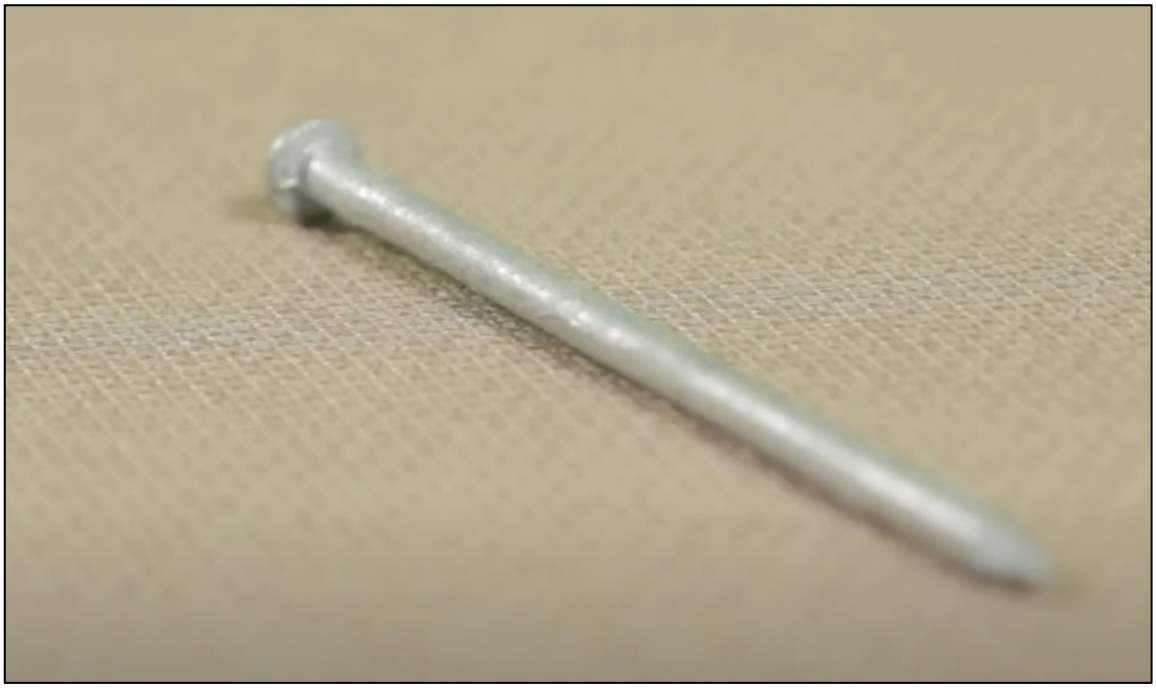
https://www.netscribes.com/wp-content/uploads/2022/10/image-2.png

Como conclusión, con respecto a las diferentes tecnologías de baterías, y para no entrar en excesivos detalles, se podría decir que la diferencia

	funcional principal está en el número de ciclos y la profundidad de descarga admisible; no obstante, también hay una gran diferencia en el peso y volumen que tienen y ocupan cada tipo de batería para una capacidad específica (dato a tener en cuenta para, por ejemplo, aplicaciones móviles). En la siguiente imagen se presenta una posible evolución de las baterías, donde aparecen tecnologías aún no desarrolladas, pero que se espera que tengan aplicación en el futuro.  https://www.isi.fraunhofer.de/en/blog/themen/batterie-update/alternative-batterie-technologien-lithium-ionen-potenziale-herausforderungen/jcr:content/fixedContent/pressArticleParsys/wideimage/imageComponent/image.img.jpg/1724654958781/applications-alternative-battery-technologies-roadmap.jpg
15 min.	Implementación de una pila funcional: Para la implementación de una pila basada en un limón se seguirán los pasos del vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=GhbuhT1GDpI La frase típica dice: “Si la vida te da limones, haz limonada” (*If life gives you lemons, make lemonade*); pero aquí se va a cambiar por: “Si la vida te da limones, haz pilas” (*If life gives you lemons, make a cell battery*). - Concepto: la electricidad no está en el limón, el limón va a ser el electrolito. Recordemos que los electrones están en el ánodo y se mueven al cátodo. - Primero, hacemos rodar el limón para romper los tejidos vegetales internos y hacer jugo en el interior.

