



# STEAM Tales

## Planos de aula

### Elvira Fortunato



Cofinanciado pela  
União Europeia

## Biografia de Elvira Fortunato



Créditos: Heinz Troll. Fonte original:  
[https://images.impresa.pt/expresso/  
2020-09-23-European-Inventor-  
Award-2016-Elvira-Fortunato-Portugal-  
Photo-3.jpg/original](https://images.impresa.pt/expresso/2020-09-23-European-Inventor-Award-2016-Elvira-Fortunato-Portugal-Photo-3.jpg/original)

Elvira Fortunato, nascida em Almada, Portugal, em 1964, é uma pioneira em engenharia de materiais e eletrónica sustentável. É licenciada em Física e Engenharia de Materiais (1987) e doutorada em Microeletrónica e Optoeletrónica (1995) pela Universidade NOVA de Lisboa, onde foi Professora Catedrática, Vice-Reitora e Diretora do Instituto de Nanomateriais, Nanofabricação e Nanomodelação.

Fortunato é conhecida pela sua invenção do primeiro transístor de papel em 2008, lançando o campo da eletrónica de papel. Os seus projectos INVISIBLE e DIGISMART, apoiados por bolsas do Conselho Europeu de Investigação, desenvolveram uma eletrónica ecológica e o seu projeto e-GREEN explorou materiais sustentáveis e de baixo custo. Com mais de 800 artigos científicos, recebeu mais de 50 prémios, incluindo a Medalha Blaise Pascal, o Prémio Pessoa e o Prémio de Impacto Horizon. Em 2022, foi nomeada uma das 27 mulheres europeias inspiradoras pela Presidência francesa da União Europeia.

Para além da investigação, Fortunato promove a igualdade de género através do projeto SPEAR e contribui para a política científica, tendo feito parte do Mecanismo de Aconselhamento Científico da Comissão Europeia. O seu

trabalho inovador e a sua defesa fazem dela uma líder mundial na promoção de tecnologias mais ecológicas e inclusivas.



Plano de aula 1

<h2 style="margin: 0;">A bateria de frutas</h2> <p style="margin: 0;">Palavras-chave: eletricidade, bateria, reação química</p>	
 <p><b>Duração:</b> 65 minutos</p>	 <p><b>Idade:</b> de 8 a 9 anos</p>
 <p><b>Local:</b> Sala de aula</p>	 <p><b>Áreas STEAM relacionadas:</b>            S (Ciência): gerar eletricidade com materiais naturais através de reações químicas             E (Engenharia): construir uma bateria para produzir eletricidade.</p>
<p><b>Descrição</b></p>	<p>Esta experiência demonstra como gerar eletricidade usando um limão (ou outras frutas como laranjas, batatas ou maçãs), tiras de cobre e zinco e uma simples luz LED para ensinar às crianças as propriedades e interações entre diferentes componentes de uma forma divertida. O sumo ácido da fruta atua como um eletrólito, criando uma reação química entre os metais que produzem eletricidade para alimentar o LED.</p>
<p><b>Objetivos de aprendizagem</b></p>	<p>No final desta experiência, as crianças serão capazes de:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar, por palavras suas, o que é a eletricidade;</li> <li>• Explicar, por palavras suas, o que são eletrões.</li> </ul>
<b>Conexão com o modelo feminino</b>	Esta experiência é inspirada no trabalho de Elvira Fortunato sobre a eletricidade e as inovações dos materiais utilizados para desenvolver aparelhos eco-sustentáveis.
<b>Individual ou em grupo</b>	Atividade de grupo: 6 crianças ou menos em cada grupo
<b>Segurança</b>	Esta experiência é segura, mas requer supervisão cuidadosa e ajuda durante a sua realização. Além de exigir alguma habilidade manual, envolve brevemente o uso de uma faca.
<b>Materiais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Pelo menos 5 limões (alternativas: laranjas, batatas ou maçãs)</li> <li><input type="checkbox"/> 1 tira de cobre (alternativas: prego ou moeda)</li> <li><input type="checkbox"/> 1 tira de zinco (alternativas: prego ou moeda)</li> <li><input type="checkbox"/> 1 luz LED pequena</li> <li><input type="checkbox"/> 2 fios simples (com pontas descascadas)</li> <li><input type="checkbox"/> 1 faca (pedir ajuda a um adulto!)</li> </ul>
<b>Plano de aula</b>	
<b>Introdução</b> (5 minutos)	Gostam de experimentar coisas novas e ver coisas incríveis acontecerem diante dos vossos olhos?

