

# Planos de aula

Emmy Noether



Cofinanciado pela  
União Europeia

## Biografia de Emmy Noether



**Retrato de Emmy Noether**

Autor desconhecido. (ca. 1900). *Portrait of Emmy Noether, around 1900* [Fotografia]. Em Wikimedia Commons. Mathematical Association of America, Brooklyn Museum, Agnes Scott College. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Noether.jpg>

Emmy Amalie Noether nasceu em 1882, em Erlangen, Alemanha. O seu pai, Max Noether, era um matemático de renome, e dois dos seus irmãos seguiram carreira na ciência. Quando criança, Emmy costumava observar o trabalho do pai e ficou fascinada com padrões e simetrias, o que despertou o seu amor pela matemática. Na vida adulta, tornou-se uma matemática famosa, conhecida pelo seu trabalho em álgebra abstrata e pelo Teorema de Noether, que ligava as simetrias às leis de conservação na física e ajudou a avançar a Teoria da Relatividade de Einstein. Publicou mais de 40 artigos e colaborou com matemáticos de renome, como Felix Klein e David Hilbert. Apesar de ter enfrentado discriminação de género, ganhou reconhecimento mundial. Mais tarde, emigrou para os Estados Unidos, onde continuou as suas investigações e lecionou no Bryn Mawr College. Emmy Noether faleceu





em 1935 e deixou um legado que continua a inspirar matemáticos e cientistas em todo o mundo.



## Plano de aula 1

### Explorar o Momento Angular de Noether

**Palavras-chave:** Momento angular, giroscópio, simetria rotacional, leis de conservação

 <p><b>Duração:</b> 50 minutos</p>	 <p><b>Idade:</b> de 6 a 9 anos</p>
 <p><b>Local:</b> Sala de aula</p>	 <p><b>Áreas STEAM relacionadas:</b> S (Ciência): A física da forma como os objetos que giram se movem e mudam de direção e as noções básicas de forças e movimento.</p>
<p><b>Descrição</b></p>	<p>Nesta experiência, as crianças vão aprender o que é o momento angular e como os objetos que giram influenciam o movimento e a direção. A experiência está dividida em duas partes: na primeira parte (passos 1 e 2), são utilizados pesos; na segunda parte (passos 3 e 4), é utilizada uma roda de bicicleta.</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>• Descrever o momento angular por palavras próprias e dar um exemplo de movimento giroscópico observado durante a experiência;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar como a alteração da massa para mais perto ou mais longe do centro de rotação altera a velocidade de rotação do objeto;</li> <li>• Mostrar como o reposicionamento de um peso num objeto em rotação altera a sua velocidade de rotação, ilustrando o princípio da conservação do momento angular.</li> </ul>
<b>Ligação com o modelo feminino</b>	<p>O trabalho de Emmy Noether relacionou as simetrias na natureza com as leis de conservação, incluindo a conservação do momento, o que mudou a compreensão da física e levou a outras descobertas. Durante esta experiência, as crianças seguirão os passos de Emmy e actuarão como “pequenos físicos”, explorando um destes princípios de conservação, o momento angular.</p>
<b>Individual ou grupo</b>	Individual
<b>Segurança</b>	<p>Esta experiência é segura para crianças com supervisão. Um adulto deve ajudar a rodar a cadeira e a roda da bicicleta e garantir que os pesos utilizados são manejáveis para as crianças.</p>
<b>Materiais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Roda de bicicleta com pegs (ou um giroscópio)</li> <li><input type="checkbox"/> Cadeira giratória com rodas</li> <li><input type="checkbox"/> Pequenos pesos que possam ser segurados à</li> </ul>

	mão (por exemplo, dois halteres de 2 kg ou duas garrafas de água)
--	-------------------------------------------------------------------

Plano de aula	
<b>Introdução</b>  (10 minutos)	<p>Comece com uma pergunta: “Já alguma vez brincaram com uma roda ou viram uma a rolar no chão? Quando está a andar depressa, parece que se mantém de pé sozinha. Mas assim que começa a abrandar, fica instável e pode tombar. Porque é que acham que isso acontece?”. Diga-lhes que, com esta experiência, vão ver como os objetos que estão a girar se comportam de forma diferente e como isso está relacionado com um princípio chamado momento angular.</p> <p>Dar-lhes a conhecer Emmy Noether, contando como os seus estudos sobre as leis da física ajudaram os cientistas a compreender conceitos como este.</p>
<b>Questão de investigação/hipótese de investigação</b>  (5 minutos)	<p>Pergunte: “Acham que se moverem os braços para dentro ou para fora enquanto giram, a velocidade a que giram muda?”</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,</p>

