



ALEXANDRIA

ALEXANDRIA

Revista de Educação em Ciência e Tecnologia

O Conteúdo de Genética e as Experiências Didáticas Relatadas na Literatura: Uma Revisão Sistemática dos Trabalhos do ENPEC

Genetics Content and Teaching Experiences Reported in the Literature: A Systematic Review of ENPEC's Papers

Isabela Santos Correia Rosa^a; Rosiléia Oliveira de Almeida^a

^a Departamento de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil - isa_biocorreia@hotmail.com, roalmeida@ufba.br

Palavras-chave:

Ensino. Genética.
Revisão sistemática.
ENPEC.

Resumo: O presente trabalho objetivou analisar formas de abordagem didática de Genética propostas para o Ensino Médio ou para a formação de professores/as, por meio de uma revisão sistemática das experiências didáticas relatadas no Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino em Ciências (ENPEC), bem como discutir se as propostas em questão estão de acordo com os sentidos do pluralismo epistemológico e do multiculturalismo crítico. O estudo caracterizou-se como uma revisão sistemática da literatura, para a qual foram selecionados 22 trabalhos publicados em nove edições do ENPEC. A análise dos artigos seguiu os princípios da análise de conteúdo, que tem como finalidade principal a interpretação das comunicações, por meio de procedimentos sistemáticos de descrição das mensagens. Os resultados da pesquisa indicam a necessidade de planejar, desenvolver e avaliar intervenções didáticas no ensino de Genética abarcando as dimensões conceitual, procedimental e atitudinal do conteúdo, ao passo que discutem temas culturais e políticos.

Keywords:

Teaching. Genetics.
Systematic review.
ENPEC.

Abstract: The work aimed to analyze forms of didactic approach to Genetics proposed for high school or for teacher training, through a systematic review of didactic experiences reported at the National Research Meeting in Science Education (ENPEC, in Portuguese), as well as discussing whether the proposals in question are in accordance with the meanings of epistemological pluralism and critical multiculturalism. The study was characterized as a systematic review of the literature, for which 22 papers published in nine editions of ENPEC were selected. The analysis of the articles followed the principles of content analysis, whose main purpose is the interpretation of communications, through systematic procedures for describing messages. The research results indicate the need to plan, develop and evaluate didactic interventions in the teaching of Genetics covering the conceptual, procedural and attitudinal dimensions of the content, while discussing cultural and political themes.



Esta obra foi licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Introdução

A educação escolar consiste em desenvolver habilidades e conhecimentos de membros da sociedade para promover tanto o crescimento individual quanto o desenvolvimento social (MANTOVANI; DIAS; LIESENBERG, 2006). Nessa perspectiva, consideramos a relevância de estender o que se aprende na escola para diferentes contextos da vida cotidiana e vice-versa. Essa demanda educacional exige um trabalho pedagógico voltado para a formação integral do indivíduo, que passe a considerar para além das capacidades cognitivas, também as habilidades motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social.

Assim, os conteúdos de aprendizagem podem ser utilizados como instrumentos para atingir tais intenções educativas. Coll (1986) organiza os conteúdos em três dimensões: (i) Conceitual: o que se deve saber? (ii) Procedimental: o que se deve saber fazer? e (iii) Atitudinal: como se deve ser? No caso dos conteúdos conceituais, que se referem ao conjunto de fatos, conceitos e princípios, a aprendizagem ocorre por meio de atividades diversas, que auxiliam a relação entre os novos conhecimentos com os conhecimentos prévios; os procedimentais, que incluem os procedimentos, técnicas e métodos, advogam que as ações são apreendidas a partir da experiência, do fazer; e, os conteúdos atitudinais, relacionados aos valores, atitudes e normas, discutem que as atitudes de outras pessoas intervêm como contraste e modelo para as nossas, e nos persuadem ou nos influenciam (ZABALA, 2010).

O processo de ensino e aprendizagem, que considera essas três dimensões do conteúdo, representa uma estratégia importante para um envolvimento efetivo e uma avaliação da própria atuação do/a estudante em sociedade. Consideramos, neste trabalho, a contribuição de duas perspectivas teóricas que, em conjunto, podem subsidiar a prática docente comprometida com a formação completa do indivíduo, a saber, o pluralismo epistemológico e o multiculturalismo crítico. A primeira diz respeito à valorização dos diferentes conhecimentos, a partir do diálogo entre as culturas e da demarcação de saberes (COBERN; LOVING, 2000), na qual o/a professor/a busca esclarecer as limitações e potencialidades de cada conhecimento dentro de seus respectivos contextos. O multiculturalismo crítico, por sua vez, problematiza as relações de poder que se formam entre as diferentes culturas e questiona a educação monocultural da nossa sociedade (MCLAREN, 1997; CANEN, 2001¹; CANEN; MOREIRA, 2001; CANEN; OLIVEIRA, 2002; CANDAU, 2008; 2011).

