

Replicação de uma experiência histórica em Anatomia Humana: o papel da experiência de William Harvey a favor do movimento circular do sangue

Gabriel Ribeiro
José Luís Coelho da Silva

Resumo

A replicação de experiências históricas, isto é, experiências realizadas por cientistas de outrora e que constituíram marcos relevantes na história de uma descoberta científica é uma possível via para a integração da História da Ciência na promoção da Educação em Ciências. É um exemplo de uma experiência histórica aquela que foi desenvolvida por William Harvey (1578-1657), médico inglês, com o intuito de compreender o movimento do sangue no corpo humano e que se encontra descrita na obra *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* de 1628 (Estudo anatômico sobre o movimento do coração e do sangue nos animais, Caderno de Tradução, nº 5 DF/USP, 1999, tradução de Regina Rebollo). A partir desta descrição, construiu-se um protocolo orientador da replicação desta experiência e que, em articulação com outras fontes de caráter histórico, corporizou uma intervenção pedagógica para a abordagem da temática Sistema Circulatório Humano. Foi desenvolvida no âmbito da disciplina de Anatomia Humana da Licenciatura em Biologia Humana na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, tendo envolvido 22 alunos. Efetua-se a descrição e fundamentação da replicação da experiência histórica e analisa-se o valor educativo conferido pelos alunos a esta atividade de aprendizagem. A compreensão de como o conhecimento é construído e o desenvolvimento da capacidade de analisar criticamente perspectivas científicas anteriores são alguns dos contributos educativos apontados pelos alunos.

Palavras-chave: Experiência histórica, William Harvey, Circulação sanguínea humana

Abstract

The replication of historical experiences, that is, experiments carried out by scientists of the past and which have been relevant milestones in the history of a scientific discovery, is a possible way to integrate the History of Science in the promotion of Science Education. It is an example of a historical experience that was developed by William Harvey (1578-1657), english physician, with the intention of understanding the movement of blood in the human body and described in the work from 1628 *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* (Estudo anatômico sobre o movimento do coração e do sangue nos animais, Caderno de Tradução, nº 5 DF/USP, 1999, translated by Regina Rebollo). Based on this description, a protocol was developed to guide the replication of this experience and, in articulation with other sources of historical character, embodied a pedagogical intervention to approach the Human Circulatory System. It was developed within the Human Anatomy discipline in Pre-service Biological Sciences Teacher Education at the Federal University of the Recôncavo of Bahia, involving 22 students. We describe and substantiate the replication of historical experience and analyze the educational value conferred by students to this learning activity. The understanding of how knowledge is constructed and the development of the capacity to critically analyze previous scientific perspectives are some of the educational contributions pointed out by the students.

Keywords: Historical experience, William Harvey, Human blood circulation

INTRODUÇÃO

A replicação de experiências históricas, isto é, experiências realizadas por cientistas de outrora e que constituíram marcos relevantes na história de uma descoberta científica é uma possível

via para a integração da História da Ciência na promoção da Educação em Ciências. É um exemplo de uma experiência histórica aquela que foi desenvolvida por William Harvey (1578-1657), médico inglês, com o intuito de compreender o movimento do sangue no corpo humano e que se encontra descrita na obra *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* de 1628.¹ A partir desta descrição, construiu-se um protocolo/guião orientador da replicação desta experiência e que, em articulação com outras fontes de carácter histórico, corporizou uma intervenção pedagógica para a abordagem da temática Sistema Circulatório Humano. Neste sentido, efetua-se a apresentação e fundamentação da estrutura e do modo de operacionalização desse protocolo, no âmbito da disciplina de Anatomia Humana da Licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (Campus de Cruz das Almas, Brasil). Posteriormente, recorrendo-se à voz dos alunos participantes nesta intervenção pedagógica, analisam-se potencialidades e constrangimentos da replicação desta experiência histórica.

REPLICAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS HISTÓRICAS

A replicação de experiências históricas pode ampliar a compreensão sobre a Ciência praticada no passado, através da exploração de dimensões do trabalho científico que não estão disponíveis nas descrições dessas experiências.² Por exemplo, os conhecimentos tácitos – associados às capacidades e técnicas empregadas pelos cientistas durante a realização de uma experiência – não poderiam ser registrados completamente em descrições textuais, ou desenhos, porque foram inconscientes ou muito complexos, mas, por outro lado, poderão ser compreendidos por meio das replicações históricas.³ Neste sentido, os alunos ao replicarem uma experiência poderão ter os mesmos “insights” dos cientistas e, de alguma maneira, ter acesso a esses conhecimentos tácitos. Outra potencialidade da replicação de experiências históricas prende-se com o facto de esta fonte de informação poder contribuir para a (re)construção das concepções sobre Natureza da Ciência. Permitirá a compreensão, tanto por alunos como por professores, de que a construção do conhecimento científico é mais complexa do que usualmente se pensa, contribuindo, assim, para a promoção da superação das grandes simplificações, patentes em larga medida na educação científica.⁴

¹ William Harvey, *Estudo Anatômico sobre o Movimento do Coração e do Sangue nos Animais*, Caderno de tradução nº 5, Trad. Regina André Rebolho (São Paulo: Departamento de Filosofia da Universidade de São Paulo, 1999).

² Hasok Chang, “How Historical Experiments can improve Scientific Knowledge and Science Education: The Cases of Boiling Water and Electrochemistry.” *Science & Education* 20, nº 3-4 (2011): 317-341.

³ Dietmar Höttecke, “How and What can we learn from Replicating Historical Experiments? A Case Study.” *Science & Education* 9, nº 4 (2000): 342-362.

⁴ Chang, 322.

A avaliação do impacto da replicação de experiências históricas permite, ainda, assinalar as seguintes vantagens educativas⁵: a) motivar a participação dos alunos por meio do questionamento; b) contribuir para a aprendizagem das temáticas exploradas; c) romper com a fragmentação entre aulas teóricas e aulas experimentais e d) contribuir para o entendimento do processo de elaboração de teorias e da transformação destas em experimentos executáveis.

METODOLOGIA

A metodologia que aqui se explicita compreende uma componente pedagógica e uma componente investigativa. A componente pedagógica consiste na descrição e fundamentação de uma atividade de aprendizagem – Replicação de uma Experiência Histórica -, integrada num conjunto mais vasto de atividades de aprendizagem direcionadas para a operacionalização da História da Ciência na Educação em Ciências. A componente investigativa inclui a descrição dos procedimentos mobilizados para efetuar uma avaliação do valor educativo dessa atividade de aprendizagem, identificando-se potencialidades e constrangimentos segundo o olhar dos alunos participantes.

A replicação da experiência histórica de William Harvey (1578-1657), realizada com o intuito de compreender o movimento do sangue no corpo humano⁶, é uma das sete atividades de aprendizagem (AtAp) que corporizam uma intervenção pedagógica⁷ orientada para a exploração da História da Ciência na abordagem da temática Sistema Circulatório Humano. Foi desenvolvida na disciplina de Anatomia Humana da Licenciatura em Biologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, durante o período de 43 aulas de 45 minutos cada uma. Participaram na intervenção pedagógica 22 alunos, com uma distribuição equitativa em função da variável sexo (11 homens e 11 mulheres). Este conjunto de alunos caracteriza-se, ainda, por uma dispersão etária, sendo distribuídos, de acordo com as normas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, por sete grupos: 1) 15-19 anos: 1 aluno, 2) 20-24 anos: 4 alunos, 3) 25-29 anos: 8 alunos, 4) 30-34 anos: 3 alunos, 5) 35-39 anos: 2 alunos, 6) 45-49 anos: 3 alunos e 7) 50-54 anos: 1 aluno. A média de idades é de 30,4 anos, mas com o desvio padrão de 9,4.

A intervenção pedagógica caracteriza-se pela operacionalização de momentos de aprendizagem focalizados na interpretação de informação histórica, em suportes de natureza

⁵ Fábio Freitas & Olival Freire Júnior, "O Plano Inclinado Galileano: Notas sobre uma Tomada de Dados com Estudantes do Ensino Superior", in *Atas do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. O Ensino no Ano Mundial da Física* (Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Física, 2005). <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0005-1.pdf>

⁶ Harvey, 62-67.