	<p>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>(35 minutos)</p>	<p><b>Passo 1 – Observar a extensão dos braços durante a rotação:</b></p> <p>Peça a um voluntário que se sente numa cadeira rotativa, segurando um pequeno peso em cada mão. Gire suavemente a cadeira e peça à criança para esticar os braços. Peça a todas as crianças que observem a velocidade a que a cadeira roda.</p> <p><b>Passo 2 – Alterar a posição do braço para variar a velocidade:</b></p> <p>Enquanto continua a rodar, dê instruções à criança na cadeira para aproximar os pesos do seu corpo. A velocidade de rotação da cadeira aumenta. Se a criança voltar a esticar os braços, a velocidade diminui, e vice-versa.</p> <p><b>Passo 3 – Apresentar a roda de bicicleta giratória:</b></p> <p>Para a parte seguinte da experiência, peça a outra criança voluntária que se sente na cadeira rotativa</p>
------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>enquanto segura a roda da bicicleta na horizontal.</p> <p>Desta vez, faça rodar suavemente a roda da bicicleta e peça às crianças que observem que a criança na cadeira começa a rodar.</p> <p><b>Passo 4 – Inclinar a roda para alterar a rotação :</b></p> <p>Peça à criança sentada na cadeira para inclinar a roda da bicicleta na vertical e peça às outras crianças que observem como a rotação irá abrandar ou até parar completamente. Ao incliná-la novamente para a posição horizontal, a cadeira voltará a rodar mais rapidamente.</p>
<b>Fonte</b>	<p><u><a href="#">“Conservation of Angular Momentum”</a></u> por Springfield College</p> <p><u><a href="#">“Spinning Wheel on Spinning Chair”</a></u> por utexascnsquest</p>
<b>Conclusão</b> (5 minutos)	<p>A experiência confirmou que aproximar ou afastar os pesos do centro de rotação altera a velocidade de rotação. Puxando os pesos para dentro, a velocidade aumenta, ao passo que quando se afastam, a velocidade diminui.</p> <p>Da mesma forma, com a roda de bicicleta, vimos que a alteração da direção da roda afetava a rotação da criança na cadeira, demonstrando como os objetos em</p>



	<p>rotação podem influenciar o movimento uns dos outros.</p> <p>Isto deve-se ao momento angular.</p>
<p><b>Explicar a experiência</b></p> <p>(5 minutos)</p>	<p>Quando algo gira, gera momento angular. Ao aproximar o peso do centro de um objeto em rotação, esse objeto começará a rodar mais depressa devido à conservação do momento angular. Por outro lado, quando a massa do objeto é distribuída por uma área maior (ou seja, quando os braços estão esticados), a velocidade de rotação diminui.</p> <p>Para ajudar as crianças a visualizar isto e a relacionar o que observaram na experiência com coisas que veem todos os dias, o professor pode explicar o que é um giroscópio (um dispositivo giratório que ajuda a manter os objetos estáveis, resistindo a mudanças de direção). Quando algo gira, como um giroscópio, tem momento angular, o que faz com que seja mais difícil tombar ou mudar o seu movimento repentinamente. Há muitos casos que podemos ver diariamente que utilizam este conceito:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quando as rodas de uma bicicleta estão a girar, a bicicleta mantém-se equilibrada e é mais fácil de conduzir, graças ao momento angular.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nos <i>smartphones</i>, pequenos giroscópios detetam se o utilizador vira ou inclina o dispositivo, ajudando-o a ajustar a orientação do ecrã.</li> <li>• O momento angular é também fundamental para manter os comboios e os automóveis estáveis quando percorrem curvas.</li> </ul> <p>Estes exemplos mostram como a rotação e o equilíbrio estão ligados, ajudando as crianças a relacionar o que observaram na experiência com coisas que veem todos os dias.</p>
A ciência por trás	<p>O momento angular é um princípio fundamental da física que descreve a inércia rotacional de um objeto em rotação. Como vimos anteriormente, quando algo gira, gera momento angular.</p> <p>Assim, o momento angular de um objeto em rotação depende da distribuição da massa do objeto e da velocidade do objeto em rotação. Matematicamente, é representado pela seguinte fórmula:</p> $\mathbf{L} = \mathbf{I} \cdot \boldsymbol{\omega}$ <p>Na qual:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>L</b> é o momento angular;</li> </ul>

- **$I$**  é o momento de inércia (ou a forma como a massa se distribui em relação ao centro de rotação);
- e
- **$\omega$**  é a velocidade angular (ou a taxa de rotação).

