



A IMAGEM DO CIENTISTA: IMPACTO DE UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA FOCALIZADA NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

The image of scientist: the impact of a pedagogical intervention

Gabriel Ribeiro [fta_gabrielribeiro@yahoo.com.br]

*Laboratório de Ensino e Aprendizagem do Corpo Humano (LEACH)
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Rua Rui Barbosa, 710, Cruz das Almas, BA, Brasil*

José Luís de Jesus Coelho da Silva [zeluis@ie.uminho.pt]

*Departamento de Estudos Integrados de Literacia, Didáctica e Supervisão
Instituto de Educação
Universidade do Minho
Rua da Universidade, 4710-057, Braga, Portugal*

Resumo

A integração da História da Ciência na abordagem do sistema circulatório humano em articulação com atividades de reflexão metacognitiva caracteriza uma intervenção pedagógica implementada e avaliada com um grupo de 22 alunos, no componente curricular Anatomia Humana de uma Licenciatura em Ciências Biológicas. A investigação aqui efetuada centra-se na análise do impacto da integração educativa da História da Ciência na (re)construção das concepções dos alunos sobre a imagem do cientista. Esta análise processou-se com recurso a utilização de dois instrumentos de investigação, atividades de aprendizagem e guião da entrevista dos grupos focais, sendo que as respostas dos alunos às questões contidas nestes instrumentos foram avaliadas através da análise de conteúdo. A comparação entre as concepções sustentadas pelos alunos, nos momentos antes de ensino e pós-ensino, em associação com a análise das entrevistas do tipo grupo focal, indicou que a estratégia de intervenção pedagógica contribuiu globalmente para a (re)construção da imagem do cientista.

Palavras-Chave: Abordagem histórica; Sistema circulatório humano; Formação inicial de professores; Ensino de anatomia humana.

Abstract

The integration of the History of Science in the approach of the human circulatory system in articulation with activities of metacognitive reflection characterizes a pedagogical intervention implemented and evaluated with a group of 22 students, in the curricular component Human Anatomy of a Degree in Biological Sciences. The research carried out here focuses on the analysis of the impact from History of Science educational integration on the (re)construction of students' conceptions about scientist' image. This analysis was based on the use of two research tools, learning activities and interview guide of the focus groups, and the students' answers to the questions contained in these instruments were evaluated through content analysis. The comparison between the conceptions supported by the students, in the moments before teaching and post-teaching, in association with the focus group interviews analysis, indicated that the pedagogical intervention strategy contributed globally to the (re)construction of scientist' image.

Keywords: Historical approach; Human circulatory system; Teacher training; Human anatomy teaching.

INTRODUÇÃO

As visões de ciência e de cientista perfilhadas pelos cidadãos e as possíveis origens e consequências dessas representações vêm sendo investigadas, em diferentes países, há cerca de meio século. A primeira investigação voltada à descrição da imagem dos cientistas sustentada pelos cidadãos foi realizada por Mead e Métraux em 1957, com recurso à análise de uma amostra de alunos estadunidenses do ensino médio (Chambers, 1983; Christidou, 2011). De acordo com os achados de Mead e Métraux (1957), a imagem de cientista adotada por esses alunos é a seguinte:

“O cientista é um homem que usa um jaleco branco e trabalha em um laboratório. É um homem idoso ou de meia-idade e usa óculos. Ele é pequeno, por vezes pequeno e corpulento, ou alto e magro. Pode ser careca. Pode usar uma barba, pode usar barba por fazer e ser despenteado. [...]. É rodeado por equipamentos: tubos de ensaio, bicos de Bunsen, frascos e garrafas, [...] e máquinas estranhas com mostradores. [...]. Ele passa seus dias fazendo experiências. Ele despeja produtos químicos de um tubo de ensaio para outro. [...]. Varre os céus através de um telescópio [ou um microscópio!]. Faz experimentos com plantas e animais, corta-os em pedaços, injetando soro em animais.” (p. 386-387, tradução nossa).

Ao analisar o valor simbólico de cada um dos elementos presentes nesse estereótipo, Chambers (1983) fez algumas considerações. Por exemplo, a utilização de óculos relaciona-se ao cansaço visual em decorrência da intensa observação; o uso de jaleco vincula-se ao trabalho sujo e, conseqüentemente, à experimentação e ao conhecimento empírico; a barba por fazer pode representar longas horas de trabalho, portanto, um desvio de um padrão socialmente estabelecido ou a posse de sabedoria ou conhecimento. A ausência do perfil feminino, nas representações de cientistas, pode ser considerada outra característica marcante (De Meis *et al.*, 1993; Barca, 2005; Christidou, 2011; Costa & Silva, 2012).

Ainda com relação aos elementos subjacentes a esse estereótipo, De Meis *et al.* (1993) salientam que a presença de objetos de vidro, como frascos e tubos de ensaio, sugere que os cientistas são, em geral, químicos ou bioquímicos. Além disso, considerando-se o estereótipo descrito por Mead e Métraux (1957), pode-se supor que uma visão de ciência individualista e elitista encontra-se presente no imaginário dos cidadãos, quando os mesmos caracterizam os cientistas como:

“gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes... Em particular faz-se crer que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe podem ser suficientes para verificar, confirmando ou refutando, uma hipótese ou toda uma teoria.” (Gil Pérez *et al.*, 2001, p. 133).

Quando os cidadãos consideram a atividade científica como um trabalho reservado a minorias dotadas de um intelecto superior, e representam apenas homens como cientistas, nota-se, também, uma visão elitista e sexista de ciência, pois negligencia-se o papel das mulheres no desenvolvimento científico.

Seguindo-se nessa linha – de estabelecimento de pontes entre o estereótipo de cientista e a visão de ciência sustentada pelos cidadãos –, considera-se que a predominância do caráter experimental, em muitas representações da atividade dos cientistas, pode ligar-se ao não reconhecimento das elaborações teóricas necessárias à construção das hipóteses que irão orientar todo o processo de construção científica. Com base nessas considerações, argumenta-se a favor da presença de outra visão deformada de ciência, no imaginário popular, a concepção empírico-indutivista ateorica (Kosminsky & Giordan, 2002). Ademais, ao circunscrever o labor dos cientistas à dimensão experimental, desconsidera-se as ciências não experimentais, aspecto que se prende à valorização de uma única alternativa para o “fazer científico” – o suposto “método científico” –, composto por um “conjunto de etapas a serem seguidas mecanicamente” (Gil Pérez *et al.*, 2001, p. 130), entre elas, a experimentação.

Essas visões deformadas sobre os cientistas e o empreendimento científico, incidem sobre vários aspectos da vida em sociedade, inclusive têm um efeito negativo sobre a possibilidade de os jovens optarem por uma carreira de pesquisador (De Meis, *et al.*, 1993; Losh, 2010). Além disso, a percepção pública de uma profissão predominantemente masculina (extremamente competitiva) tem influenciado negativamente a escolha feminina por essa atividade laboral que, em tese, atralhalharia as relações familiares (Losh, 2010; Christidou, 2011).

Pesquisas conduzidas posteriormente ao trabalho de Mead e Métraux (1957) permitem afirmar que essa visão estereotipada de cientista, compartilhada pelos cidadãos, permaneceu estável ao longo da segunda metade do século XX (McAdam, 1990; Christidou, 2011) e início do século XXI (Christidou, 2011). A

literatura aponta que essa imagem de cientista começa a se formar por volta dos oito anos de idade (Chambers, 1983), tornando-se mais clara aos dez anos (De Meis *et al.*, 1993), sendo reforçada nos anos seguintes (Christidou, 2011). Além disso, deve-se destacar que essa visão estereotipada está presente em diversas nações, que possuem diferentes culturas (De Meis *et al.*, 1993; Christidou, 2011).

Muitos fatores são responsáveis por essas visões estereotipadas de cientista e, conseqüentemente, deformadas de ciência, destacando-se a influência exercida por: (a) diferentes mídias de massa; (b) livros de ficção voltados às crianças e adultos; (c) pais e outros adultos; (d) livros didáticos; (e) professores de ciências.

As mídias de massa contribuem de diferentes formas para a construção do estereótipo de cientista sustentado pelos cidadãos (Barca, 2005; Gallego-Torres, 2007; Mesquita & Soares, 2008), sendo que os noticiários e os programas de entretenimento, como filmes e telenovelas, exercem papel de destaque nessas construções. Os noticiários, por exemplo, sacralizam as opiniões dos cientistas, fazendo com que as mesmas funcionem como uma espécie de certificado de qualidade do novo saber (Gutiérrez Julián, Gómes Crespo & Martín-Díaz, 2001), reforçando, assim, o estatuto diferenciado da ciência frente a outras formas de conhecimento. As representações midiáticas também são referenciais para a percepção das adolescentes sobre a ciência e, portanto, imagens majoritariamente masculinas podem gerar um menor interesse das mulheres em galgar uma carreira científica (Reznik *et al.*, 2017).

Entre as mídias de massa, a produção cinematográfica do século XX teve um grande impacto na construção de imagens estereotipadas de cientista. Personagens do cinema como os doutores Moreau e Strangelove, dentre outros, contribuíram para o estabelecimento de associações entre os cientistas e o horror, o medo e a invenção de armas de destruição em massa, como a bomba atômica. Por outro lado, a figura do cientista atrapalhado, repleto de tiques nervosos e pouco compreendido por seus pares, e alunos, é observada em filmes como *Uma mente brilhante*¹ (Barca, 2005). Essas ilustrações contribuíram para a disseminação, no imaginário popular, de uma visão individualista e elitista da ciência, ou seja, essa passou a ser vista como um empreendimento altamente tecnicado, construído por indivíduos isolados do meio social e dotados de um saber especializado, aspectos que garantiriam um suposto poder sobre os demais cidadãos (Gutiérrez Julián, Gómes Crespo & Martín-Díaz, 2001; Germano, 2011). Nas palavras de Germano (2011):

“Ainda hoje quando se fala de Ciências, a imagem predominante é aquela muito aproximada do mito. Algo muito além do conhecimento do cidadão comum e que tem grande poder de verdade. Para a maioria das pessoas, o cientista e a Ciência habitam o mundo das coisas fantásticas e de compreensão inacessível.” (p. 322).

Outra mídia de massa com relevante influência na construção do imaginário popular sobre a ciência e o cientista é a televisão (Kosminsky & Giordan, 2002; Gallego Torres, 2007; Mesquita & Soares, 2008), em decorrência, principalmente, de sua ampla difusão no mundo ocidental. Considerando-se o público infanto-juvenil, o impacto da televisão é ainda maior, pois funciona, para muitas famílias, como uma “babá eletrônica”, tendo em conta o potencial atrativo, principalmente dos desenhos animados. A imagem dos cientistas representada em alguns desses desenhos remonta a uma caricatura, muitas vezes almejada em função do entretenimento, que contribui para a construção de visões deformadas de ciência (Mesquita & Soares, 2008), destacando-se as visões elitista e individualista, empírico-indutivista e rígida (exata e infalível).

Uma análise das visões de ciência ilustradas por cem revistas em quadrinhos (Gallego Torres, 2007) demonstrou resultados similares aos encontrados por Mesquita e Soares (2008), ou seja, a representação de imagens, elitista de ciência, em 91,1% das revistas analisadas, empírico-indutivista, em 64,7% das revistas, e individualistas, em 63,7%. Ainda no campo do texto escrito, McAdam (1990) propôs outro elemento que contribui para a visão de ciência e cientista sustentada pelos cidadãos: a influência dos livros de ficção científica. Após a análise de duzentos livros de ficção científica, direcionados às crianças e jovens adultos, este investigador concluiu que a imagem dos cientistas, descrita pelas crianças, é similar à encontrada nesse tipo de literatura. Em geral, uma imagem “extravagante” que se aproxima da descrita por Mead e Métraux (1957).

Além do papel exercido pelas mídias de massa e pelos livros de ficção científica, Losh (2010) sinaliza a influência dos adultos (pais, outros parentes, vizinhos, profissionais de saúde e pastores), na construção dos estereótipos de cientistas perfilhados por jovens em formação.

¹ filme estadunidense dirigido por Ron Howard, lançado no ano de 2001 e considerado um drama biográfico sobre a vida do matemático John Forbes Nash (1928-2015).

Tendo-se em consideração o quadro apresentado, responsabilizar o processo de escolarização, ou mais especificamente, o ensino de ciências, pelas visões de cientista, e de ciência, sustentadas pelos cidadãos é recair, certamente, em um reducionismo. Apesar disso, não se pode negligenciar o papel do ensino de ciências na construção de tais visões deformadas (Moreira & Ostermann, 1993; Gil Pérez *et al.*, 2001; Coelho da Silva, 2007).

O ensino de ciências também reforça a visão individualista e elitista de ciência, que imputa a construção de conhecimentos científicos a gênios isolados, inacessíveis, descartando-se, assim, a importância dos intercâmbios entre grupos de pesquisadores/cientistas e dos corpos de conhecimentos existentes em período anterior a determinada investigação. No ensino os cientistas são frequentemente representados/descritos como indivíduos com capacidades intelectuais acima dos demais, aspecto que promove discriminações de gênero, pois, em geral, os cientistas são retratados como figuras do sexo masculino (Gil Pérez *et al.*, 2001; Coelho da Silva, 2007). Finalmente, o ensino de ciências transmite uma visão socialmente neutra da ciência quando não concebe a influência de fatores sociais, políticos, econômicos, entre outros, sobre o empreendimento científico. Desta forma, a atividade científica é exposta como um processo alheio à sociedade, “sendo apenas condicionada por fatores de natureza científica ou tecnológica” (Coelho da Silva, 2007, p. 322).

Reconhecendo-se o papel do ensino de ciências na construção dessas imagens deformadas do empreendimento científico, deve-se destacar, também, o protagonismo exercido pelos livros didáticos de ciências na sustentação das mesmas (Coelho da Silva, 2007; Vidal & Porto, 2012).