	<p>Provavelmente já ouviram falar de eletricidade e já viram como ela é usada na vida quotidiana. Mas o que acham que é a eletricidade? De onde acham que ela vem? Como acham que podemos gerá-la? E se eu vos dissesse que podemos usar sumo de frutas? Imaginem só: usar uma fruta e o seu sumo para acender uma luz!</p> <p><b>Se leu a história antes da experiência:</b></p> <p>Lembram-se que a Elvira desenvolveu novos materiais para a eletrónica, <i>gadgets</i> e inovações e para gerar eletricidade de forma ecologicamente sustentável?</p>
<p><b>Questão/hipótese de investigação</b> (5 minutos)</p>	<p>Sabem o que os cientistas sérios fazem o tempo todo? Curiosos como são, fazem muitas perguntas a si mesmos e procuram respostas.</p> <p><b>Por isso, aqui fica uma pergunta de investigação para vocês todos:</b></p> <p>Será que conseguiremos acender a luz LED com uma bateria de fruta?</p> <p><i>(As crianças devem ser incentivadas a dar as suas respostas, mesmo que estejam erradas. Todas as</i></p>

	<p><i>opiniões devem ser incluídas e não descartadas imediatamente, mesmo que o professor saiba que estão erradas. A experiência servirá para responder à questão da investigação, imitando o método científico.).</i></p>
<p><b>Instruções passo a passo</b>  (40 minutos)</p>	<p><b>Passo 1 – Prepare a fruta:</b> Este passo tanto pode ser realizado pelo professor como pelas crianças.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escolha um limão fresco (ou outra fruta, como laranja, batata ou maçã).</li> <li>• Role suavemente o limão sobre uma mesa com a mão para torná-lo mais macio e suculento.</li> </ul> <p><b>Passo 2 – Faça cortes na fruta:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O professor deve ajudar as crianças a fazer dois pequenos cortes no limão com uma faca.</li> <li>• Os cortes devem ter cerca de 1–2 cm de profundidade e largura suficiente para acomodar os elementos de cobre e zinco.</li> </ul> <p><b>Passo 3 – Introduza as tiras metálicas:</b> Este passo tanto pode ser realizado pelo professor como pelas crianças.</p>

- Insira cuidadosamente a tira de cobre (ou prego ou moeda) num dos cortes e a tira de zinco (ou prego ou moeda) no outro corte.
- Certifique-se de que não se tocam dentro do limão.

**Passo 4 – Ligue os fios:** Este passo tanto pode ser realizado pelo professor como pelas crianças.

- Pegue num dos fios simples e enrole uma das extremidades firmemente em torno da tira de cobre.
- Enrole o outro fio em torno da tira de zinco. Certifique-se de que os fios estejam bem conectados para criar um caminho para que a eletricidade possa fluir através deles. Quanto mais firme for a conexão, melhor será o fluxo de eletricidade.

