

Produto Educacional

Sequência Didática

Quantos elementos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?

Fonte: elaborada pelos autores.

MARCO AURÉLIO SOARES FRAGOSO
JOSMARIA LOPES DE MORAIS
ADRIANO LOPES ROMERO



Programa de Pós-Graduação em
Formação Científica, Educacional e Tecnológica

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Curitiba
Diretoria de Pesquisa e Pós Graduação
Programa de Pós Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica

TERMO DE LICENCIAMENTO

Este Produto Educacional e a Dissertação da qual ele derivou estão licenciados sob uma licença Creative Commons. Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

Curitiba - Paraná

2023



4.0 Internacional

APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Prezado/a professor/a,

A Sequência Didática (SD) **Quantos elementos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?** foi planejada, a fim de explorar parâmetros e propósitos da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), para ser desenvolvida em turmas de 1º ano do Ensino Médio na disciplina de Química. Trata-se de um produto educacional desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) da UTFPR pelo mestrando Marco Aurélio Soares Fragoso, sob a orientação do prof. Dr. Adriano Lopes Romero e coorientação da prof^a. Dra. Josmaria Lopes de Moraes.

Partindo da premissa que a disciplina de Química na Educação Básica deve contribuir para a formação de um cidadão crítico e que inúmeras temáticas poderiam ser consideradas para a elaboração de produtos educacionais, neste produto optamos por partir de um contexto vivenciado pelos estudantes - o mundo da tecnologia. Reflexões sobre como nos relacionamos com a tecnologia não é algo novo. Culkín (1967, p. 70, tradução nossa) afirma que **“nós moldamos nossas ferramentas e depois elas nos moldam”**, e Carr (2011, tradução nossa), **“às vezes, nossas ferramentas fazem o que mandamos.**

Outras vezes, nos adaptamos aos requisitos de nossas ferramentas”. Esses autores sintetizaram uma verdade de nosso tempo: a tecnologia remodela as formas como interagimos com os outros e as formas como nos vemos.

Quanto ao cenário mencionado, elegemos o artefato tecnológico smartphone para contextualização do conhecimento químico. A pergunta, título da SD, apresenta em sua estrutura o que pretendemos abordar durante as atividades propostas - uma relação entre os objetos de conhecimentos, elementos químicos e tabela periódica, e o smartphone, aparelho cada vez mais presente no cotidiano das pessoas. Partindo de uma perspectiva latouriana, consideramos que tanto os objetos de conhecimentos citados quanto o próprio aparato tecnológico, o smartphone, são **caixas-pretas**, que serão abertas e estudadas ao longo do desenvolvimento da SD.

“A expressão caixa-preta é usada em cibernética sempre que uma máquina ou um conjunto de comandos se revela complexo demais. Em seu lugar, é desenhada uma caixinha preta, a respeito da qual não é preciso saber nada, senão o que nela entra e o que dela sai. [...] Ou seja, por mais controversa que seja sua história, por mais complexo que seja seu funcionamento interno, por maior que seja a rede comercial ou acadêmica para a sua implementação, a única coisa que conta é o que se põe nela e o que dela se tira” (LATOUR, 2000, p. 14).

A SD é composta por cinco encontros de aproximadamente 100 minutos cada, que indicamos serem desenvolvidos uma vez por semana (duas horas-aula) em aulas de Química. A estrutura apresentada busca atender a diferentes objetivos relacionados aos parâmetros e propósitos da abordagem CTSA, a qual é apresentada a seguir.

1



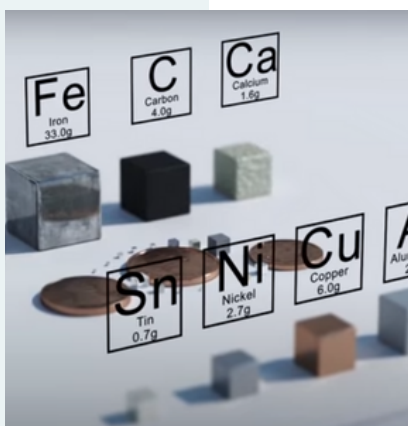
Fonte: Freepik

Abrindo a primeira caixa-preta: como nos relacionamos com o artefato tecnológico smartphone?

Explorar aspectos da participação social, em especial os relacionados às decisões individuais e coletivas, quanto ao ciclo de consumo de smartphones.

Desenvolver questionamentos sobre como nos relacionamos com o artefato tecnológico smartphone.

2



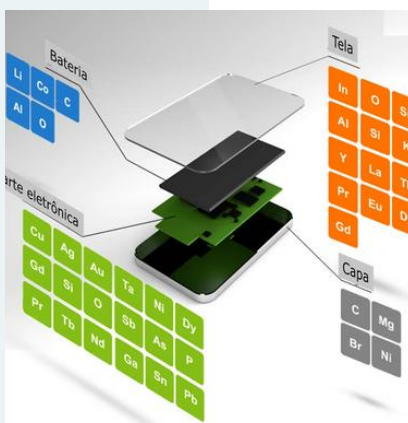
Fonte: University of Plymouth

Abrindo a segunda caixa-preta: quantos elementos químicos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?

Explorar aspectos da racionalidade científica que permitam explicitar a presença da ciência no mundo, principalmente no que se refere ao uso de diferentes elementos químicos para a fabricação de smartphones.

Desenvolver relações entre o conhecimento científico escolar e o contexto vivenciado pelos estudantes, que permitam contextualizar os objetos de conhecimentos elementos químicos e tabela periódica.

3



Fonte: Clube da Química

Ampliando a compreensão sobre os conteúdos das caixas-pretas smartphone e tabela periódica.

Questionar os propósitos que têm guiado a produção de novas tecnologias, desenvolvidas no contexto brasileiro, para a obtenção de elementos químicos terras raras que são utilizados na fabricação de smartphones.

Contribuir para desenvolver compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos, levando em consideração eventuais desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais decorrentes da implementação da mineração de terras raras.

4



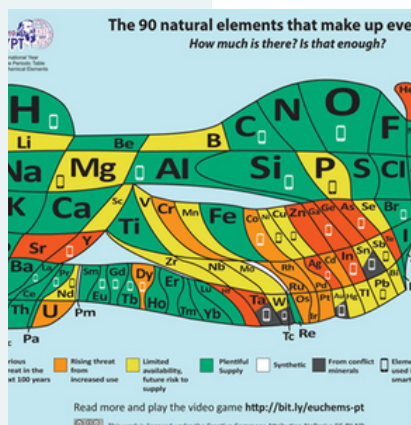
Fonte: Freepik

Por que a indústria ainda usa baterias de íons de lítio como padrão?

Discutir sobre o desenvolvimento tecnológico de baterias para smartphones, buscando reconhecer que, para o funcionamento desse aparato, foram e, ainda são, necessários recursos humanos (técnicos, cientistas etc.) e materiais.

Contribuir com o desenvolvimento de percepções sobre a presença da ciência e da tecnologia presentes nas baterias utilizadas em smartphones.

5



Fonte: European Chemical Society

Quais os impactos ambientais do descarte inadequado de smartphones?

Discutir problemas e impactos oriundos do consumo de smartphones, os quais demandam decisões coletivas para mitigar os problemas decorrentes desse consumo.

Contribuir para o desenvolvimento de compromissos sociais oportunizando condições de se fazer uma leitura crítica da realidade que vivenciamos com o consumo mundial de smartphones, cujo cenário está marcado por desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais.

Buscamos utilizar Textos de Divulgação Científica (TDC), vídeos disponíveis no YouTube e aplicativos ao longo da SD, que podem ser acessados diretamente pelos smartphones dos estudantes ou projetados pelo/a professor/a, como recursos didáticos. Trata-se de possibilidades para trabalhar, com estudantes do 1º ano do Ensino Médio, o objeto de conhecimento tabela periódica, explorando os parâmetros e propósitos da abordagem CTSA. Recomendamos que o/a professor/a de Química avalie a SD e, caso necessário, adapte as atividades propostas e os recursos didáticos indicados para o contexto vivenciado na escola onde atua.

Os autores.

Referências

- CULKIN, J. M. A schoolman's guide to Marshall McLuhan. **The Saturday Review**, p. 51-53 e 70-72, 1967.
- CARR, N. G. **The Shallows: What the Internet is Doing to Our Brains**. New York: W.W. Norton & Company, 2011.
- LATOURE, B. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo. Editora Unesp, 2000.
- STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017.

SUMÁRIO

Finalidade deste produto educacional	7
Como nos relacionamos com o artefato tecnológico smartphone?	8
Quantos elementos químicos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?	14
Ampliando a compreensão sobre os conteúdos das caixas-pretas smartphone e tabela periódica	23
Por que a indústria ainda usa baterias de íons de lítio como padrão?	30
Quais os impactos ambientais do descarte inadequado de smartphones?	38
Sobre os autores	45



Freepik



Freepik



Freepik

Finalidade deste produto educacional

Público-alvo

O presente produto educacional, no formato de livreto, tem como público-alvo professores que atuam frente à disciplina de Química na Educação Básica, licenciandos em Química e formadores de professores de Química. Trata-se de uma proposta educativa, apresentada em cinco aulas, para o ensino-aprendizagem do objeto de conhecimento tabela periódica, que busca explorar diferentes parâmetros e propósitos educacionais da abordagem CTSA.

PERIODIC TABLE

Fonte: Freepik



Fonte: Freepik

Oriundo de uma pesquisa de mestrado

A SD apresentada é resultado de uma pesquisa realizada no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) da UTFPR. Para um conhecimento mais detalhado acerca da pesquisa sobre a validação da SD, recomendamos a leitura da dissertação de mestrado que está disponível no Repositório Institucional da UTFPR (RIUT).

1º Encontro

Abrindo a primeira caixa-preta: como nos relacionamos com o artefato tecnológico *smartphone*?



Introdução

No Brasil, em uma década, os smartphones tornaram-se amplamente populares, aumentando sua presença nos domicílios de 18%, em 2012, (CARIBÉ, 2019) para 93% em 2019 (IBGE, 2022). Considerando que, em 2019, se estimou em 72,4 milhões o número de domicílios no País (IBGE, 2020), podemos observar que o percentual de domicílios com celulares é próximo ao percentual de domicílios com televisão (cerca de 94,5%) e maior do que o número de domicílios com acesso à internet (cerca de 82,5%), Figura 1.

Existem trabalhos na literatura relacionando o uso de smartphones a um problema de saúde pública emergente. Van Velthoven, Powell e Powell (2018), por exemplo, descrevem que o uso de smartphones pode ser problemático para algumas pessoas devido à disponibilidade de conexão constante e à tendência viciante dos aplicativos combinado com fatores psicológicos pessoais. Segundo os autores, isso é facilitado por características da tecnologia, incluindo: fácil acesso, possibilidade de escapar do cotidiano, ser capaz de permanecer anônimo online e a frequência de alertas e mensagens. Embora várias intervenções não técnicas, como desintoxicações digitais, e intervenções digitais, incluindo aplicativos para limitar o uso, tenham sido desenvolvidas para ajudar as pessoas a controlarem o uso de seus smartphones, nenhuma delas provou funcionar ainda.

Figura 1: Informações sobre número de domicílios com televisão, telefone celular e acesso à internet



Fonte: PNADA contínua (acessível em: <https://painel.ibge.gov.br/pnadc/>)

1º Encontro

Abrindo a primeira caixa-preta: como nos relacionamos com o artefato tecnológico smartphone?



Introdução

Apesar de amplamente utilizado, há vários trabalhos indicando que os usuários desconhecem a ciência e a tecnologia utilizada para a produção e o funcionamento de smartphones. Além disso, ainda hoje, boa parte da população tem dúvidas sobre a forma de destinação de smartphones desativados, assim como desconhecem os perigos do descarte inadequado desses dispositivos eletrônicos para o meio ambiente e para a população (SEVERO *et al.*, 2021; OLIVEIRA, 2021).

A partir do exposto, podemos observar que os smartphones são dispositivos eletrônicos muito utilizados, mas cuja ciência e tecnologia envolvida não são entendidas pela maioria da população, inclusive pelos adolescentes em fase de escolarização. Desta forma, esses artefatos tecnológicos podem ser considerados, a partir da perspectiva latouriana, como caixas-pretas. Sendo assim, o presente encontro, intitulado **Abrindo a primeira caixa-preta: como nos relacionamos com o artefato tecnológico smartphone?**, tem como objetivos:

- (i) Quanto aos parâmetros CTSA, explorar aspectos da participação social, em especial os relacionados às decisões individuais e coletivas, quanto ao ciclo de consumo de smartphones.
- (ii) Quanto aos propósitos educacionais, desenvolver questionamentos sobre como nos relacionamos com o artefato tecnológico smartphone.

1º Encontro

Abrindo a primeira caixa-preta: como nos relacionamos com o artefato tecnológico smartphone?



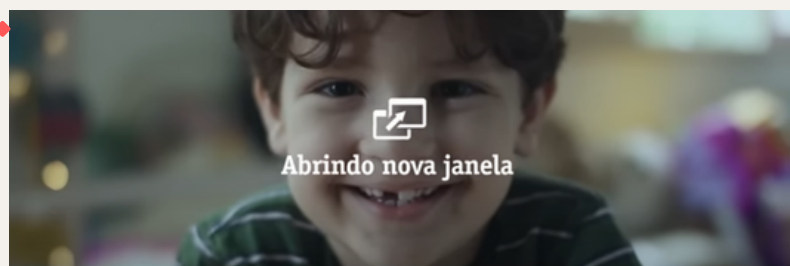
Sugestão ao professor

O encontro está dividido em dois momentos. O primeiro é destinado a explorar como os estudantes se relacionam com o artefato tecnológico smartphone. Para problematizar essa relação, utilize o vídeo **Viver é a melhor conexão**, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=yZoblqHk6Yg>, que é a publicidade de uma empresa da área de telefonia/internet, com 1'08" de duração, que realiza conexões entre as funções dos smartphones e os momentos vivenciados por pessoas em seus cotidianos.

