

UEPS 1

Título: A rã e suas histórias: a gênese e o desenrolar de uma controvérsia

Objetivo geral: Discutir os possíveis papéis do experimento na controvérsia entre Galvani e Volta acerca da eletricidade animal e aspectos relativos à Natureza da Ciência entre pesquisadores em formação.

Conceitos centrais: *Experientia literata*; experimentação exploratória; experimento crucial; controvérsia científica; valores na escolha teórica; término de debates.

Público-alvo: Pesquisadores em formação (mestrandos e doutorandos).

Disciplina: Uma disciplina eletiva em um Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica ou similar.

Duração: Um semestre (aproximadamente 10 aulas de 4h)

Constituintes da UEPS: A UEPS “A rã e suas histórias: a gênese e o desenrolar de uma controvérsia” é constituída por oito artigos, um texto, três trechos de vídeos/documentários, uma animação, um quadro comparativo, uma avaliação somativa, além de atividades colaborativas.

O artigo “Experimentos exploratórios e *experientia literata*: (re)pensando a experimentação” (RAICIK; PEDUZZI; ANGOTTI, 2018a), resgata a filosofia experimental de Francis Bacon, presente no *Novum Organum*, e apresenta seu conceito de experimentação instruída, que ele discute em *Of the Dignity and Advancement of Learning*. Explicita, também, contrapontos entre algumas concepções baconianas e a ideia de experimentação exploratória na perspectiva de Friedrich Steinle.

O artigo “Da *instantia crucis* ao experimento crucial: diferentes perspectivas na filosofia e na ciência” (RAICIK; PEDUZZI; ANGOTTI, 2017a) retoma a definição de Bacon de *instantia crucis* e discute algumas concepções de experimento crucial, tanto por filósofos quanto por estudiosos como Newton.

O artigo “Uma análise da ilustração do *experimentum crucis* de Newton em materiais de divulgação científica” (RAICIK; PEDUZZI; ANGOTTI, 2017b) analisa a contextualização dos estudos de Newton sobre luz e cores, sobretudo a veiculação de seu *experimentum crucis* em livros de divulgação científica.

O artigo “A estrutura conceitual e epistemológica de uma controvérsia científica: implicações para o ensino de ciências” (RAICIK; PEDUZZI; ANGOTTI, 2018b) contextualiza definições de controvérsias científicas, suas principais origens e possíveis classificações. Além disso, propõe e exemplifica três tipos de controvérsias: as analíticas, as resistivas e as argumentativas.

O artigo “A escolha teórica em controvérsias científicas: valores e seus juízos à luz de concepções kuhnianas” (RAICIK; ANGOTTI, 2019) discute concepções de Kuhn sobre valores na escolha teórica e uma classificação de McMullin envolvendo resolução, encerramento e abandono de controvérsias na ciência.

O artigo “A rã enigmática e os experimentos exploratórios: dos estudos iniciais de Galvani à sua teoria da eletricidade animal” (RAICIK, 2019) aborda os estudos iniciais de Galvani desenvolvendo vínculos com a *experientia literata* de Bacon e a experimentação exploratória de Steinle.

O artigo “Galvani, Volta e os experimentos cruciais: a emblemática controvérsia da eletricidade animal” (RAICIK, submetido(a)) trata da controvérsia entre Galvani e Volta. Nesse sentido, discute alguns experimentos desenvolvidos por eles, considerados exploratórios, ressalta aspectos relativos à NdC no episódio e discorre em que sentido alguns experimentos podem, em princípio, ser considerados cruciais no debate que travam.

O artigo “O término de uma controvérsia não resolvida: a enigmática querela entre Galvani, Volta e um sapo a(ini)migo” (RAICIK, submetido(b)) discorre sobre como se deu o término da controvérsia entre Galvani e Volta à luz da classificação de McMullin e discute alguns valores envolvidos na aceitação de um novo conhecimento a partir de considerações kuhnianas, como o que surge com a divulgação da pilha por Volta.