**Etapa 5 – Acenda o LED:** Este passo tanto pode ser realizado pelo professor como pelas crianças.

- Conecte as extremidades livres dos fios às duas pernas da luz LED.
- Observe se o LED acende. Se não acender, tente trocar os fios. Se ainda assim não acender,

	<p>considere usar uma fruta diferente ou conectar várias frutas em série, ligando a tira de zinco de uma fruta à tira de cobre de outra.</p> <p><b>Passo 6 – Experimente com outras frutas:</b> Este passo tanto pode ser realizado pelo professor como pelas crianças.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repita a experiência usando frutas diferentes, como laranja, batata ou maçã, que podem ter diferentes níveis de acidez.</li> <li>• Siga os mesmos passos: prepare a fruta, inserir as tiras, conecte os fios e acenda o LED.</li> <li>• Compare o brilho do LED com frutas diferentes. Pode até tentar conectar duas ou mais frutas juntas para ver se a luz fica mais forte.</li> </ul>
<p><b>Fontes</b></p>	<p>Vídeos com etapas:</p> <p><a href="#">“Fruit-Power Battery”</a> por Sick Science!</p> <p><a href="#">“How to Make a Lemon Battery”</a> por SciShow</p> <p>Fontes adicionais:</p> <p><a href="#">“Fruit battery”</a> por Science Project</p> <p><a href="#">“12 Hands-on Battery Experiments for Kids”</a> por 123homeschool4me</p>

<p><b>Conclusão</b> (5 minutos)</p>	<p>Conferir a questão de investigação/hipótese de investigação.</p> <p>A resposta à nossa questão de pesquisa é «Sim!».</p> <p>Conseguimos acender a luz LED com uma bateria de frutas!</p> <p>A lâmpada acende com a ajuda do sumo da fruta ácida. Isso acontece porque o sumo ácido do limão permite que os eletrões se movam entre as extremidades dos fios (em outras palavras, ele age como um eletrólito).</p>
<p><b>Explicar a experiência</b> (10 minutos)</p>	<p>O sumo de limão <b>conduz eletricidade</b> (ou seja, é um <b>eletrólito</b>), fazendo com que a fruta funcione como uma <b>bateria</b>. As <b>tiras de zinco e cobre</b> servem como <b>terminais negativo e positivo</b>, tal como numa bateria real. Quando a tira de zinco é inserida na fruta, reage com o sumo ácido, libertando <b>iões de zinco</b> e deixando para trás <b>eletrões livres</b> no metal. Estes eletrões não podem viajar através do sumo em si, mas precisam de um <b>caminho</b> para se moverem. É aqui que entram em ação os <b>fios</b>, que atuam como <b>condutores elétricos</b>. Quando conectados corretamente, eles permitem que os eletrões fluam da tira de zinco para a <b>tira de cobre</b>, criando uma <b>corrente elétrica</b>. Esse</p>

	<p>movimento de elétrons através dos fios gera eletricidade suficiente para acender uma luz LED.</p> <p>Enrolar a fruta antes da experiência <b>decompõe as suas células</b>, tornando-a <b>mais suculenta</b>, o que melhora o fluxo de iões no sumo, ajudando a completar o <b>circuito</b>. A <b>acidez da fruta</b> é crucial, pois afeta a qualidade da reação — <b>frutas mais ácidas</b> tendem a gerar mais eletricidade. Quanto <b>mais firmes as ligações</b> entre os fios e as tiras de metal, melhor a eletricidade flui, melhorando o brilho do LED. Se uma única fruta não gerar voltagem suficiente, várias frutas podem ser <b>ligadas em série</b> para aumentar a potência de saída. Esta experiência é uma maneira divertida e simples de entender como as <b>reações químicas</b> podem produzir eletricidade, assim como numa bateria real!</p>
<p><b>A ciência por trás</b></p>	<p><b>Elétrons:</b></p> <p>O elétron é uma partícula subatômica com carga elétrica negativa. Os elétrons desempenham um papel essencial em muitos fenómenos físicos, tais como a eletricidade, o magnetismo e a condutividade térmica.</p> <p><b>Elétrons e eletricidade:</b></p> <p>A eletricidade é o movimento de elétrons, partículas subatômicas com carga elétrica negativa (que</p>