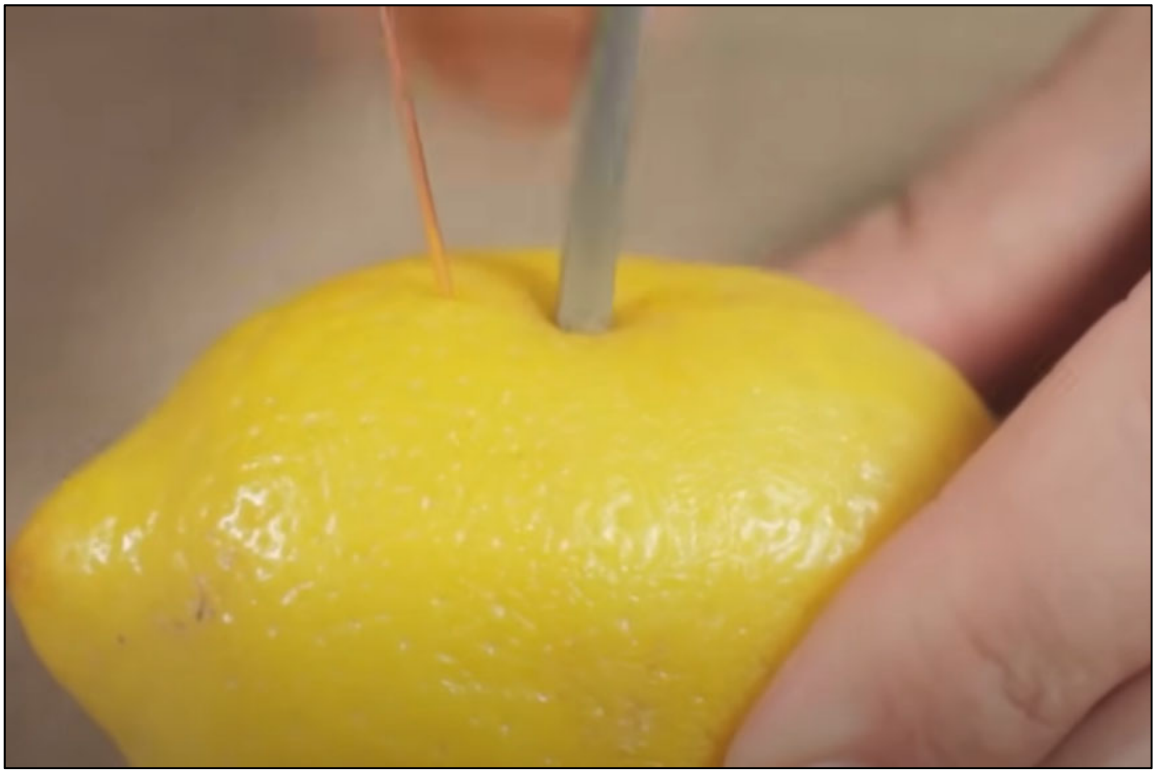


- Introducir en un lado del limón un clavo de zinc o galvanizado.