Cabe ressaltar que todos os artigos trazem implicações de suas discussões para o ensino de ciências.

O texto “Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência” (PEDUZZI; RAICIK, 2019) apresenta uma série de 18 asserções comentadas sobre a natureza da ciência que explicitam entre si sobreposições e convergências, assim como divergências, como uma alternativa potencialmente útil para a abordagem de vários aspectos da natureza da ciência e do trabalho científico no ensino.

O trecho do documentário “Os seis experimentos que mudaram o mundo – Newton e o prisma” (NATIONAL GEOGRAPHIC, 1999) apresenta o experimento crucial com uma visão de experimentação bastante questionável.

O trecho do vídeo “Era uma vez: os inventores – Faraday e a eletricidade” (BARILLÉ, 1994), apresenta a observação casual da contração de um sapo fazendo alusão à anedota da ‘sopa de rã’. O vídeo evidencia, equivocadamente, que Galvani logo apresentou sua ‘descoberta’ a Volta e este, em seguida, descobre a pilha.

O trecho do documentário “Shock and Awe: The Story of Electricity” (BBC, 2011) salienta a rivalidade pessoal e acadêmica entre Galvani e Volta. Enfatiza aspectos considerados mais externalistas à ciência, envolvendo esses dois estudiosos.

A animação “O sapo no poço” (TVEscola, 2009), sem falas, expõe um sapo filósofo e sonhador. “Em um mundo muito pequeno, no fundo de um poço, vive um sapo solitário. Em seus devaneios, enquanto pula de rocha em rocha, o sapo sonha com o universo lá fora e se pergunta se um dia chegará a vê-lo. Quando as nuvens se vão, e o sol aparece, um lindo reflexo surge na água no fundo do poço. É então que o Sr. Sapo reúne todas as suas forças para dar o pulo mais alto de sua vida! E assim, com um salto fantástico, o pequeno sonhador pode vislumbrar tudo o que o cerca” (TVEscola).

O quadro comparativo consiste na apresentação sistêmica das semelhanças entre a *experientia literata* e a experimentação exploratória.

A avaliação escrita, dissertativa e individual, compreende as seguintes questões: 1. Desenvolva um artigo (ou texto similar), em termos epistemológicos e/ou histórico-epistemológico, acerca de um ou mais conceitos centrais discutidos na UEPS. Em relação aos elementos da UEPS, materiais e estratégias de ensino utilizadas, que comentários e sugestões você teria quanto: a) a dinâmica em sala de aula; b) as atividades colaborativas; c) ao texto e aos artigos; d) aos vídeos/documentários; e) ao quadro comparativo.

Sequência didática

Aula 1

Situação-inicial

A fim de estabelecer uma situação-inicial, propõe-se o questionamento, aos pesquisadores em formação, sobre os seus conhecimentos e/ou envolvimento com as discussões acerca da natureza da ciência, que nos últimos anos têm sido promovidas pela área de ensino de ciências. Essa situação visa levantar os principais pontos destacados pelos sujeitos; que asserções sobre NdC foram mais apresentadas para direcionar a introdução do tema. Espera-se que eles situem a neutralidade das observações, o papel do experimento na ciência, a questão de não haver um método científico único etc.

Situação-problema inicial

Promove-se, com a situação-problema inicial, reflexões em torno de perguntas como: Que papéis o experimento pode assumir na ciência? Há experimentos cruciais? Em que sentido se atribui a um experimento o caráter de crucial? Que relação o experimento assume em controvérsias científicas? Que função pode ter o componente empírico no âmbito de escolhas teóricas? A seguir, a partir de uma discussão expositiva-dialogada, debate-se algumas asserções sobre a natureza da ciência, com base no texto de Peduzzi e Raicik (2019). O professor pode projetar em *slides*, por exemplo, as ideias centrais de cada uma das 18 asserções, para promover essa discussão. Esta etapa, que serve como um organizador prévio expositivo, objetiva uma intensa troca de ideias em torno de questões epistemológicas envolvendo a experimentação, a seletividade das observações, as controvérsias científicas, os valores na escolha teórica etc, em alto nível de abstração e introdução.