desempenham um papel essencial não só na eletricidade, mas também em muitos outros fenómenos físicos, tais como o magnetismo e a condutividade térmica). Uma concentração de eletrões num local produz uma carga elétrica. É possível medir a intensidade da carga elétrica medindo a sua tensão. Os eletrões movem-se facilmente através de alguns materiais, chamados condutores. Para manter os eletrões contidos num condutor, este é envolvido por um isolante. Um fio elétrico, feito de um núcleo condutor (geralmente cobre) e uma bainha isolante (geralmente plástico), pode transportar a carga elétrica de um local para outro. Podemos contar o número de eletrões que passam por um ponto no fio, e isso é chamado de corrente, que é medida em amperes. A carga elétrica não se acumula espontaneamente em um local; para que isso aconteça, temos de trabalhar para empurrar os eletrões juntos. É isso que fazemos para produzir eletricidade, geralmente usamos um íman para empurrar os eletrões através de um fio em uma máquina chamada gerador.

**Sumo de fruta:**

Ocorre uma reação entre os íões carregados positivamente na fruta e o zinco metálico no prego, libertando eletrões (que são carregados negativamente). Os eletrões viajam do polo positivo, ou terminal, da bateria através de um fio de cobre — cujas extremidades estão ligadas aos pregos com pinças crocodilo — até ao polo negativo. O movimento da carga gera eletricidade suficiente para acender a lâmpada.

**Bateria:**

Uma bateria é uma fonte de energia que consiste em uma ou mais células eletroquímicas e terminais em ambas as extremidades, chamados ânodo (-) e cátodo (+). As células eletroquímicas transformam a energia química em energia elétrica.

**Materiais condutores:**

Materiais condutores são aqueles que podem conduzir eletricidade em maior ou menor grau. Esses tipos de materiais permitem que os eletrões fluam livremente e de forma fluida de um ponto a outro se estiverem conectados a uma fonte de energia.

### **A história e o futuro da produção de eletricidade:**

Os antigos gregos descobriram a eletricidade estática ao esfregar âmbar. Muito mais tarde, em 1600, o cientista inglês William Gilbert cunhou o termo *electricus* para se referir a materiais que podiam atrair outros objetos após serem esfregados.

Em 1800, o químico e físico italiano Alessandro Volta inventou a primeira bateria verdadeira, empilhando camadas alternadas de discos de zinco e cobre separados por tecido ou papel embebido em água salgada ou uma solução ácida. Ele descobriu que essa configuração produzia uma corrente elétrica contínua, ao contrário da eletricidade estática. Assim, criou a primeira fonte confiável de energia elétrica contínua, abrindo as portas para aplicações práticas da eletricidade. Mais tarde, em 1831, o seu colega britânico Michael Faraday descobriu a indução eletromagnética, o princípio de que um campo magnético em mudança pode gerar uma corrente elétrica. Ele demonstrou isso movendo um ímã através de uma bobina de fio, o que induziu uma corrente elétrica no circuito. Ele também construiu o primeiro gerador eletromagnético, provando que a

energia mecânica podia ser convertida em energia elétrica.

As descobertas de Volta e Faraday lançaram as bases para geradores elétricos, transformadores e motores, que se tornaram o pilar da industrialização. Os seus trabalhos levaram diretamente ao desenvolvimento de centrais elétricas, transmissão elétrica de longa distância e eletrificação generalizada. Isso impulsionou o crescimento industrial, fornecendo energia mecânica eficiente, levando a avanços na fabricação, transporte (comboios elétricos, elétricos) e comunicação (telégrafos, telefones, rádios).

Grande parte da eletricidade mundial ainda é gerada com o auxílio de combustíveis fósseis – carvão, petróleo e gás natural. Nas centrais térmicas, eles são queimados para produzir calor, que converte água em vapor, que por sua vez gira turbinas ligadas a geradores, produzindo assim eletricidade através da indução eletromagnética. No entanto, há um problema: este processo emite grandes quantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), um gás de efeito estufa que é o principal responsável pelo aquecimento global. O possível esgotamento dos combustíveis fósseis, que



não são renováveis, acarreta mais riscos. Por isso, é importante encontrar fontes renováveis para um desenvolvimento sustentável.