Na sequência, dialogue com os estudantes sobre como o vídeo buscou explorar algumas das ações passíveis de serem realizadas em um smartphone com situações vivenciadas por pessoas em diferentes contextos. As ações **“abrindo nova janela”**, **“nova configuração”** e **“adicionando ao grupo”**, por exemplo, são representadas por cenas do cotidiano que retratam uma criança sorrindo com um dente caído, um homem e uma mulher se casando e uma mulher grávida, sendo o bebê o novo integrante da família, respectivamente. De forma resumida, o vídeo apresenta que as funções dos smartphones são análogas a situações que vivenciamos em nosso cotidiano.

Após explorar as relações entre funções dos smartphones-situações vivenciadas no cotidiano, apresentadas no vídeo, explore como os estudantes se relacionam com o smartphone. Para isso, sugerimos o uso de algumas questões norteadoras:

- Como eram transmitidas as informações antes do surgimento do smartphone?
- Com que frequência você utiliza o smartphone?
- Para que você faz uso do smartphone?
- Você já utilizou o smartphone em sala de aula para estudar algum conteúdo escolar? Em que disciplina? Para estudar quais conteúdos?
- Na sua opinião, nessas situações, utilizar o smartphone contribuiu para a aprendizagem dos conteúdos trabalhados?



Fonte: Vivo

1º Encontro

Abrindo a primeira caixa-preta: como nos relacionamos com o artefato tecnológico smartphone?



Sugestão ao professor

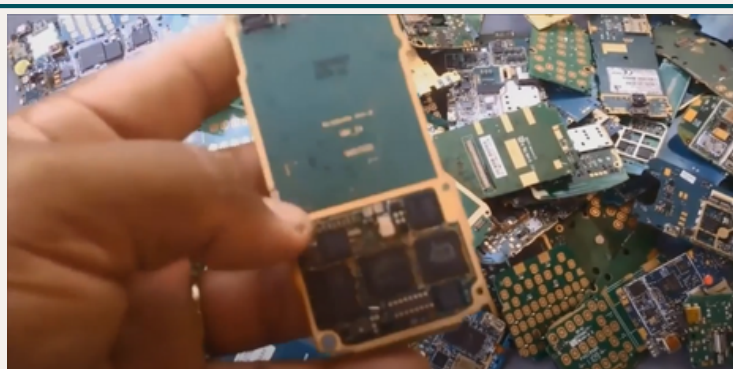
Na segunda parte do encontro, explore o momento no qual os smartphones deixam de ser úteis e precisam ser descartados/substituídos por aparelhos mais novos. Para problematizar a importância do descarte adequado de smartphones, assim como as consequências do descarte inadequado, utilize o vídeo **A Reciclagem de Aparelhos Celulares**, disponível em <https://youtu.be/q-jyygVBf7w>. Trata-se de um vídeo, de 4'12" de duração, produzido pelo grupo "TREE - Tratamento de Resíduos Eletroeletrônicos" da Universidade Federal de Pernambuco (UFPB), que faz um alerta sobre o modo correto dos descartes dos smartphones.

Na sequência, dialogue com os estudantes sobre o vídeo, que relata algumas das ações sobre o descarte incorreto de aparelhos eletrônicos, que, realizado junto com o lixo comum ou incinerado, possibilita a liberação de metais pesados - tais como mercúrio, chumbo e cádmio - que irão contribuir para contaminação do ar, do solo e do meio aquático.

Destaque as informações pertinentes sobre formas de descarte, como fabricantes que realizam ações para receber esses aparelhos descartados cujo intuito é que sejam reciclados por empresas qualificadas e certificadas para reinserir esses materiais na cadeia produtiva como matéria-prima, de acordo com as suas características.

O vídeo explora também que, para a produção de um smartphone, é necessário um elevado número de metais extraídos do planeta, inclusive metais de alto valor econômico, como ouro, prata, cobre e platina, mas que podem ser reaproveitados na produção de novos dispositivos. Para isso, realize questionamentos, como:

- Vocês já descartaram algum smartphone sem uso? De que forma?
- Antes de assistir ao vídeo, vocês sabiam que o descarte incorreto de smartphones pode causar um impacto ambiental?
- Antes de assistir ao vídeo, vocês sabiam que os smartphones contêm metais pesados, que podem causar doenças aos animais, inclusive a nossa espécie?



1º Encontro

Abrindo a primeira caixa-preta: como nos relacionamos com o artefato tecnológico smartphone?



Sugestão ao professor

Na sequência, solicite que os estudantes, de forma individual, façam uma produção audiovisual (imagem, texto, charge, tirinha, paródia, entre outras possibilidades) que busque conscientizar acerca de como os *smartphones* podem impactar nossas vidas e/ou planeta. Ao final do processo, solicite que eles socializem, para os demais integrantes da turma, as produções realizadas.

Ao final do encontro, busque relacionar as produções feitas e socializadas pelos estudantes com os aspectos da participação social, em especial os relacionados às decisões individuais e coletivas quanto ao ciclo de consumo de smartphones, que dependem da forma como nos relacionamos com esse artefato tecnológico.

Sugestões Complementares

O vídeo **Entenda: quando um smartphone se torna obsoleto?** (disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=jt5xRoPYBlw>), 6'47" de duração, produzido pela TecMundo, busca responder às seguintes perguntas: alguém já falou que o seu smartphone estava obsoleto ou você mesmo já percebeu que talvez fosse hora de trocar de telefone? Em uma indústria que muda tanto e tão rápido, e com lançamentos anuais de novas gerações de celulares, é comum pensar se o aparelho que temos em mãos ainda aguenta mais um período ou já dá sinais de que pode ser aposentado. Mas você sabe exatamente o que é preciso para um smartphone se tornar ou ser considerado obsoleto?



Fonte: TecMundo

1º Encontro

Abrindo a primeira caixa-preta: como nos relacionamos com o artefato tecnológico smartphone?



Referências

CARIBÉ, J. C. R. Uma perspectiva histórica e sistêmica do capitalismo de vigilância. **Revista Inteligência Empresarial**, v. 41, p. 5-13, 2019.

IBGE. **Características gerais dos domicílios e dos moradores 2019**. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101707_informativo.pdf. Acesso em: 29 jun. 2022.

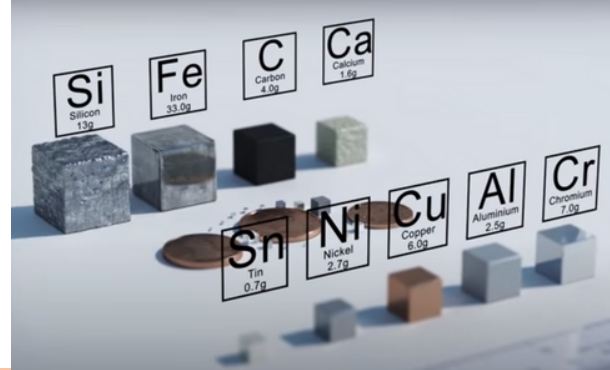
OLIVEIRA, S. J. *et al.* Logística reversa: a destinação acertada de baterias de smartphones no Brasil. **Revista de Casos e Consultoria**, v. 12, n. 1, p. e26337-e26337, 2021.

SEVERO, E. A. et al. Consciência Ambiental, Consumo Sustentável e Intenção de Compra de Smartphones Remanufaturados: Uma Survey no Nordeste do Brasil. *Desenvolvimento em Questão*, v. 19, n. 56, p. 301-321, 2021.

VAN VELTHOVEN, M. H.; POWELL, J.; POWELL, G. Problematic smartphone use: Digital approaches to an emerging public health problem. **Digital Health**, v. 4, p. 2055207618759167, 2018.

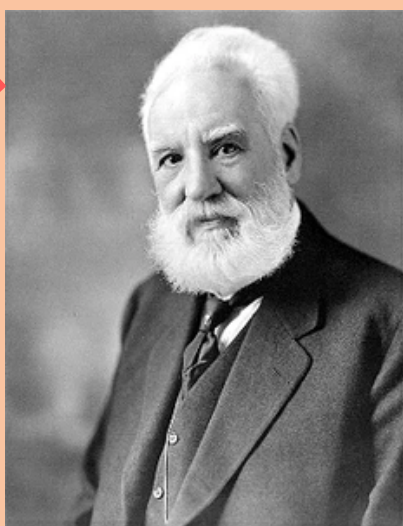
2º Encontro

Abrindo a segunda caixa-preta: quantos elementos químicos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?



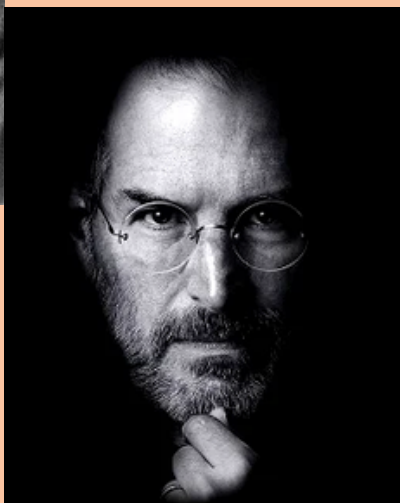
Introdução

A comunicação moderna, que culminou no desenvolvimento do smartphone, teve dois importantes marcos históricos, os anos de 1876 e 2007. O primeiro marco se refere ao ano em que o cientista, inventor e fonoaudiólogo britânico, naturalizado norte-americano, **Alexander Graham Bell** (1847-1922) falou pela primeira vez ao telefone. Graham Bell fundou a empresa Bell Telephone Company, que protagonizou os primeiros passos da implantação do telefone como meio de comunicação de massas à escala internacional. O segundo marco histórico se refere ao ano de lançamento do primeiro iPhone, desenvolvido pelo inventor e empresário do setor da informática **Steven Paul Jobs** (1955-2011), tornando-se uma linha de smartphones desenvolvida e comercializada pela empresa Apple (REID, 2018).



Fonte:

https://www.ebiografia.com/alexander_graham_bell/



Fonte:

https://www.ebiografia.com/steve_jobs/

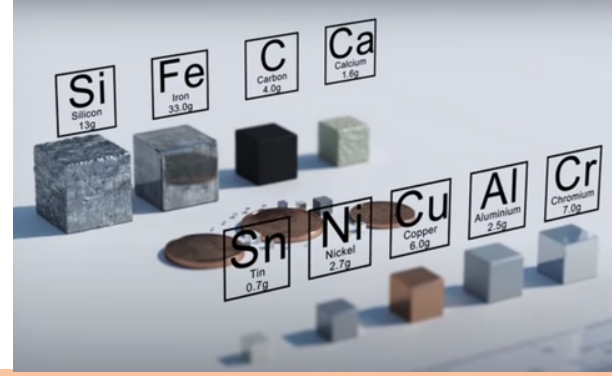
Devido aos avanços na capacidade de computação, conectividade com a internet e resolução da câmera, os smartphones representaram mais de 75% de todas as remessas de dispositivos de computação em todo o mundo no período de 2013 a 2020. No entanto, com o curto ciclo de vida do produto e a crescente demanda do consumidor, um número significativo de smartphones chega ao fim da vida útil anualmente (TANTAWI; HUA, 2021).

Ao considerar o artefato tecnológico smartphone como uma caixa-preta, vários pesquisadores têm se dedicado a responder a pergunta-título do presente encontro. O consenso entre várias pesquisas é que, devido a muitas propriedades físicas únicas, vários elementos químicos, principalmente metais, são fundamentais para a fabricação de smartphones. Recentemente, Tantawi e Hua (2021), pautados em perspectivas econômicas, ambientais e de gestão sustentável de recursos, buscaram entender como o conteúdo metálico de diferentes gerações de smartphones mudou ao longo do tempo.

2º Encontro

Abrindo a segunda caixa-preta: quantos elementos químicos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?

Introdução



Ao avaliar os três componentes básicos de smartphones (placas de circuito impresso, câmeras traseiras e o chip de comunicação de campo próximo/sem fio) produzidos no período de 2010 a 2015, os autores concluíram que:

➤ Em relação às placas de circuito impresso, 70% do peso é de metais, sendo que os de maior concentração – Cu, Ni, Sn, Zn e Fe – representam 93,3%. Metais de terra rara e metais do grupo da platina representam 0,53% do total de elementos recuperáveis em peso.

➤ Em relação às câmeras traseiras, os dois elementos de maior concentração são Cu e Fe e apresentam maiores concentrações de neodímio (Nd), Pr, Zr, ouro (Au), molibdênio (Mo), lítio (Li), Tl, Mg, Y e Tb do que as placas de circuito impresso. Os elementos de terra rara são usados especificamente em lentes de câmeras devido à sua capacidade de absorver luz ultravioleta e propriedades magnéticas e mecânicas. Por exemplo, ímãs Nd são usados em câmeras para foco automático; Pr é usado como material de revestimento antirreflexo de lente; e Y é usado como aditivo ao vidro da lente, melhorando sua resistência ao calor e ao choque.

➤ Em relação aos chips de comunicação de campo próximo/sem fio, 55,14% e 36,64% dos metais quantificados são Cu e Fe, respectivamente. Os elementos de terra rara (Gd, Nd, Lu, Y e Yb), usados devido às fortes propriedades magnéticas, e os metais do grupo da platina representaram 0,43% do total de elementos quantificados em peso (Figura 2).