Para a próxima aula, solicita-se que os estudantes leiam o artigo “Experimentos exploratórios e *experientia literata*: (re)pensando a experimentação” (RAICIK; PEDUZZI; ANGOTTI, 2018a), disponibilizado virtualmente aos mesmos.

Aula 2

Aprofundamento do tema – parte 1

A discussão, em grande grupo, do artigo de Raicik, Peduzzi e Angotti (2018a) tenciona introduzir considerações epistemológicas acerca da experimentação em nível de maior abstração e inclusividade. Para isso, retoma-se a concepção de ‘método experimental’ de Francis Bacon, apresentada no *Novum Organum*, que se disseminou ao longo do período da ciência moderna e está atrelada, fortemente, à ideia comum empírico-indutivista. Não obstante, Bacon tratou de outro conceito, ainda pouco discutido e analisado no ensino de ciências, o de *experientia literata*, que se aproxima em parte – e respeitada as distintas posturas epistemológicas – a uma visão contemporânea de experimentação. Em seguida, no intuito de diferenciar progressivamente considerações em torno da experimentação na ciência, examina-se o conceito de experimentação exploratória, na perspectiva do físico e historiador Friedrich Steinle. Buscando uma reconciliação inicial, relativa especificamente aos conceitos tratados no texto, debate-se contrapontos entre a experimentação exploratória e a *experientia literata*.

Situação-problema em nível mais alto de complexidade

Em pequenos grupos, que tem por intuito uma troca de significados entre os estudantes, sob mediação docente, solicita-se que os alunos desenvolvam mapas mentais entre os conceitos de experimentação discutidos. Os mapas devem ser entregues para que o professor faça uma análise preliminar para a próxima aula.

O artigo “Da *instantia crucis* ao experimento crucial, diferentes perspectivas na filosofia e na ciência” (RAICIK; PEDUZZI; ANGOTTI, 2017a), de acesso virtual aos estudantes, deve ser lido previamente, em casa, para a próxima aula.

Aula 3

Aprofundamento do tema – parte 2

Em um processo de diferenciação progressiva, introduz-se considerações em torno da experimentação em nível mais alto de complexidade e especificidade. Para isso, resgata-se os mapas mentais desenvolvidos na aula anterior, entregando-os aos estudantes, e o professor expõe um quadro comparativo entre a *experientia literata* e a experimentação exploratória, em uma etapa de revisão. No momento de discussão do quadro comparativo, os alunos podem tecer considerações entre seus mapas mentais e o quadro.

Em seguida, discute-se o artigo de Raicik, Peduzzi e Angotti (2017a), que resgata a definição baconiana de *instantia crucis* e apresenta o entendimento de alguns filósofos e estudiosos sobre a ideia de experimento crucial. A influência de Bacon no final do século XVII, e posteriormente, é notória na ciência. De acordo com Ian Hacking, o conceito de ‘experimento crucial’ foi uma de suas contribuições mais relevantes. Não obstante, ela foi sendo modificada por estudiosos e filósofos. Nesse sentido, apresenta-se e discute-se, brevemente e como exemplificação, o uso do termo *experimentum crucis* por Newton em seus estudos sobre luz e cores. Em seguida, a fim de ir diferenciando cada vez mais o conceito, debate-se, em processo dialógico-expositivo, sobre a noção de Duhem, Popper e Lakatos; preconizando uma reconciliação integradora, no que se refere ao conceito de experimento crucial, apresentando diferenças com a ideia baconiana. Implicações para o ensino de ciências são, então, enfatizadas.