Plano de aula 2

## O poder dos produtos químicos

Palavras-chave: eletricidade, bateria, reação química, propriedades do papel

 <p><b>Duração:</b> 65 minutos</p>	 <p><b>Idade:</b> de 8 a 9 anos</p>
 <p><b>Local:</b> Sala de aula</p>	 <p><b>Áreas STEAM relacionadas:</b> S (Ciência): gerar eletricidade com materiais naturais e papel através de reações químicas. E (Engenharia): construir uma bateria para produzir eletricidade.</p>
<p><b>Descrição</b></p>	<p>Esta experiência apresenta às crianças a geração de eletricidade e a transferência de energia utilizando materiais simples, como rolo de cozinha, sal e vinagre, folha de alumínio e tiras de cobre. Mostra às crianças como um eletrólito (vinagre) cria uma reação química entre os metais para gerar eletricidade e ajuda-as a visualizar o seu percurso através dos materiais.</p>
<p><b>Objetivos de aprendizagem</b></p>	<p>No final desta experiência, as crianças serão capazes de:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar, por palavras suas, o que é a eletricidade;</li> <li>• Explicar, por palavras suas, o que são eletrólitos;</li> <li>• Compreender o conceito de materiais sustentáveis.</li> </ul>
<b>Ligação com o modelo feminino</b>	Esta experiência é inspirada no trabalho de Elvira Fortunato sobre o uso de transístores de papel que permitem tornar a tecnologia e os circuitos mais baratos, fáceis de usar e mais ecológicos.
<b>Individual ou grupo</b>	Atividade individual ou de grupo: 4 crianças ou menos em cada grupo
<b>Segurança</b>	Esta experiência é segura, mas requer supervisão cuidadosa e ajuda durante a sua realização. Por exemplo, pode ser necessária ajuda para garantir que os fios estão corretamente ligados.
<b>Materiais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Vinagre branco (tanto quanto necessário)</li> <li><input type="checkbox"/> Sal (tanto quanto necessário)</li> <li><input type="checkbox"/> 4 copos de cartão</li> <li><input type="checkbox"/> 4 tiras de zinco</li> <li><input type="checkbox"/> 4 tiras de cobre</li> <li><input type="checkbox"/> Garras "crocodilo"</li> <li><input type="checkbox"/> 1 proveta</li> </ul>

	<input type="checkbox"/> 1 luz LED pequena
<b>Plano de aula</b>	
<b>Introdução</b>  (5 minutos)	<p>Gostam de experimentar coisas novas e de ver coisas inacreditáveis acontecerem diante dos vossos olhos? Provavelmente já ouviram falar de eletricidade e já viram como é utilizada no dia a dia. Mas o que pensam que é a eletricidade? De onde é que pensam que ela vem? Como acham que a podemos gerar? E se eu vos dissesse que podemos utilizar um pedaço de papel para produzir eletricidade? Imaginem só: produzir eletricidade com um pedaço de papel.</p> <p><b>Se leu a história antes da experiência:</b></p> <p>Lembram-se que a Elvira inventou uma tecnologia inovadora que utiliza papel em vez de metal para fazer engenhocas? Ela é a inventora do transístor de papel.</p>
<b>Questão de investigação/hipótese de investigação</b>  (5 minutos)	<p>Sabem o que é que todos os cientistas a sério fazem a toda a hora? São muito curiosos e fazem muitas perguntas!</p> <p><b>Por isso, aqui fica uma pergunta de investigação para vocês todos:</b></p>