A investigação referente ao conteúdo de História da Ciência (HC) contido em livros didáticos de Química, conduzida por Vidal e Porto (2012), identificou uma frágil exploração desse conteúdo. Para os investigadores, as ideias presentes nos livros didáticos contribuem para que os alunos construam visões equivocadas sobre o empreendimento científico, entre elas, a visão individualista. Coelho da Silva (2007), analisando livros didáticos de Ciências Naturais e de Biologia e Geologia, constatou a presença de visões elitistas e descontextualizadas de ciência, ao identificar que os cientistas foram representados, em geral, como indivíduos do sexo masculino, desconectados dos contextos social e familiar.

As consequências dessas visões deformadas de ciência e cientista, forjadas pelas mídias, livros de ficção científica, adultos, ensino de ciências, entre outros “agentes”, comprometem diferentes aspectos da vida em sociedade, como o desenvolvimento científico e econômico das nações (Germano, 2011), a cidadania responsável (Silva & Leite, 2003; Miller, 2004), a escolha profissional (De Meis *et al.*, 1993; Losh, 2010; Christidou, 2011) e o próprio ensino de ciências (Kosminsky & Giordan, 2002; Mesquita & Soares, 2008; Costa e Silva, Santana & Arroio, 2012). Segundo Mesquita e Soares (2008), a imagem estereotipada do cientista e da ciência, propagada pela mídia, pode criar uma barreira capaz de afastar os alunos da disciplina e do professor de ciências, aspecto que dificultaria as mediações necessárias à construção do conhecimento científico.

Considerando-se uma perspectiva mais ampliada do ensino de ciências, torna-se relevante que o professor intervenha sobre essas visões deformadas de cientista, e da empreitada científica, no intuito de contribuir para a (re)construção das mesmas, tendo em vista o desenvolvimento da criticidade dos educandos diante de questões que envolvam a ciência (Costa e Silva, Santana & Arroio, 2012). A problemática exposta torna-se mais delicada na medida em que se reconhece que os professores, e não apenas os alunos, manifestam essas visões deformadas em relação ao empreendimento científico (Gil Pérez *et al.*, 2001).

Diante do exposto, considera-se que o processo de formação de professores deve contemplar ações que contribuam para a (re)construção das imagens deformadas, de ciência e cientista, aspecto que dificilmente será alcançado se diversas disciplinas que compõem os currículos dos cursos de Licenciatura não dirigirem esforços em tal direção. Em conformidade com esse último argumento, desenvolveu-se a presente investigação, que vislumbrou a possibilidade do componente curricular Anatomia Humana, de um curso de Licenciatura em Biologia, promover discussões referentes aos cientistas e ao empreendimento científico e suas múltiplas naturezas. Nesta perspectiva, o objetivo desse estudo foi avaliar o impacto da integração educativa da História da Ciência na (re)construção das concepções dos alunos sobre a imagem do cientista. A estrutura seguinte do texto está subdividida em cinco seções: (i) História da Ciência e formação de professores de ciências (ii) contexto educativo e descrição da estratégia de intervenção pedagógica; (iii) metodologia de investigação; (iv) impacto da intervenção pedagógica na (re)construção das concepções dos alunos sobre a imagem do cientista; (v) considerações finais.

HISTÓRIA DA CIÊNCIA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

O valor atribuído à utilização da HC, como elemento integrante do ensino de ciências, pode ser dimensionado por meio da apreciação das reformas/reorganizações curriculares por que passaram diversos países europeus (Duarte, 2004) e os Estados Unidos da América (Matthews, 1994).

Para Gooday *et al.* (2008, p. 324, tradução nossa), “a história da ciência cultiva formas particularmente importantes de conhecimento e compreensão sobre a ciência que não podem ser obtidas de forma tão eficaz por quaisquer outros meios”. Endossando esse ponto de vista, McComas (2011) destacou que a utilização da HC auxilia os alunos a compreenderem a relação entre ciência e sociedade e as conexões e distinções entre ciência e tecnologia, tornando o ensino mais desafiador. Além disso, esse autor considerou que a HC favorece o desenvolvimento do raciocínio e contribui com a formação de professores, auxiliando-os em seus aprendizados sobre a ciência.

No que tange à inclusão da HC nos currículos acadêmicos para a formação docente, Pereira e Amador (2007) afirmam que este processo é necessário, pois possibilitaria aos professores a aquisição de:

“conhecimentos em temas como o reconhecimento e a interpretação de episódios de evolução teórica no decurso da história, tipificando e exemplificando diversas situações. Não esquecendo também a necessidade de contextualização da informação histórica, chamando a atenção para os inúmeros aspectos sócio-econômicos, políticos, religiosos, etc. que influenciam a prática científica” (p. 213).

Em sentido complementar, Kokkotas *et al.* (2008) declararam que a utilização da HC, no âmbito da formação de professores, pode contribuir para a gradual apropriação dos significados contemporâneos das naturezas do ensino, da aprendizagem e da ciência. Em especial, os contributos da HC para a (re)construção de visões de professores sobre natureza da ciência tem sido objeto de substantiva consideração por parte de alguns investigadores (ver Rudge & Howe, 2009; Teixeira, Freire Junior & El-Hani, 2009). Os resultados de uma análise de dissertações e teses brasileiras relacionadas ao ensino de biologia – publicadas entre os anos de 1983 e 2013 –, apontaram que a utilização da história e filosofia da ciência (HFC), em propostas de ensino, promoveu uma melhor compreensão da natureza da ciência, além de um maior interesse pelo ensino de biologia (Augusto & Basílio, 2018).

Apesar da existência desse conjunto de argumentos a favor da utilização da HC no ensino de ciências e do reconhecimento deste pela comunidade internacional, “há pouca inclusão da história da ciência, quer em livros didáticos ou no discurso de sala de aula” (McComas, 2011, p.39, tradução nossa), aspecto endossado por vários investigadores (ver Flôr & Cassiani, 2005; Teixeira, Freire Junior & El-Hani, 2009; Zanotello, 2011).

Duarte (2004) afirma que as reformas/reorganizações curriculares não têm sentido sem modificações na formação de professores, os quais irão implementar práticas de ensino de ciências, associadas a HC. Em seu estudo, a autora apresenta uma série de pesquisas que evidenciaram a lacuna nas formações inicial e continuada de professores portugueses que ensinam ciências, no que tange à HC. No contexto brasileiro, os autores dos Parâmetros Curriculares Nacionais referentes ao ensino fundamental descreveram a importância da inserção de elementos de HFC no ensino, mas afirmam que tal processo torna-se um desafio para o professor de ciências, em virtude das limitações de sua formação inicial, desprovida de referências sobre essas questões (Flôr & Cassiani, 2005).

“O fato de os cursos de licenciatura em ciências naturais, na maioria dos casos, não contemplarem reflexões de ordem filosófica e epistemológica acerca do empreendimento científico parece ser, um dos mais imponentes obstáculos à utilização da história da ciência em sala de aula pelo professor. Desprovido muitas vezes de um conhecimento mais amplo sobre essas discussões, o professor acaba deixado à mercê de suas próprias vivências e interpretações, que poderão servir como base para a atuação em sala de aula.” (Flôr & Cassiani, 2005, p. 3).

Tais problemáticas aliam-se, também, aos argumentos propostos por Monk e Osborne (1997) para o fracasso da inclusão de HFC, no ensino de ciências. Para esses investigadores há uma excessiva preocupação dos professores com a aprendizagem dos conteúdos científicos e com a consequente administração da sala de aula, para atingir esse fim; elementos que podem estar associados, entre outras questões, à limitações na formação inicial dos professores.

Assim, como elucidado por Duarte (2004), as dificuldades para a inclusão da HC no ensino de ciências só poderão ser superadas mediante uma formação docente direcionada a tal perspectiva. Na mesma direção, a revisão de literatura realizada por Augusto e Basílio (2018), citada anteriormente, evidencia que “um ponto comum à maioria dos trabalhos é a proposição de disciplinas que abordem a História e a Filosofia da Biologia nas Licenciaturas para a melhoria da formação de professores” (p. 82).

As Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas² apontam que os biólogos, bacharéis ou licenciados, deverão adquirir em sua formação inicial a seguinte, entre várias competências: “entender o processo histórico de produção do conhecimento das ciências biológicas referente a conceitos/princípios/teorias” (Brasil, 2001, p. 4).

Segundo Matthews (1994), professores de ciências comprometidos com a utilização da HC poderiam contribuir para um ensino de melhor qualidade, dentro de uma perspectiva humanística, crítica, desafiadora e coerente com o desenvolvimento da ciência. No âmbito da formação de professores de química, Fernández, Quintanilla e Blancafort (2010, p. 282, tradução nossa) completam tal perspectiva ao fazerem as seguintes considerações:

“é essencial reconhecer o papel do professor como mediador entre a evolução histórica do conhecimento científico e o conhecimento científico escolar, razão pela qual, se reconhece que o ensino das ciências e a formação docente tem que considerar uma ressignificação das bases que as sustentam, para assim tratar de formular novas propostas, como a inclusão da História da Ciência na formação de professores, que visa permitir uma maior participação do docente de química na construção de seu conhecimento profissional e científico.”

Além de todos esses aspectos, considera-se que os professores de ciências deveriam possuir um conhecimento amplo sobre a disciplina que ministram e a riqueza da HC poderia contribuir com a construção desse arcabouço teórico, mesmo que todo esse repertório não seja explorado, diretamente, no ambiente da sala de aula (Matthews, 1994). Segundo Zanotello (2011, p. 989):

“não parece concebível que um bom professor de ciências não possua conhecimentos sólidos em relação a sua disciplina no que tange à terminologia por ela utilizada, aos seus objetivos por vezes conflitantes e ao seu caráter cultural e histórico.”

Por outro lado, não devemos esperar que os futuros professores de ciências se tornem historiadores, filósofos ou sociólogos da ciência, portanto, deve-se planejar objetivos modestos ao ensinar conteúdos científicos, com recurso a HC (Matthews, 1998). Nesta direção, julga-se pertinente enfatizar a licença que os professores de ciências devem ter para desvincilharem-se dos detalhes da HC, quando tais minúcias prejudicarem objetivos de aprendizagem mais relevantes (Rudge & Howe, 2009).

CONTEXTO EDUCATIVO E DESCRIÇÃO DA ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

A estratégia de intervenção pedagógica caracteriza-se sumariamente pela implementação de atividades de aprendizagem focalizadas na exploração da HC em articulação com atividades de aprendizagem centradas na reflexão metacognitiva sobre o processo de aprendizagem. Esta intervenção foi explorada num cenário educativo de cariz dialógico e cooperativo em que se potencializou o papel das interações alunos-alunos e alunos-professor na (re)construção dos saberes, seguindo uma perspectiva de cunho socioconstrutivista (Bächtold, 2013).

A intervenção pedagógica foi desenvolvida no âmbito do componente curricular Anatomia Humana, que compõe o elenco de componentes curriculares obrigatórios do segundo semestre de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Focalizou-se na temática sistema circulatório humano, tendo em vista que a compreensão da circulação do sangue é considerada uma revolução científica no âmbito da História da Biologia (Agutter & Wheatley, 2008). Neste sentido, julgou-se relevante que os 22 licenciandos em Biologia, futuros professores, compreendessem esse episódio fundamental da ciência que ensinarão. Além disto, o sistema circulatório humano é um conteúdo central no currículo escolar de biologia (Alkhawaldeh, 2007).

² Referimos, especificamente, as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas, porque a intervenção pedagógica, cerne da presente investigação, foi implementada em um curso de Licenciatura em Biologia.

O Quadro 1 apresenta a estrutura global da intervenção pedagógica, evidenciando os tipos de atividades de aprendizagem implementadas – atividades de História da Ciência (At-HC), atividades de reflexão e atividade de síntese – e algumas características que lhes conferem identidade. Neste quadro está indicado os tipos de fontes de informação mobilizadas, sendo esta uma característica que diferencia as atividades de História da Ciência. Pode-se observar, também, os cientistas cujas as ideias foram abordadas na intervenção pedagógica. No Quadro 1 ainda estão referidos os conteúdos científicos trabalhados, o modo de resolução adotado e o número de aulas dedicado a cada uma das atividades de aprendizagem.

Quadro 1 – Estrutura global da intervenção pedagógica.

Atividades de Aprendizagem				Conteúdo científico	Modo de resolução	Nº de aulas 45 min
Nº das At-HC	Fonte de informação	Cientista	Época século			
-	REFLEXÃO			-	Individual Grupo turma	2
1	Excertos de livros de História da Ciência e de artigos científicos	Erasístrato Galeno Fabricius	II a.C. II XVII	Vasos sanguíneos: morfofunção Produção do sangue	Pequeno grupo Grupo turma Individual	8
2	Excertos de livros de História da Ciência e de artigos científicos	Erasístrato Galeno Colombo	II a.C. II XVI	Morfologia interna do coração Circulação do sangue	Pequeno grupo Grupo turma Individual	
-	REFLEXÃO			-	Individual	2
3	Texto autêntico	William Harvey	XVII	Circulação do sangue Produção do sangue	Pequeno grupo Grupo turma Individual	4
4	Experimento histórico: replicação	William Harvey	XVII	Circulação do sangue Vasos sanguíneos: morfofunção	Pequeno grupo Grupo turma Individual	4
-	REFLEXÃO			-	Individual	2
5	Artigo científico	Giulio Bizzozero	XIX	Produção do sangue	Pequeno grupo Grupo turma Individual	4
6	Artigo científico	Alfred Blalock Helen Taussig Vivien Thomas	XX XX XX	Derivação Blalock- Taussig	Pequeno grupo Grupo turma Individual	4
7	Texto de divulgação científica	Charles Drew	XX	Transfusão sanguínea	Pequeno grupo Grupo turma Individual	4
-	SÍNTESE			Conteúdos anteriores	Pequeno grupo Grupo turma	4
-	REFLEXÃO			-	Individual	5

Legenda: Nº At-HC: número das atividades de História da Ciência de acordo com a ordem de implementação; a.C.: antes de Cristo; min: minutos.

As atividades de HC foram mobilizadas com a finalidade de contribuir para que os alunos (re)construíssem conhecimentos científicos, associados à morfofunção do sistema circulatório humano, e conhecimentos epistemológicos, relacionados às dimensões da natureza da ciência consideradas (imagem do cientista, contexto da atividade científica, processo de criação científica e evolução do conhecimento científico).