Para a próxima aula, solicita-se que os alunos leiam, previamente em casa, o artigo “Uma análise da ilustração do *experimentum crucis* de Newton em materiais de divulgação científica” (RAICIK; PEDUZZI; ANGOTTI, 2017b) e tragam para aula materiais (livros didáticos, de divulgação científica, reportagens, revistas etc.) que tratam, em algum nível, de experimentos cruciais na ciência para uma atividade em grande grupo.

Aula 4

Nova situação-problema

Exibe-se e examina-se, em grande grupo, um trecho do documentário “Os seis experimentos que mudaram o mundo – Newton e o prisma” (NATIONAL GEOGRAPHIC, 1999), como uma nova situação-problema. Além de retomar o exemplo da aula anterior, este curto vídeo propicia a discussão do papel do experimento apresentado no vídeo e sua relação com o ‘método científico’, já abordado em termos baconianos na primeira aula. Desta forma, atua como uma espécie de organizador prévio comparativo que permite revisar aspectos mais gerais tratados anteriormente, como o da experimentação em si, e discutir especificamente o experimento crucial apresentado por Newton.

Aprofundamento do tema – parte 2: continuação

A partir da nova situação-problema, discute-se, em grande grupo, o artigo de Raicik, Peduzzi e Angotti (2017b) em que se diferencia em maior nível de complexidade o conceito de experimento crucial ao se reconciliar integrativamente a contextualização da ilustração do *experimentum crucis* de Newton em materiais de divulgação científica com a noção de *instantia crucis* de Bacon. O artigo aborda brevemente, inclusive, as narrativas experimentais apresentadas por Boyle, com forte influência baconiana, em termos da reprodutibilidade de experimentos a partir de suas ilustrações e recursos literários.

Em momento posterior, como uma atividade colaborativa, solicita-se que os alunos analisem a concepção de experimento crucial apresentada nos materiais selecionados e trazidos por eles para a aula. De forma oral, eles podem expor suas impressões e o professor pode anotar no quadro as visões gerais apresentadas nos materiais. Em seguida, todos podem tecer considerações.

Além de especificar o tema com o exemplo supracitado (e que difere do estudo de caso central da UEPS), esta aula finaliza um processo que visa evidenciar a perspectiva baconiana-newtoniana na era da ciência moderna, que influenciou o desenvolvimento das academias e, inclusive, a visão epistemológica que depois perpassa a controvérsia Galvani-Volta. Espera-se, inclusive, que essa influência se evidencie na exposição oral dos próprios estudantes. Não obstante, o professor pode reforçá-la por meio de uma síntese integradora. Uma vez que certos conceitos como o de *experientia literata*, o de experimentação exploratória, o de experimentação crucial e a contextualização histórica da importância da experimentação no início da ciência moderna, e sua influência, estiverem em processo de assimilação, diferenciação e estabilidade, novos aprofundamentos podem ser priorizados.

Nova situação-problema em nível mais alto de complexidade

O professor pode levantar questões como: que relação o componente empírico assume em controvérsias científicas? (Retomando a situação-inicial da UEPS, agora com arcabouços teóricos específicos já trabalhados). O que vem a ser uma controvérsia científica? A gênese de uma controvérsia está sempre relacionada a discordância experimental? Que relação o experimento crucial, entendido comumente, pode ter com controvérsias científicas? Há

distintos tipos de controvérsias científicas? Como as controvérsias são resolvidas? Essa nova situação-problema é, literalmente, uma tarefa reflexiva, para que o aluno termine essa aula direcionada, em termos de questões, para a seguinte.

É nesse sentido que, para a próxima aula, indica-se a leitura prévia do artigo “A estrutura conceitual e epistemológica de uma controvérsia científica: implicações para o ensino de ciências” (RAICIK; PEDUZZI; ANGOTTI, 2018b), que objetiva iniciar uma nova etapa de aprofundamento de conhecimentos.