	<p>Que tipo de materiais podemos utilizar para produzir eletricidade que seja barata, amiga do ambiente e fácil de usar?</p> <p>(As crianças devem ser encorajadas a dar as suas respostas, mesmo as erradas. Todas as opiniões devem ser incluídas e não descartadas de imediato, mesmo que o professor saiba que não estão corretas. A experiência responderá à pergunta de investigação, imitando o método científico).</p>
<p><b>Instruções passo a passo</b></p> <p>(40 minutos)</p>	<p><b>Passo 1:</b> Meça aproximadamente 120 ml de vinagre branco numa proveta.</p> <p><b>Passo 2:</b> Acrescente uma colher de sal e misture bem.</p> <p><b>Passo 3:</b> Verta a mistura para um copo.</p> <p><b>Passo 4:</b> Mergulhe a tira de cobre e a tira de zinco no copo, tendo cuidado para que não se toquem.</p> <p><b>Passo 5:</b> Conecte as duas tiras ao LED com as garras “crocodilo”: o cobre deve ser conectado à perna longa do LED e o zinco à perna curta.</p> <p><b>Passo 6:</b> Se a luz LED não acender, use mais do que um copo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repita o processo acima referido com um novo copo.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monte os copos num circuito eletrónico em série, ligando a tira de cobre de um à tira de zinco do outro, certificando-se de que se mantém a condição estipulada anteriormente: que o LED está ligado a uma tira de zinco (pela perna curta) e a uma tira de cobre (pela perna longa).</li> </ul>
<p><b>Fontes</b></p>	<p><a href="#">“How to make a Vinegar Battery”</a> de Elearnin</p> <p><a href="#">“Make a Battery with Coins”</a> de Science Buddies</p>
<p><b>Conclusão</b> (5 minutos)</p>	<p>Verificar a pergunta/hipótese de investigação.</p> <p>Explicar às crianças o papel que cada ingrediente desempenha na experiência. Ao juntar-se o vinagre e o sal, cria-se uma substância que conduz a eletricidade (um eletrólito), enquanto o cobre e o alumínio geram um fluxo de eletrões.</p>
<p><b>Explicar a experiência</b> (10 minutos)</p>	<p>Esta experiência imita uma pilha, utilizando uma reação eletroquímica para gerar eletricidade.</p> <p>O vinagre (ácido acético) e o sal (cloreto de sódio) criam um <b>eletrólito</b>, uma substância que conduz a eletricidade através do movimento de partículas carregadas (iões).</p>

O **cobre** e o **alumínio** servem de **elétrodos** nesta pilha. Uma vez que o alumínio é mais reativo do que o cobre, perde eletrões mais rapidamente no eletrólito, estabelecendo uma diferença de potencial elétrico (tensão) entre os dois metais. Simplificando, o alumínio perde eletrões e o cobre ganha-os, com as toalhas de papel, embebidas em vinagre e sal, permitindo o fluxo de iões. Este movimento de iões permite a conclusão do circuito elétrico, permitindo que os eletrões se desloquem através dos fios externos e alimentem o LED.

A adição de mais camadas de alumínio, cobre e toalhas de papel embebidas em eletrólito **umenta a tensão**. Isto deve-se ao facto de cada camada adicional funcionar como outra pequena bateria e, quando empilhadas em série, as suas voltagens aumentam.

Nesta experiência, estamos a utilizar materiais baratos e amigos do ambiente, como papel, sal e vinagre. O que estamos a fazer aqui pode ser importante para o futuro, porque a extração e o refinamento dos materiais geralmente utilizados nas

	<p>pilhas requerem enormes quantidades de energia e a sua extração polui o solo e a água. Os cientistas estão a trabalhar em formas mais ecológicas de gerar eletricidade e construir baterias.</p>
<p><b>A ciência por trás</b></p>	<p><b>Eletricidade:</b> A eletricidade é o movimento de partículas subatómicas chamadas eletrões. Uma concentração de eletrões num determinado local produz uma carga elétrica, que pode ser medida medindo a sua intensidade através da tensão. Os eletrões movem-se facilmente através de alguns materiais; estes são chamados condutores. Para manter os eletrões contidos num condutor, este é rodeado por um isolante. Um fio elétrico, feito de um núcleo condutor (normalmente cobre) e de uma bainha isolante (normalmente plástico), pode mover a carga elétrica de um local para outro. Podemos contar o número de eletrões que passam por um ponto do fio e a isso chama-se corrente, que se mede em amperes.</p> <p>A carga elétrica não se junta espontaneamente num só lugar; para isso, temos de trabalhar para empurrar os eletrões. É isto que fazemos para produzir eletricidade, normalmente utilizamos um íman para</p>

empurrar os elétrons através de um fio numa máquina chamada gerador.