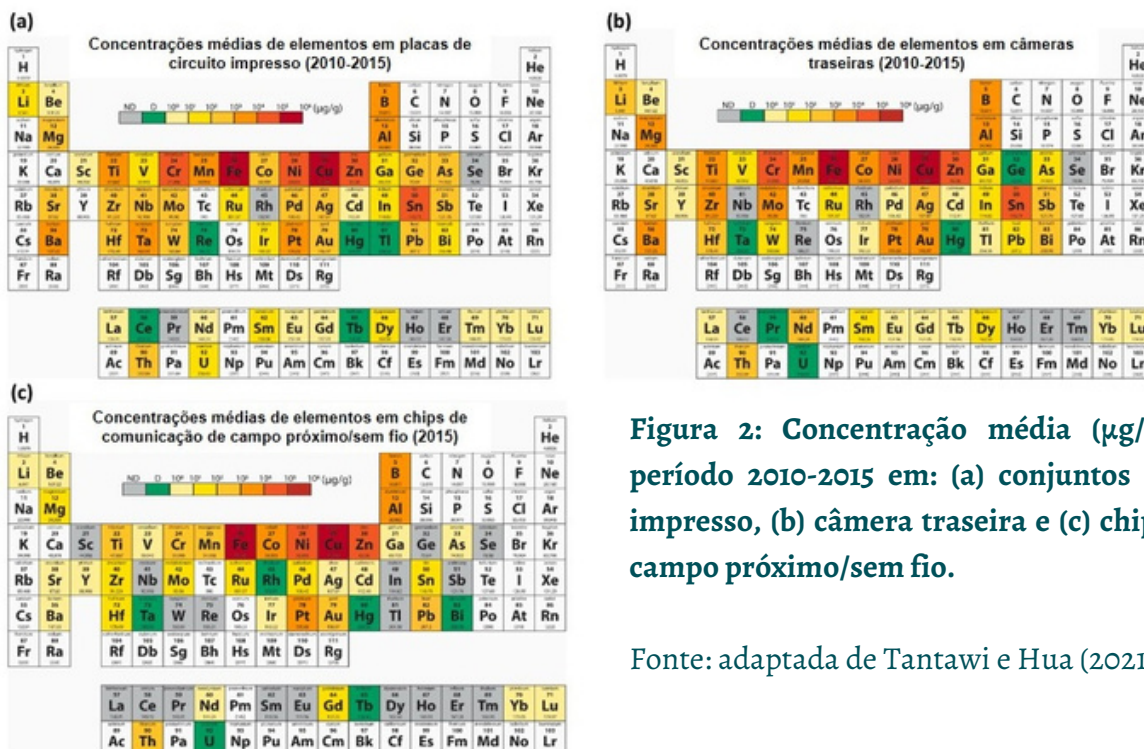


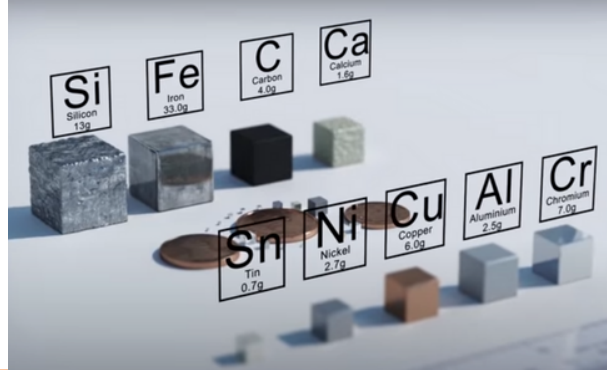
Figura 2: Concentração média ($\mu\text{g/g}$) de elementos no período 2010-2015 em: (a) conjuntos de placas de circuito impresso, (b) câmera traseira e (c) chips de comunicação de campo próximo/sem fio.

Fonte: adaptada de Tantawi e Hua (2021).

2º Encontro

Abrindo a segunda caixa-preta: quantos elementos químicos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?

Introdução



Tantawi e Hua (2021) fizeram uso da tabela periódica recomendada pela IUPAC que, assim como as várias outras centenas de representações gráficas do sistema periódico, dispõe de forma sistematizada os elementos químicos conhecidos, sendo ordenados com base nos números atômicos e agrupados, em famílias, de acordo com as propriedades periódicas. Assim como os smartphones, a tabela periódica, apesar de ser um conteúdo escolar recorrente nos variados níveis de ensino, também tem sido ensinada de maneira a não ser questionada, uma ferramenta, uma caixa-preta na perspectiva latouriana. Sendo assim, o presente encontro, intitulado **Quantos elementos químicos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?**, tem como objetivos:

- (i) Quanto aos parâmetros CTSA, explorar aspectos da racionalidade científica que permitam explicitar a presença da ciência no mundo, principalmente no que se refere ao uso de diferentes elementos químicos para fabricação de smartphones.
- (ii) Quanto aos propósitos educacionais, desenvolver relações entre o conhecimento científico escolar e o contexto vivenciado pelos estudantes que permitam contextualizar os objetos de conhecimento elementos químicos e tabela periódica.

2º Encontro

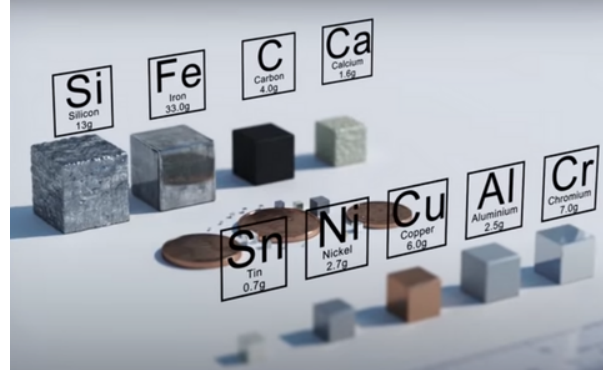
Abrindo a segunda caixa-preta: quantos elementos químicos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?

Sugestão ao professor

O encontro está dividido em dois momentos. O primeiro é destinado a dialogar com os estudantes a respeito dos elementos químicos utilizados para a fabricação de smartphones. Para problematizar essa relação, utilize o texto de divulgação científica **Quantos elementos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?**, acessível em <https://bitly.com/957jG>, que deve ser disponibilizado (impresso ou compartilhado via WhatsApp) para os estudantes. O texto, produzido pelo site Olhar Digital, descreve uma tentativa de uma equipe de cientistas da Universidade de Plymouth, Reino Unido, de conscientização a respeito do impacto ambiental e identificação dos elementos químicos presentes nos smartphones.



Comparação visual do consumo de elementos químicos para fabricação de 1,5 bilhões de unidades de smartphones.

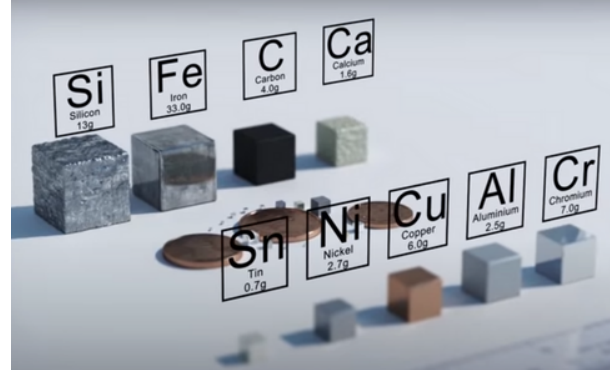


De forma complementar, no texto é indicado o vídeo **What's in a smartphone?**, de 3'27" de duração, no qual um dos pesquisadores da equipe (Dr. Arjan Dijkstra) explica o processo realizado para identificar e quantificar os elementos químicos presentes no smartphone. Para comparar o teor relativo dos elementos químicos identificados, são apresentados cubos de tamanhos diferentes, cujas superfícies remetem aos aspectos visuais dos elementos químicos citados. Em uma primeira comparação, considerando apenas um smartphone, a quantidade de elementos químicos parecem ser relativamente pequenas, sendo os dois principais ferro (33 g) e silício (13 g); e os dois minoritários índio e germânio (2 mg cada). No entanto, ao considerar a **produção anual de smartphone** (1,457 bilhões de unidades), observamos uma necessidade de 3 toneladas de cada um dos elementos químicos índio e germânio, 18.900 toneladas de silício e 48.100 toneladas de ferro. Agora, tais quantidades chamam a atenção para o fato de se conhecer os elementos químicos usados para a fabricação de smartphones, assim como a necessidade de reciclar tais dispositivos, para que esses elementos possam ser reinseridos na cadeia produtiva.

2º Encontro

Abrindo a segunda caixa-preta: quantos elementos químicos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?

Sugestão ao professor



Apesar de ser relativamente curto, o texto apresenta vários excertos que podem ser explorados, tais como:

“As partes de um aparelho contêm elementos comuns, como carbono e ferro [...] alumínio). Os pesquisadores também encontraram alguns elementos considerados exóticos e “raros”: tungstênio, cobalto, molibdênio e outros metais mais peculiares como disprósio, neodímio, praseodímio e gadolínio”.

“Os pesquisadores apontam que os metais são reciclados a taxas muito baixas atualmente, o que é lamentável porque a mineração geralmente carrega um alto custo ambiental”.

“O estudo pretende mostrar que os fabricantes precisam ser mais transparentes com aquilo que utilizam na composição dos dispositivos, pois isso pode ajudar a aumentar a conscientização sobre o impacto destes aparelhos”.

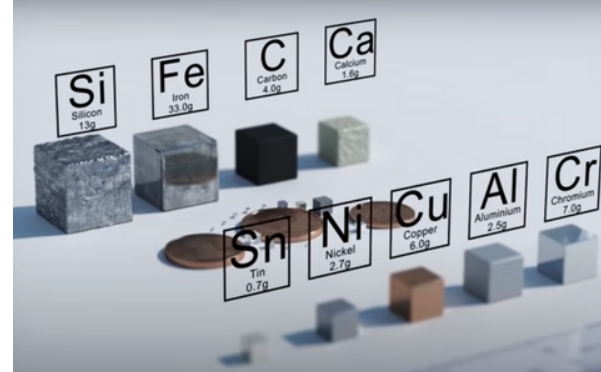
Por meio desse excerto é possível explorar que, para a fabricação de smartphones, são utilizados vários elementos químicos diferentes. Os termos “comuns”, “exóticos” e “raros”, utilizados no excerto, estão associados à abundância desses elementos no meio natural, de onde são extraídos.

A partir desse excerto duas ideias podem ser exploradas: uma está associada à baixa taxa de reciclagem dos metais presentes nos smartphones; e a outra aos custos ambientais inerentes aos processos de extração dos minerais que contêm os elementos químicos necessários para a fabricação de smartphones.

Esse excerto pode ser utilizado para chamar a atenção dos estudantes para o fato de que, para os smartphones deixarem de ser caixas-pretas, os fabricantes deveriam informar quais elementos químicos são utilizados na fabricação desses dispositivos, assim como conscientizar sobre os possíveis impactos de um descarte inadequado.

2º Encontro

Abrindo a segunda caixa-preta: quantos elementos químicos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?



Sugestão ao professor

Há ainda um quarto excerto, que permitiria ampliar a discussão para parâmetros e propósitos da abordagem CTSA para além daqueles planejados para o presente encontro:

“Também é preciso levar em conta que se feito sem supervisão adequada, esse trabalho pode levar a sérios abusos de direitos humanos, como exploração infantil e geração de conflitos armados”.

Esse excerto permite, por exemplo, explorar a participação social, ao envolver esferas políticas, tais como a necessidade de legislações sobre a temática reciclagem de smartphones e a necessidade de profissionais com conhecimento especializado para supervisionar o processo. Em relação aos propósitos educacionais, esses seriam ampliados para o desenvolvimento de questionamentos.

No segundo momento do encontro, sugerimos que os estudantes identifiquem os elementos químicos citados no texto/vídeo, utilizados para a fabricação de smartphones, em uma tabela periódica. Após essa etapa, projete ou fixe no quadro a tabela periódica recomendada pela IUPAC (Figura 3), disponível em <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>.

Figura 3: Tabela periódica recomendada pela IUPAC

IUPAC Periodic Table of the Elements

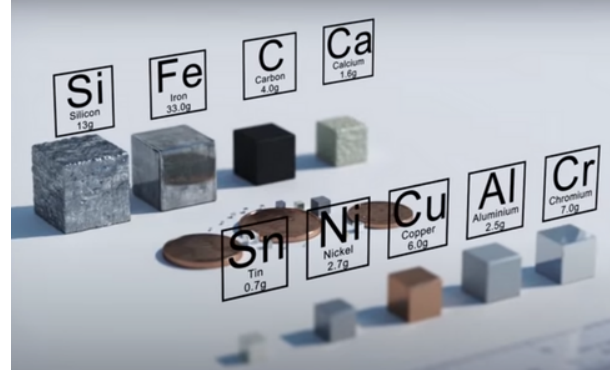
Key: atomic number, Symbol, name, atomic standard, atomic weight

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 4 May 2022. Copyright © 2022 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

2º Encontro

Abrindo a segunda caixa-preta: quantos elementos químicos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?



Sugestão ao professor

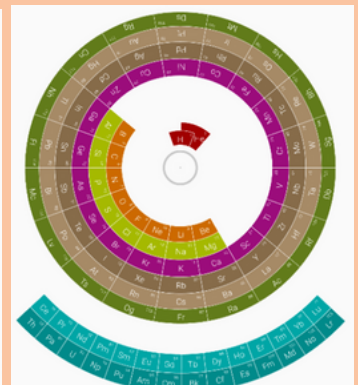
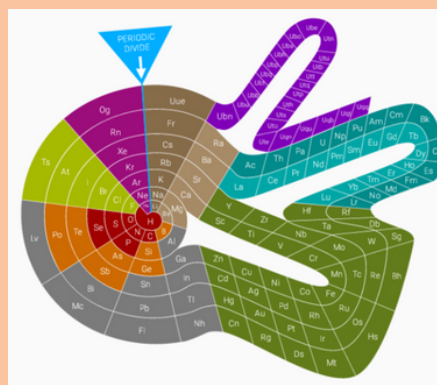
Com a tabela periódica projetada ou fixada no quadro, pergunte aos estudantes quais elementos químicos foram citados no texto/vídeo e marque-os na representação gráfica. Durante esse processo, chame a atenção dos estudantes para o fato de os elementos químicos serem identificados por símbolos de uma ou duas letras, sendo a primeira maiúscula, e serem sólidos com caráter metálico. Nesse momento, dois aspectos conceituais podem ser explorados:

- (i) os elementos químicos estão agrupados na tabela periódica, em famílias, por possuírem propriedades físicas e químicas semelhantes;
- (ii) a tabela periódica da IUPAC é uma das várias outras centenas de representações gráficas do sistema periódico, que dispõe de forma sistematizada os elementos químicos.