Aula 5

Aprofundamento do tema – parte 3

A aula anterior finalizou com questões que direcionam o pesquisador em formação a refletir aspectos pontuais envolvendo as controvérsias científicas e, inclusive, sua relação com o componente empírico. Nesse sentido, inicia-se esse novo processo de aprofundamento resgatando essas reflexões e indagando: Na medida em que desenvolviam a leitura do artigo de Raicik, Peduzzi e Angotti (2018b) em casa, que conflitos (se existiram) vocês tiveram em relação às questões fomentadas na aula anterior? Houve convergências de ideias iniciais com aquelas trazidas pelo artigo? De forma oral, os alunos podem se manifestar para que se verbalizem os posicionamentos preambulares frente ao tema. Em seguida, uma discussão guiada pelo docente, expositivo-dialogada, é propiciada. O artigo em questão explicita o que se pode entender por controvérsias científicas à luz da filosofia contemporânea, mostrando algumas de suas principais origens e possíveis classificações.

Os autores apresentam e exemplificam três tipos de controvérsias científicas: as analíticas, as resistivas e as argumentativas à luz de considerações kuhnianas. Internamente, há uma diferenciação progressiva do tema e sua relação com a experimentação. Os exemplos trazidos na classificação apresentada podem facilitar a assimilação do tema. O estudo de Newton com a teoria da luz e cores é novamente abordado, em nível de maior especificidade, com direcionamento específico para a discussão controversa que trava e o papel do experimento nesse caso. Não obstante, igualmente de forma sucinta, as observações de Galileu com o telescópio, a controvérsia Newton-Leibniz, entre outros, são mencionados.

Em pequenos grupos, como uma atividade colaborativa, sugere-se que os alunos apontem exemplos que poderiam ser, em princípio, classificados como controvérsias analíticas, resistivas e/ou argumentativas. Neste momento, pode-se sintetizar os exemplos com uma tabela no quadro.

Para a próxima aula, solicita-se a leitura prévia do artigo “A escolha teórica em controvérsias científicas: valores e seus juízos à luz de concepções kuhnianas” (RAICIK; ANGOTTI, 2019).

Aula 6

Aprofundamento do tema – parte 3: continuação

Em processo de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa no que se refere ao conceito de controvérsias científicas, discute-se, por meio de uma dinâmica expositivo-dialogada, o artigo de Raicik e Angotti (2019). Nele, os autores abordam concepções de Kuhn acerca de valores na escolha teórica. Valores como precisão, consistência, simplicidade, fecundidade e abrangência, que evidenciam boas razões para a tomada de decisão, podem auxiliar no entendimento do processo de término de debates na ciência. A classificação de McMullin, envolvendo resolução, encerramento e abandono de controvérsias na ciência também é discutida no artigo. Ainda em processo de reflexão para o ensino de ciências, traz implicações para questionar uma visão limitada de que exclusivamente por meio de experimentações as querelas são resolvidas. O professor pode apresentar, em slides por exemplo, quadro-síntese dos valores kuhnianos e da classificação de McMullin.

Uma vez que conceitos anteriores são estabelecidos e assimilados, eles podem adquirir novos significados, relacionando-se com conceitos cada vez mais complexos e específicos. A experimentação passa a ser, novamente, pensada em termos de suas funções para o término de controvérsias.

Essa etapa de aprofundamento do tema (parte 3) objetiva promover uma hierarquização de proposições acerca de controvérsias científicas. Ideias mais inclusivas de origem, definições e classificações, seguidas de uma discussão de valores na escolha teórica e um entendimento sobre o término de querelas, fomentam o princípio de diferenciação progressiva e de uma reconciliação integrativa com a ideia da experimentação na ciência.