⁷ Gabriel Ribeiro & José Luís Coelho da Silva, "Discutindo o Processo de Criação Científica por meio de uma Abordagem Histórica da Anatomia Humana em um Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas." *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* 19 (2019): 67-94.

diversificada⁸, em articulação com momentos de aprendizagem focalizados na reflexão metacognitiva. Identifica-se, ainda, por uma abordagem centrada na aprendizagem⁹, que valoriza: a) as interações dialógicas Alunos-Alunos e Alunos-Professor; b) a partilha, confrontação e comparação de ideias; c) a construção de consensos; d) o envolvimento ativo dos alunos na pesquisa e análise de informação; e) a cooperação; f) a reflexão metacognitiva. A intervenção pedagógica apresenta, assim, a seguinte sequência:

MOMENTO 1: Reflexão Metacognitiva (2 aulas)

- Explicitação e consciencialização pelos alunos das concepções prévias perfilhadas acerca da imagem de Cientistas, da Natureza da Ciência, e da morfologia e fisiologia do sistema circulatório humano.

MOMENTO 2: História da Ciência (8 aulas)

AtAp1: Interpretação de um conjunto de excertos de livros de História da Ciência e de artigos científicos focalizados nas ideias desenvolvidas por *Erasístrato* (séc. II a.C.), *Galeno* (séc. II) e *Fabricius* (séc. XVII) acerca da morfofisiologia dos vasos sanguíneos e da produção do sangue.

AtAp2: Interpretação de um conjunto de excertos de livros de História da Ciência e de artigos científicos, semelhante à atividade anterior, mas incidindo na continuidade do desenvolvimento das ideias de *Erasístrato* e *Galeno*, complementadas com as ideias de *Colombo* (séc. XVI), acerca da morfologia interna do coração e da circulação do sangue.

MOMENTO 3: Reflexão Metacognitiva (2 aulas)

- Reflexão sobre o processo de aprendizagem, sobre o contributo das atividades anteriores no desenvolvimento das aprendizagens acerca da imagem dos Cientistas, da Natureza da Ciência e da morfologia e fisiologia do sistema circulatório humano.

MOMENTO 4: História da Ciência (8 aulas)

AtAp3: Interpretação de um texto primário de *William Harvey*¹⁰ (séc. XVII) acerca da produção e circulação do sangue.

⁸ Livros de História da Ciência, artigos científicos, texto primário, texto de divulgação científica e replicação de experiência histórica.

⁹ Javier Tourón & Déborah Martín, *Aprender y enseñar en la universidad hoy. Una guía práctica para profesores* (Logroño, España: Universidad Internacional de La Rioja 2019), 30-35.

¹⁰ Harvey, 48-53.

AtAp4: Replicação de uma experiência histórica de *William Harvey*¹¹ (séc. XVII), em articulação com a atividade anterior, sobre a circulação do sangue e a morfologia dos vasos sanguíneos.

MOMENTO 5: Reflexão Metacognitiva (2 aulas)

- Reflexão sobre o processo de aprendizagem, sobre o contributo das ideias de William Harvey no desenvolvimento das aprendizagens, identificando os saberes já compreendidos e aqueles que ainda precisam de ser aprofundados.

MOMENTO 6: História da Ciência (12 aulas)

AtAp5: Interpretação de um artigo científico focalizado nas descobertas de *Giulio Bizzozero*¹² (séc XIX) sobre a produção do sangue.

AtAp6: Interpretação de um artigo científico focalizado nas descobertas de *Alfred Blalock, Helen Taussig & Vivien Thomas*¹³ (séc. XX) sobre a derivação Blalock-Taussig.

AtAp7: Interpretação de um texto de divulgação científica focalizado nas descobertas de *Charles Drew*¹⁴ (séc. XX) sobre transfusão sanguínea.

MOMENTO 7: Reflexão Metacognitiva (9 aulas)

- Síntese das aprendizagens efetuadas.
- Consciencialização pelos alunos da ocorrência ou não de mudança e/ou evolução conceptual através da comparação das ideias finais com as ideias iniciais, explicitadas no momento 1.
- Análise dos fatores que terão estado na origem da mudança e/ou evolução conceptual.

A replicação da experiência de Harvey (Momento 4) foi explicitamente enquadrada num contexto histórico, sendo associada a pessoas específicas ou eventos implicados na história da descoberta, em consonância com as orientações propostas por McComas¹⁵. Assim, foi considerada a

¹¹ Harvey, 62-67.