No segundo aspecto conceitual se faz necessário observar que apesar dos conceitos sistema periódico, lei periódica, classificação periódica e tabela periódica estarem relacionados são distintos e, portanto, utilizados de forma inadequada como sinônimos (ROMERO, 2021; IMYANITOV, 2011; SCERRI, 2010; GIUNTA, 1999). Dessa forma, na presente SD, adotamos sistema periódico:

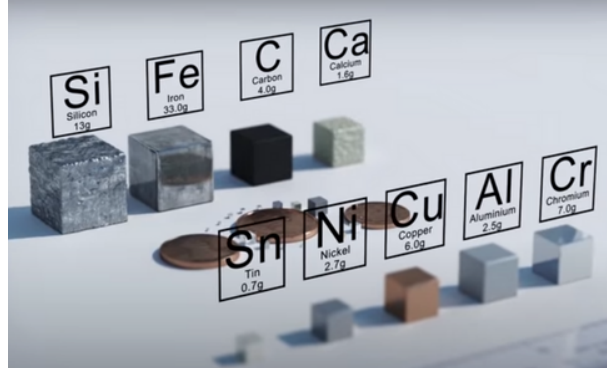
"[...] como um sistema que organiza todos elementos químicos conhecidos, utilizando um ou mais critérios para organização e estabelecimento de relações entre as partes, que esteja de acordo com a lei periódica, e seja representado por um registro gráfico" (ROMERO, 2021, p. 152-153).

Visando contribuir para essa discussão, sugerimos o uso do aplicativo **Tabela Periódica dos Elementos**, disponível em <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.asparion.periodictable>. Esse aplicativo, disponível apenas para sistema Android, possui três diferentes representações gráficas do sistema periódico, contribuindo para romper com a ideia de que a tabela periódica da IUPAC é a única forma de representar o sistema periódico.



2º Encontro

Abrindo a segunda caixa-preta: quantos elementos químicos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?



Sugestão complementar

No Quadro 2 apresentamos quatro aplicativos gratuitos sobre tabela periódica disponíveis para download nas plataformas Google Play e Apple Store, sendo dois aplicativos para cada uma das tecnologias (iOS e Android). Vale ressaltar que nas duas plataformas mencionadas existem uma variedade de aplicativos, a maioria gratuitos, sobre tabela periódica, o que permite que outros aplicativos sejam selecionados e indicados para os estudantes.

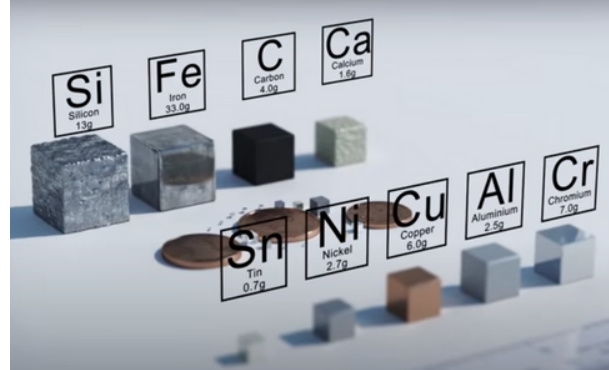
Quadro 2: Exemplos de aplicativos, disponíveis para a tecnologia iOS e Android, sobre tabela periódica.

Nome do aplicativo	Link para download
Tabela Periódica – Química	https://bityli.com/XFJ8G
Tabela Periódica - Jogo Mobile Solutions	https://bityli.com/c1R4D
Tabela Periódica 2021 (Química)	https://bityli.com/ACE8Z
Quiz da Tabela Periódica	https://bityli.com/X9R7I

Fonte: elaborado pelos autores.

2º Encontro

Abrindo a segunda caixa-preta: quantos elementos químicos da tabela periódica são necessários para fazer um smartphone?



Referências

GIUNTA, C. J. J. A. R. Newlands' classification of the elements: periodicity, but no system. **Bulletin for the History of Chemistry**, v. 24, p. 24-31, 1999.

NIMYANITOV, N. S. The Periodic Law. Formulations, Equations, Graphic Representations. **Russian Journal of Inorganic Chemistry**, v. 56, n. 14, p. 2183-2200, 2011.

REID, A. J. A brief history of the smartphone. In: REID, A. J. **The Smartphone Paradox**. [S. l.]: Palgrave Macmillan, Cham, 2018. p. 35-66.

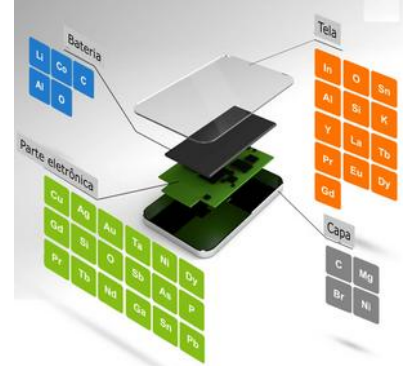
ROMERO, A. L. **Aspectos históricos, filosóficos e sociológicos do sistema periódico dos elementos químicos**: implicações para o ensino de Química. 2021. 408 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2021.

SCERRI, E. A philosophical commentary on Giunta's critique of Newlands' classification of the elements. **Bulletin for the History of Chemistry**, v. 26, n. 2, p. 124-129, 2001.

TANTAWI, O.; HUA, I. Temporal evolution of metallic element composition and environmental impact in consumer electronic devices: A study of smartphones. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 175, p. 105886, 2021.

3º Encontro

Ampliando a compreensão sobre os conteúdos das caixas-pretas smartphone e tabela periódica



Introdução

O químico é um profissional que se especializou em conhecer o conteúdo de caixas-pretas (na perspectiva latouriana). Plantas (utilizadas com finalidades medicinais ou não), petróleo, minerais, solo e animais são algumas das caixas-pretas estudadas pelos químicos. Além dessas caixas-pretas naturais, o desenvolvimento tecnológico criou outras não-naturais, como os smartphones, cujo conteúdo também tem sido alvo de pesquisa por profissionais da química. Como motivação da realização desses estudos, podemos citar a necessidade de se conhecer quais elementos químicos estão presentes nos smartphones para que seja possível desenvolver rotas que permitam reciclá-los ou, ainda, prever os impactos do descarte inadequado desses dispositivos.

O Conselho Regional de Química da 5ª região produziu o TDC **Composição química dos aparelhos celulares**, cujo objetivo é explicitar a grande quantidade de elementos químicos diferentes utilizados para a fabricação de smartphones. Na Figura 4 são indicados quais elementos químicos são utilizados para a fabricação de diferentes partes de um smartphone.

Figura 4: Elementos químicos presentes em diferentes partes de um smartphone



Fonte: <https://www.crqv.org.br>

Cobalto (Co) e lítio (Li), ambos na forma de óxido, utilizados como eletrodo positivo; carbono (C), em forma de grafite, utilizado como eletrodo negativo; e alumínio (Al) utilizado para a fabricação da parte externa da bateria.

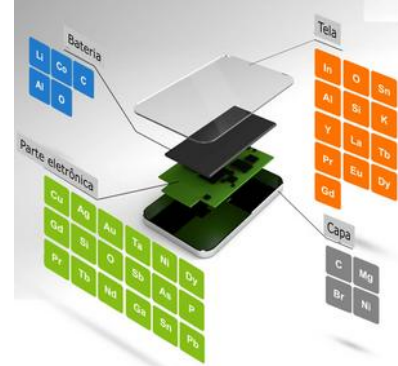
O silício (Si) é o principal componente da maioria dos semicondutores e material básico para a produção de transistores para chips e processadores dos smartphones. O chumbo (Pb) e o estanho (Sn) são utilizados em soldas elétricas. Cobre (Cu), ouro (Au) e prata (Ag) são os três metais principais de toda microeletrônica presente. O níquel (Ni) é utilizado para fabricação do microfone e em algumas ligações elétricas. Os elementos praseodímio (Pr), neodímio (Nd) e gadolínio (Gd) são usados para fabricação dos ímãs dos alto-falantes. Os metais de terras raras disprósio (Dy) e neodímio (Nd) são utilizados no sistema que permite a vibração do aparelho que ocorre em chamadas ou mensagens.

Índio (In) e estanho (Sn), ambos na forma de óxido, são utilizados para a fabricação da película transparente que conduz eletricidade. Os metais de terra rara lantânio (La), o térbio (Tb), o praseodímio (Pr), o európio (Eu), o disprósio (Dy) e o gadolínio (Gd) são utilizados para a produção das cores vermelhas, azuis e verdes, que enxergamos nas telas dos dispositivos. O mercúrio (Hg) também pode ser encontrado nas telas dos telefones.

Além do uso de material plástico, para a fabricação da carcaça, são utilizados os elementos químicos bromo (Br) e níquel (Ni), que reduzem as interferências eletromagnéticas. As carcaças de metal, por outro lado, normalmente são fabricadas em alumínio (Al).

3º Encontro

Ampliando a compreensão sobre os conteúdos das caixas-pretas smartphome e tabela periódica



Introdução

O texto produzido pelo CRQ 5ª região informa que, entre os elementos químicos utilizados para a fabricação de *smartphones*:

"[...] um grupo específico, os "metais de terras raras" estão chamando a atenção. É o grupo dos Lantanídeos, elementos usados em novos materiais que proporcionam alterações das características físicas, químicas ou mecânicas grandes, independente da quantidade utilizada".

Muitas das características que apreciamos em um smartphone - como cores das telas, notificação de mensagens/ligação por meio da vibração, capacidade de absorver luz ultravioleta, propriedades magnéticas e mecânicas nas lentes das câmeras [ver Tantawi e Hua (2021) indicado no encontro anterior] - são possíveis devido ao uso de metais de terras raras. Devido a essas e outras características interessantes, os metais terras raras são muito valorizados no setor da tecnologia. Segundo Bernardes (2021), no TDC "Valiosas e versáteis: pesquisas com terras raras mostram caminho para criar cadeia produtiva no Brasil", disponível em <https://bityli.com/sSfdvg>:

"[...] o **Brasil** tem a segunda maior reserva mundial conhecida de terras raras, porém essa riqueza não é explorada, devido ao custo da tecnologia de extração e separação de modo sustentável é o desafio que se apresenta, o que obriga o país a importar esses elementos para usar como matéria-prima nas indústrias, principalmente da China que é o maior produtor do mundo".

Neste cenário, o TDC cita que grupos de pesquisa brasileiros têm investido em pesquisa científica básica e aplicada com o intuito de contribuir para esse desafio tecnológico. No Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP), por exemplo, o grupo de pesquisa liderado pelo professor Henrique Toma "desenvolveu uma técnica chamada de hidrometalurgia magnética para a separação de terras raras, simplificando e barateando o processo". Segundo o professor Toma:

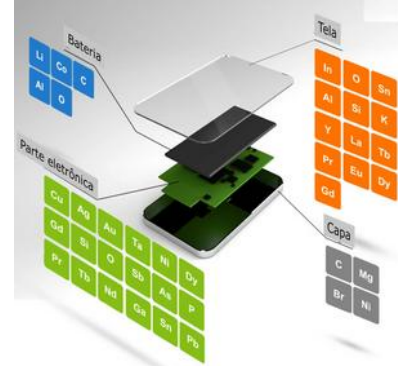
"O método usa nanopartículas magnéticas modificadas com um agente químico que captura as terras raras que estão misturadas ao minério, colocado em um pequeno reator. Depois das nanopartículas serem resgatadas com um ímã de neodímio, sua acidez é modificada, liberando as terras raras" [...]. "No processo tradicional, feito em reatores gigantescos, essa separação requer milhares de litros de solvente, que só podem ser usados uma única vez e poluem o ambiente. Com as nanopartículas, assim que as terras raras são separadas, elas podem voltar a ser usadas."



Fonte: Bernardes (2021).
Disponível em: <https://bityli.com/sSfdvg>

3º Encontro

Ampliando a compreensão sobre os conteúdos das caixas-pretas smartphone e tabela periódica



Introdução

Esse processo, segundo o professor Henrique Toma, é automatizado, não poluente, facilita a separação de elementos químicos distintos e pode ser utilizado na recuperação de terras raras em lixo eletrônico. Ele esclarece que:

“Para limpar o meio ambiente, o ideal não é explorar, mas apenas reciclar os minérios, como acontece com as latinhas de alumínio. Por exemplo, calcula-se que um carro elétrico possua um quilo de neodímio. Quando o veículo virar sucata, se não for reciclado, o neodímio se transforma em poluente. Por essa razão é fundamental o desenvolvimento de técnicas avançadas que permitam fazer a reciclagem no futuro” [...]. “Esta ainda é uma técnica nova, que vem rendendo publicações e trabalhos científicos, mas que para chegar ao mercado precisa de apoio – a pesquisa quase parou por falta de recursos. O Brasil tem terras raras e tecnologia, poderia avançar bastante, porém as empresas não têm tradição de desenvolvimento tecnológico, quase tudo é importado [...]”.

Podemos observar que existe uma grande demanda, por parte do setor da tecnologia, para obtenção de metais de terra raras, os quais, por serem “um conjunto de elementos químicos, normalmente encontrados na natureza misturados a minérios, de difícil extração”, têm estimulado pesquisas de cunho científico e tecnológico, principalmente no contexto brasileiro, tal como pontua o TDC produzido por Bernardes (2021).