Aula 7

Nova situação-problema

Projeta-se, em aula, um pequeno trecho do vídeo “Era uma vez: os inventores – Faraday e a eletricidade” (BARILLÉ, 1994) e indaga-se: de que forma podemos entender o acaso explicitado no vídeo? Ao explicitar que Volta logo descobre a pilha depois que Galvani apresenta ‘sua teoria’ da eletricidade animal, que peso o vídeo está dando aos estudos de Galvani? Solicita-se, em grande grupo e de forma oral, que os alunos apresentem considerações sobre a imagem de ciência passada pelo vídeo à luz do artigo “A rã enigmática e os experimentos exploratórios: dos estudos iniciais de Galvani à sua teoria da eletricidade animal” (RAICIK, 2019), sugerido como leitura prévia para os alunos. A imagem estereotipada de se fazer ciência, a relação pouco explorada do acaso como componente científico etc, são frisadas a partir do vídeo.

Aprofundamento do tema – parte 4

Explora-se, por meio de uma discussão expositivo-dialogada, o artigo de Raicik (2019). A autora trata dos estudos iniciais de Galvani até a elaboração da sua teoria da eletricidade animal publicada em sua principal obra. Particularmente os experimentos exploratórios são contextualizados e faz-se considerações a certos aspectos da NdC, como o papel do acaso, a não neutralidade das observações e a profícua relação entre hipótese e experimentação na ciência. Alguns conceitos base da UEPS são tratados agora em nível mais alto de complexidade, inclusive, de modo que o processo de reconciliação integrativa fique mais proeminente. Semelhanças e diferenças, relações diretas com a *experientia literata*, a experimentação exploratória e aspectos da NdC são evidenciados em um exemplo específico, não trabalhado até então.

A contextualização dos experimentos galvânicos, à luz do conceito de experiência exploratória e de *experientia literata*, pode contribuir para minimizar o estereótipo de que a experimentação possui um papel limitado na ciência; como fonte (no sentido de gênese) de conhecimento ou corroboradora de teorias. As experimentações desenvolvidas pelo anatomista e seus assistentes ressaltam que, em determinados momentos da história, o jogo dialógico entre constructos teóricos (ora bem estabelecidos, por vezes incipientes) e a investigação empírica, possibilita que o ‘cientista’ seja livre para variar, duvidar, analisar resultados esperados e, inclusive e principalmente, desprovidos de expectativas.

O acaso, tanto reconhecido por Bacon, mas sem grande importância, quanto elemento relevante para a gênese ou desenvolvimento de experimentos exploratórios, se fez presente em distintos momentos da pesquisa galvânica. A casualidade, quando encontra o sujeito que a reconhece, e não sem razões lógicas, integra o processo científico e passa a ter um papel importantíssimo, em muitos casos, para a continuidade de uma investigação, como no caso de Galvani.

Aula 8

Aprofundamento do tema – parte 4: continuação

Com o intuito de descontração, inicia-se esta aula reproduzindo a animação “O sapo no poço” (TVEscola, 2009) e indaga-se: o sapo é ou não um ser enigmático? Para essa aula, os alunos devem ter lido, previamente, o artigo “Galvani, Volta e os experimentos cruciais: a emblemática controvérsia da eletricidade animal” (RAIČIK, submetido(a)). Neste artigo, a autora resgata sucintamente a controvérsia entre Galvani e Volta acerca da eletricidade animal, discutindo alguns experimentos desenvolvidos por esses dois estudiosos, que ilustram a concepção steinleana de experimentação exploratória. Além disso, discorre em que sentido alguns experimentos podem, em princípio, ser considerados cruciais na controvérsia evidenciando, ademais, implicações para o ensino de ciências.

Por mediação docente, e através de uma discussão expositivo-dialogada, discorre-se sobre a controvérsia em questão a partir do princípio programático de reconciliação integrativa. Ideias tratadas anteriormente são novamente apontadas, em termos de similaridades e diferenças, reconciliando discrepâncias, a partir da exemplificação de uma controvérsia analítica. Novamente aqui, o professor pode esquematizar as ideias centrais do texto, em caráter de síntese, por meio de *slides*.