¹² Paolo Mazzarello, Alessandro Calligaro & Alberto Calligaro, "Giulio Bizzozero: a pioneer of cell biology." *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 2 (2001): 776-781.

¹³ Thomas Brogan & Alfieris George, "Has the time come to rename the Blalock-Taussig shunt?," *Pediatric Critical Care Medicine* 4 (2003): 450-453.

¹⁴ Yves Antoine, *Inventores y científicos negros* (Barcelona: Ediciones Wanáfrica, 2014), 89-93.

¹⁵ William McComas, "The History of Science and the future of Science Education: A Typology of Approaches to History of Science in Science Instruction", in *Adapting Historical Knowledge Production to the Classroom*, ed. P. Kokkotas, K. Malamitsa & A. Rizaki (Rotterdam: Sense

sua relevância na construção de argumentos contra pressupostos do médico grego trabalhados nas duas primeiras atividades de aprendizagem focalizadas na História da Ciência. Além dos aspetos associados à aprendizagem do conhecimento substantivo, a opção por utilizar a replicação de um experimento histórico assentou, também, no contributo na compreensão da Natureza da Ciência.

O protocolo/guião que dá forma à atividade de aprendizagem de replicação da experiência de Harvey a favor do movimento circular do sangue está organizado em cinco secções: 1) Introdução, 2) Material, 3) Procedimento e Registro de Resultados, 4) Análise de Resultados e 5) Reflexão.

A secção *Introdução* inclui a enumeração dos objetivos de aprendizagem, a indicação do enfoque e da natureza da atividade, um enquadramento teórico muito sucinto e a explicitação da estrutura da atividade:

A atividade de aprendizagem está orientada para a consecução dos seguintes objetivos de aprendizagem: 1) (Re)construir conhecimentos sobre a circulação do sangue; 2) (Re)construir conhecimentos sobre a morfofunção dos vasos sanguíneos, 3) (Re)construir visões sobre Natureza da Ciência. Focaliza-se na reprodução de uma experiência que William Harvey realizou com o intuito de compreender o movimento do sangue no corpo humano e na sequência de outras investigações a que se refere sumariamente na obra de 1628 - *Exercitatio Anatomica De Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* - do seguinte modo:

“Até aqui nos ocupamos da quantidade de sangue que passa no centro do corpo pelo coração e pulmão e da quantidade de sangue que, da mesma maneira, segue das artérias para a totalidade das veias do corpo.” (p. 62)

A presente atividade de aprendizagem está organizada em cinco partes: 1) INTRODUÇÃO que apresenta os objetivos de aprendizagem, isto é, as aprendizagens a desenvolver, uma contextualização sumária, a estrutura e o modo de execução da atividade; 2) MATERIAL que especifica o material necessário para a execução da experiência; 3) PROCEDIMENTO E REGISTRO DE RESULTADOS que indica os passos a seguir na execução da experiência e o modo de registro dos resultados; 4) ANÁLISE DE RESULTADOS que inclui um conjunto de questões orientadoras da interpretação dos resultados obtidos no momento anterior; 5) REFLEXÃO que consiste na reflexão sobre a execução da própria atividade de aprendizagem na abordagem da fisiologia do sistema cardiovascular. As 3.^a e 4.^a partes serão realizadas em pequeno grupo, durante um período de 60 minutos. Em seguida, haverá um período de 30 minutos para discussão dos resultados no grupo turma. A 5.^a parte é de resolução individual e deverá ser executada em 20 minutos.

Esta introdução, à semelhança das introduções das outras atividades de aprendizagem, está orientada para a operacionalização do *Princípio Pedagógico da Transparência*:

A ação pedagógica integra a explicitação dos pressupostos e finalidades de formação que a orientam, da natureza da metodologia seguida, dos processos/percursos de aprendizagem e dos parâmetros de avaliação adotados.¹⁶

Através da relação dialógica Aluno-Aluno e Aluno-Professor, efetua-se a interpretação desse texto introdutório com o objetivo de promover a compreensão da natureza da atividade de aprendizagem e do papel que se espera do aluno. A explicitação dos objetivos de aprendizagem assume uma relevância significativa, permitindo ao aluno monitorizar a sua aprendizagem, analisando a proximidade ou o afastamento do seu desempenho ao esperado, e, conseqüentemente, definir o percurso de aprendizagem a seguir.¹⁷