As atividades de reflexão, de cariz metacognitivo, pretenderam auxiliar os alunos na tomada de consciência acerca de seus conhecimentos, científicos e epistemológicos, em três momentos: antes, durante e após o ensino. Com relação ao momento durante o ensino, a título de exemplo, seguem algumas questões que compuseram as atividades de reflexão e que tiveram como foco o trabalho sobre a imagem do cientista:

(a) explique o modo como este texto contribuiu para a (re)construção da imagem acerca de quem são os cidadãos (cientistas) envolvidos na criação/investigação científica; (b) indique as vantagens para a sua aprendizagem da exploração deste tipo de texto, focalizado na vida e obra dos cientistas.

A atividade de síntese teve o propósito de contribuir para a sistematização dos referidos conhecimentos, construídos ao longo da estratégia de intervenção pedagógica.

Efetua-se, agora, uma descrição mais pormenorizada das atividades de HC, considerando-se, especificamente, os elementos que caracterizam a imagem do cientista veiculada na estratégia de intervenção pedagógica. Destaca-se que a intervenção foi composta por sete atividades de HC (At-HC), numeradas de acordo com a ordem de implementação e intituladas da seguinte forma:

1. Interpretação de fragmentos da História da Ciência sobre artérias, veias e produção de sangue (At-HC1);
2. Interpretação de fragmentos da História da Ciência: coração e pequena circulação (At-HC2);
3. Interpretação de um texto autêntico de William Harvey (At-HC3);
4. Reconstrução de um experimento histórico de William Harvey (At-HC4);
5. Interpretação de um artigo científico sobre a vida e obra de Giulio Bizzozero (At-HC5);
6. Interpretação de um artigo científico sobre a Derivação Blalock-Taussig (At-HC6);
7. Interpretação de um texto de divulgação científica sobre a biografia de Charles Richard Drew (At-HC7).

A imagem de cientista trabalhada nas atividades de HC foi caracterizada pelos atributos que identificam o cientista como indivíduo e que o situam num contexto familiar (ver Quadro 2).

Quadro 2 - Atributos associados aos cientistas, patentes nas atividades de aprendizagem de História da Ciência.

At-HC		Atributos associados aos cientistas			
nº	Cientistas	Origem	Sexo	Contexto familiar	Episódios/Aspectos particulares
1	Erasístrato	Branco	Masc	- Família de médicos (Pai: médico; Mãe: irmã de um médico; Cleopantus, Irmão: médico)	- Sofria de câncer - Cometeu suicido
	Galeno	Branco	Masc	- Pai: arquiteto	- Estudos realizados incluíram Filosofia e Matemática - Formação em Medicina por determinação do pai
	Fabricius	Branco	Masc		- Assinalava a atividade de ensinar como limitativa da atividade de pesquisa - Reformou-se por motivos de saúde
2	Galeno	Branco	Masc		- Monoteísta, embora não fosse Cristão
	Colombo	Branco	Masc	Pai: boticário	- Críticas públicas a Vesálio determinaram o fim da amizade entre eles
3	William Harvey	Branco	Masc		- Médico de dois reis ingleses: James I e Charles I - Francis Bacon: paciente de Harvey
4					
5	Giulio Bizzozero	Branco	Masc	- Família de classe média (Pai: pequeno industrial) - Família envolvida em atividades sociais e políticas - Mãe: voluntária como enfermeira	- Imagem de herói para muitos estudantes e jovens médicos - Capacidades inatas de liderança - Doença ocular pôs fim à atividade de microscopia

Quadro 2 (continuação) - Atributos associados aos cientistas, patentes nas atividades de aprendizagem de História da Ciência.

At-HC		Atributos associados aos cientistas			
nº	Cientistas	Origem	Sexo	Contexto familiar	Episódios/Aspectos particulares
5	Giulio Bizzozero	Branco	Masc	- Cesare, irmão mais velho: lutava contra a Áustria	- Morte por pneumonia
6	Alfred Blalock	Branco	Masc		
	Helen Taussig	Branco	Fem		- Doenças: sofria de dislexia, sofreu perda auditiva após um quadro de coqueluche
	Vivien Thomas	Negro	Masc	- Pai: carpinteiro - Dificuldades financeiras levaram ao abandono do curso de medicina	- Atividade de carpinteiro durante os anos de colégio
7	Charles Drew	Negro	Masc	- Pai: estofador - Mãe: professora - O mais velho de cinco filhos - Situação econômica precária	- Vendia jornais, aos doze anos, para ajudar os pais - Morte por hemorragia causada por um acidente de viação - Atleta, Diretor de atletismo

Legenda - At-HC: atividade de História da Ciência; **nº:** número da atividade de História da Ciência.

Nas atividades de HC foram considerados cientistas de origem diversificada (brancos e negros) e de ambos os sexos (masculino e feminino). O cientista foi retratado, também, como um indivíduo que possui um contexto familiar, tal como o cidadão dito comum, que sofre as influências desse contexto e que vivencia situações de maior ou menor felicidade, próprias do percurso de vida de qualquer pessoa. Pretendeu-se com esta abordagem promover a reconstrução de visões estereotipadas de cientista, como a de um indivíduo branco, do sexo masculino e desprovido de um meio familiar (Finson, Beaver & Cramond, 1995; Zanon & Machado, 2013). O desequilíbrio entre o número de cientistas brancos e negros, de cientistas homens e mulheres prendeu-se a dificuldade de encontrar na literatura contributos de cientistas mulheres e de cientistas negros, no âmbito da temática sistema circulatório humano. Esta dificuldade pode estar relacionada com a limitada participação de negros e mulheres na construção de conhecimentos científicos sobre a temática em questão e na atividade científica das épocas contempladas pelo presente estudo.

O contexto familiar dos cientistas foi evidenciado na: (a) descrição das atividades laborais desenvolvidas pelos parentes mais próximos, como, por exemplo, os progenitores (pai e/ou mãe) e/ou os irmãos, como nos casos de Galeno e Giulio Bizzozero; (b) exposição da situação econômica das famílias, como a vivenciada por Charles Drew; (c) referência ao envolvimento de familiares em atividades políticas, aspecto patente no caso de Giulio Bizzozero. Os excertos das atividades de aprendizagem, aqui grifados, ilustram estes aspectos:

“Galeno (...) nasceu em Pérgamo, que hoje faz parte da Turquia, mas que na época se situava nos limites do Império Romano. O pai [Nico de Pérgamo] foi um arquiteto próspero que se dedicou ao filho dotado, proporcionando-lhe uma educação estável (em grego), que incluiu a filosofia e a matemática. Quem sabe o que teria acontecido se o pai não houvesse perseguido um sonho tão poderoso, ao dizer ao filho que ele tinha de ser médico?” (At-HC1).

“Giulio Bizzozero (1846– 1901), filho de Felice Bizzozero, um industrial de pequeno porte, e de Carolina Veratti, nasceu em Varese, não muito longe de Milão, em uma família de classe média que estava profundamente envolvida no Risorgimento – atividades sociais e políticas voltadas à libertação da Itália do domínio austríaco. Em 1859, enquanto seu irmão mais velho Cesare lutava contra a Áustria, sua mãe se ofereceu como enfermeira no Hospital de Varese, que estava cheio de pacientes feridos da guerra” (At-HC5).

“Nascido no gueto, em Washington D.C., Charles R. Drew [1904-1950] era o mais velho de uma família de cinco filhos. O seu pai era estofador e a sua mãe

professora. A precária situação econômica da família pressionou Drew, que tinha, então, doze anos, a ajudar os pais vendendo jornais” (At-HC7)

Os episódios/aspectos particulares da vida dos cientistas estão evidenciados na: (a) descrição dos problemas de saúde enfrentados, como na situação vivenciada por Erasítrato; (b) referência a aspectos religiosos, como no caso de Galeno; (c) alusão a atividades laborais executadas durante o período infanto-juvenil, questão presente na vida de Vivien Thomas; (d) consideração a atividade esportiva desempenhada por Charles Drew. Os seguintes excertos das atividades de aprendizagem, aqui grifados, ilustram estes pontos:

“De acordo com a tradição biográfica, quando Erasítrato diagnosticou sua própria doença como um câncer incurável, ele cometeu suicídio em vez de sofrer declínio inexorável” (At-HC1).

“Galeno não era cristão, mas acreditava num só deus, e foi muito fácil para os primeiros comentadores cristãos incluí-lo na comunidade cristã” (At-HC2).

“No outono de 1929, Thomas, que aspirava uma carreira médica, tinha se inscrito no Tennessee State College, que era então limitado a estudantes afro-americanos. No entanto, o dinheiro que tinha guardado, enquanto trabalhava como carpinteiro durante seus anos de colégio, foi perdido quando o banco com o qual operava faliu naquele mesmo ano” (At-HC6).

“Nesse mesmo ano, [Drew] ingressou no Amherst College, onde se destacou notavelmente no futebol americano. Ele se tornou a estrela de sua equipe e lhe entregaram o troféu Howard Hill Mossman, que recompensa os esforços daqueles que obtiveram os melhores resultados no atletismo, de todo o centro” (At-HC7).

O Quadro 3 complementa a imagem de cientista trabalhada na intervenção pedagógica, com a enumeração de outras atividades realizadas pelos cientistas para além do âmbito da investigação científica.

Quadro 3 - Atividades de disseminação da ciência, sociais e políticas dos cientistas, patentes nas atividades de aprendizagem focalizadas na exploração da História da Ciência.

At-HC		Atividades do Cientista		
		Disseminação científica		Ação social e/ou política
nº	Cientistas	Ensino	Publicações, Sessões de divulgação	
1	Fabricius	- Professor particular de Anatomia e professor na Universidade de Pádua - Contributo para o ensino da anatomia com a construção do primeiro teatro permanente adequado à realização de dissecações anatómicas públicas	- Demonstrações públicas das válvulas das veias - Publicação do livro <i>Sobre as válvulas das veias</i>	
2	Galeno	- Professor de Anatomia		
2	Colombo	- Professor de Anatomia no ano de 1542 em substituição de Vesálio	- Publicação do livro <i>De re anatomia</i>	
3	William Harvey	- Professor do <i>Royal College of Physicians</i> -(apresentação de um artigo sobre o movimento do coração e do sangue)	- Publicação do livro <i>Exercitatio Anatomica De Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus</i>	
4				

Quadro 3 (continuação) - Atividades de disseminação da ciência, sociais e políticas dos cientistas, patentes nas atividades de aprendizagem focalizadas na exploração da História da Ciência.

At-HC		Atividades do Cientista		
nº	Cientistas	Disseminação científica		Ação social e/ou política
		Ensino	Publicações, Sessões de divulgação	
5	Giulio Bizzozero	- Professor de Patologia Geral e Histologia	- Publicação de vários artigos científicos - Publicação de artigos na imprensa popular - Interventor público na promoção de uma visão benéfica de Ciência - Contributo como ilustrador científico	- Presidente de sociedades médicas - Membro de comissões de saúde pública - Senador do parlamento italiano - Defensor de medidas sociais e políticas contra a propagação de doenças infecciosas - Médico militar
6	Alfred Blalock		- Publicações sobre choque traumático e hipertensão - Relatório publicado no Journal of the Medical Association	
6	Helen Taussig		- Publicação de artigos de jornal	
6	Vivien Thomas		- Publicação de um artigo de Rollins Hanlon e Blalock - Outros artigos publicados	
7	Charles Drew	- Professor de Biologia no Morgan State College - Professor universitário de Patologia e Cirurgia		- Diretor de um programa nacional de coleta de sangue destinado às forças armadas

Legenda - At-HC: atividade de História da Ciência; **nº:** número da atividade de História da Ciência.

A intervenção pedagógica veiculou uma imagem da atividade dos cientistas que se caracteriza pela pluralidade de ações. Mostra uma atividade que não está restrita à investigação científica mas que abarca labores de outra natureza. São salientadas as atividades de disseminação do conhecimento e de participação social e política. A atividade de disseminação do conhecimento tornou-se patente na referência ao papel de professor assumido pelos cientistas enumerados, sendo salientadas as áreas de Anatomia, Histologia, Patologia e Cirurgia. Neste âmbito, destaca-se a referência ao papel do cientista italiano Fabricius na inovação do ensino da Anatomia, mediante a criação de um espaço próprio para a realização de dissecações, aspectos grifados no seguinte excerto da primeira atividade de História da Ciência (At-HC1):

*“Os anatomistas de Pádua influenciaram fortemente a revitalização da anatomia, tomando dos autores clássicos o que tinha sido doutrina e usando suas próprias observações de dissecação para fundar o estudo da anatomia moderna. (...) Em 1594 ele [Fabricius] **construiu o primeiro teatro permanente já projetado para dissecações anatômicas públicas, revolucionando, assim, o ensino de anatomia.**”*

A disseminação científica esteve presente, também, na referência a publicação de livros, de relatórios, de artigos científicos e de artigos na imprensa escrita. A publicação dos livros *De re anatomia*, de Colombo, e *Exercitatio Anatomica De Motu Cordis et Sanguinis in Animabulis*, de William Harvey foram ressaltadas na segunda e terceira atividades de HC, respectivamente.

A participação dos cientistas em intervenções de caráter social e/ou político foi considerada na abordagem dos cientistas Giulio Bizzozero (séc. XIX) e Charles Drew (séc. XX). Sublinha-se o papel exercido por Giulio Bizzozero na promoção da saúde pública, por intermédio da publicação de artigos na imprensa escrita, da participação em comissões de saúde pública, e da promoção de uma visão positiva de ciência, sensibilizando a sociedade para os seus benefícios:

*“Através de seus artigos na imprensa popular, ele [Giulio Bizzozero] tornou-se um defensor preeminente de **medidas sociais e políticas contra a propagação de doenças infecciosas**, e um **promotor ativo do entendimento público dos***

benefícios da ciência. *Por sua competência, ele foi eleito presidente de um número de sociedades médicas e membro de várias comissões de saúde pública. Em 1890, ele foi nomeado Senador – membro do parlamento italiano.”* (At-HC5)

A intervenção pedagógica pretendeu, desta forma, contribuir para a reconstrução de imagens que dissociam a investigação científica da disseminação do conhecimento científico construído e que apontam o cientista como um indivíduo isolado de um contexto familiar e social, desconectado do mundo real e encerrado em um laboratório, em dedicação exclusiva à atividade que lhe permitirá efetuar as descobertas científicas.

METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

A avaliação do impacto da integração educativa da HC na (re)construção das concepções dos alunos sobre a imagem do cientista processou-se com recurso a utilização de dois instrumentos de investigação: (a) atividades de aprendizagem e (b) guião da entrevista dos grupos focais.

As atividades de aprendizagem foram constituídas por questões que serviram a dois propósitos, contribuir com as aprendizagens dos alunos e corporificar um dos instrumentos de investigação da pesquisa, estratégia comumente utilizada em pesquisas na área de ensino de ciências, em âmbito universitário (ver Oki & Moradillo, 2008; Almeida & Sorpreso, 2010; Zanotello, 2011). As questões das atividades de aprendizagem, utilizadas com finalidade investigativa, podem ser classificadas em dois tipos, de acordo com a forma (Marconi & Lakatos, 2007): (a) abertas, pois permitiram que os alunos as respondessem de forma livre, utilizando linguagem própria, por meio de produções textuais; (b) combinadas, uma vez que conjugaram questões fechadas do tipo múltipla escolha, com questões abertas. O processo de elaboração das questões contidas nas atividades de aprendizagem foi composto pelas seguintes etapas: (1) elaboração da primeira versão das questões pelo professor-investigador, que implementou a intervenção pedagógica; (2) sujeição desta primeira versão a um especialista da área de ensino de ciências; (3) revisão/reelaboração das questões; (4) sujeição da segunda versão ao especialista da área de ensino de ciências e (5) redação final das questões, de acordo com as considerações/sugestões finais.

O guião da entrevista dos grupos focais, outro instrumento de investigação, foi empregado nas entrevistas do tipo grupo focal. Pode-se definir esse tipo de entrevista como uma técnica de pesquisa utilizada para recolher dados, por intermédio da interação de um grupo em torno de um tópico determinado pelo investigador, coordenador ou moderador do grupo (Morgan, 1996). Segundo Gondim (2002, p. 301): “O foco de análise são as opiniões surgidas a partir do jogo de influências mútuas que emergem e se desenvolvem no contexto dos grupos humanos”. A opção por esta técnica de entrevista prendeu-se à intenção de recolher as opiniões dos alunos sobre alguns aspectos relacionados à implementação da intervenção pedagógica focalizada na temática sistema circulatório humano. O processo de elaboração das questões do guião da entrevista dos grupos focais seguiu as mesmas cinco etapas empregadas na formulação das questões das atividades de aprendizagem.

Quanto à composição, os grupos focais foram constituídos por cinco alunos devido à intenção de alocar, em todas as entrevistas, membros de cada um dos cinco grupos de trabalho estabelecidos na intervenção pedagógica. Tal medida pretendeu enriquecer as entrevistas por meio da partilha de experiências e impressões provenientes das situações vivenciadas em cada grupo de trabalho. Na totalidade foram conduzidas três entrevistas do tipo grupo focal, com duração média de 90 minutos. A realização das três entrevistas seguiu o princípio da saturação dos dados (Morgan, 1997), ou seja, o pesquisador percebeu, durante a realização da terceira entrevista, que as informações recolhidas começaram a se repetir, sendo desnecessário prosseguir com outras entrevistas. Deve-se mencionar que a flexibilidade desta técnica de entrevista (ver Trad, 2009) possibilitou a inserção de outras questões, além das previstas no guião da entrevista dos grupos focais, de acordo com o andamento de cada grupo focal. Outro registro relevante, atrelado à flexibilidade desta técnica de entrevista, refere-se ao direcionamento dado pelos alunos às respostas das questões do guião da entrevista dos grupos focais. Em outras palavras, algumas perguntas do guião suscitaram, em meio à partilha de ideias, a exposição de posicionamentos associados a outros tópicos/questões da entrevista. Considera-se significativo afirmar que os áudios das entrevistas dos grupos focais foram gravados e transcritos, na íntegra, pelo próprio professor-investigador.

O Quadro 4 mostra a relação entre esses dois instrumentos de investigação, as questões que os constituem, e as informações a obter.

Quadro 4 - Relação Instrumentos de Investigação/Questões-Informação a obter.

Instrumentos de Investigação/Questões	Informação a obter
<p>Atividade de aprendizagem – Reflexão <i>As minhas ideias iniciais sobre morfofunção do sistema circulatório humano e Natureza da Ciência</i></p> <p>4. Das figuras que se seguem, indique aquela(s) que considera poder representar um cientista. 4.1. Justifique a sua resposta.</p> <p>10. Caracterize/Descreva o período de uma semana da vida de um cientista.</p>	<p>Concepções dos alunos sobre a imagem do cientista, no momento antes de ensino</p>
<p>Atividade de aprendizagem – Reflexão <i>As minhas ideias sobre morfofunção do sistema circulatório humano e Natureza da Ciência, ao final da intervenção pedagógica</i></p> <p>- Com relação às questões 4 e 10 da atividade <i>As minhas ideias iniciais sobre morfofunção do sistema circulatório humano e Natureza da Ciência</i>, descreva que mudanças ocorreram na forma como inicialmente pensava sobre cada questão.</p>	<p>Concepções dos alunos sobre a imagem do cientista, no momento pós-ensino</p>
<p>Guião da entrevista dos grupos focais</p> <p>1. De forma geral, qual é opinião de vocês sobre a intervenção pedagógica sobre o sistema circulatório? 2. A utilização da história do sistema circulatório facilitou a aprendizagem da anatomia? Por quê? 3. A utilização da história do sistema circulatório dificultou a aprendizagem da anatomia humana? Por quê? 4. O emprego da história do sistema circulatório contribuiu na compreensão sobre aspectos da natureza da ciência? Quais?</p>	<p>Percepções dos alunos sobre o papel da estratégia de intervenção pedagógica na aprendizagem relacionada a imagem do cientista</p>

As concepções dos alunos sobre a imagem do cientista, no momento antes de ensino, foram analisadas – análise de conteúdo, aos moldes de Bardin (2009) – por meio das questões 4 e 10 da atividade *As minhas ideias iniciais sobre morfofunção do sistema circulatório humano e natureza da ciência*, destacadas no Quadro 4. A questão quatro, baseada no trabalho de Domingues (2006), solicitou aos alunos que indicassem, entre várias imagens (ver figura 1), aquelas que eles consideravam corresponder à figura de um cientista; em seguida, os alunos deveriam justificar a(s) sua(s) escolha(s). Esta questão prende-se ao parâmetro intitulado *caracterização iconográfica dos cientistas*, já que por meio da iconografia problematizou-se o tema imagem do cientista.

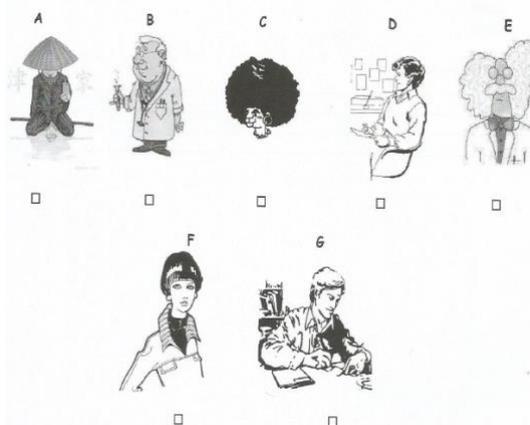


Figura 1 – Imagem utilizada na questão 4 - extraída de Domingues (2006, p. 62).

A questão 10 requisitou a caracterização/descrição do período de uma semana da vida de um cientista e associa-se, por outro lado, ao parâmetro intitulado *caracterização da atividade do cientista*. A utilização dessa questão objetivou identificar a imagem que os alunos têm da atividade do cientista, isto é, se ela assenta apenas numa única atividade que é a atividade de investigação ou se contempla outras atividades como, por exemplo, a de ensino e se ainda conjuga atividades de caráter social e familiar. A análise de conteúdo das respostas dos alunos a essas questões fundamentou-se em dois conjuntos de atributos de cientistas, o primeiro geralmente associado a perspectivas de orientação positivista e o segundo geralmente associado a perspectivas de orientação pós-positivista (Coelho da Silva, 2007, p. 82):

- **Atributos geralmente associados a uma perspectiva de orientação positivista.** O cientista é visto como um ser “bizarro”, que vive à margem do mundo real, isto é, descontextualizado de um meio familiar, cultural, econômico e político. É um indivíduo intelectualmente superior. É um gênio, um sábio. Procura, constantemente, o novo e o insólito em permanentes trabalhos de invenção. É um obstinado coletor de fatos. É um indivíduo do sexo masculino, de raça branca e ocidental, geralmente integrado num laboratório.
- **Atributos geralmente associados a uma perspectiva de orientação pós-positivista.** O cientista é visto como um cidadão comum, emocionalmente integrado no mundo real, influenciado nas suas decisões científicas por convicções e ideologias pessoais. É um indivíduo tanto do sexo masculino como do sexo feminino e de qualquer raça.

Após a análise de conteúdo, as respostas dos alunos foram integradas a uma das seguintes categorias de análise:

- **Imagem acerca dos cientistas usualmente associada a perspectiva de cariz pós-positivista.** Esta categoria incluiu as respostas que integraram atributos de cientistas que permitiram associá-las a perspectivas de cariz pós-positivista;
- **Imagem acerca dos cientistas usualmente associada a perspectiva de cariz positivista.** Esta categoria incluiu as respostas que integraram atributos de cientistas que permitiram associá-las a perspectivas de cariz positivista;
- **Ausência de resposta.** Esta categoria inclui as questões não respondidas.

Com o objetivo de validação dos dados, a seguinte sequência de quatro passos foi aplicada durante a análise de conteúdo referente a imagem do cientista:

1. Primeira categorização das respostas dos alunos, de acordo com as categorias mencionadas.
2. Segunda categorização das respostas dos alunos, comparação com a primeira categorização efetuada e definição de uma nova categorização (terceira categorização).
3. Apreciação da terceira categorização por um especialista da área de ensino de ciências e definição de uma nova categorização (quarta categorização) das respostas dos alunos, após consenso entre as opiniões do especialista e do investigador.
4. Sujeição desta quarta categorização a um segundo especialista da área de ensino de ciências e definição da quinta, e última, categorização.

As concepções dos alunos sobre a imagem do cientista, no momento pós-ensino, foram analisadas por meio das respostas dos alunos a uma questão da atividade de aprendizagem *As minhas ideias sobre morfofunção do sistema circulatório humano e Natureza da Ciência, ao final da intervenção pedagógica* (Reflexão), indicada no Quadro 4. Em termos específicos, esta questão reflexiva foi elaborada com a finalidade de avaliar a análise que os alunos fizeram de suas concepções sobre a imagem de cientista, no momento antes de ensino, e a capacidade dos mesmos de identificar atributos de suas respostas que deveriam ser alterados para alinhá-las a uma concepção pós-positivista de ciência, no momento pós-ensino. A análise das respostas dos alunos a essa questão reflexiva seguiu a sequência de quatro passos descrita acima e os mesmos conjuntos de atributos utilizados para avaliar as respostas às questões da atividade de aprendizagem *As minhas ideias iniciais sobre morfofunção do sistema circulatório humano e Natureza da Ciência* (Reflexão).

As análises qualitativas referentes às respostas dos alunos as questões das atividades de aprendizagem foram suplementadas por uma análise do tipo quantitativa, por meio da qual se determinou a frequência de respostas pertencentes a cada uma das categorias consideradas. Este procedimento quantitativo possibilitou a comparação das frequências de respostas dos alunos incluídas em cada uma das categorias de análise.

O impacto da integração educativa da HC na (re)construção das concepções dos alunos sobre a imagem do cientista fundamentou-se na comparação entre as concepções sustentadas nos momentos antes de ensino e pós-ensino. Essa análise possibilitou a identificação do processo de desenvolvimento das ideias dos alunos, classificado de acordo com as seguintes categorias:

- **Progressão.** Nesta categoria de análise foram incluídos os alunos que manifestavam, no momento antes de ensino, uma imagem acerca dos cientistas usualmente associada a perspectiva de cariz

positivista e que passaram a manifestar, no momento pós-ensino, uma imagem acerca dos cientistas usualmente associada a perspectiva de cariz pós-positivista.

- **Mesma posição.** Nesta categoria de análise foram incluídos os alunos que manifestaram, no momento pós-ensino, a mesma categoria apresentada no momento antes de ensino.
- **Regressão.** Nesta categoria de análise foram incluídos os alunos que manifestavam, no momento pós-ensino, uma imagem acerca dos cientistas usualmente associada a perspectiva de cariz positivista, embora tivessem manifestado, no momento antes de ensino, uma imagem acerca dos cientistas usualmente associada a perspectiva de cariz pós-positivista.
- **Processo indefinido.** Nesta categoria de análise foram incluídos os alunos que situavam-se, no momento antes de ensino, na categoria ausência de resposta, e que passaram a manifestar, no momento pós-ensino, imagens acerca dos cientistas usualmente associadas a perspectivas de cariz positivista ou pós-positivista. A ausência de respostas, em relação ao momento antes de ensino, não permitiu afirmar que estes alunos passaram por processos de progressão, regressão, ou que mantiveram a mesma posição.

O desenvolvimento das ideias dos alunos no sentido da progressão foi considerado um indicativo de que a integração educativa da HC contribuiu para a (re)construção das concepções dos alunos sobre a imagem do cientista.

Como pode ser observado no Quadro 4, a avaliação do impacto da integração educativa da HC na (re)construção das concepções dos alunos sobre a imagem do cientista prendeu-se, ainda, à análise de quatro questões do guião da entrevista dos grupos focais. Estas questões possibilitaram analisar as percepções dos alunos sobre o papel da intervenção pedagógica na aprendizagem relacionada à imagem do cientista. O conteúdo das respostas dos alunos foi analisado de forma qualitativa, com o intuito de identificar fragmentos dos discursos dos entrevistados capazes de indicar contributos da intervenção pedagógica para a (re)construção da imagem do cientista.

