

UEPS 4

Título: Nos encantos da história, vamos descobrir que relação pode ter entre um sapo e uma garrafa de Leiden?

Objetivo geral: Contextualizar historicamente os estudos iniciais de Luigi Galvani, até a publicação do *De viribus*, evidenciando a analogia que estabelece entre o sistema neuromuscular e a garrafa de Leiden. Enfatizar que as observações científicas não são neutras, mas carregadas de pressupostos teóricos.

Conceito central: Eletricidade animal; não neutralidade das observações.

Público-alvo: Alunos do ensino médio.

Disciplina: Física.

Duração: 9 aulas (com 45min cada aula).

Constituintes da UEPS: A UEPS “Nos encantos da história, vamos descobrir que relação pode ter entre um sapo e uma garrafa de Leiden?” é constituída por um documentário, um texto, uma videoaula, um conjunto de slides, um roteiro experimental, uma animação e uma avaliação somativa.

O trecho do documentário “Shock and Awe: The Story of Electricity” (BBC, 2011) evidencia os estudos de Luigi Galvani.

O texto “Contextualizando Luigi Galvani”, extraído de Raicik (2019), apresenta sucintamente Galvani.

A videoaula “Eletricidade 02 - As cargas elétricas e algumas de suas propriedades - Canal da Física” (Canal da Física, 2016), retoma sucintamente alguns pontos centrais da história da eletricidade, citando Stephen Gray, Charles Du Fay, Benjamim Franklin e Petrus van Musschenbroek.

O conjunto de slides contextualiza os estudos iniciais de Galvani até a publicação de sua obra principal, o *De viribus*, além de explicitar a analogia feita por ele entre o sistema neuromuscular de um sapo e a garrafa de Leiden.

O roteiro experimental, extraído e adaptado do livro *Os fundamentos experimentais e históricos da eletricidade* (Assis, 2018), visa dar subsídios para que os alunos construam uma garrafa de Leiden.

A animação “Eletrizando garrafa de Leiden Caseira”, permite visualizar a distribuição de cargas em uma garrafa de Leiden.

A avaliação consiste no desenvolvimento de um mapa mental, individual, que explore as relações entre os estudos de Galvani, a garrafa de Leiden e a não neutralidade das observações.

Sugestão de leitura para o docente: Recomenda-se, ao professor pouco familiarizado com os conceitos da UEPS, a leitura do artigo “A rã enigmática e os experimentos exploratórios: dos estudos iniciais de Galvani à sua teoria da eletricidade animal” (Raicik, 2019), que contextualiza os estudos iniciais de Galvani e a primeira proposição discutida no texto “Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência” (Peduzzi e Raicik, 2019) que trata da não neutralidade das observações.

Sequência didática:

Situação-inicial e situação-problema (2 aulas)

Inicia-se indagando: Vocês já assistiram a filmes em que os alunos vão ao laboratório e começam a analisar um sapo dissecado? Vamos entender melhor a relação da contração de um sapo com a ciência e sua história?

Entrega-se aos alunos, em cópia impressa, o texto “Contextualizando Luigi Galvani” extraído de Raicik (2019), para leitura em sala de aula e posteriores comentários introdutórios sobre o anatomista; sua formação e vida pessoal. Essa leitura pode ser dinâmica e em grande grupo, dependendo do perfil dos alunos. Projeta-se, a seguir, um trecho do documentário da BBC “Shock and Awe: The Story of Electricity” (2011), que contextualiza os estudos iniciais de Galvani, de forma introdutória e abrangente.

O conjunto desses dois materiais constituem um organizador prévio. Visam dar sentido aos novos conhecimentos que serão trabalhados, em processo de diferenciação progressiva, ao longo da unidade.

Aprofundamento do tema (2 aulas)

Em seguida, projeta-se uma pequena videoaula expositiva (5min): “Eletricidade 02 - As cargas elétricas e algumas de suas propriedades - Canal da Física” (Canal da Física, 2016). Nessa videoaula, comenta-se alguns pontos centrais da história da eletricidade moderna servindo como um revisor para conceitos que os alunos, em princípio, já estudaram. Cita-se brevemente estudos de Stephen Gray de eletrização por contato e indução, de corpos isolantes e condutores, estudos de atração e repulsão de Charles Du Fay e de Benjamim Franklin. Ainda, contextualiza a garrafa de Leiden, desenvolvida por Petrus van Musschenbroek.