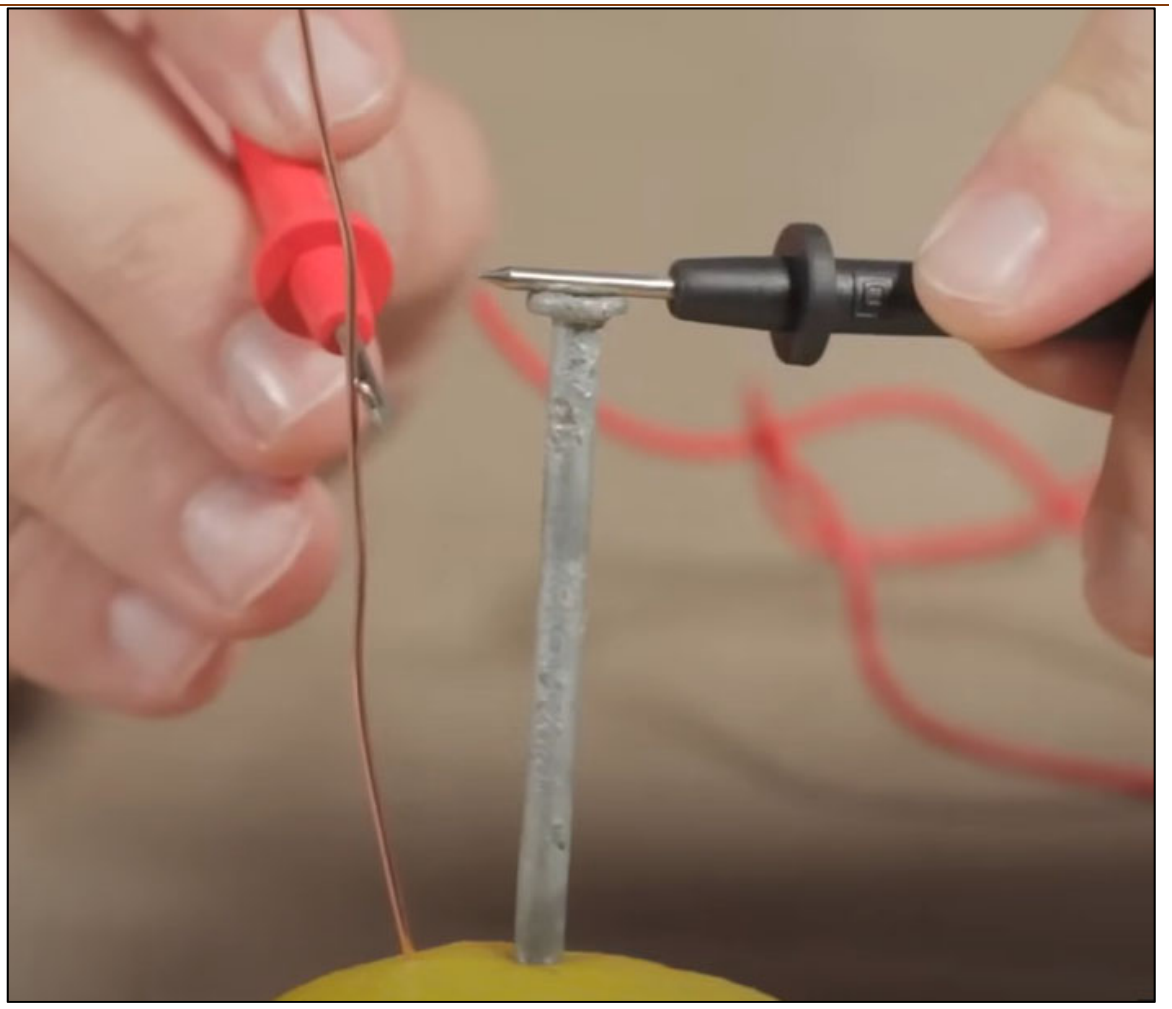


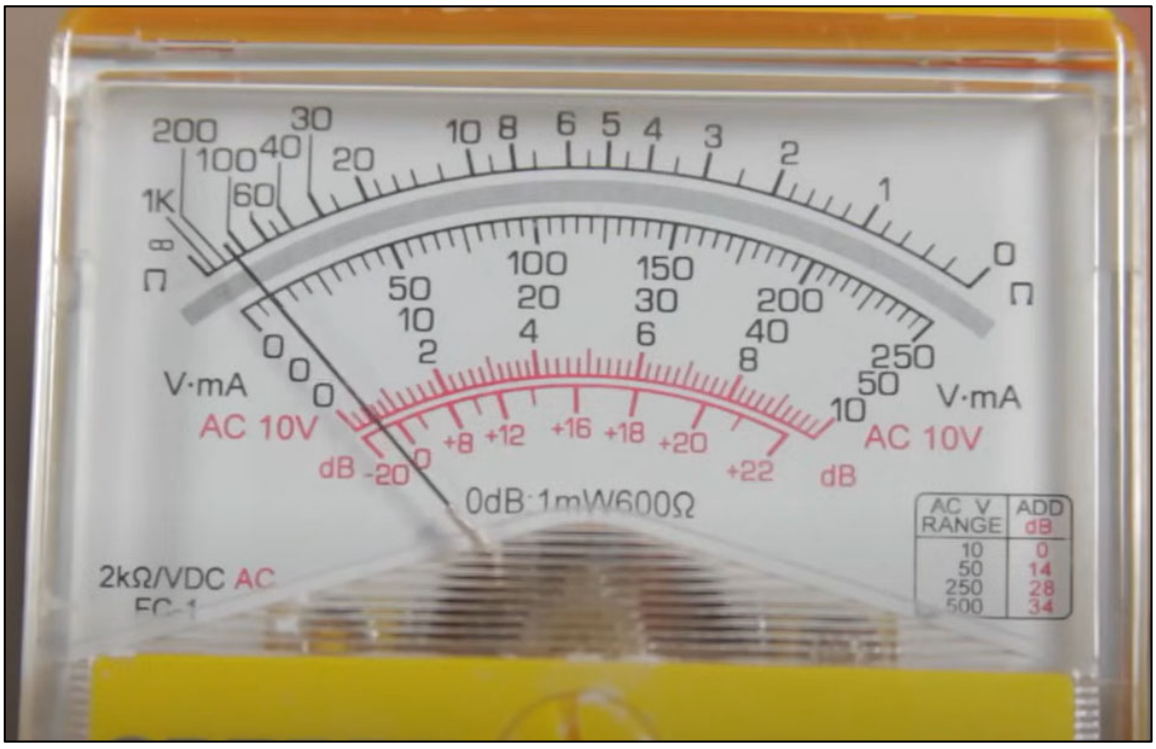
- Introducir en el otro lado un clavo de cobre o un trozo de cable de cobre.