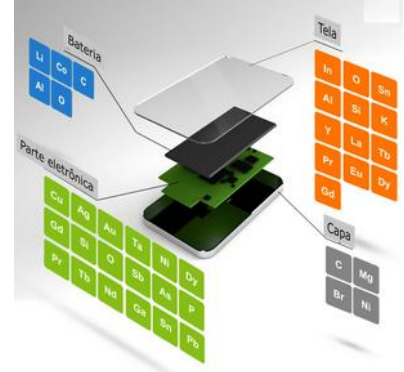
No que se refere ao ensino da Química, esse cenário vivenciado por instituições e grupos de pesquisa brasileiros para o desenvolvimento de tecnologias competitivas para obtenção e comercialização de metais terras raras é uma promissora forma de contextualização do objeto de conhecimento tabela periódica. Como indicado no encontro anterior, o objeto de conhecimento mencionado se refere à tabela periódica recomendada pela IUPAC que, assim como as várias outras centenas de representações gráficas do sistema periódico, dispõe de forma sistematizada os elementos químicos conhecidos, sendo ordenados com base nos números atômicos e agrupados, em famílias, de acordo com as propriedades periódicas. No contexto apresentado, o presente encontro, intitulado **Ampliando a compreensão sobre os conteúdos das caixas-pretas smartphone e tabela periódica**, tem como objetivos:

- (i) Quanto aos parâmetros da abordagem CTSA, questionar os propósitos que têm guiado a produção de novas tecnologias, desenvolvidas no contexto brasileiro, para a obtenção de elementos químicos terras raras, que são utilizados na fabricação de *smartphones*.
- (ii) Quanto aos propósitos da abordagem CTSA, contribuir para desenvolver compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos, levando em consideração eventuais desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais decorrentes da implementação da mineração de terras raras.

3º Encontro

Ampliando a compreensão sobre os conteúdos das caixas-pretas smartphone e tabela periódica

Sugestão ao professor



O encontro é dividido em dois momentos. No primeiro recomendamos um diálogo com os estudantes sobre os elementos químicos usados para a fabricação dos smartphones, a forma de obtenção deles na natureza, bem como sua distribuição e importância para o meio ambiente. Para instrumentalizar esse momento, indicamos o vídeo **Tem mineral no teu smartphone**, disponível em https://youtu.be/FuJ_8ocIWOo. Trata-se de um vídeo, de 3'10" de duração, produzido pelo Centro de Tecnologia Mineral, unidade de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, cujo objetivo “foi estabelecer uma conexão entre o mundo mineral e o cotidiano da vida moderna, na qual o *smartphone* tornou-se instrumento de ampla utilização e importância para a grande maioria dos indivíduos”. Além disso, visa divulgar um dos programas estratégicos (que consiste no desenvolvimento de tecnologias competitivas para extração de terras raras) do Centro de Tecnologia Mineral, que atua no desenvolvimento de tecnologia mineral há 43 anos.

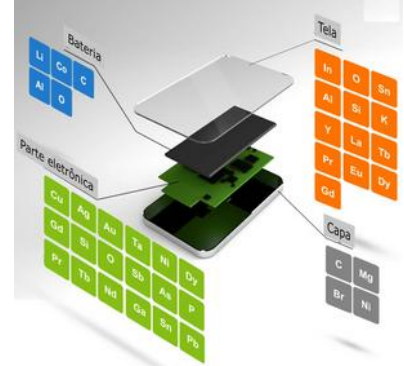
Segundo a descrição do vídeo, **“Considerados estratégicos para o país, os elementos terras-raras são metais utilizados na composição de produtos de alto nível tecnológico, incluindo smartphones. Com grandes reservas, o Brasil ainda atua no desenvolvimento tecnológico para extração mineral e purificação desses elementos, para tornar-se competitivo no mercado internacional”**.

Elemento	Número Atômico	Aplicação
La Lantânio	57	Refino de petróleo
Ce Cério	58	Catalisador automotivo
Pr Praseodímio	59	Televisão colorida
Nd Neodímio	60	Disco rígido (HD)
Pm Promécio	61	Tubo fluorescente
Y Ítrio	39	Termo de ignição
Sm Samário	62	Aviões de guerra
Eu Európio	63	Laser vermelho
Gd Gadolínio	64	Energia nuclear
Tb Terbio	65	Lâmpada fluorescente
Dy Disprósio	66	Calcular
Sc Escândio	21	Naves espaciais
Ho Hólmio	67	Chuva de raios-X
Er Erbólio	68	Tubo de raios-X
Tm Tulio	69	Tubo de raios-X
Yb Ítalo	70	Tubo de raios-X
Lu Lutécio	71	Tubo de raios-X

3º Encontro

Ampliando a compreensão sobre os conteúdos das caixas-pretas smartphone e tabela periódica

Sugestão ao professor



No Quadro 4 são apresentados, de maneira sintetizada, os assuntos abordados no vídeo **Tem mineral no seu smartphone** que consideramos relevantes para serem dialogados com os estudantes.

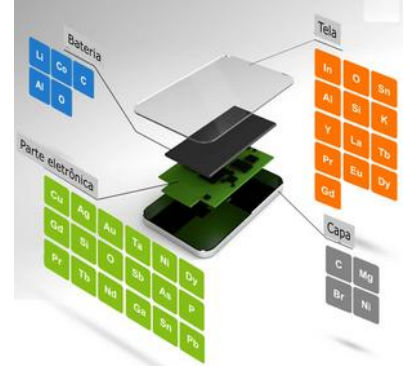
Quadro 4: Indicação de pontos para serem trabalhados a partir do vídeo “Tem mineral no seu smartphone”.

Tempo	Pontos para serem trabalhados
0'00” a 0'21”	“Elementos terras-raras. Já ouviu falar deles?”, é com essa pergunta que o vídeo começa. A apresentadora utiliza uma tabela periódica para localizar os elementos químicos denominados de terras raras e informa que esses são extraídos de minerais.
0'21” a 1'10”	<p>Em relação à dimensão racionalidade científica. Nesse fragmento do vídeo são abordadas as reservas de minerais que contêm os elementos terras raras no Brasil, como as localizadas nos estados de Goiás e Minas Gerais.</p> <p>Em relação à dimensão desenvolvimento tecnológico. Essas reservas não são exploradas devido à falta de domínio de tecnologia, a ponto de ser competitiva quando comparada ao mercado internacional, para extrair e beneficiar esses elementos.</p> <p>Em relação à dimensão desenvolvimento científico e tecnológico. Tais limitações têm estimulado o “desenvolvimento de novas rotas tecnológicas que permitam a obtenção e produção das terras-raras brasileiras de forma competitiva e com possibilidade de comercialização no mercado internacional”. É citado que pesquisadores do Centro de Tecnologia Mineral têm se dedicado para superar esse desafio tecnológico.</p>
1'21” a 2'39”	É apresentado o recorte de um texto publicado na revista Galileu: “Cientistas colocam o smartphone no liquidificador para analisar a sua composição” [Vale ressaltar que esse título não faz juz ao trabalho dos pesquisadores da Universidade de Plymouth, uma vez que o liquidificador foi utilizado apenas para triturar a amostra a ser analisada e facilitar as etapas de extração, identificação e quantificação dos elementos químicos presentes no smartphone] e uma parte do vídeo What's in a smartphone? , indicado no encontro anterior.
2'50” a 2'58”	É apresentado um tabela que ilustra aplicações dos elementos químicos terras raras, tais como ítrio, utilizado na produção de trem de levitação; neodímio, utilizado na produção de disco rígido; e túlio, utilizado na produção de tubos de raios X.

Fonte: elaborado pelos autores.

3º Encontro

Ampliando a compreensão sobre os conteúdos das caixas-pretas smartphone e tabela periódica



Sugestão ao professor

Durante a apresentação e discussão do vídeo, recomendamos o uso de algumas informações apresentadas na introdução desse encontro para complementar a discussão apresentada no vídeo. Para o segundo momento, sugerimos que os estudantes sejam divididos em grupos de 4 a 5 indivíduos para realizar uma pesquisa utilizando como base os TDCs **Composição química dos aparelhos celulares** e **Valiosas e versáteis: pesquisas com terras raras mostram caminho para criar cadeia produtiva no Brasil**. Os estudantes devem ser orientados para identificar no TDC **Composição química dos aparelhos celulares** os elementos químicos, utilizados na fabricação de smartphones, que são classificados como metais de terra rara. Na sequência, os elementos identificados devem ser listados no quadro e divididos entre os grupos formados na sala, de tal forma que os diferentes grupos não sobreponham as pesquisas a serem realizadas. Oriente os estudantes a buscarem, para cada elemento químico, as informações indicadas no Quadro 5.

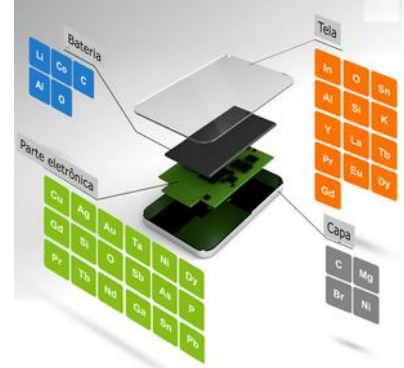
Quadro 5: Informações a serem pesquisadas sobre metais de terras raras

Informações a serem pesquisadas	Onde pesquisar?
Símbolo, número atômico, estado físico; aspecto visual; país onde foi descoberto; ano de descoberta; forma que é encontrado na natureza; locais onde é extraído.	Essas informações estão relacionadas a dimensão racionalidade científica e podem ser obtidas com o auxílio de aplicativo disponibilizado pelo professor no encontro anterior, assim como na internet.
Tecnologia(s) utilizada(s) para a obtenção do elemento químico. Caso o Brasil tenha reserva de minerais que contenham esse elemento químico, nosso país possui tecnologia para extraí-los?	Essas informações estão relacionadas à dimensão desenvolvimento tecnológico e podem ser obtidas no TDC Valiosas e versáteis: pesquisas com terras raras mostram caminho para criar cadeia produtiva no Brasil e na internet.
Quais argumentos favoráveis e contrários têm sido utilizados para a criação de centros de mineração de terras raras no Brasil?	Essas informações estão relacionadas à dimensão participação social e podem ser obtidas no TDC Valiosas e versáteis: pesquisas com terras raras mostram caminho para criar cadeia produtiva no Brasil e nos documentos: (i) Minerais estratégicos e terras-raras produzido, em 2014, pelo Centro de Estudos e Debates Estratégicos da Câmara dos Deputados (disponível em https://bityli.com/7gcYd); (ii) Mineração em terras indígenas: um posicionamento necessário produzido, em 2020, pela Federação Brasileiro de Geólogos (FEBRAGEO) (disponível em https://bityli.com/pb9j1).

3º Encontro

Ampliando a compreensão sobre os conteúdos das caixas-pretas smartphone e tabela periódica

Sugestão ao professor



Ao final da atividade, sugerimos que cada grupo de estudante socialize com os demais as pesquisas realizadas. Ao final das apresentações, busque relacionar as falas dos estudantes aos propósitos que têm guiado a produção de novas tecnologias, desenvolvidas no contexto brasileiro, para a obtenção de elementos químicos terras raras, que são utilizados na fabricação de smartphones. Para finalizar o encontro é importante pontuar, a partir das falas dos estudantes, a possibilidade de eventuais desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais decorrentes da implementação da mineração de terras raras no contexto brasileiro.



Fonte: Freepik.

Ressaltamos a importância dessa etapa, em que os estudantes pesquisam e dialogam em pequenos grupos para buscar uma melhor compreensão acerca das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.



Fonte: Freepik.

4º Encontro

Por que a indústria ainda usa baterias de íons de lítio como padrão?



Introdução

O smartphone é um artefato tecnológico que possui um sistema operacional que permite a execução de várias funções por meio de programas ou aplicativos, algo que era comum apenas em computadores. Essa substituição, ainda que parcial, revolucionou a vida de muitas pessoas, pois não importa em que local o usuário esteja, ele sempre poderá se conectar com o mundo e executar uma infinidade de tarefas complexas.

Apesar dos smartphones estarem cada vez mais inseridos no dia a dia das pessoas, um dos grandes desafios enfrentados pelos usuários está no tempo de autonomia da bateria do dispositivo. Atualmente, a grande maioria dos aparelhos utiliza baterias de íons de lítio para armazenar a energia elétrica. Essas baterias possuem uma tecnologia que oferece grandes vantagens, como ser recarregável e não possuir memória. Isso indica que, mesmo que os dispositivos não sejam carregados até 100%, eles não vão apresentar o antigo problema de viciar a bateria, além de possuir boa eficiência energética.

Porém, existem pontos negativos, por exemplo, a dificuldade em extraí-lo da natureza e os desafios sociais e ambientais relacionados.



Fonte: Freepik.

MUNDO

Entenda as oportunidades e os desafios da indústria do lítio

Combustível da revolução global dos veículos elétricos, o lítio é altamente valorizado. Mas há desafios sociais e ambientais não resolvidos

Share

f w t in

Sophie Bauer dezembro 3, 2020

The image block contains two photographs. The top photo shows a vast, flat, arid landscape under a blue sky. In the foreground, there are several stacks of rectangular blocks, likely lithium carbonate. A white truck is parked in the middle ground. The bottom photo shows a group of people gathered in a similar desert environment. They are holding a large white banner with blue and green text that reads "COMUNIDAD 3 POZOS EL AGUA VALE MAS QUE EL LITIO". There are flags and other people in the background.

Fonte: Diálogo Chino.

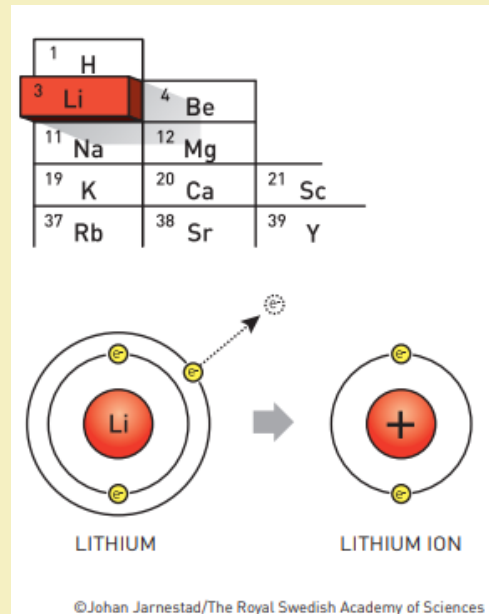
4º Encontro

Por que a indústria ainda usa baterias de íons de lítio como padrão?