IMPACTO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA NA (RE)CONSTRUÇÃO DAS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS SOBRE A IMAGEM DO CIENTISTA

Os dados referentes às concepções dos alunos sobre a imagem do cientista, nos momentos antes de ensino e pós-ensino, foram recolhidos a partir das respostas a questões destacadas no Quadro 4.

O Quadro 5 mostra as imagens adotadas pelos alunos acerca dos cientistas, nos momentos antes de ensino e pós-ensino, de acordo com o parâmetro *caracterização iconográfica dos cientistas*.

Em caráter ilustrativo, seguem duas respostas associadas a perspectiva de cariz pós-positivista, apresentadas por alunos que assinalaram todas as imagens (ver figura 1) ilustrativas dos cientistas:

“As figuras acima não trazem informações suficientes para se considerar os personagens cientistas, ou não, pois não acredito que um cientista se defina através de características externas, nem de estereótipos e sim de conhecimento. Dessa forma, todos os personagens podem ser cientistas, ou nenhum deles.” (aluno A7)

“Todo e qualquer ser humano possui capacidade de tornar-se um cientista, independentemente da cor, raça ou credo, como idênticos geneticamente, as capacidades intelectuais podem ser trabalhadas, desde a infância, desta forma qualquer um possui este caminho à sua disposição, basta querer lutar e encarar os desafios que será preciso superar para chegar neste objetivo.” (aluno A21)

A resposta do aluno A7 explicita que um cientista não pode ser identificado por meio de características externas – provavelmente ela se refere ao sexo e à cor de pele – e estereótipos, como um indivíduo vestido de jaleco (elemento não explicitado pelo aluno). Por sua vez, o aluno A21 indica, explicitamente, que todo ser humano pode ser um cientista, aspecto que independe de características externas, como a raça. Em sua resposta, este aluno distancia-se das discriminações de gênero e raça que despontam na construção social referente aos estereótipos de cientistas e à empreitada científica, de acordo com uma série de estudos elencados por Reznik *et al.* (2017).

Quadro 5 - Imagens adotadas pelos alunos acerca dos cientistas nos momentos antes de ensino e pós-ensino, de acordo com o parâmetro caracterização iconográfica dos cientistas (n = 22).

Imagens acerca dos cientistas	Momento antes de ensino	Momento pós-ensino
	f	f
Imagem usualmente associada a perspectiva de cariz pós-positivista	6	20
▪ Imagem de cientista que não evidencia estereótipo		
- Indivíduo tanto do sexo masculino como do sexo feminino	2	13
- Indivíduo de qualquer cor de pele	3	16
- Indivíduo não necessariamente integrado num laboratório	4	6
Imagem usualmente associada a perspectivas de cariz positivista	16	2
▪ Imagem de cientista que evidencia estereótipo		
- Indivíduo geralmente integrado num laboratório	10	2
- Indivíduo intelectualmente superior	5	0
- Indivíduo que procura constantemente o novo	2	0
- Indivíduo com aparência relacionada à área em que pesquisa	1	0
- Indivíduo do sexo masculino, de cor de pele branca e ocidental	1	0
Ausência de resposta	0	0

Nota: O somatório das frequências sem negrito pode ser superior ao número total de alunos das categorias porque alguns alunos indicaram mais de uma imagem de cientista.

Por outro lado, a maioria dos alunos perfilhou imagens usualmente associadas a perspectiva de cariz positivista, quer dizer, indicaram, no momento antes de ensino, imagens de cientista que evidenciam estereótipos, como as manifestadas nas respostas abaixo:

[Marcou apenas a letra B] “Pelo traje que parece ser comum entre cientistas e pesquisadores” (aluno A15).

[Marcou apenas a letra B] “Os cientistas geralmente, ou talvez sempre, estarão usando roupas próprias para laboratório, jalecos, por exemplo” (aluno A17)

Os alunos A15 e A17 assinalaram apenas a letra B (ver figura 1) da referida questão. Esta letra corresponde a um indivíduo mais velho, de jaleco, óculos e com um tubo de ensaio nas mãos, ou seja, elementos que compõem o clássico estereótipo de um cientista integrado em um laboratório, descrito de forma pormenorizada por Mead e Métraux (1957). Esta imagem do cientista como indivíduo geralmente integrado em um laboratório associa-se à perspectiva (de cariz positivista) de que o agir do cientista é, eminentemente, experimental, e, portanto, pode-se supor, com base nas considerações de Kosminsky e Giordan (2002), que esses alunos, provavelmente, desconsideraram as elaborações teóricas e as ciências não experimentais. A referida imagem também foi identificada no estudo de McDuffie (2001), realizado com professores em formação e em exercício.

Utilizando o instrumento de investigação *Draw a Scientist Test* (Chambers, 1983), ou versões do mesmo, alguns investigadores como Rosenthal (1993), McDuffie (2001) e Miele (2014) também encontraram um percentual significativo de imagens de cientista que evidenciam visões estereotipadas, em grupos de alunos universitários.

Retornando ao Quadro 5, pode-se observar que as respostas de cinco alunos também prendem-se a imagens de cientista que evidenciam estereótipo, embora, nestes casos, ao estereótipo de um indivíduo intelectualmente superior. Abaixo são apresentados exemplos ilustrativos de respostas dos alunos que se associam a este estereótipo, relacionado a perspectiva de cariz positivista:

[Marcou apenas a letra B] “Analsei pelo óbvio, que às vezes não é tão claro assim, um senhor de óculos, bem vestido e aparentemente cheio de conhecimentos, fazendo uma comparação com as outras figuras, mas cientista é aquele que realmente se entrega ao projeto” (aluno A12).

[Marcou apenas as letras B, D e G] “São pessoas que estão em contato com o conhecimento através de livros, laboratórios, internet, aguçando seus conhecimentos fazendo experimentos” (aluno A17).

Embora o aluno A12 afirme que cientista “é aquele que realmente se entrega ao projeto”, no aparente intuito de fornecer uma caracterização geral para os cientistas, ele também afirma, inicialmente, que o indivíduo representado pela letra B é “aparentemente cheio de conhecimentos”. Portanto, esse aluno também considerou que os cientistas são indivíduos intelectualmente superiores. A justificativa apresentada pelo aluno A17, por ter marcado as letras B, D e G, possibilitou inferir que o mesmo considerou os cientistas como indivíduos intelectualmente superiores e geralmente integrados em um laboratório, fazendo experimentos. As expressões “contato com o conhecimento” e “aguçando seus conhecimentos”, utilizadas pelo aluno A17, em referência ao trabalho dos cientistas, transmitem uma ideia de que o trabalho científico é reservado a minorias dotadas de inteligência diferenciada. Nesse sentido, as respostas desses dois alunos prenderam-se, em certa medida, a uma visão elitista de ciência – construída por gênios –, caracterizada por Gil Pérez, *et al.* (2001) e identificada por McDuffie (2001) em uma investigação com professores em formação. As características de cientista maluco e com inteligência acima da média foram os principais atributos relacionados à imagem do cientista, em um recente estudo conduzido por Reznik *et al.* (2017), com adolescentes do segundo ano do ensino médio.

Diferentes autores destacam o papel da linguagem cinematográfica, dos desenhos animados e da mídia na formação de estereótipos dos cientistas (McDuffie, 2001; Barca, 2005; Mesquita & Soares, 2008). O aluno A10 torna patente, na justificativa apresentada para a marcação das letras B e E, a influência que sofreu dessas indústrias:

“É comum vermos em filmes e até em desenhos a figura do cientista como um senhor de idade, jaleco, com canetas no bolso, cabelo arrepiado e cercado de tubos de ensaio” (aluno A10).

Finalmente, a análise do Quadro 5 revela que a maioria dos alunos sustentou uma imagem usualmente associada a perspectiva de cariz pós-positivista, no momento pós-ensino, ou seja, uma imagem de cientista que não evidencia estereótipo. O estudo conduzido por Miele (2014), em uma disciplina de métodos de ensino de ciência para a educação fundamental, também evidenciou substantivas modificações nas imagens do cientista representadas pelos alunos participantes da investigação. Segundo a autora, a redução de imagens estereotipadas dos cientistas ocorreu em função de um trabalho focalizado em discussões sobre os estereótipos de cientistas, identificados em desenhos realizados pelos próprios alunos. Neste trabalho, os alunos tiveram que analisar os seus desenhos, com base em critérios definidos pelo professor, aspecto que permitiu a posterior construção colaborativa de um gráfico, que representou a imagem de cientista da turma inteira. A análise deste gráfico possibilitou a realização de debates sobre os estereótipos identificados.

No que tange a presente investigação, considera-se que o conjunto das atividades de aprendizagem que corporificaram a intervenção pedagógica contribuíram para a desconstrução da visão estereotipada do cientista e, portanto, de uma imagem usualmente associada a perspectivas de cariz positivista. Destaca-se que nas atividades de aprendizagem de HC foram trabalhados conhecimentos científicos construídos por indivíduos de diferentes cores de pele (brancos e negros) e de ambos os sexos (masculino e feminino). Assim como Reznik *et al.* (2017) julgamos que:

“Uma vez que esses estereótipos estão fortemente presentes tanto nas representações midiáticas quanto no universo da ficção e nos espaços de ensino formais, consideramos importante realizar esforços coletivos para desmistificar a percepção de cientistas e torná-la mais realista e humanizada” (p. 849).

Na sequência, apresenta-se o processo de desenvolvimento das imagens adotadas pelos 22 alunos, acerca dos cientistas, tendo-se em consideração o parâmetro *caracterização iconográfica dos cientistas*. Os dados contidos no Quadro 6 representam o referido processo.

Quadro 6 - Desenvolvimento das imagens adotadas pelos alunos acerca do cientista, considerando-se o parâmetro caracterização iconográfica dos cientistas (n = 22).

Alunos	Imagem usualmente associada a perspectiva de cariz		Desenvolvimento das imagens acerca do cientista
	Momento antes de ensino	Momento pós-ensino	
A1	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A2	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A3	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A4	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A6	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A10	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A11	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A12	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A13	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A14	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A15	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A16	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A17	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A19	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A18	Positivista	Positivista	Mesma Posição
A22	Positivista	Positivista	Mesma Posição
A5	Pós-Positivista	Pós-Positivista	Mesma Posição
A7	Pós-Positivista	Pós-Positivista	Mesma Posição
A8	Pós-Positivista	Pós-Positivista	Mesma Posição
A9	Pós-Positivista	Pós-Positivista	Mesma Posição
A20	Pós-Positivista	Pós-Positivista	Mesma Posição
A21	Pós-Positivista	Pós-Positivista	Mesma Posição

Nota: A expressão ‘mesma posição’ encontra-se *sem* negrito nas situações em que os alunos mantiveram, no momento pós-ensino, uma imagem usualmente associada a perspectiva de cariz pós-positivista. Em contrapartida, a expressão ‘mesma posição’ encontra-se *em* negrito nas situações em que os alunos mantiveram, no momento pós-ensino, uma imagem usualmente associada a perspectiva de cariz positivista.

A análise desse quadro revela que a maioria dos alunos passou por um processo de progressão no que tange ao desenvolvimento de suas imagens acerca do cientista, considerando-se o parâmetro *caracterização iconográfica dos cientistas*. Este aspecto aponta a presença de reconstrução das concepções dos alunos sobre a imagem do cientista.

Para ilustrar este processo de progressão serão utilizados os casos de dois alunos, compostos pelas respostas dos mesmos às questões referentes aos momentos antes de ensino e pós-ensino.

- Das figuras que se seguem, indique aquela(s) que considera poder representar um cientista. Justifique. (momento antes de ensino)

- [Marcou apenas a letra B] “Acredito que o cientista seja apenas o B por estar nas mãos com um material utilizado em laboratório, nas outras figuras os objetos utilizados são comuns, não me fazendo lembrar de um laboratório.” (aluno A1)

- [Marcou as letra B e E] “É comum vermos em filmes e até em desenhos a figura do cientista como um senhor de idade, jaleco, com canetas no bolso, cabelo arrepiado e cercado de tubos de ensaio.” (aluno A10)

- Com relação às questões 4 e 10 da atividade *As minhas ideias iniciais sobre morfofunção do sistema circulatório humano e Natureza da Ciência*, descreva que mudanças ocorreram na forma como inicialmente pensava sobre cada questão. (momento pós-ensino)

- “Eu tinha uma visão diferente do que é o cientista, acreditava que existia um tipo específico, e que para ser cientista teria que ter alguma característica ligada ao laboratório, hoje já tenho uma visão diferente, os vejo como pessoas normais, por isso marcaria todas.” (aluno A1)

- “Qualquer figura pode representar um cientista, pois não existe um padrão exato para ser cientista.” (aluno A10)

O aluno A1 supera a imagem estereotipada de cientista, de um indivíduo geralmente integrado em um laboratório, e passa a considerar, no momento pós-ensino, que todas as figuras apontadas na questão

poderiam representar um cientista. Além disso, esse aluno afirmou que os cientistas não precisam estar ligados a um laboratório, característica que sugere que ele passou a não reconhecer o laboratório como único espaço do fazer científico. A produção de conhecimento científico por intermédio de processos mobilizados fora do ambiente laboratorial – aspecto trabalhado na presente intervenção pedagógica –, a exemplo da observação do corpo humano aquando do tratamento cirúrgico de gladiadores (Galeno foi médico dos gladiadores), pode ter contribuído para a construção dessa visão do aluno A1. Portanto, verifica-se que esse aluno progrediu de uma imagem usualmente associada a perspectiva de cariz positivista para uma de cariz pós-positivista de ciência, em relação ao parâmetro *caracterização iconográfica do cientista*.