Quando um objeto começa a rodar, gera-se um valor para  **$L$** . Uma vez que  **$L$**  mantém-se constante quando o objeto começar a rodar, o momento de inércia  **$I$**  diminui (por exemplo, quando os pesos são aproximados do eixo de rotação),  **$\omega$**  deve aumentar, pelo que o objeto começa a rodar mais rápido. Em contrapartida, se  **$I$**  aumenta (quando se afastam os pesos do eixo de rotação),  **$\omega$**  diminui, e assim a rotação abrandar.

O mesmo conceito é aplicado na parte da experiência relativa à roda a girar. Quando a criança segurava na roda horizontalmente, a sua força tentava “empurrar” a cadeira, fazendo com que tanto a cadeira como a criança girassem. Isto aconteceu porque o momento angular (ou seja, a força de rotação da roda) estava alinhado com a rotação da cadeira.





Mas quando a roda foi inclinada verticalmente, a sua força apontou diretamente para cima ou para baixo em vez de para os lados, pelo que já não havia nada a “empurrar” a cadeira para continuar a girar. Assim, a cadeira parou de rodar porque a rotação da roda estava agora numa direção que não afetava o movimento da cadeira.

A investigação de Emmy Noether ajudou a demonstrar que as leis de conservação, como o momento angular, estão ligadas a simetrias na natureza. Ou seja, o momento angular é conservado em sistemas rotacionalmente simétricos, o que significa que a sua quantidade total permanece constante na ausência de forças externas. Este princípio de conservação explica porque é que objetos com momento angular, como pião ou rodas de bicicleta, mantêm o seu estado rotacional.

## Plano de aula 2

# Explorar os princípios de conservação de Noether com o princípio de Bernoulli

**Palavras-chave:** Princípio de Bernoulli, fluxo de ar, aerodinâmica, leis de conservação

 <p><b>Duração:</b> 60 minutos</p>	 <p><b>Idade:</b> de 6 a 9 anos</p>
 <p><b>Local:</b> Sala de aula</p>	 <p><b>Áreas STEAM relacionadas:</b>  <b>S (Ciência):</b> A física da forma como o ar se move e afeta os objetos.  <b>E (Engenharia):</b> Como este princípio ajuda a conceber coisas como os aviões.</p>
<p><b>Descrição</b></p>	<p>As crianças irão explorar o princípio de Bernoulli e aprender como as diferenças no fluxo de ar e na pressão podem fazer com que os objetos se elevem. A experiência está dividida em duas partes: na primeira parte (passos 1 e 2), as crianças utilizam um saco de polietileno; na segunda parte (passos 3, 4 e 5), as crianças utilizam folhas de papel.</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 como o ar em movimento (fluxo de ar) cria diferenças de pressão, fazendo com que objetos como o papel se levantem ou permaneçam planos;</li> <li>• Descrever pelo menos duas mudanças observáveis no comportamento de um objeto (por exemplo, levantar, dobrar) quando o ar flui por baixo ou por cima dele;</li> <li>• Registrar e comparar as suas observações (por exemplo, quantas respirações são necessárias para encher um saco, como o papel se move) e debater a forma como o fluxo de ar afeta cada um dos resultados.</li> </ul>
<b>Ligação com o modelo feminino</b>	Esta experiência está relacionada com as contribuições de Emmy Noether para a física, especialmente o seu trabalho sobre as leis de conservação. As descobertas de Emmy lançaram as bases para a compreensão da forma como forças como o fluxo de ar afetam os objetos, um princípio que permite à tecnologia moderna, como os aviões, desafiar a gravidade.
<b>Individual ou grupo</b>	Individual ou em grupos (de 3 ou 4)

<b>Segurança</b>	Os materiais utilizados são seguros para as crianças, sendo a supervisão do professor necessária quando (e se) for utilizado um secador de cabelo.
<b>Materiais</b>	<input type="checkbox"/> 5 sacos de polietileno <input type="checkbox"/> 1 secador de cabelo (opcional) <input type="checkbox"/> 1 rolo de fita adesiva <input type="checkbox"/> Folhas de papel A4 (uma para cada criança)

Plano de aula	
<b>Introdução</b> (10 minutos)	<p>Comece com uma pergunta: “Alguma vez se perguntaram como é que um avião se mantém no céu, apesar de ser tão pesado? Como é que acham que ele voa?”</p> <p>Explique às crianças que elas vão fazer uma experiência com o fluxo de ar e a pressão, conceitos que os cientistas e engenheiros utilizam para evitar que um avião caia do céu.</p>
<b>Questão de investigação/hipótese de investigação</b> (5 minutos)	<p>Pergunte: “Acham que a forma como sopramos ar para dentro de um saco ou através de uma folha de papel pode fazer com que as coisas se levantem ou se movam?”</p> <p>Incentive as crianças a partilharem as suas previsões. A experiência revelará a resposta!</p>