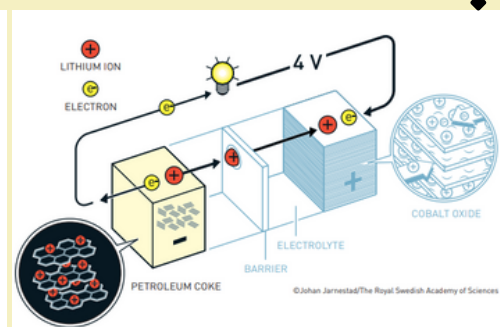
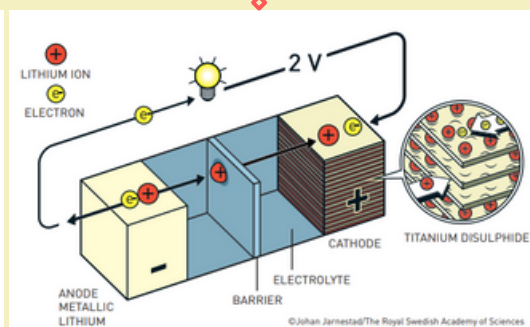
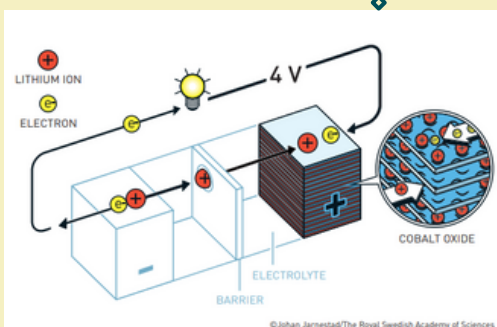
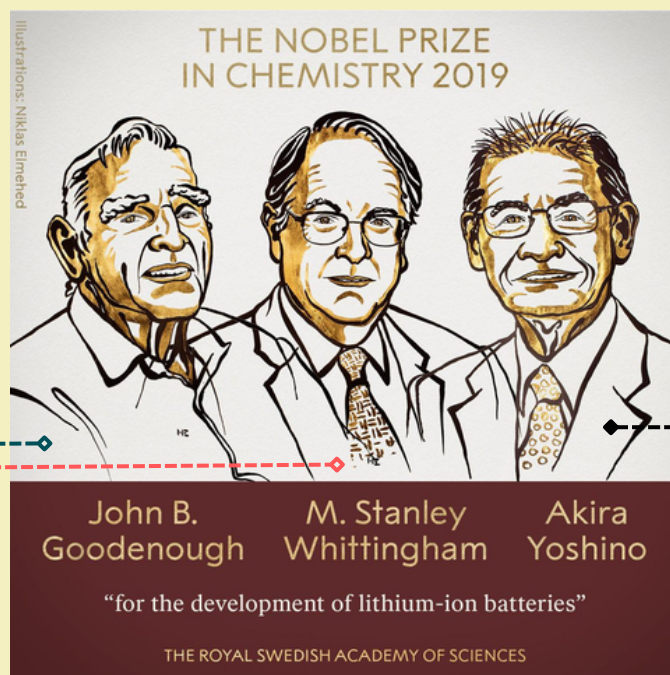


Introdução

“As baterias de íons lítio impactaram a nossa sociedade” foi um dos argumentos utilizados pelo químico Olof Ramström, participante do comitê do Nobel de Química, para justificar o prêmio Nobel de Química de 2019 concedido aos três cientistas que ajudaram a desenvolvê-las (ROSSINI, 2019): John B. Goodenough (Universidade do Texas, Estados Unidos da América), M. Stanley Whittingham (Universidade de Binghamton e Universidade Estadual de Nova Iorque, Estados Unidos da América), Akira Yoshino (Corporação Asahi Kasei e Universidade de Meijo, Japão).



“**Eles criaram um mundo recarregável**” informa o comunicado à imprensa, que descreve a bateria de lítio como sendo “[...] leve, recarregável e poderosa agora é usada em tudo, desde celulares a laptops e veículos elétricos. Também pode armazenar quantidades significativas de energia solar e eólica, possibilitando uma sociedade livre de combustíveis fósseis” (THE NOBEL PRIZE, 2019, tradução nossa).



4º Encontro

Por que a indústria ainda usa baterias de íons de lítio como padrão?



Introdução

Apesar da eficiência das baterias de íons lítio, que as tornam amplamente utilizadas para diversas finalidades, não é incomum encontrar Textos de Divulgação Científica questionando o uso desse tipo de bateria: **Por que a indústria ainda usa baterias de íons de lítio como padrão?** (PEDROSO, 2020); **Nova bateria de íons de sódio pode substituir as de lítio atuais** (RIGUES, 2020); **NASA quer tornar as baterias do futuro mais eficazes e sem risco de explosão** (LISBOA, 2021).

Three screenshots of news articles are displayed side-by-side within a dashed green border. The first screenshot is from 'MUNDO CONECTADO' and features the headline 'Por que a indústria ainda usa baterias de íons de lítio como padrão? Veja possíveis alternativas'. The second screenshot is from 'OLHAR DIGITAL' and features the headline 'Nova bateria de íons de sódio pode substituir as de lítio atuais'. The third screenshot is from 'Canaltech' and features the headline 'NASA quer tornar as baterias do futuro mais eficazes e sem risco de explosão'. Each screenshot includes a small image related to the article's topic, such as batteries or a smartphone.

No contexto apresentado, o presente encontro, intitulado **Por que a indústria ainda usa baterias de íons de lítio como padrão?**, tem como objetivos:

- (i) Quanto aos parâmetros da abordagem CTSA, discutir sobre o desenvolvimento tecnológico de baterias para smartphones, buscando reconhecer que para o funcionamento desse aparato foram e, ainda são, necessários recursos humanos (técnicos, cientistas etc.) e materiais.
- (ii) Quanto aos propósitos educacionais, contribuir para desenvolver percepções sobre a presença da ciência e da tecnologia nas baterias utilizadas em smartphones.

4º Encontro

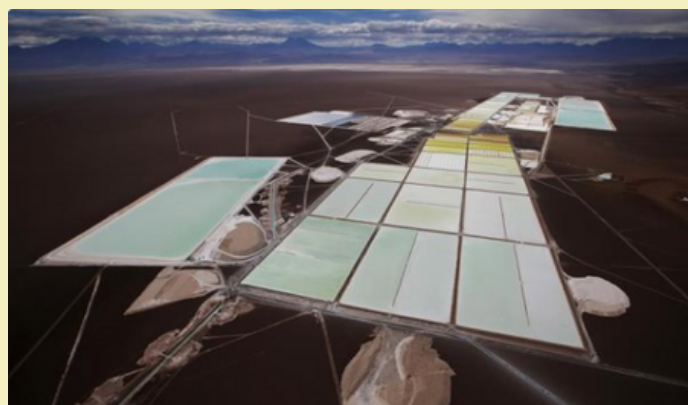
Por que a indústria ainda usa baterias de íons de lítio como padrão?



Sugestão ao professor

No primeiro momento, para introduzir a discussão sobre as baterias utilizadas em smartphones, projete o vídeo **4 tipos de baterias diferentes utilizadas em eletrônicos**, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=8onWYonTxxg>. Trata-se de um vídeo, de 2'24" de duração, produzido pela TecMundo, cujo texto está disponível em <https://bityli.com/89KGE>. Esse vídeo descreve a **evolução das baterias** utilizadas em celulares e smartphones, iniciando pelas baterias de Níquel-Cádmio (identificadas como Ni-Cd) nos anos 90, passando pelas baterias de Hidreto Metálico de Níquel (identificadas como Ni-MH), que levam vantagem por abandonarem o cádmio, o que a torna menos prejudicial ao meio ambiente; e depois as baterias de Íons de Lítio (identificadas como Li-Ion), sendo mais leves, estáveis e seguras do que as baterias com níquel; e finalmente as baterias de Polímeros de Lítio (identificadas como Li-Po), a qual é a tecnologia mais avançada, podendo ser encontrada atualmente no mercado e que, além de guardar mais energia no mesmo espaço que as de íons lítio, são mais leves. Com base no conteúdo apresentado no vídeo, dialogue com os estudantes sobre as vantagens e desvantagens, principalmente quanto aos aspectos ambientais, relatadas para cada tipo de bateria.

No segundo momento, disponibilize o Texto de Divulgação Científica **Como são produzidas as baterias de lítio?**, disponível em <https://bityli.com/3AKwA>, para que os estudantes façam a leitura. Segundo o texto, as baterias de íon de lítio (Li-Ion) são utilizadas também em máquinas pesadas e vários modelos de veículos automotores. Com essa ampliação de uso, a demanda por lítio se mostra “maior do que a oferta, afinal de contas, o processo produtivo do lítio é caro e demorado”. Algumas propriedades físico-químicas, características, forma de extração e localização de reservas do elemento lítio, são apresentadas ao longo do texto. Na sequência, algumas etapas envolvidas na transformação do lítio em baterias são mencionadas.



Piscinas para a "secagem" do lítio
Fonte: Tecmundo.



Fonte: Tecmundo.

4º Encontro

Por que a indústria ainda usa baterias de íons de lítio como padrão?



Sugestão ao professor

Após a leitura do texto, oriente os estudantes, organizados em grupos de três ou quatro, com o auxílio de pesquisa utilizando smartphone/computador, a discutirem as seguintes questões:



Fonte: Freepik.

Quanto à racionalidade científica: (1) Como o elemento químico lítio é encontrado na natureza? (2) Como é realizada a extração do lítio? (3) Em quais países estão localizadas as reservas de lítio?

Quanto ao desenvolvimento tecnológico: (1) Qual a forma de extração de lítio? Esse processo é simples ou difícil? (2) Há resíduos gerados no processo de extração de lítio? (3) Como é feita a gestão desses resíduos?



Fonte: Freepik.



Fonte: Freepik.

Quanto à participação social: (1) O processo de extração de lítio acarreta riscos à saúde dos trabalhadores envolvidos? (2) O processo de extração de lítio pode afetar a biodiversidade local? (3) A renda gerada na extração de lítio é de domínio público ou privado?

Cada um dos elementos dos parâmetros da abordagem CTSA indicados acima, contendo três questões, deve ser pesquisado e discutido por, pelo menos, dois grupos de estudantes. Durante a pesquisa e discussão, é importante que o professor interaja com cada um dos grupos de estudantes para observar e, se necessário, mediar o processo. Na sequência, os grupos devem produzir cartazes que busquem sintetizar os aspectos pesquisados e discutidos em cada uma das questões. Para finalizar o processo, os grupos devem fixar os cartazes no quadro e socializar com os demais colegas da turma acerca da pesquisa realizada.

Ao final do encontro, sugerimos que o professor relacione as produções feitas e socializadas retomando que existe um longo processo, desde a obtenção de lítio até a produção de baterias que são utilizadas em smartphones, que envolve muitos conhecimentos científicos e tecnológicos, assim como aspectos legais, financeiros, sociais e ambientais.

4º Encontro

Por que a indústria ainda usa baterias de íons de lítio como padrão?



Sugestões complementares

O TDC **Como são produzidas as baterias de lítio?**, disponível em <https://bityli.com/7Lg17>, está organizado em tópicos, que buscam responder as seguintes questões: como são produzidas as baterias de lítio? Onde é extraído o lítio? Quem produz lítio no Brasil? Quem é o maior produtor de lítio do mundo? Qual vantagem da bateria de lítio? Quais são as principais características das baterias de Íon-lítio? Tem lítio no Brasil? Onde se encontra o níquel no Brasil? Quais são as características principais do lítio? Quais são os rolos de lítio? Quais são as aplicações do lítio e seus compostos? Por que o lítio é usado em baterias? Ao longo do texto são indicados três vídeos disponíveis no YouTube, que podem ser consultados de maneira a complementar as informações contidas no TDC: (i) **Cómo lo hacen baterías de litio** (vídeo em espanhol com 7'27" de duração, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=FYHO6orSPI8&t=6s>); **Discovery Segredo das coisas como se fabrica a célula de bateria de lítio** (vídeo em português com 6'16" de duração, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=uSl4T5KYhy8>); **Proceso de producción y usos del litio** (vídeo em espanhol com 4'56" de duração, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=BSveaxh5o2Y&t=2s>).



Fonte: IELA

O autor menciona que "o valor da produção de carbonato de lítio do Chile subiu de 200 milhões de dólares em 2007, para 500 milhões em 2012 e para mais de 800 milhões em 2017. Excedeu 1 000 milhões em 2018", fato que indica um considerável aumento da extração de lítio no Chile. Ao considerar que "com a expectativa que a procura de lítio cresça no mercado global", o autor alerta para o fato de que "os povos indígenas e a classe trabalhadora começarão a encontrar maiores dificuldades em se sustentar, à medida que os ecossistemas indígenas são destruídos e a produtividade do trabalho é implacavelmente aumentada".

4º Encontro

Por que a indústria ainda usa baterias de íons de lítio como padrão?



Sugestões complementares

O TDC **Ambientalistas dizem que lítio é importante, mas avisam para impactos**, disponível em: <https://bityli.com/UpiuX>, aborda, no contexto de Portugal, que “desde a exploração até ao fim de vida como elemento de baterias elétricas, o lítio suscita algumas preocupações a ambientalistas ouvidos pela Lusa, que defendem que não se deve só contar com este metal e pedem atenção aos impactos ambientais”. Alternativas para diminuir a extração de lítio, e por consequência os impactos ambientais, são indicadas no texto, tal como “olhar para as baterias na lógica da economia circular”, uma vez que “a nível global, a percentagem de reciclagem de lítio ainda é incipiente”.