As secções *Material*, *Procedimento e Registro de Resultados*, e *Análise de Resultados* fornecem um conjunto de orientações necessárias para a consecução da componente experimental. A secção *Material* indica a necessidade de ser mobilizado um tubo de látex (garrote, borracha de soro ou mangueira) para ser executado o procedimento a seguir explicitado. A secção *Procedimento e Registro de Resultados* inclui as seguintes instruções:

I. A realização desta atividade implica recorrerem a um colega mais musculoso. Decidam, em conjunto com o vosso professor, o colega que reúne esse requisito.

1. Façam um garrote na extremidade distal do braço do vosso colega, como na figura abaixo, devendo manter o antebraço ao nível do coração. Desenhem as estruturas anatómicas que observam.



1.1. Descrevam as estruturas anatómicas que observam no antebraço e tentem legendá-las.

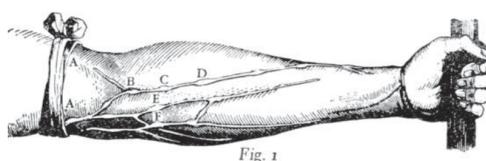
¹⁶ Flávia Vieira et al., *Transformar a Pedagogia na Universidade. Experiências de Investigação do Ensino e da Aprendizagem* (Braga: Centro de Investigação em Educação, Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho, 2004), 21.

¹⁷ Tourón & Martín, 52.

2. Relatem e comparem a vossa observação com as observações dos outros grupos. Registrem o que concluem.



3. Comparem agora as observações efetuadas pelos vários grupos com os resultados obtidos por Harvey e que ele registrou através da figura¹⁸ após apresentada. Registrem a vossa conclusão.



4. Tomando como guia/referencial a figura anterior, deslize o dedo indicador (exercendo certa pressão) sobre uma veia do antebraço do vosso colega no sentido C-D, indicado na figura, e mantenha o dedo pressionando o ponto D, após o deslizamento. Desenhem, na figura seguinte, o que observam entre os pontos C e D.



5. Repitam o procedimento anterior, mas agora no sentido D-C e pressionando o ponto C, após o deslizamento. Desenhem, na figura seguinte, o que observam entre os pontos D e C.



6. Relatem e comparem as vossas observações com as observações dos outros grupos. Registrem o que concluem.

Esta secção – *Procedimento e Registro de Resultados* – é realizada em dois momentos (identificados pela tesoura), sendo distribuídas as instruções do segundo momento só após a realização do primeiro

¹⁸ Harvey, 66.

momento no pequeno grupo e discussão no grupo turma. Deste modo, pretende-se evitar que os alunos sejam influenciados nas suas observações e interpretações pela informação fornecida no segundo momento.

A secção *Análise de Resultados* compreende as questões a seguir enumeradas:

I. De que forma os resultados desta experiência podem ser considerados uma evidência:

I.I. contra a ideia do deslocamento do sangue no organismo como um movimento de fluxo e refluxo, para cima e para baixo, como as marés?

I.II. a favor de um movimento circular do sangue no organismo?

II. Vocês, no pequeno grupo, visualizaram o mesmo antebraço de um dos colegas durante todas as fases da experiência. Inicialmente, todos chegaram às mesmas conclusões durante a resolução das questões? Porquê?

III. Discutam as vossas respostas com os vossos colegas e o vosso professor e registrem as alterações necessárias face à resposta consensualizada no grupo turma.

A operacionalização destas secções - *Procedimento e Registro de Resultados e Análise de Resultados* – está orientada para a operacionalização do *Princípio Pedagógico da Democraticidade*:

A ação pedagógica assenta em valores de uma cidadania democrática – sentido de justiça, respeito pela diferença, liberdade de pensamento e expressão, comunicação e debate de ideias, negociação de decisões, colaboração e interajuda.¹⁹

O debate de ideias processa-se através do diálogo entre os alunos, inicialmente no pequeno grupo e, posteriormente, no grupo turma, mas também entre os alunos e o professor. Esta relação dialógica assenta na partilha, confrontação, comparação e negociação de ideias, direcionando-se para a construção de consensos. Os alunos assumem o papel de construtores do conhecimento, através de processos de interação com o próprio conhecimento prévio, com os objetos em estudo e com as ideias dos seus pares. É uma abordagem pedagógica que valoriza perspetivas epistemológicas construtivistas (socioconstrutivismo²⁰, autosocioconstrutivismo²¹, construtivismo crítico²²).