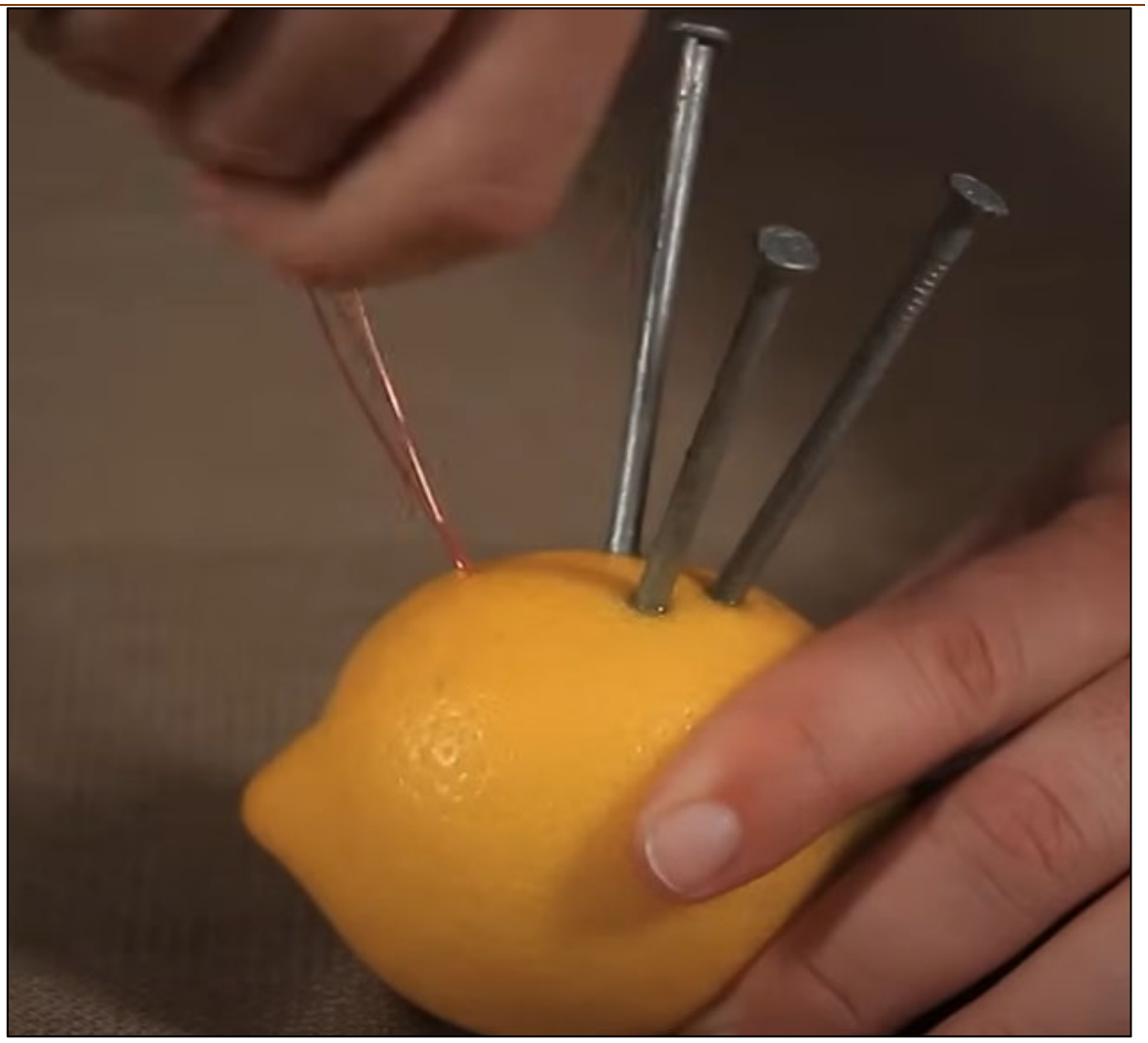


- En ese momento ya podemos mirar la tensión en nuestra pila usando un polímetro.





- El cobre es el cátodo (electrodo negativo) y el zinc es el ánodo (electrodo positivo). El electrolito es el ácido cítrico del limón.
- Para aumentar la tensión de nuestra pila podríamos unir varias pilas en serie, pero realmente es suficiente con aumentar la cantidad de zinc y cobre.





- La batería más grande de este estilo (2.307,8 V) se puede ver en: https://www.youtube.com/watch?v=IMc7HQj3gVE







Evaluación formativa

Para este tema se propone básicamente una única herramienta de evaluación formativa:

- Discusión en grupos:
  Descripción: Divide a los estudiantes en grupos para discutir temas específicos y luego compartir sus conclusiones con la clase.
  Ejemplo: Pide a cada grupo que busque información sobre una tecnología concreta en relación a la profundidad de descarga, número de ciclos, peso y tamaño para luego comparar los datos con los compañeros.

Feedback

Net Promoter Score (NPS) es una herramienta ampliamente utilizada para medir la lealtad y satisfacción de los clientes o, en un contexto educativo, de los estudiantes. Mide la probabilidad de que los estudiantes recomienden el tema o el curso a otras personas.
A continuación, se explica cómo analizar y aplicar NPS:

Desarrollo de la pregunta NPS:

- Pregunta principal: "En una escala de 0 a 10, ¿qué probabilidad hay de que recomiende este tema a otros estudiantes?".
- Preguntas de seguimiento: "¿Por qué seleccionaste esa puntuación?" y "¿Cómo podemos mejorar este tema?".

Recogida de respuestas:

- Encuestas digitales: Utiliza herramientas en línea como Google Forms, SurveyMonkey o Typeform para recopilar respuestas de los estudiantes.
- Encuestas en papel: Se reparten cuestionarios en papel al final de la lección para que los rellenen los alumnos. En el Anexo se muestra una plantilla para recoger las respuestas con encuestas en papel.
- Aplicaciones interactivas: Se utilizan aplicaciones interactivas como Quizziz, Mentimeter o Kahoot! para recopilar respuestas en tiempo real.

Clasificación de las respuestas:

- Promotores (Puntuación 9-10): Estudiantes muy satisfechos y propensos a recomendar el tema.
- Pasivos (puntuación 7-8): Alumnado satisfecho, pero no entusiasmado; podrían cambiar de opinión fácilmente.
- Detractores (Puntuación 0-6): Alumnado insatisfecho y con pocas probabilidades de recomendar el tema; podrían hacer críticas constructivas.

Cálculo de NPS:

- Fórmula: NPS = % de promotores - % de detractores.
- Interpretación de la puntuación: NPS oscila entre -100 y +100. Una puntuación positiva (por encima de 0) suele ser buena, y una puntuación por encima de 50 es excelente.

Analizar y utilizar los comentarios:

- Revisa los comentarios para comprender las razones que subyacen a las puntuaciones.
- Identifica patrones y áreas específicas de mejora entre detractores y pasivos.
- Utiliza los comentarios positivos de los promotores para reforzar los aspectos positivos del tema.

Anexos

CUESTIONARIO PARA RECOGER FEEDBACK DEL TEMA

En una escala de 0 a 10, ¿con qué probabilidad recomendarías este tema a otros estudiantes?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Nada probable Muy probable

¿Por qué elegiste esa puntuación?

¿Cómo se podría mejorar este tema?