A screenshot of a news article from 'Diário de Notícias'. The page has a black header with 'MENU', a search icon, a sun icon, and the number '12'. The main title is 'Ambientalistas dizem que lítio é importante mas avisam para impactos' in large, bold, black font. Below the title is a sub-headline: 'Desde a exploração até ao fim de vida como elemento de baterias elétricas, o lítio suscita algumas preocupações a ambientalistas ouvidos pela Lusa, que defendem que não se deve só contar com este metal e pedem atenção aos impactos ambientais.' The article is attributed to 'Lusa' and dated '27 Setembro 2017 — 09:12'. There are social media sharing icons for Facebook, Twitter, and a plus sign. Below the text is a photograph showing a long line of white plastic bags filled with material, likely lithium ore, laid out on a dirt path in a rural, hilly area. The photo is credited to '© Rui Manuel Ferreira / Global Imagens'.

Fonte: Diário de Notícias.

4º Encontro

Por que a indústria ainda usa baterias de íons de lítio como padrão?



Referências

GUO, Z. *et al.* Recent advances in rechargeable magnesium-based batteries for high-efficiency energy storage. **Advanced Energy Materials**, v. 10, n. 21, p. 1903591, 2020.

LI, M. *et al.* 30 years of lithium-ion batteries. **Advanced Materials**, v. 30, n. 33, p. 1800561, 2018.

SONG, M. *et al.* Recent advances in Zn-ion batteries. **Advanced Functional Materials**, v. 28, n. 41, p. 1802564, 2018.

XIE, J.; LU, Yi-Chun. A retrospective on lithium-ion batteries. **Nature Communications**, v. 11, n. 1, p. 1-4, 2020.

ZHANG, Luojiang *et al.* A review of emerging dual-ion batteries: fundamentals and recent advances. **Advanced Functional Materials**, v. 31, n. 20, p. 2010958, 2021.

5º Encontro

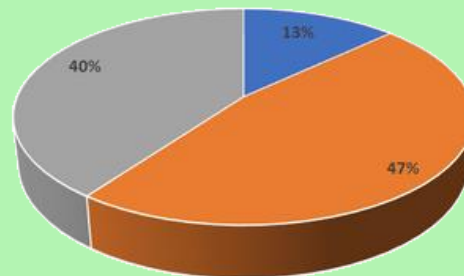
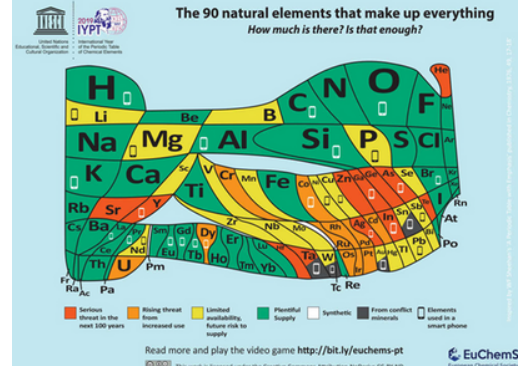
Quais os impactos ambientais do descarte inadequado de smartphones?

Introdução

Pesquisas recentes (CORDELLA *et al.*, 2021) indicam que o ciclo de substituição de smartphones tornou-se, em média, menor que dois anos, o que acarreta impactos ambientais que poderiam ser mitigados através de um uso prolongado de tais dispositivos. Os autores indicam que os smartphones são **frequentemente substituídos prematuramente** por razões socioeconômicas e técnicas, o que resultou na venda de 1,7 bilhões de unidades apenas no ano de 2020.

Em outro trabalho, He *et al.* (2020) pontuam que os smartphones se tornaram dispositivos insubstituíveis na vida humana diária, e a China é o maior país produtor e consumidor de telefones do mundo. Os autores reportam que os smartphones contêm vários “minerais de alta tecnologia”, independentemente do tipo, preço ou fabricante que os produz. Embora a quantidade de minerais de alta tecnologia em cada smartphone seja relativamente pequena, bilhões de telefones celulares descartados podem ser considerados uma importante fonte de minerais de alta tecnologia.

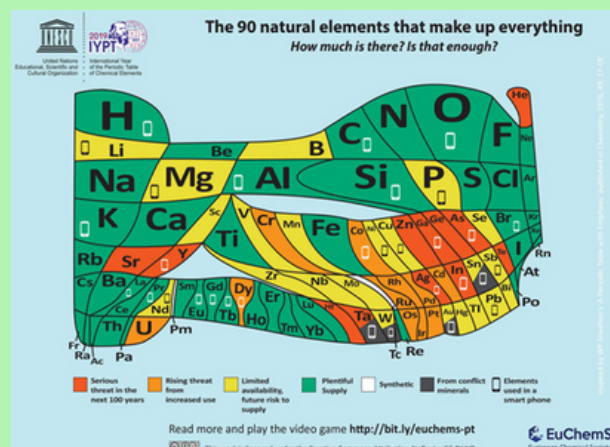
Os autores afirmam que os minerais de alta tecnologia, que incluem metais de terras raras e metais do grupo da platina, são cruciais para a nova indústria de energia. As reservas de vários minerais de alta tecnologia na terra são limitadas e a extração desses minerais a partir de minério virgem natural é um desafio devido a restrições econômicas e técnicas. Dessa forma, garantir um fornecimento sustentável de minerais de alta tecnologia tornou-se altamente desafiador devido aos desafios na mineração em depósitos naturais. Entre as alternativas pesquisadas está a mineração urbana, que tem sido aplicada com sucesso para extrair recursos úteis de resíduos urbanos (por exemplo, produtos eletrônicos e elétricos) e resíduos industriais (HE *et al.*, 2020).



- Quer software mais recente
- Quer modelo de smartphone mais recente
- Não funcionalidade do smartphone

Razões para substituição do smartphone.

Fonte: Cordella *et al.* (2021, p. 4).



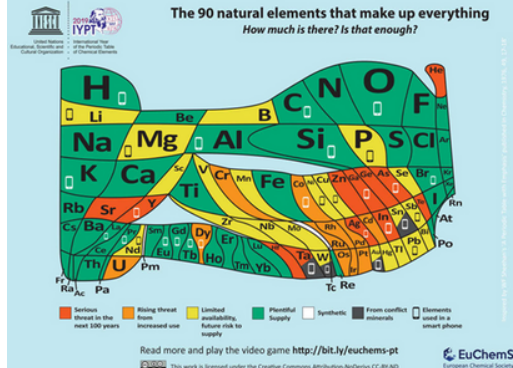
Fonte: <https://www.euchems.eu/euchems-periodic-table/>.

Visando contribuir para a conscientização sobre o uso de elementos químicos naturais, a Sociedade Europeia de Química produziu, em 2019, uma tabela periódica indicando a abundância e a escassez dos elementos químicos naturais. Essa tabela indica que 12 dos elementos químicos conhecidos estão em risco de extinção, muitos dos quais são utilizados para fabricação de smartphones (ROMERO, CUNHA, 2020). Para que esse cenário possa ser revertido, a Sociedade Europeia de Química pontua que:

5º Encontro

Quais os impactos ambientais do descarte inadequado de smartphones?

Introdução



"Como indivíduos, precisamos questionar se as atualizações de nossos telefones móveis e outros dispositivos eletrônicos são realmente necessárias, e precisamos nos certificar de que reciclamos corretamente para evitar que eletrônicos antigos não acabem em aterros sanitários ou poluindo o meio ambiente. Em um nível político, precisamos ver um maior reconhecimento do elemento de risco que a escassez representa, e movimentos precisam ser feitos para apoiar melhores práticas de reciclagem e uma economia circular eficiente. Além disso, a transparência e as questões éticas precisam ser consideradas para evitar o abuso dos direitos humanos, bem como para permitir que os cidadãos façam escolhas informadas ao comprar smartphones ou outros eletrônicos - já que muitos dos elementos químicos utilizados na fabricação de dispositivos eletrônicos são importados de zonas de conflito" (ROMERO; CUNHA, 2020).

Costa e Gonçalves (2020) pontuam que a necessidade do consumo acelerado de equipamentos elétricos e eletrônicos, incluindo aqui os smartphones, provoca a geração de resíduos desnecessários, criando assim um elevado impacto ambiental. Os autores apontam que a "obsolescência, muitas das vezes gerada ou impulsionada pelo próprio mercado ao diminuir o período de vida dos bens, opera de forma a criar necessidade e dependência contribuindo para a degradação ambiental" (COSTA; GONÇALVES, 2020, p. 34). Sendo, nesse cenário, a reutilização e a reciclagem desses equipamentos alternativas relevantes num contexto de economia circular.

Segundo a UNEP, a quantidade crescente de lixo eletrônico tem incentivado o estabelecimento de empresas informais (artesaniais) para recuperação de metais.

No entanto, às vezes, a reciclagem tem sido realizada em instalações domésticas utilizando padrões insuficientes de saúde, meio ambiente e segurança. A reciclagem artesanal é baseada no lucro de materiais de valor de mercado positivo. Esses incluem plásticos; metais preciosos, como ouro, prata, platina, paládio e cobre; e metais estratégicos, como metais de terras raras e outros metais não ferrosos. Por exemplo, 25 toneladas de telefones celulares podem render 10 kg de ouro. Mas os produtos eletrônicos também contêm uma grande variedade de substâncias perigosas - tais como arsênio, cádmio, mercúrio e brometos - presentes em placas de circuito impresso. O relatório indica que a reciclagem artesanal é muito trabalhosa e que, na China, a maioria dos trabalhadores são migrantes rurais vindos de regiões agrárias vizinhas e trabalhando por salários relativamente baixos. Muitos desses trabalhadores são mulheres e crianças.

No contexto apresentado, o presente encontro, intitulado **Quais os impactos ambientais do descarte inadequado de smartphones?**, tem como objetivos: (i) Quanto aos parâmetros da abordagem CTSA, discutir problemas e impactos oriundos do consumo de smartphones que demandam decisões coletivas para mitigar os problemas decorrentes desse consumo; (ii) quanto aos propósitos educacionais, contribuir para o desenvolvimento de compromissos sociais, oportunizando condições de fazer uma leitura crítica da realidade que vivenciamos com o consumo mundial de smartphones, cujo cenário está marcado por desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais.

5º Encontro

Quais os impactos ambientais do descarte inadequado de smartphones?

Sugestão ao professor

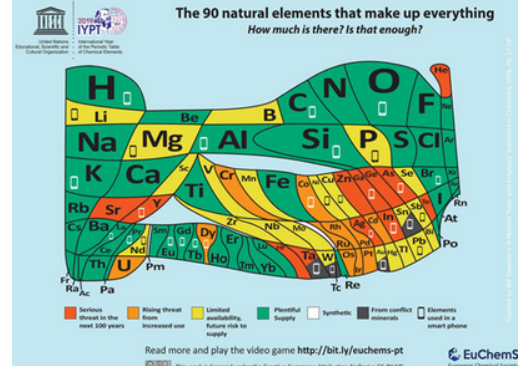
Visando relacionar os impactos ambientais e sociais ocasionados pela troca de smartphones, apresente e discuta o TDC **Pelo bem do meio ambiente, não troque tanto assim de celular**, disponível em <https://bityli.com/nJjP9>. Alguns dos excertos que podem ser utilizados para discutir problemas e impactos oriundos do consumo de smartphones são indicados abaixo:

“O mundo da tecnologia da informação e da computação vem tendo uma contribuição cada vez maior para o impacto ambiental”.

“Muitas fábricas de telefones celulares são alimentadas por combustíveis fósseis, que liberam o excesso de CO₂ e outros gases de efeito estufa em nossa atmosfera. Isso sem contar o aumento da poluição por plástico”.

“O nascimento de um telefone é a parte mais contaminante de seu ciclo de vida: cerca de 80% da pegada de carbono de cada dispositivo é gerada na fase de fabricação. Isso se deve à mineração, refino, transporte e montagem das dezenas de elementos químicos que compõem a tecnologia de ponta: ferro para alto-falantes e microfones, alumínio e magnésio para esquadrias e telas, cobre, prata e ouro para eletrônicos circuitos, grafite e lítio para as baterias, silício para o processador e chumbo e estanho para as soldas”.

“A mineração de cobalto, por exemplo, usa quantidades incríveis de eletricidade e contribui muito para as emissões globais de CO₂ e nitrogênio. A de lítio não produz essas emissões de gases de efeito estufa, embora use uma quantidade enorme de água”.



Fonte: Pensamento Verde.

Alguns dos excertos que podem ser explorados para discutir as decisões coletivas para mitigar os problemas decorrentes do consumo de smartphones são apresentados abaixo:

“[...] com cada nova inovação, mais modelos são jogados fora ainda em perfeitas condições de uso”.

“[...] seria importante que se fizessem mais esforços para reciclar unidades antigas – apenas 1% dos smartphones são realmente reciclados hoje. No entanto, os altos custos desse processo são muitas vezes o principal obstáculo”.

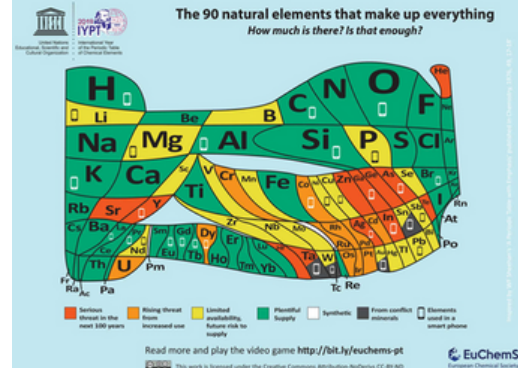
“[...] estamos nos tornando cada vez mais dependentes de nossos telefones e essa dependência está totalmente relacionada com a frequência com que substituímos um equipamento em perfeito estado por outro novo”.