Embora o vídeo mencione que a descoberta da garrafa de Leiden tenha sido feita por Petrus van Musschenbroek, é importante que o professor frise que a invenção foi feita tanto por Musschenbroek, quanto por Ewald von Kleist, em trabalhos independentes.

Leva-se em consideração que, para esse momento da unidade, os alunos já tenham estudado noções básicas de eletricidade: cargas elétricas; processos de eletrização; condutores e isolantes; lei de Coulomb e já saibam o que é uma garrafa de Leiden.

Em continuidade, por meio de uma aula expositiva-dialogada e de um conjunto de slides, o professor pode apresentar uma síntese dos estudos iniciais de Galvani até sua analogia com a garrafa de Leiden. Ademais, o docente deve frisar que as observações não são neutras. Galvani concebeu o sistema neuromuscular do sapo como uma garrafa de Leiden, devido a necessidade de explicar o desequilíbrio nervo-músculo, inclusive com a identificação da eletricidade positiva e negativa. Depois de um constante jogo entre hipótese e experimentação ele adota um modelo explicativo baseado na analogia funcional e estrutural entre o aparelho neuromuscular e a garrafa de Leiden. Nesse processo, respeita-se o princípio da diferenciação progressiva, ao passo que o conteúdo começa ser trabalhado em nível mais alto de complexidade.

Nova situação-problema (2 aulas)

Propõe-se uma situação-problema experimental a partir da questão: é possível construirmos uma garrafa de Leiden com materiais de baixo custo aqui em sala de aula?

Os alunos podem se dividir em pequenos grupos para construir uma garrafa de Leiden com base no roteiro experimental “Construindo uma garrafa de Leiden” (extraído e adaptado de Assis, 2018), recebido em cópia impressa. O docente oferece todos os materiais necessários para o desenvolvimento da atividade.

É importante que o professor seja apenas um mediador nesse processo, permitindo que os alunos dialoguem entre si a partir do roteiro recebido. Em seguida, cada grupo pode expor oralmente, e para todos os demais, suas impressões, dificuldades e possíveis explicações para os efeitos constatados.

Avisa-se aos alunos que, na próxima aula haverá uma avaliação que envolverá o desenvolvimento de um mapa mental e, conseqüentemente, orientação sobre o que é e como pode ser elaborado.

Avaliação somativa individual (2 aulas)

Propor que os alunos, individualmente, desenvolvam um mapa mental estabelecendo relações entre os estudos de Galvani, a garrafa de Leiden e a não neutralidade das observações.

Aula expositiva dialogada integradora final (1 aula)

Retoma-se as características mais relevantes da unidade explorando as relações entre os estudos iniciais de Galvani e a garrafa de Leiden, respeitando o princípio de reconciliação integrativa, inclusive. O professor pode revisar a explicação em torno do funcionamento da garrafa de Leiden. Para isso, pode utilizar a animação “Eletrizando garrafa de Leiden Caseira”, disponível em:

http://www.rc.unesp.br/showdefisica/99_Explor_Eletrizacao/paginas%20htmls/Anima%C3%A7%C3%A3o%20Garrafa%20Leiden.htm

Discute-se, em grande grupo, os mapas mentais (já analisados previamente pelo docente) desenvolvidos na avaliação somativa, frisando o papel das observações carregadas de teoria na ciência.

Avaliação da aprendizagem na UEPS

Esta avaliação consiste nas observações livres feitas ao longo dos encontros, no envolvimento dos alunos na atividade experimental e, principalmente, na avaliação somativa individual.

Referências

ASSIS, A. K. T. **Os fundamentos experimentais e históricos da eletricidade**. Montreal: Apeiron, v. 2, 2018.

BBC: **SHOCK and awe: the story of electricity**. Direção de Tim Usborne. Reino Unido: BBC Four, 2011. Canal da Física. **Eletricidade 02** – As cargas elétricas e algumas de suas propriedades – Canal da Física, 2016.

PEDUZZI, L. O.; RAICIK, A. C. **Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência**. Agosto, 2019, 57p. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br

RAICIK, A. C. A rã enigmática e os experimentos exploratórios: dos estudos iniciais de Galvani à sua teoria da eletricidade animal. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v, 12, n. 1, p. 114-137,2019.