O aluno A10 também caracterizou o cientista com uma imagem usualmente associada a perspectiva de cariz positivista, no momento antes de ensino. No momento pós-ensino este aluno indicou que qualquer uma das figuras poderia representar um cientista, portanto, passou a sustentar uma imagem usualmente associada a perspectiva de cariz pós-positivista, quer dizer, a imagem do cientista sem estereótipos. A presença de cientistas negros (Charles Richard Drew e Vivien Thomas) e do sexo feminino (Helen Taussig), na intervenção pedagógica, pode ter colaborado para a mudança de perspectiva desse aluno.

A análise do Quadro 6 revela, ainda, que oito alunos não progrediram, nem regrediram, em relação a imagem do cientista, porque mantiveram a mesma concepção do momento antes de ensino. Desses, a maioria (seis alunos) já manifestava concepções pós-positivistas no momento antes de ensino e, portanto, apenas manteve tal concepção no momento pós-ensino. Por outro lado, dois alunos indicaram imagens usualmente associadas a perspectiva de cariz positivista, nos momentos antes e pós-ensino, evidenciando que a intervenção pedagógica foi incapaz de modificar as concepções desses alunos. Avalia-se que a imagem de cientista geralmente integrado num laboratório, manifestada por esses dois alunos no momento antes de ensino, possuía um alto grau de coerência para os mesmos e, portanto, foram mantidas no momento pós-ensino (ver Quadro 6). De acordo com Miras (1998, p. 62):

“o problema que se coloca no caso da aprendizagem escolar não será tanta a existência ou não de conhecimentos prévios, mas o estado desses conhecimentos. Diante de um novo conteúdo de aprendizagem, os alunos podem apresentar conhecimento prévios mais ou menos elaborados, mais ou menos coerentes e, sobretudo, mais ou menos pertinentes, mais ou menos adequados ou inadequados em relação a esse conteúdo.”

Para ilustrar esta situação, utilizou-se o caso do aluno A18, composto por suas respostas às questões referentes aos momentos antes de ensino e pós-ensino.

- Das figuras que se seguem, indique aquela(s) que considera poder representar um cientista. Justifique. (momento antes de ensino)

[Marcou as letras B, D, E e G] “Pessoas que estão devidamente trajadas, com equipamentos ou livros, evidenciando que estão estudando algo.” (aluno 18)

- Com relação às questões 4 e 10 da atividade *As minhas ideias iniciais sobre morfofunção do sistema circulatório humano e Natureza da Ciência*, descreva que mudanças ocorreram na forma como inicialmente pensava sobre cada questão. (momento pós-ensino)

“Um cientista não precisa estar todo o tempo em um laboratório, e fazer do jaleco seu uniforme, leva uma vida normal, tem problemas, como todas as pessoas.” (aluno A18)

No momento antes de ensino, o aluno marcou as letras (ver figura 1) que representam a imagem de um indivíduo integrado em um laboratório (B e E) e que representam um indivíduo lendo/estudando (D e G). As letras escolhidas, em conjugação com a justificativa manuscrita, sugerem que este aluno caracterizou uma imagem do cientista usualmente associada a perspectivas de cariz positivista, ou seja, a imagem estereotipada de um indivíduo geralmente integrado em um laboratório e intelectualmente superior. No momento pós-ensino, este aluno manifestou que o cientista “não precisa estar todo o tempo em um laboratório”, pois “leva uma vida normal”. O argumento prende-se a uma imagem associada a perspectivas de cariz positivista, ou seja, a imagem de um indivíduo integrado em um laboratório, ainda que não seja o tempo todo. Portanto, julgou-se que o aluno continuou considerando que o fazer científico restringe-se ao âmbito laboratorial. Certamente, este ponto de vista prende-se a marcante influência das ciências naturais na formação do imaginário dos estudantes sobre os cientistas, seja por meio dos químicos, e seus tubos de ensaio fumegantes, dos físicos, e suas inovações de grande caráter emocional (como a energia nuclear) ou dos biólogos, com suas pipetas e placas de Petri (Reznik *et al.*, 2017).

Na sequência, passa-se à análise das imagens perfilhadas pelos alunos acerca dos cientistas, considerando-se os momentos antes de ensino e pós-ensino, de acordo com o parâmetro *caracterização da atividade do cientista*. O Quadro 7 expõem essas imagens.

A análise do referido quadro mostra que, no momento antes de ensino, um número reduzido de alunos (apenas dois) manifestava imagens dos cientistas usualmente associadas a perspectivas de cariz pós-positivista, ou seja, considerava que o cientista vive como um cidadão comum.

Quadro 7 - Imagens perfilhadas pelos alunos acerca dos cientistas nos momentos antes de ensino e pós-ensino, de acordo com o parâmetro caracterização da atividade do cientista (n = 22)

Imagens acerca dos cientistas	Momento antes de ensino	Momento pós-Ensino
	f	f
Imagem usualmente associada a perspectiva de cariz pós-positivista	2	12
▪ Indivíduo que vive como um cidadão comum		
- Intercala trabalho e descanso	1	1
- Tem uma vida similar à de outras pessoas	1	5
- Tem uma vida social e/ou familiar	0	3
- Sem padrão de vida específico	0	3
Imagem usualmente associada a perspectivas de cariz positivista	12	9
▪ Indivíduo que vive à margem do mundo real		
- Na busca constante pelo conhecimento	5	3
- Entre pesquisa e leitura	5	4
- Seguindo etapa(s) do “método científico”	1	3
- Aplicando o que aprendeu	1	1
- Dedicando-se e persistindo de forma autônoma	1	0
Ausência de resposta	8	1

Nota: O somatório das frequências sem negrito é superior ao número total de alunos da categoria imagem usualmente associada a perspectiva de cariz pós-positivista porque alguns alunos indicaram mais de um atributo que torna patente que o cientista é um indivíduo vive à margem do mundo real.

A título de exemplo, segue uma das respostas associadas a perspectiva de cariz pós-positivista:

“Uma semana da vida de um cientista deve ser como a vida do gari, do professor, bem como a de um aluno como eu, entretanto, seus momentos de intervalo serão mais ‘aproveitados’ focando no seu objetivo, acredito.” (aluno A17)

O aluno A17, ao responder à questão “Caracterize/Descreva o período de uma semana da vida de um cientista”, considerou que o cientista vive como qualquer outro cidadão. Por outro lado, a maioria dos alunos perfilhou imagens usualmente associadas a perspectivas de cariz positivista, quer dizer, descreveram, no momento antes de ensino, imagens dos cientistas que permitiram considerar que os mesmos vivem à margem do mundo real. Entre essas imagens, figuraram em maior destaque aquelas que indicaram que o cientista vive entre pesquisa e leitura ou na busca constante pelo conhecimento. Abaixo são apresentados exemplos de respostas dos alunos que representam tais imagens, usualmente associadas a perspectiva de cariz positivista:

“Ao acordar, geralmente pela manhã, executa suas atividades matinais e se dirige ao laboratório. No seu laboratório, ou seu local de trabalho, dará início as suas atividades de pesquisa ou continuidade ao projeto já em andamento, utilizando-se de ferramentas para a execução desse projeto, desde um livro até sua cobaia. Incansável, leva horas à dentro, até que nota que, infelizmente, deve ir para casa repousar e recarregar-se para o dia seguinte.” (aluno A5)

“Busca incessante pelo conhecimento.” (aluno A9)

Os alunos A5 e A9 indicaram que os cientistas vivem entre pesquisa e leitura e na busca constante pelo conhecimento, respectivamente. Investigações realizadas com alunos do ensino fundamental (Costa e Silva, Santana e Arroio, 2012), médio (Kosminsky & Giordan, 2002) e superior (Zanon & Machado, 2013), também evidenciaram representações dos cientistas similares a essas, em que os mesmos são considerados indivíduos desconectados do mundo real, sem qualquer tipo de convívio social. O estudo de Zanon e Machado (2013), por exemplo, com licenciandos de um curso de Química, mostrou que esses alunos consideravam que a rotina diária do cientista é constituída, basicamente, por estudos e pesquisas. Tais representações podem estar associadas, mais uma vez, à influência da mídia, que retrata os cientistas como “pessoas com inteligências acima da média, muito dedicadas às suas experiências e *sem vida social ou afetiva*” (Mesquita & Soares, 2008, p. 423, grifo nosso).

Retornando ao Quadro 7, pode-se verificar que oito alunos não responderam à questão referente ao momento antes de ensino. Tais resultados prendem-se, provavelmente, ao fato da questão *Caracterize/Descreva o período de uma semana da vida de um cientista* ter sido a última da atividade de aprendizagem, e, por esse motivo, alguns alunos ficaram sem tempo para respondê-la, em função do prazo estabelecido para o término da atividade.

A análise do Quadro 7, quanto ao momento pós-ensino, revela que a maioria dos alunos sustentou uma imagem usualmente associada a perspectiva de cariz pós-positivista, ou seja, estes consideraram que o cientista vive como um cidadão comum. Costa e Silva, Santana e Arroio (2012) realizaram um estudo comparativo entre dois grupos de alunos do ensino fundamental, em que um deles havia realizado discussões acerca da natureza da ciência, junto ao professor, ao longo dos dois anos anteriores de escolaridade e o outro grupo não tinha realizado essas discussões. No momento antes de ensino, os autores constataram que o grupo que havia realizado discussões anteriores sobre natureza da ciência, apresentava imagens dos cientistas com características pós-positivistas, diferente do grupo que não tinha realizado tais discussões previamente, evidenciando que intervenções de ensino, nesse sentido, contribuem para a reconstrução de concepções sobre a imagem do cientista. No que concerne à presente investigação, considera-se que a estratégia de intervenção pedagógica contribuiu para a desconstrução da imagem de que o cientista é um indivíduo que vive à margem do mundo real, ou seja, uma imagem usualmente associada a perspectiva de cariz positivista. Na intervenção foram inseridos elementos do contexto familiar e episódios/aspectos particulares da vida dos cientistas, com o intuito de humanizar esses indivíduos e, conseqüentemente, a atividade científica. Os seguintes trechos, de duas das entrevistas com grupos focais, ilustram as percepções dos alunos sobre o papel da estratégia de intervenção pedagógica na aprendizagem relacionada à imagem do cientista:

Trecho da 1ª Entrevista Grupo Focal

1. Professor: (...) o emprego da história do sistema circulatório contribuiu na compreensão sobre aspectos da natureza da ciência? Quais aspectos? Que aspectos?

(...)

2. Aluno A13: (...) desmanchou aquela ideia figurativa do cientista que a gente tinha, aquela visão de cientista, aquele louco, isolado, e fez ver que, que é totalmente diferente...

Trecho da 2ª Entrevista Grupo Focal

1. Professor: E sobre o cientista?

2. Aluno A18: Consegui, também, quebrar isso, porque eu achava que o cientista era quase um Deus. Imaginava que ele não tinha vida, uma vida normal, no final teve um que praticava esportes, outro tinha dificuldades financeiras, sofreu preconceitos e eu achava que o cientista não passava por nada disso, não tinha os problemas que nós temos. Outro a família interferiu, ele queria uma determinada profissão, a família terminou fazendo com que ele mudasse, procurasse outra, e eu achava que o cientista não passava por nenhum desses problemas.

No trecho da 1ª entrevista grupo focal, o aluno A13 expôs os contributos da intervenção pedagógica para desfazer o estereótipo do cientista louco, à margem do mundo real. Por outro lado, no trecho da 2ª entrevista grupo focal, o aluno A18 mobiliza vários elementos que no seu conjunto contribuíram para a mudança de visão. Em primeiro lugar, esse aluno indicou um cientista – necessariamente, Charles Richard Drew, discutido na atividade de aprendizagem intitulada *Interpretação de um texto de divulgação científica sobre a biografia de Charles Richard Drew* (At-HC7) – que praticava esportes. Logo em seguida, ele se refere a outro cientista – obrigatoriamente, Vivien Thomas, discutido na atividade de aprendizagem intitulada *Interpretação de um artigo científico sobre a Derivação Blalock-Taussig* (At-HC7) – que teve problemas

financeiros e sofreu com o preconceito racial. Por fim, o aluno A18 conseguiu ilustrar como a estratégia de intervenção pedagógica contribuiu para a integração dos cientistas no contexto familiar, recorrendo à descrição de um episódio particular da vida do médico grego Galeno, questão trabalhada na atividade de aprendizagem *Interpretação de fragmentos da História da Ciência sobre artérias, veias e produção de sangue* (At-HC1). Portanto, almejou-se na intervenção pedagógica, assim como a *Revista Ciência Hoje das Crianças* - analisada por Almeida e Lima (2016) -, construir outra forma de olhar para os cientistas, escapando “das figuras “imobilizadas na dureza do mármore” partindo de representações de pessoas com histórias pessoais de frustrações e aspirações, curiosas, observadoras, intelectualmente subversivas” (p. 46).

Finalmente, a análise do Quadro 7 também revela que, no momento pós-ensino, um número expressivo de alunos adotava imagens dos cientistas usualmente associadas a perspectivas de cariz positivista, ou seja, imagens que consideram que o cientista é um indivíduo que vive à margem do mundo real. Esta imagem do cientista desconectado do mundo real, e sem uma vida social (com contexto familiar, episódios particulares, etc.), construída sob preponderante influência da mídia, retira o caráter humano da empreitada científica e compromete a construção de visões mais coerentes sobre o fazer científico.

A seguir, por meio do Quadro 8, expõe-se o processo de desenvolvimento das imagens perfilhadas pelos alunos acerca dos cientistas, considerando-se o parâmetro *caracterização da atividade do cientista*.

Quadro 8 - Desenvolvimento das imagens perfilhadas pelos alunos acerca do cientista, considerando-se o parâmetro *caracterização da atividade do cientista* (n = 22).