O resgate histórico-epistemológico das experimentações exploratórias pode trazer à tona as distintas funções do experimento para o desenvolvimento científico. Dentre essas considerações, permite compreender a limitação em se atribuir a um experimento a função crucial de decisão imediata e inequívoca em escolhas teóricas, por exemplo. Resgatando as situações-problema anteriores, debate-se, à luz do artigo, de que forma é possível atribuir a alguns experimentos de Galvani e Volta um caráter crucial ou decisivo, como eles mesmos atribuem.

Em síntese, essa discussão fomenta uma análise e reflexão em torno da discussão epistêmica da experimentação, inclusive, crucial em princípio, da não neutralidade, da seletividade da observação, da importância de conhecimentos precedentes, da dinâmica científica, plural metodologicamente.

Nova situação-problema em nível mais alto de complexidade

A controvérsia entre Galvani e Volta suscita, ainda, questões como: que tipo de controvérsia se deu entre Galvani e Volta? Que valores, epistêmicos ou não, foram mais preponderantes no percurso do debate? Em que medida a controvérsia foi ou não resolvida? Não buscando respostas ou consensos, esse momento instiga os alunos a pensar para além do que foi discutido no artigo dessa aula e fazer ligações com conceitos já discutidos anteriormente.

Aula 9

Atividade Colaborativa

Assiste-se o trecho do documentário da BBC “Shock and Awe: The Story of Electricity” (2011). O vídeo salienta, de forma mais enfática, a rivalidade pessoal e acadêmica entre Galvani e Volta. Discorre sobre as concepções religiosas de cada um e suas distintas personalidades, fatores que podem ter influenciado seus estudos. Contextualiza Volta como um jovem arrogante e carismático, mulhengo e que adorava polêmica. Em contrapartida, releva que Galvani gostava de exibir suas experiências e que estava fortemente persuadido por seu dogma religioso. Este trecho evidencia, portanto, aspectos considerados externalistas à ciência.

Propõe-se uma breve atividade didática, em pequenos grupos, que consiste na análise epistemológica do trecho do vídeo. Que valores são abordados no vídeo? São valores epistêmicos ou não epistêmicos? Que aspectos relativos à NdC podem ser associados ao vídeo? Não se busca uma análise pormenorizada, mas indicativos e reflexões para as discussões que serão feitas posteriormente. Essa atividade serve tanto como uma etapa de revisão parcial ao estudo histórico, quanto para potencializar a reconciliação integrativa do que foi estudado nos últimos dois artigos.

Aprofundamento do tema – parte 4: continuação

Em seguida, discute-se, de forma expositivo-dialogada, o artigo “O término de uma controvérsia não resolvida: a enigmática querela entre Galvani, Volta e um sapo a(ini)migo” (RAICIK, submetido(b)), de leitura prévia pelos alunos, fazendo relações orais explícitas com o trecho do vídeo debatido.

Assim, resgata-se os valores explicitados por Kuhn que podem contribuir para a aceitação de um novo conhecimento. Contudo, isso é feito à luz do episódio histórico em questão. Que valores permearam a comunidade, por exemplo, com a divulgação da pilha por Alessandro Volta? Além disso, retoma-se a classificação de McMullin para se interpretar como se deu o término da controvérsia entre Galvani e Volta. Quando ela foi resolvida? Reflexões para o ensino de ciência, sobretudo no que diz respeito à ideia de que o componente empírico é sempre o árbitro infalível que permite escolhas teóricas inequívocas, é enfatizado.

A etapa de aprofundamento do tema – parte 4 (em seu todo, que compreende as aulas 7, 8 e 9) tem por finalidade fomentar um delineamento explícito de similaridades e diferenças de ideias relacionadas, como as debatidas nas etapas anteriores, em situação diferente. Em outras palavras, visa reconciliar integrativamente todos os conceitos centrais da UEPS, a partir da diferenciação deles, em um estudo de caso específico, em nível mais alto de complexidade e em um processo literal de “vai e vem” entre ideias mais gerais e inclusivas às mais específicas.