¹⁹ Vieira et al., 21.

²⁰ Philippe Jonnaert, *Competências e Socioconstrutivismo. Um quadro teórico* (Lisboa: Instituto

A secção *Reflexão* é constituída por duas questões, a seguir indicadas:

- a) Indique as dificuldades que sentiu na realização desta atividade de aprendizagem.
- b) Que importância atribui à replicação de experiências históricas (experiências realizadas por cientistas de outrora), como aquela que acabou de realizar, para a sua aprendizagem? Justifique a sua resposta.

Estas últimas questões assumem, simultaneamente, uma função pedagógica e uma função investigativa. A função pedagógica está na ação de reflexão pelos próprios alunos sobre a aprendizagem, permitindo-lhes efetuar a monitorização deste processo. Deste modo, operacionaliza-se o *Princípio Pedagógico da Reflexividade*:

A ação pedagógica promove o pensamento divergente e o espírito crítico, integrando uma reflexão crítica sobre os seus pressupostos e finalidades, os conteúdos, a metodologia seguida, os parâmetros e métodos de avaliação, os processos/percursos de aprendizagem, o papel das disciplinas no currículo e a relação destas com a realidade sócio-profissional.²³

É, também, um momento de metacognição²⁴ e de desenvolvimento da competência de aprender a aprender²⁵ por contribuir para a promoção do desenvolvimento do conhecimento acerca da tarefa de aprendizagem, em particular, dos fatores e das condições que determinam o maior ou menor grau de dificuldade de consecução.

A função investigativa assenta no fornecimento de dados, valorizando-se a voz dos alunos, passíveis de serem mobilizados pelo professor para refletir, monitorizar e aperfeiçoar a prática pedagógica. A metodologia de investigação adotada consistiu na implementação da técnica de análise de conteúdo²⁶, através da categorização das respostas dos alunos a estas duas últimas questões e em

Piaget, 2012).

²¹ Maria Eduarda Santos, *Que Escola? Que Educação? Para que cidadania? Em que Escola?* (Alcochete, Portugal: Alfarroba, 2014), 169-171.

²² Joe Kincheloe, *Construtivismo crítico* (Mangualde, Portugal: Edições Pedagogo, 2006).

²³ Vieira et al., 21.

²⁴ Solange Locatelli, *Tópicos de Metacognição: para aprender e ensinar melhor* (Curitiba: Appris 2014) 21-29.

²⁵ Elena Martín Ortega & Amparo Moreno Hernández, *Competencia para aprender a aprender* (Madrid: Alianza Editorial, 2009) 27-30.

²⁶ Laurence Bardin, *Análise de Conteúdo*, Trad. Luís Reto e Augusto Pinheiro, 5ª ed. (Lisboa:

função de categorias definidas recursivamente à análise. Privilegiou-se um procedimento qualitativo, não se pretendendo generalizar resultados mas valorizar a perspectiva de cada um dos sujeitos. A validação da análise de conteúdo consistiu na categorização das respostas dos alunos em diferentes momentos e independentemente por cada um dos investigadores, seguida da construção de uma categorização consensual.

O papel, assumido pelo professor na reflexão sobre a própria prática pedagógica constitui-se, também, como um processo de autossupervisão²⁷, esperando-se que se repercuta no seu desenvolvimento profissional e, em última instância, na promoção da aprendizagem dos alunos.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

A avaliação da exploração educativa de uma experiência histórica – *experiência de William Harvey a favor do movimento circular do sangue* – incide na identificação das percepções dos alunos acerca das vantagens educativas deste tipo de atividades de aprendizagem e das dificuldades por eles sentidas na sua consecução.

As vantagens educativas assinaladas pelos alunos apontam o impacto da replicação da experiência histórica em dois domínios: conhecimento científico e conhecimento didático do conteúdo. No âmbito do conhecimento científico, incidem no desenvolvimento do conhecimento substantivo e do conhecimento epistemológico. A replicação da experiência histórica contribuiu, no domínio do conhecimento substantivo, para a promoção da:

- compreensão da morfologia e fisiologia do sistema circulatório humano;
- reflexão sobre ideias científicas de outrora.