Alunos	Imagem usualmente associada a perspectivas de cariz		Desenvolvimento das imagens acerca do cientista
	Momento antes de ensino	Momento pós-ensino	
A1	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A2	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A6	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A10	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A12	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A14	Positivista	Pós-Positivista	Progressão
A4	Positivista	Positivista	Mesma Posição
A5	Positivista	Positivista	Mesma Posição
A9	Positivista	Positivista	Mesma Posição
A19	Positivista	Positivista	Mesma Posição
A20	Positivista	Positivista	Mesma Posição
A22	Positivista	Positivista	Mesma Posição
A11	Pós-Positivista	Pós-Positivista	Mesma Posição
A17	Pós-Positivista	Pós-Positivista	Mesma Posição
A7	Ausência de Resposta	Pós-Positivista	Processo Indefinido
A8	Ausência de Resposta	Pós-Positivista	Processo Indefinido
A13	Ausência de Resposta	Pós-Positivista	Processo Indefinido
A16	Ausência de Resposta	Pós-Positivista	Processo Indefinido
A18	Ausência de Resposta	Ausência de Resposta	Mesma Posição
A3	Ausência de Resposta	Positivista	Processo Indefinido
A15	Ausência de Resposta	Positivista	Processo Indefinido
A21	Ausência de Resposta	Positivista	Processo Indefinido

Nota: A expressão ‘mesma posição’ encontra-se *sem* negrito nas situações em que os alunos mantiveram, no momento pós-ensino, uma imagem usualmente associada a perspectiva de cariz pós-positivista. Em contrapartida, a expressão ‘mesma posição’ encontra-se *em* negrito nas situações em que os alunos mantiveram, no momento pós-ensino, uma imagem usualmente associada a perspectiva de cariz positivista ou a ausência de resposta.

A análise do Quadro 8 indica que seis alunos passaram por um processo de progressão, no que concerne ao desenvolvimento de suas imagens acerca do cientista, considerando-se o parâmetro *caracterização da atividade do cientista*. Este aspecto aponta a presença de reconstrução das concepções dos alunos sobre a imagem do cientista. Para ilustrar o referido processo de progressão, será utilizado o caso do aluno A10.

- Caracterize/Descreva o período de uma semana da vida de um cientista. (momento antes de ensino)

“Trabalha 12 horas por dia, durante cinco dias uteis e descansa aos finais de semana. O seu dia-a-dia é extremamente ocupado e produtivo, com várias horas de estudo e experimento.” (aluno A10)

- Com relação às questões 4 e 10 da atividade *As minhas ideias iniciais sobre morfofunção do*

sistema circulatório humano e Natureza da Ciência, descreva que mudanças ocorreram na forma como inicialmente pensava sobre cada questão. (momento pós-ensino)

“Trabalha 8 horas por dia. Possui afazeres domésticos. Possui horário de descanso.” (aluno A10)

No momento antes de ensino, o aluno A10 sustenta uma posição que indica que o cientista é um indivíduo que vive à margem do mundo real, entre pesquisa e leitura. Entretanto, no momento pós-ensino este aluno passa a considerar, em sua resposta, elementos que indicam que o cientista intercala trabalho e descanso, e que possui afazeres domésticos (cozinhar, limpar a casa, lavar a roupa etc., ações não discriminadas pelo aluno A10), aspectos que, no seu conjunto, evidenciam que o cientista vive como um cidadão comum.

O Quadro 8 também mostra que nove alunos mantiveram a mesma posição, pois não passaram por processos de progressão ou regressão, quanto às imagens de cientista sustentadas, considerando-se o parâmetro *caracterização da atividade do cientista*. Este aspecto aponta para a ausência de reconstrução das concepções dos alunos sobre a imagem do cientista. Destaca-se que, entre esses alunos, dois já manifestavam uma imagem usualmente associada a perspectiva de cariz pós-positivistas no momento antes de ensino e, por isso, apenas mantiveram tal imagem no momento pós-ensino. Por outro lado, seis alunos indicaram imagens usualmente associadas a perspectivas de cariz positivista, nos momentos antes e pós-ensino. Nestes casos, supõem-se que as outras atividades que os cientistas realizam, discutidas na intervenção pedagógica, como as de caráter social, familiar e de ensino, não foram suficientes para que esses alunos modificassem as descrições/caracterizações que fizeram do cotidiano dos cientistas. Provavelmente, esses alunos precisariam de um número maior de atividades de reflexão metacognitiva que possibilitassem um trabalho focalizado no cotidiano dos cientistas. Esses resultados também indicam que “construir outra narrativa sobre o que é ciência, como é produzida e validada e quem são os cientistas e como vivem continua sendo uma necessidade pedagógica de formação do público em geral” (Almeida & Lima, 2016, p. 31).

Para ilustrar esta situação, de manutenção de imagens usualmente associadas a perspectivas de cariz positivista, utilizou-se as respostas apresentadas pelo aluno A4 nos momentos antes de ensino e pós-ensino.

- Caracterize/Descreva o período de uma semana da vida de um cientista. (momento antes de ensino)

“- Leituras, avaliação de resultados de análise, observação de experimentos, relatórios.” (aluno A4)

- Com relação às questões 4 e 10 da atividade As minhas ideias iniciais sobre morfofunção do sistema circulatório humano e Natureza da Ciência, descreva que mudanças ocorreram na forma como inicialmente pensava sobre cada questão. (momento pós-ensino)

“Não ocorreu.” (aluno A4)

A análise da resposta do aluno A4, no momento antes de ensino, permitiu inferir que o mesmo considerou que o cientista é um indivíduo que vive à margem do mundo real, entre pesquisas e leituras, uma imagem usualmente associada a perspectivas de cariz positivista. No momento pós-ensino, este aluno afirmou que não ocorreram mudanças na forma como inicialmente pensava sobre essa questão. Desta forma, considera-se que o aluno A4 permaneceu sustentando uma imagem usualmente associada a perspectivas de cariz positivista, em relação ao parâmetro *caracterização/descrição do cotidiano dos cientistas*.

Finalmente, o Quadro 8 mostra que sete alunos passaram por um processo indefinido, em relação ao desenvolvimento das imagens acerca dos cientistas, tendo-se em conta o parâmetro *caracterização da atividade do cientista*. Esses alunos não responderam à questão referente ao momento antes de ensino – aspecto discutido nas análises referentes ao Quadro 8 – e, portanto, não manifestaram nenhuma imagem acerca dos cientistas. No entanto, responderam à questão referente ao momento pós-ensino expondo imagens dos cientistas usualmente associadas a perspectiva de cariz positivista ou pós-positivista. Como não se sabe as respostas desses alunos, em relação ao momento antes de ensino, não foi possível afirmar que os mesmos passaram por processos de progressão, regressão, ou que mantiveram a mesma posição. Em caráter ilustrativo, seguem as respostas de quatro alunos; as duas primeiras referem-se à imagens usualmente associadas a perspectiva de cariz positivista, enquanto as duas últimas à imagens usualmente associadas a perspectiva de cariz pós-positivista:

- Com relação às questões 4 e 10 da atividade As minhas ideias iniciais sobre morfofunção do sistema circulatório humano e Natureza da Ciência, descreva que mudanças ocorreram na forma como inicialmente pensava sobre cada questão. (momento pós-ensino)

“Não respondi essa questão, mas se tivesse que respondê-la, hoje, diria que não se pode descrever o período de uma semana de um cientista, pois ser cientista não é seguir um padrão de vida e cada pessoa tem sua individualidade e suas particularidades.” (aluno A7)

“O período de uma semana de um cientista é um período cheio de atividades diversas, desde que tenha separado tempo para tal, afinal ele é uma pessoa que tem necessidades comuns, porém com tarefas específicas de sua área.” (aluno A8)

“Inicialmente, um cientista deve ter algum tipo de objetivo, planos traçados de como proceder, ao desenvolver um novo método de ensino, o cientista observa, cria teorias, compara o que é observado, altera suas teorias em busca de um denominador comum que dificilmente é encontrado em apenas uma semana, neste período acredito que exista muita observação e teorias sendo boladas para ser feito um estudo que visa adaptar o ensino à realidade, sem prejudicar o foco principal que é o bem comum.” (aluno A21)

“Não respondi na 1ª atividade, mas hoje acho que o período de vida de uma semana de um cientista é repleto de privações, tanto familiares, como em relação ao lazer, a amigos, e muitas vezes há uma rotina de várias horas perdidas, acordado, dedicado ao projeto, podendo-se gerar até problemas de saúde.” (aluno A15)

A resposta do aluno A7 prende-se à uma imagem usualmente associada a perspectiva de cariz pós-positivista, pois o mesmo considera que os cientistas não possuem um padrão de vida específico, já que “cada pessoa tem sua individualidade e suas particularidades” (aluno A7). O aluno A8 sustenta o mesmo tipo de imagem em sua resposta, embora o mesmo indique, mais especificamente, que os cientistas têm uma vida similar à de outras pessoas. As respostas desses dois alunos, à questão colocada no momento pós-ensino, permitem considerar que os mesmos sustentaram à perspectiva de que os cientistas vivem como cidadãos comuns.

A explicação para o aluno A21 ter recorrido a uma imagem usualmente associada a perspectiva de cariz positivista, ao responder à questão referente ao momento pós-ensino, pode estar relacionada ao fato do mesmo ter compreendido que a questão “10. Caracterize/Descreva o período de uma semana da vida de um cientista” prende-se, apenas, aos aspectos laborais. Portanto, avalia-se que esse aluno negligenciou as relações sociais e familiares que os cientistas estabelecem, elementos que foram discutidos ao longo da intervenção pedagógica. Diferente do aluno A21, o aluno A15 respondeu à questão pós-ensino enfatizando as privações – familiares, de lazer e em relação a amigos – por que passam os cientistas, ao dedicaram-se exaustivamente à pesquisa, a ponto de comprometer a saúde. Supõe-se que a ideia de um cientista *workaholic* já poderia fazer parte dos esquemas de conhecimento³ desse aluno, apesar de não tê-la utilizado no momento antes de ensino – pois não respondeu a questão, em função dos aspectos já mencionados nas análises relacionadas ao Quadro 7 – e, portanto, essa característica foi prontamente utilizada para a descrição da semana de vida dos cientistas, no momento pós-ensino.

Por fim, as análises efetuadas permitem afirmar que a estratégia de intervenção pedagógica contribuiu para que muitos alunos construíssem imagens do cientista usualmente associadas a perspectivas de cariz pós-positivista. Entretanto, destaca-se que esse processo foi mais acentuado no que se refere ao parâmetro *caracterização iconográfica do cientista*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal contribuição desse estudo está na idealização, implementação e avaliação de uma estratégia de intervenção pedagógica focalizada na HC e orientada à (re)construção de concepções de licenciandos em biologia sobre a imagem do cientista. Reitera-se que a imagem do cientista articula-se diretamente com a visão de ciência que os cidadãos sustentam, e, portanto, (re)construir tal imagem pode favorecer o desenvolvimento de concepções menos ingênuas sobre o trabalho científico.

A estratégia de intervenção pedagógica, desenvolvida no seio do componente curricular Anatomia Humana e focalizada na temática sistema circulatório humano, foi composta por três tipos de atividades de aprendizagem, de História da Ciência, de reflexão e de síntese. As atividades de HC, cerne da intervenção pedagógica, pretenderam, entre outros aspectos, desconstruir a imagem consolidada socialmente do estereótipo do cientista.

³ Mauri (1998, p. 96) define esquemas de conhecimento como “representação que uma pessoa tem, em determinado momento, sobre uma parcela da realidade”.

As análises efetuadas no presente estudo evidenciam a manifestação, nos momentos antes de ensino e pós-ensino, de imagens de cientista usualmente associadas à concepção positivista de ciência. Seguem abaixo essas imagens sustentadas pelos alunos:

- indivíduo geralmente integrado num laboratório;
- indivíduo intelectualmente superior;
- indivíduo que procura constantemente o novo;
- indivíduo com aparência relacionada à área em que pesquisa;
- indivíduo do sexo masculino, de cor de pele branca e ocidental;
- indivíduo que vive à margem do mundo real na busca constante pelo conhecimento; entre pesquisa e leitura; seguindo etapa(s) do “método científico”; aplicando o que aprendeu; dedicando-se e persistindo de forma autônoma.

A comparação entre as concepções sustentadas pelos alunos, nos momentos antes de ensino e pós-ensino, em associação com a análise das entrevistas do tipo grupo focal, indicou que a estratégia de intervenção pedagógica contribuiu globalmente para a (re)construção da imagem do cientista e, portanto, para a progressão das imagens sustentadas pelos alunos em relação ao cientista. No entanto, o processo de progressão das imagens sustentadas pelos alunos foi mais acentuado em relação ao parâmetro *caracterização iconográfica do cientista*, quando comparado ao parâmetro *caracterização da atividade do cientista*. A menor taxa de progressão em relação a este último parâmetro relaciona-se, certamente, aos seguintes aspectos: (a) um grupo de alunos respondeu a questão “Caracterize/Descreva o período de uma semana da vida de um cientista” focalizando suas respostas em aspectos laborais, apenas, desconsiderando dimensões sociais e familiares da vida dos cientistas, ou seja, aspectos trabalhados na intervenção pedagógica; (b) a imagem do cientista como um trabalhador obstinado, incansável, *workaholic*, é resistente a mudanças.

De modo geral, avalia-se que o conjunto de fatores que corporizou a estratégia de intervenção pedagógica – o conteúdo histórico do sistema circulatório, as fontes de informação mobilizadas, a natureza dialógica e/ou cooperativa da aprendizagem e as reflexões sobre o processo de aprendizagem – contribuiu para a aprendizagem relacionada a imagem do cientista. Entretanto, deve-se destacar os contributos das atividades de HC na (re)construção da imagem do cientista, pois estas foram pautadas em discussões referentes a cientistas negros e brancos, mulheres e homens, integrados em contextos familiares. Nestas atividades também foram contemplados episódios e aspectos particulares das vidas dos cientistas, como doenças, forma de morte, atividade esportiva realizada, etc., e trabalhos desenvolvidos por esses indivíduos, para além do âmbito da investigação, como disseminação científica – por meio do ensino, publicações e sessões de divulgação – e ações sociais ou políticas, como direção de um programa nacional de coleta de sangue destinado às forças armadas e atuação como senador do parlamento italiano.