<p><b>Instruções passo a passo</b></p> <p>(30 minutos)</p>	<p><b>Passo 1 – Orientar a insuflação dos sacos</b></p> <p>Peça 4 voluntários ou forme grupos de 3–4 crianças. Peça a uma delas para soprar diretamente para um saco de polietileno para o encher, enquanto as outras crianças contam quantos sopros são necessárias para o encher.</p> <p><b>Passo 2 – Insuflação eficiente do saco</b></p> <p>Demonstre como é possível encher rapidamente o saco, segurando-o ligeiramente afastado da boca e soprando para dentro dele.</p> <p><b>Passo 3 – Preparar a configuração da margem do papel:</b></p> <p>Em seguida, dê uma folha de papel a cada criança e ajude-as a colar uma folha de papel na borda de uma mesa, de forma que a maior parte do papel fique pendurada na borda.</p> <p><b>Passo 4 – Soprar ar por baixo :</b></p> <p>Peça às crianças para soprarem ar por baixo da parte suspensa do papel. O mesmo pode ser reproduzido com um secador de cabelo para ajudar as crianças a compreenderem que, por mais fortes que sejam os</p>
------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



	<p>sopros, o resultado será muito semelhante: o papel mal se levantará ou moverá.</p> <p><b>Passo 5 – Soprar ar por cima:</b></p> <p>Peça às crianças para soprarem na parte superior do papel ou utilizarem um secador de cabelo para verem o papel a levantar.</p>
<b>Fonte</b>	<p>Encher um saco de polietileno: <a href="#">“Bernoulli’s Principle”</a> por Wolf_Science</p> <p>Soprar para o papel: <a href="#">“Bernoulli's Principle Demo: Paper on Table”</a> por Physics Demos</p>
<b>Conclusão</b> (5 minutos)	<p>Reveja a hipótese inicial e peça às crianças que partilhem as suas observações. Soprar ar para dentro do saco de uma determinada forma fez com que este ficasse cheio mais rapidamente.</p> <p>Da mesma forma, soprar ar na parte superior do papel fez com que o papel se movesse visivelmente e até se levantasse, ao passo que soprar por baixo quase não o moveu.</p>
<b>Explicar a experiência</b> (5 minutos)	<p>Quando se sopra ar diretamente para o saco de perto, apenas o ar da respiração entra no saco, pelo que são necessários mais sopros de ar para o encher. Mas se</p>

	<p>mantivermos o saco apenas um pouco afastado da boca e então soprarmos, o ar em movimento rápido que será criado irá, de facto, puxar mais ar da sala com ele. Este ar extra irá também para o interior do saco e fará com que o saco se encha mais rapidamente.</p> <p>Quando sopramos por baixo do papel, o papel mal se move. Isto deve-se ao facto de a pressão do ar permanecer praticamente a mesma em ambos os lados, pelo que não existe uma grande diferença de pressão para levantar o papel. Mas quando sopramos por cima, cria-se uma pressão mais baixa por cima do papel. Esta diferença de pressão faz com que o papel se levante, à semelhança do que acontece com os aviões (embora, nos aviões, outros fatores como a forma das asas também desempenhem um papel).</p>
<p><b>A ciência por trás</b></p>	<p>O princípio de Bernoulli foi descoberto pelo cientista suíço Daniel Bernoulli no século XVIII. Este princípio descreve como a velocidade e a pressão de um fluído (como o ar ou a água) se relacionam: à medida que a velocidade a que o fluído se desloca aumenta, a pressão que exerce diminui.</p>

Este princípio tem aplicações importantes no mundo que nos rodeia, especialmente na aerodinâmica, onde nos ajuda a compreender como objetos como as asas de um avião criam sustentação. Na asa de um avião, por exemplo, a superfície superior é curva, pelo que o ar tem de viajar mais depressa por cima do que por baixo. Este ar que se desloca mais rapidamente na parte superior reduz a pressão na parte superior da asa, enquanto o ar que se desloca mais lentamente por baixo mantém uma pressão mais elevada. A diferença de pressão cria uma força ascendente, designada por sustentação, que ajuda o avião a manter-se no ar.

O efeito Bernoulli é essencial não só em voos, mas também para muitas formas de engenharia e *design*.

O trabalho de Emmy Noether no século XX sobre as leis de conservação (ou seja, os princípios que explicam como certos valores se mantêm constantes na natureza) conectam conceitos como o princípio de Bernoulli a leis mais profundas da física. Ao associar as simetrias da natureza a estes princípios de conservação, o seu trabalho ajudou os cientistas a compreender melhor o movimento, a energia e as forças, que influenciam diretamente a engenharia e a



	inovação modernas, desde a conceção de automóveis mais seguros até ao avanço da exploração espacial.
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------



#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.