Corroborava neste sentido o envolvimento dos alunos numa discussão final, manifestando o domínio das ideias sobre a função das veias, no transporte do sangue de todas as partes do corpo para o coração, e das artérias, no transporte do sangue do coração para todas as partes do corpo, e sobre a localização das veias, situadas nos planos superficial e profundo do corpo, e das artérias, situadas no plano profundo.

O contributo no desenvolvimento do conhecimento epistemológico repercutiu-se na promoção da:

Edições 70, 2016).

²⁷ Peter Hawkins & Robin Shoet, *Supervision in the Helping Professions*, 2ª ed. (Maidenhead, United Kingdom: Open University Press 2005), 30-31.

- compreensão dos processos usados na construção da Ciência;
- importância do questionamento na construção da Ciência;
- compreensão do processo de evolução da Ciência;
- compreensão da importância do conhecimento prévio na construção da Ciência;
- capacidade de observação.

A importância da replicação da experiência histórica no desenvolvimento das competências para o exercício futuro da atividade docente é também sublinhado, através da referência ao contributo no desenvolvimento do conhecimento didático do conteúdo.

Embora a perceção dos alunos aponte para um impacto educativo relevante da replicação da experiência histórica, são também evidenciados fatores de contrangimento e de facilitação na sua consecução. Os fatores de contrangimento assinalados são os seguintes:

- dificuldade na compreensão do objetivo da atividade de aprendizagem;
- dificuldade na execução da experiência;
- dificuldade na gestão do tempo de execução da atividade;
- dificuldade na identificação das estruturas observadas;
- dificuldade na interpretação das questões da atividade;
- dificuldade na interpretação dos resultados;
- dificuldade em expressar por escrito a análise dos resultados.

Estas dificuldades poderão decorrer da falta de familiarização dos alunos com este tipo de atividades de aprendizagem. Embora tenha sido a quarta atividade de um conjunto mais vasto de atividades de aprendizagem, estruturadas segundo os mesmos princípios epistemológico-didáticos, verifica-se que alguns alunos ainda mantêm dificuldades na compreensão dos objetivos de aprendizagem subjacentes às atividades.

A cooperação, decorrente do trabalho de grupo, facilitando o diálogo, a partilha e confrontação de ideias no grupo, é apontada pelos alunos como um fator que contribuiu para atenuar as dificuldades sentidas e, conseqüentemente, para a consecução da atividade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A replicação de experiências históricas como uma via para a integração da História da Ciência na Educação em Ciências mostra-se como uma possibilidade, encontrando sustentação nas perceções dos alunos acerca das potencialidades educativas da replicação da experiência histórica de

William Harvey a favor do movimento circular do sangue. Neste caso, é sublinhado o contributo não só no desenvolvimento do conhecimento substantivo e do conhecimento epistemológico mas também no desenvolvimento do conhecimento didático do conteúdo. A replicação da experiência histórica é, assim, apontada como uma estratégia passível de contribuir para o desenvolvimento das competências profissionais destes alunos, futuros professores, permitindo-lhes aprender a ensinar antes de ensinar.

No entanto, os alunos também apontam dificuldades diversificadas, que se prendem com a capacidade de execução do procedimento experimental e com a compreensão da atividade e a interpretação de resultados. Estas dificuldades apontam a necessidade de implementar tarefas educativas orientadas para: 1) promover a compreensão dos alunos acerca da natureza e estrutura das atividades de aprendizagem e 2) incrementar a capacidade da atribuição de significado a dados empíricos e de os mobilizar na construção de argumentos.

Nota:

Este trabalho é financiado pelo CIEd – Centro de Investigação em Educação, projeto UID/CED/01661/2019, Instituto de Educação da Universidade do Minho, através de fundos nacionais da FCT/MCTES-PT.

SOBRE OS AUTORES:

Gabriel Ribeiro
Universidade Federal de Recôncavo da Bahia, Brasil
fta_gabrielribeiro@ufrb.edu.br

José Luís Coelho da Silva
Universidade do Minho, Centro de Investigação em Educação, Portugal
zeluis@ie.uminho.pt