Por fim, o impacto positivo da estratégia de intervenção pedagógica na (re)construção das concepções dos alunos sobre a imagem do cientista evidencia o potencial da mesma para a promoção de uma aprendizagem mais alargada, no âmbito do componente curricular Anatomia Humana, capaz de incidir, também, sobre conteúdos de ordem epistemológica. Portanto, a presente investigação aponta um caminho para a superação de um ensino anatômico comprometido, eminentemente, com a memorização de estruturas que compõem o corpo humano, e dá seguimento à proposta de romper com a frieza do ensino da Anatomia Humana (Ribeiro, Oliveira & Silva, 2011).

REFERÊNCIAS

- Agutter, P. & Wheatley, D. (2008). *Thinking about life: the history and philosophy of biology and other sciences*. Dordrecht: Springer.
- Alkhalwaldeh, S. A. (2007). Facilitating conceptual change in ninth grade students' understanding of human circulatory system concepts. *Research in Science & Technological Education*, 25(3), 371-385. DOI: [10.1080/02635140701535331](https://doi.org/10.1080/02635140701535331)
- Almeida, M. J. P. M. de, & Sorpreso, T. P. (2010). Memória e Formação Discursivas na Interpretação de Textos por Estudantes de Licenciatura. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10(1), 1-16. Recuperado de <https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/2184/1584>

- Almeida, S. A. de, & Lima, M. E. C. de C. (2016). Cientistas em Revista: Einstein, Darwin e Marie Curie na *Ciência Hoje Das Crianças. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(2), 29-47. DOI: [10.1590/1983-21172016180202](https://doi.org/10.1590/1983-21172016180202)
- Augusto, T. G. da S., & Basilio, L. V. (2018). Ensino de biologia e história e filosofia da ciência: uma análise qualitativa das pesquisas acadêmicas produzidas no Brasil (1983-2013). *Ciência & Educação*, 24(1), 71-93. DOI: [10.1590/1516-731320180010006](https://doi.org/10.1590/1516-731320180010006)
- Barca, L. (2005). As múltiplas imagens do cientista no cinema. *Comunicação & Educação*, 10(1), 31–39. DOI: [10.1590/1516-731320180010006](https://doi.org/10.1590/1516-731320180010006)
- Bardin, Laurence (2009). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bächtold, M. (2013). What Do Students “Construct” According to Constructivism in Science Education? *Research in Science Education*, 43(6), 2477–2496. DOI: [10.1007/s11165-013-9369-7](https://doi.org/10.1007/s11165-013-9369-7)
- Brasil (2001). Parecer CNE/CES n. 1301/2001, de 06 de novembro de 2001. *Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de ciências biológicas*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 07 dez. 2001. Seção 1, p. 25. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>
- Brasil (2002). *Estatuto da criança e do adolescente: Lei federal nº 8069, de 13 de julho de 1990*. Rio de Janeiro: Imprensa Oficial.
- Chambers, D. W. (1983). Stereotypic Images of the Scientist: The Draw-A-Scientist Test. *Science Education*, 67(2), 255–265. DOI: [10.1002/sce.3730670213](https://doi.org/10.1002/sce.3730670213)
- Christidou, V. (2011). Interest, attitudes and images related to science: combining students' voices with the voices of school Science, teachers, and popular science. *International Journal of Environmental & Science Education*, 6(2), 141–159.
- Coelho da Silva, J. L. (2007). *Natureza da Ciência em Manuais Escolares de Ciências da Naturais e de Biologia e Geologia: imagens veiculadas e operacionalização na perspectiva dos professores e autores*. Tese de Doutorado (não publicada). Braga: Universidade do Minho.
- Costa e Silva, K. V. da; Santana, E. R., & Arroio, A. (2012). Visões de Ciências e Cientistas Através dos Desenhos: Um Estudo de Caso com Alunos dos 8º e 9º Ano do Ensino Fundamental de Escola Pública. In Silva, J. L., Santos, J., Bejarano, N., Sá, L., & Gonzalez, I. (orgs.). *Anais do XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)*. Salvador: Bahia. Recuperado de <https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7567/5328>
- De Meis, L.; Machado, R. de C. P., Luctosa, P.; Soares, V. R., Caldeira, M. T., & Fonseca, L. (1993). The stereotyped image of the scientist among students of different countries: evoking the alchemist. *Biochemical Education*, 21(2), 75-81. DOI: [10.1016/0307-4412\(93\)90043-Y](https://doi.org/10.1016/0307-4412(93)90043-Y)
- Domingues, M. A. (2006). *A História da Ciência no ensino do tema “Microbiologia”: Um estudo no 6º ano de escolaridade*. Dissertação de mestrado (não publicada). Braga: Universidade do Minho.
- Duarte, M. da C. (2004). A história da ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 10(3), 317-331. DOI: [10.1590/S1516-73132004000300002](https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000300002)
- Fernández, L. C.; Quintanilla, M. Q. & Blancafort, A. M. (2010). La importancia de la Historia de la Química en la enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación. *Ciência & educação*, 16(2), 277-291. DOI: [10.1590/S1516-73132010000200001](https://doi.org/10.1590/S1516-73132010000200001)
- Cuellar Fernández, L., Quintanilla Gatica, M., & Blancafort, A. M. (2010). La importancia de la Historia de la Química en la enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación. *Ciência & Educação (Bauru)*, 16(2), 277–291. DOI: [10.1590/S1516-73132010000200001](https://doi.org/10.1590/S1516-73132010000200001)
- Finson, K. D., Beaver, J. B., & Cramond, B. L. (1995). Development and field test of a checklist for the Draw-a-Scientist-Test. *School Science and Mathematics*, 95(4), 194-206. DOI: [10.1111/j.1949-8594.1995.tb15762.x](https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1995.tb15762.x)

- Flôr, C., & Cassiani, S. (2005). A história da Ciência presente nos parâmetros curriculares nacionais. In V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. *Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, ENPEC* (p. 112). Bauru: UNESP. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/oraltitulo.htm>
- Gallego-Torres, A. P. (2007). Imagen popular de la ciencia transmitida por los cómics. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 141-151. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/920/92040109.pdf>
- Germano, M. G. (2011). Uma nova Ciência para um novo senso comum. Campina Grande: EDUEPB. DOI: [10.7476/9788578791209](https://doi.org/10.7476/9788578791209)
- Gil Pérez, D.; Fernández, I.; Carrascosa, J.; Cachapuz, A. & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125-153. DOI: [10.1590/S1516-73132001000200001](https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001)
- Pérez, D. G., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7(2), 125–153. DOI: [10.1590/S1516-73132001000200001](https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001)
- Gooday, G., Lynch, J. M., Wilson, K. G., & Barsky, C. K. (2008). Does science education need the history of science? *Isis*, 99(2), 322-330. DOI: [10.1086/588690](https://doi.org/10.1086/588690)
- Gondim, S. M. (2002). Perfil profissional e mercado de trabalho: relação com formação acadêmica pela perspectiva de estudantes universitários. *Estudos de Psicologia*, 7(2), 299-309. DOI: [10.1590/S1413-294X2002000200011](https://doi.org/10.1590/S1413-294X2002000200011)
- Gutiérrez Julián, M., Gómez Crespo, M., & Martín-Díaz, M. (2001). Es cultura la ciencia?. In Membiela, P. (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la Perspectiva Ciencia – Tecnología – Sociedad – Formación Científica para la Ciudadanía* (17-31). Madrid: Narcea, S. A. de Ediciones.
- Kokkotas, P., Piliouras, P., Malamitsa, K., & Stamoulis, E. (2008). Teaching Physics to In-Service Primary School Teachers in the Context of the History of Science: The Case of Falling Bodies. *Science & Education*, 18(5), 609–629. DOI: [10.1007/s11191-008-9139-5](https://doi.org/10.1007/s11191-008-9139-5)
- Kosminsky, L., & Giordan, M. (2002). Visões de Ciências e sobre cientista entre estudantes do ensino médio. *Química Nova na Escola*, 15, 11-8. Recuperado de <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc15/v15a03.pdf>
- Lederman, N. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In Abell, S. & Lederman, N. (Eds.), *Handbook of research in science education* (831-879). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Losh, S. C. (2010). Stereotypes about scientists over time among US adults: 1983 and 2001. *Public Understanding of Science*, 19(3), 372–382. DOI: [10.1177/0963662508098576](https://doi.org/10.1177/0963662508098576)
- Marconi, M., & Lakatos, E. M. (2007). *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados*. São Paulo: Atlas.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- Matthews, M. R. (1998). In Defense of Modest Goals When Teaching about the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 161-174. DOI: [10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199802\)35:2<161::AID-TEA6>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199802)35:2<161::AID-TEA6>3.0.CO;2-Q)
- McAdam, J. E. (1990). The persistent stereotype: children's images of scientists. *Physics Education*, 25(2), 102–105. DOI: [10.1088/0031-9120/25/2/307](https://doi.org/10.1088/0031-9120/25/2/307)
- McComas, W. (2011). The History of Science and The Future of Science Education: A Typology of Approaches to History of Science in Science Instruction. In Kokkotas, P., Malamitsa, K., & Rizaki, A. *Adapting Historical Knowledge Production to the Classroom* (37-53). Rotterdam: Sense Publ.
- McDuffie, T. E. (2001). Scientists—geeks and nerds? *Science and Children*, 38(8), 16-19. Recuperado de http://biochemistry2.ucsf.edu/programs/sep/ITSP2015/presentations/3_Article_Using%20the%20Draw%20a%20Scientist%20Test%20for%20Inquiry%20and%20Evaluation%20final.pdf

- Mead, M., & Métraux, R. (1957). Image of the Scientist among High-School Students: A Pilot Study. *Science*, 126(3270), 384–90. DOI: [10.1126/science.126.3270.384](https://doi.org/10.1126/science.126.3270.384)
- Mesquita, N. A. da S., & Soares, M. H. F. B. (2008). Visões de Ciência em desenhos animados: uma alternativa para o debate sobre a construção do conhecimento científico em sala de aula. *Ciência & Educação*, 14(3), 417-429 DOI: [10.1590/S1516-73132008000300004](https://doi.org/10.1590/S1516-73132008000300004)
- Miele, E. (2014). Using the Draw-A-Scientist Test for inquiry and evaluation. *Journal of college science teaching*, 43(4), 36-40.
- Miller, J. D. (2004). Public Understanding of, and Attitudes toward, Scientific Research: What We Know and What We Need to Know. *Public Understanding of Science*, 13(3), 273–294. DOI: [10.1177/0963662504044908](https://doi.org/10.1177/0963662504044908)
- Miras, M. (1998). Um ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios. In Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I., et al. *O construtivismo na sala de aula* (57-77). São Paulo: Ática.
- Moreira, M. A. & Osterman, F. (1993). Sobre o ensino do método científico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 10(2), 108-117. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7275/14939>
- Morgan, D. L. (1996). Focus Groups. *Annual Review of Sociology*, 22(1), 129-152. DOI: [10.1146/annurev.soc.22.1.129](https://doi.org/10.1146/annurev.soc.22.1.129)
- Morgan, D. L. (1997). *Focus group as qualitative research*. London: Sage.
- Oki, M. da C. M., & Moradillo, E. F. de (2008). O ensino de história da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. *Ciência & Educação*, 14(1), 67-88. DOI: [10.1590/S1516-73132008000100005](https://doi.org/10.1590/S1516-73132008000100005)
- Pereira, A. I., & Amador, F. (2007). A História da Ciência em manuais escolares de Ciências da Natureza. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 191-216. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART12_Vol6_N1.pdf
- Reznik, G., Massarani, L. M., Ramalho, M., Malcher, M. A., Amorim, L., & Castelfranchi, Y. (2017). Como adolescentes apreendem a ciência e a profissão de cientista?. *Revista Estudos Feministas*, 25(2), 829-855. DOI: [10.1590/1806-9584.2017v25n2p829](https://doi.org/10.1590/1806-9584.2017v25n2p829)
- Ribeiro, G., Oliveira, I. C. de, & Silva, M. L. P. (2011). É possível romper com a frieza do ensino de Anatomia Humana?. *Experiências em Ensino de Ciências*, 6(3), 45-53. Recuperado de http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID158/v6_n3_a2011.pdf
- Rosenthal, D. B. (1993). Images of scientists: a comparison of biology and liberal studies majors. *School Science and Mathematics*, 93(4), 212-216. DOI: [10.1111/j.1949-8594.1993.tb12227.x](https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1993.tb12227.x)
- Rudge, D. W. & Howe, E. M. (2009). An explicit and reflective approach to the use of history to promote understanding of the nature of science. *Science & Education*, 18(5), 561-580. DOI: [10.1007/s11191-007-9088-4](https://doi.org/10.1007/s11191-007-9088-4)
- Silva, R. M., & Leite, L. (2003). Promover a imagem dos cientistas através de WebQuests. Análise crítica de “Eureka!” uma WebQuest sobre cientistas e as suas descobertas. *Boletín das Ciências*, 16(53), 289-297. Recuperado de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/10018>
- Teixeira, E. S., Freire Jr, O., & El-Hani, C. N. (2009). A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. *Ciência & Educação*, 15(3), 529-556. DOI: [10.1590/S1516-73132009000300006](https://doi.org/10.1590/S1516-73132009000300006)
- Trad, L. A. B. (2009). Grupos focais: conceitos, procedimentos e reflexões baseadas em experiências com o uso da técnica em pesquisas de saúde. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, 19(3), 777-796. DOI: [10.1590/S0103-73312009000300013](https://doi.org/10.1590/S0103-73312009000300013)
- Vidal, P. H. O., & Porto, P. A. (2012). A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. *Ciência & Educação*, 18(2), 291-308. DOI: [10.1590/S1516-73132012000200004](https://doi.org/10.1590/S1516-73132012000200004)

Zanon, D. A. ,& Machado, A. T. (2013). A visão do cotidiano de um cientista retratada por estudantes iniciantes de licenciatura em química. *Ciência e Cognição*, 18(1), 46-56. Recuperado de <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/783/pdf>

Zanotello, M. (2011). Leituras de textos originais de cientistas por estudantes do Ensino Superior. *Ciência & Educação*, 17(4), 987-1013. [DOI: 10.1590/S1516-73132011000400014](https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000400014)

Recebido em: 20.10.2017

Aceito em: 30.05.2018