**Poluição ambiental associada à tecnologia:** A indústria tecnológica é responsável por 7% das emissões globais e prevê-se que aumente rapidamente com o crescimento dos centros de dados, a computação em nuvem e a utilização generalizada de dispositivos eletrónicos. O consumo de energia do sector das TI é significativo, sendo que só os centros de dados consomem 70 mil milhões de kWh de eletricidade.

Além disso, a extração e a refinação de materiais críticos, como os utilizados nos smartphones, requerem uma quantidade significativa de energia. A extração destes materiais resulta frequentemente na degradação do solo e da água devido aos processos intensivos e poluentes envolvidos. Por exemplo, a produção de um único smartphone requer cerca de 12 760 litros de água, considerando todas as etapas desde a extração até ao fabrico.

As grandes empresas tecnológicas contribuem significativamente para as emissões de gases com efeito de estufa, sendo responsáveis por cerca de 4% das emissões globais em 2023.

Estes números pintam um quadro complexo. O lixo eletrônico, a montanha em rápido crescimento de produtos eletrônicos descartados, é uma preocupação significativa, com uma estimativa de 57,4 milhões de toneladas métricas.

**Sustentabilidade:** A produção de eletricidade a partir de fontes renováveis é importante para o desenvolvimento sustentável devido ao esgotamento dos combustíveis fósseis tradicionais e à poluição ambiental associada.

O papel é utilizado para gerar eletricidade sob a influência da humidade. Como resultado, um pedaço de papel de impressão não tratado (1,5 cm<sup>2</sup> de área) pode induzir uma tensão de 0,25 V e uma corrente de 15 nA. A potência de saída pode ser convenientemente ajustada alterando a humidade, a temperatura e o número de dispositivos através de simples ligações em série/paralelo. Prevê-se que estes geradores húmidos-eléctricos baseados em papel (PMEGs – paper-based moist-electric generators) encontrem as suas aplicações no ambiente quotidiano, devido à grande disponibilidade e ao baixo custo do papel.

**Eletrólitos:** Um eletrólito é uma substância que conduz eletricidade através do movimento de iões, mas não através do movimento de eletrões. Isto inclui a maioria dos sais solúveis, ácidos e bases, dissolvidos num solvente polar como a água.

**Reações eletroquímicas:** Em condições normais, a ocorrência de uma reação química é acompanhada pela libertação ou absorção de calor e não de qualquer outra forma de energia; mas há muitas reações químicas que – quando permitidas em contacto com dois condutores eletrónicos, separados por fios condutores – libertam o que se designa por energia elétrica, gerando-se uma corrente elétrica. Por outro lado, a energia de uma corrente elétrica pode ser utilizada para provocar muitas reações químicas que não ocorrem espontaneamente. Um processo que envolve a conversão direta de energia química, quando devidamente organizado, constitui uma célula elétrica. Um processo em que a energia elétrica é convertida diretamente em energia química é um processo de eletrólise, ou seja, um processo eletrolítico.



#steamtales-project

[www.steamtales.eu](http://www.steamtales.eu)



Cofinanciado pela  
União Europeia

**Todo o conteúdo está licenciado sob a CC BY-NC-SA 4.0**

STEAM Tales (KA220-HE-23-24-161399) é financiado pela União Europeia. No entanto, os pontos de vista e opiniões expressos são da exclusiva responsabilidade do(s) autor(es) e não refletem necessariamente os da União Europeia ou do Nationalen Agentur im Pädagogischen Austauschdienst. Nem a União Europeia nem a entidade que concede o subsídio podem ser responsabilizadas.



U.PORTO