Durante a apresentação e discussão do TDC, o professor deve trazer algumas informações apresentadas na introdução desse encontro para complementar a discussão apresentada no TDC.

5º Encontro

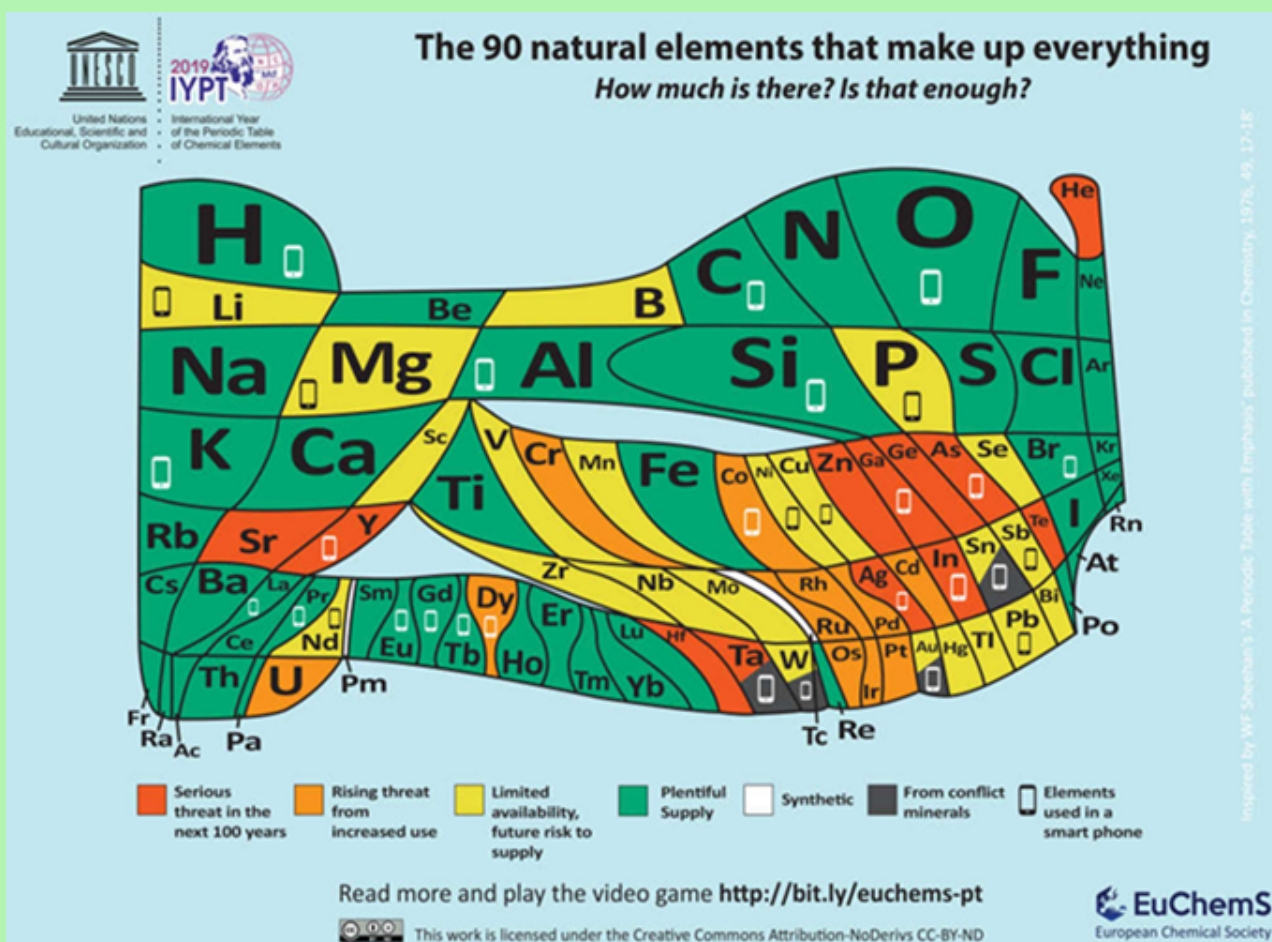
Quais os impactos ambientais do descarte inadequado de smartphones?

Sugestão ao professor



Na sequência, para ampliar a discussão sobre a necessidade de reciclar smartphones, assim como outros aparelhos eletrônicos, recomendamos a projeção da tabela periódica apresentada na Figura 5. Trata-se de uma tabela, disponível em <https://www.euchems.eu/euchems-periodic-table/>, desenvolvida em 2019 pela Sociedade Europeia de Química com o objetivo de contribuir para a conscientização sobre o uso de elementos químicos naturais. A distorção observada na tabela periódica é devido à indicação relativa da abundância dos elementos químicos (ROMERO, CUNHA, 2021).

Figura 5: Tabela periódica indicando a abundância e a escassez de elementos químicos



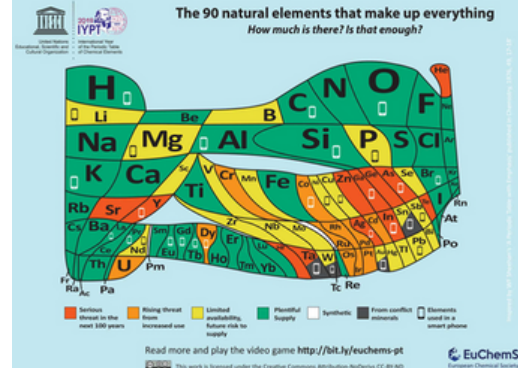
Fonte: <https://www.euchems.eu/euchems-periodic-table/>.

Na tabela periódica apresentada na Figura 5, os elementos químicos indicados com cor laranja-escuro possuem grande ameaça de escassez nos próximos 100 anos; laranja-claro possuem risco de escassez aumentando; amarelo possuem disponibilidade limitada; verde possuem estoque abundante; branco são sintéticos; cinza são obtidos a partir de minerais presentes em locais de guerra. Os elementos indicados com uma imagem de smartphone são utilizados na produção desse aparato tecnológico.

5º Encontro

Quais os impactos ambientais do descarte inadequado de smartphones?

Sugestão ao professor



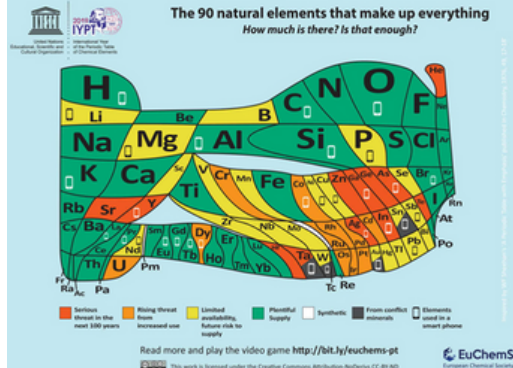
Na sequência, divida a sala em grupos de 3 a 4 estudantes, para que cada grupo possa produzir um *podcast* que contribua para conscientizar outras pessoas sobre os impactos causados pelo consumo de smartphones. Como exemplo de *podcast*, indicamos o TDC **Reciclar celulares para salvar o Rio Congo**, disponível em <https://bityli.com/jj8Yn>, cujo texto foi transformado em um *podcast*, recurso que também está disponível na página do TDC. Na sequência, indicamos dez TDCs relacionados ao tema trabalhado para serem distribuídos aos grupos:

- >Grupo 1: **Dez anos depois: o impacto dos smartphones sobre o planeta** (disponível em <https://conexaoplaneta.com.br/blog/dez-anos-depois-o-impacto-dos-smartphones-sobre-o-planeta>);
- >Grupo 2: **Ele não solta fumaça, mas celular é o novo vilão do aquecimento global** (disponível em <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2019/02/27/smartphones-sao-os-proximos-viloes-do-aquecimento-global.htm>);
- >Grupo 3: **Metais usados em celulares causam impacto ambiental severo** (disponível em https://www.noticiario.com.br/noticia.php?cod_noticia=11364);
- >Grupo 4: **Descubra o impacto ambiental causado ao descartar celular! Há alternativas sustentáveis?** (Disponível em <https://blog.insinis.com/impacto-ambiental-ao-descartar-celular/>);
- >Grupo 5: **Pegada de carbono: como o celular afeta o meio ambiente** (disponível em <https://vidacelular.com.br/2021/05/27/pegada-de-carbono-como-o-celular-afeta-o-meio-ambiente/>);
- >Grupo 6: **Reciclagem de celulares, um negócio 'verde' que vive seu auge** (disponível em <https://www.istoedinheiro.com.br/reciclagem-de-celulares-um-negocio-verde-que-vive-seu-auge/>);
- >Grupo 7: **Descarte incorreto de lixo eletrônico traz risco de câncer e problemas ambientais** (disponível em <https://g1.globo.com/sp/santos-regiao/educacao/noticia/2019/06/15/descarte-incorreto-de-lixo-eletronico-traz-risco-de-cancer-e-problemas-ambientais.ghtm>);
- >Grupo 8: **Brasil é o quinto maior produtor de lixo eletrônico** (disponível em <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-10/brasil-e-o-quinto-maior-produtor-de-lixo-eletronico>).
- >Grupo 9: **Extração de minerais para celulares deixa 6 milhões de refugiados** (disponível em <https://epocanegocios.globo.com/Informacao/Dilemas/noticia/2015/03/extracao-de-minerais-para-celulares-deixa-6-milhoes-de-refugiados.html>);
- >Grupo 10: **Por trás do plano da Apple em acabar com o uso de minérios em seus produtos** (disponível em <https://gizmodo.uol.com.br/plano-apple-acabar-minerios-produtos/>).

5º Encontro

Quais os impactos ambientais do descarte inadequado de smartphones?

Sugestão ao professor



Para a produção dos *podcasts*, os grupos de estudantes devem ler os TDC e adaptá-los para serem lidos, indicando no início do áudio o título do TDC, o autor, site em que foi publicado e a data de publicação. Textos muito longos devem ser resumidos, de forma a não perder o conteúdo importante, para que o áudio não fique extenso. Para a gravação dos *podcasts*, os grupos de estudantes podem selecionar e baixar um dos aplicativos para essa finalidade disponíveis nas plataformas Play Store e Apple Store, a depender do sistema operacional utilizado nos smartphones. Alguns aplicativos, como Anchor, Spreaker Podcast Studio e DolbyOn, estão disponíveis gratuitamente nas duas plataformas.

Ao final do processo, os *podcasts* devem ser compartilhados com todos os estudantes da turma e podem, caso necessário, ser compartilhados com a comunidade escolar, a fim de contribuir para a conscientização sobre a realidade que vivenciamos com o consumo mundial de smartphones, cujo cenário está marcado por desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais.

Sugestões complementares

O TDC **Cientistas pedem que você pare de trocar de celular**, disponível em <https://exame.com/ciencia/cientistas-pedem-que-voce-pare-de-trocar-de-celular/>.

O TDC **O "lixo invisível" por trás de laptops e smartphones**, disponível em <https://www.dw.com/pt-br/o-lixo-invisível-por-trás-de-laptops-e-smartphones/a-56013582>.



Poluição gerada pela mineração de ouro pode ser perigosa para os trabalhadores e para o meio ambiente



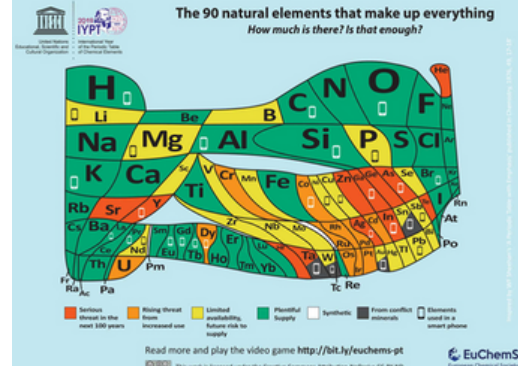
Vista aérea de uma barragem de rejeitos/subprodutos de operações de mineração de cobre no Chile.

Fonte: DW

5º Encontro

Quais os impactos ambientais do descarte inadequado de smartphones?

Referências



CORDELLA, M. *et al.* Durability of smartphones: A technical analysis of reliability and repairability aspects. **Journal of Cleaner Production**, v. 286, p. 125-388, 2021.

COSTA, J.; GONÇALVES, V. Educação Ambiental: uma reflexão para o consumo consciente de tecnologias e outros equipamentos eletrônicos. **EduSer: Revista de Educação**, v. 12, n. 2, p. 34-46, 2020.

HE, P. *et al.* Life cycle cost analysis for recycling high-tech minerals from waste mobile phones in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 251, p. 119498, 2020.



Marco Aurélio Soares Fragoso

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (1994), possui especialização em Química pela Universidade de Lavras (2006) e Ensino de Ciências pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2014). É mestrando do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) da UTFPR. Atua, desde 1997, como professor do quadro permanente da rede estadual de ensino do Paraná e, desde 1999, na Associação Franciscana de Ensino Senhor Bom Jesus.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6427533201189854>



Josmaria Lopes de Morais

É doutora em Química pela UFPR, mestre em Ciências pela UTFPR e licenciada e bacharel em Química pela UFPR. Atuou, no período de 1992 a 2013, como professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (campus Curitiba). No período de 2010 a 2017, atuou como professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da UTFPR. E desde 2013, atua como professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) da UTFPR.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8625487251371421>



Adriano Lopes Romero

É licenciado em Química pela Universidade Estadual de Maringá, mestre em Química pela Universidade Estadual de Campinas e doutor em Educação em Ciências pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Atua, desde 2010, como professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (campus Campo Mourão) atuando no curso de graduação em Licenciatura em Química. Atua como docente permanente nos Programas de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET) e Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Prof.Água), ambos na UTFPR.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9305249774964216>



Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000 - Ecoville
81280-340 - Curitiba-PR
fcet-ct@utfpr.edu.br
facebook.com/ppgfcet
(41) 3279-6816
portal.utfpr.edu.br/ct/ppgfcet