Aula 10

Aula integradora final e Aula sobre a Avaliação somativa individual e sobre a avaliação da UEPS pelos alunos

Retoma-se todo o conteúdo central da UEPS, revendo as situações-problema propostas e chamando a atenção para a relação existente entre os conceitos trabalhados. O docente pode usar slides, exposição dialogada oral e até um mapa conceitual.

Em seguida, discute-se a avaliação somativa individual da UEPS. Essa avaliação consiste na produção de um artigo (ou um texto similar) que desenvolva, epistemologicamente, um ou mais conceitos centrais discutidos na UEPS em situação distinta daquelas trabalhadas em sala de aula. Isto é, eles podem analisar epistemologicamente um vídeo não exibido em sala, um trecho de um livro, exemplificar ou contraexemplificar os conceitos centrais discutidos com exemplos históricos etc. Os alunos terão 1 mês para entregar essa tarefa para o docente.

Paralelamente a isso, cada pesquisador em formação deve entregar a avaliação da UEPS, que consiste na análise crítica dissertativa de cada componente da unidade – os materiais e as estratégias de ensino. Com isso, ensinam-se comentários e sugestões para o aprimoramento da UEPS. Cabe ressaltar que, pode-se recomendar, no início do curso, que os alunos elaborem essa avaliação ao longo das aulas.

Avaliação da aprendizagem na UEPS

Esta avaliação baseia-se nas observações livres em sala de aula, na participação dos alunos nas discussões e atividades coletivas e na avaliação somativa individual. Sugere-se que seu peso compreenda 70% da nota final. O restante da nota compreende a avaliação da UEPS pelos alunos em relação aos seus elementos: a) a dinâmica em sala de aula; b) as atividades colaborativas; c) ao texto e os artigos; d) aos vídeos/documentários; e) ao quadro comparativo.

Avaliação da UPES pelo docente

A partir desta avaliação, o docente pode produzir as alterações que se fizerem necessárias na UEPS, visando, sempre, a aprendizagem significativa dos alunos.

Referências

BARILLÉ, A. **Era uma vez: os inventores** – Faraday e a eletricidade, 1994.

BBC: **SHOCK and awe: the story of electricity**. Direção de Tim Usborne. Reino Unido: BBC Four, 2011.

NATIONAL GEOGRAPHIC. **Os seis experimentos que mudaram o mundo** – Newton e o prisma. National Geographic, 1999.

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.

RAICIK, A. C. Galvani, volta e os experimentos cruciais: a emblemática controvérsia da eletricidade animal. Submetido(a).

RAICIK, A. C. O término de uma controvérsia não resolvida: a enigmática querela entre Galvani, Volta e um sapo a(ini)migo. Submetido(b).

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q.; ANGOTTI, J. A. P. Da *instantia crucis* ao experimento crucial: diferentes perspectivas na filosofia e na ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 3, p. 192-206, 2017a.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q.; ANGOTTI, J. A. P. Uma análise da ilustração do experimentum crucis de Newton em materiais de divulgação científica. **Física na Escola**, v. 15, n. 2, p. 24-30, 2017b.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q.; ANGOTTI, J. A. P. Experimentos exploratórios e experientia literata: (re) pensando a experimentação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 1, 2018^a.

RAICIK, A.C.; PEDUZZI, L. O. Q.; ANGOTTI, J. A. P. A estrutura conceitual e epistemológica de uma controvérsia científica: implicações para o ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.13, n.1, p. 42-62, 2018b.

RAICIK, A. C.; ANGOTTI, J. A. P. A escolha teórica em controvérsias científicas: valores e seus juízes à luz de concepções kuhnianas. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 331-349, 2019.

TVEscola. **O sapo no poço**. França: Gamania Creative Center, 2009.