Argumentamos que discussões nessas perspectivas podem contribuir para promover debates acerca de questões políticas, culturais, sociais e étnicas no processo de instrução

¹ Em obras mais recentes, a autora se identifica por Ivenicki.

dos/as estudantes. Assim, para além dos conteúdos conceituais, faz parte do papel da escola, bem como dos/as atores/atrizes educacionais que a compõem, contribuir para a construção de uma sociedade mais humana, compassiva e justa, por meio da abordagem de temas transversais. Para tanto, faz-se necessário um trabalho de pesquisa, a fim de identificar as potencialidades dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais para a inserção desses temas.

Na área da Biologia, a Genética se destaca por sua incursão em vários fenômenos sociais, em relação aos quais se faz necessária a participação crítica de todos os cidadãos (MARÍN, 2013), tais como testes de paternidade feitos para desvendar casos judiciais; a questão do consumo de alimentos transgênicos; os estudos sobre modificação genética e melhoramento genético; o tratamento de doenças crônicas, entre outros (MALIMPENSA; RINK, 2017). Além desses temas, no contexto do ensino de Genética, podemos suscitar discussões referentes a natureza da ciência, eurocentrismo, racismo científico, eugenia, visões epistemológicas dos povos africanos e afro-diaspóricos, mito da democracia racial e políticas de ações afirmativas.

Como podemos perceber, os conhecimentos do conteúdo de Genética são interdisciplinares e apresentam relação direta com o contexto sociocultural contemporâneo (JANN; LEITE, 2010). Além disso, a Genética representa um dos principais ramos da Biologia, sendo necessária para o entendimento de conceitos mais avançados dessa ciência (BONZANINI; BASTOS, 2005; GRIFFITHS *et al.*, 2006). Por exemplo, graças ao conhecimento da Genética, podemos compreender diversos fenômenos ligados à evolução das espécies, entender a origem e o funcionamento de vários processos fisiológicos e até mesmo os mecanismos de ação de certas doenças (JUSTINA; RIPPEL, 2003).

Nesse contexto, é importante que as pessoas compreendam os conteúdos e conceitos denominados científicos (MEZALIRA; ARAÚJO, 2007), da mesma forma que é importante entender como outras culturas atribuem significados a fenômenos estudados pela Genética, para que, no seu cotidiano, as comunidades decidam eticamente como lidar com esse conhecimento, podendo interpretar, compreender e transformar a realidade em que vivem. Entretanto, em paralelo à importância conferida ao ensino de Genética para a tomada de posição frente a várias questões políticas, sociais, culturais e étnicas, têm sido enfatizadas, por diversos/as autores/as, inúmeras dificuldades quanto a sua abordagem (JUSTINA; RIPPEL, 2003; GOLDBACH; EL-HANI, 2008; JOAQUIM; EL-HANI, 2010; INFANTE-MALACHIAS *et al.*, 2010; RESENDE; KLAUTAU-GUIMARÃES, 2011; SCHNEIDER *et al.*, 2011; BELMIRO; BARROS, 2017).

De acordo com Goldbach e El-Hani (2008), os conteúdos de Genética apresentam um grau elevado de dificuldade tanto para ensinar quanto para aprender, sobretudo devido à

complexidade dos fenômenos a que se referem e à discussão sobre sua construção conceitual, além da organização curricular usualmente sugerida, na qual os conteúdos de ácidos nucleicos e divisão celular, por exemplo, são abordados comumente no primeiro ano do ensino médio, enquanto que a Genética é discutida dois anos depois, levando à descontinuidade do assunto. Uma investigação desenvolvida por Belmiro e Barros (2017), com estudantes de um curso pré-vestibular no município de Contagem, MG, mostrou que a maioria dos/as participantes da pesquisa apresentava dificuldades no entendimento de vários temas a respeito de Genética, possivelmente devido à fragmentação no processo de ensino e aprendizagem. Outra pesquisa, desenvolvida por Infante-Malachias *et al.* (2010), com estudantes de seis diferentes cursos brasileiros de graduação na área da saúde, com o objetivo de analisar a compreensão dos mesmos quanto aos conceitos básicos em Genética, revelou que futuros/as professores/as e outros profissionais de saúde compartilham uma compreensão distorcida da Genética elementar.

Considerando as dificuldades supracitadas referentes ao ensino de Genética, bem como a importância que argumentamos de um currículo com propostas de ensino orientadas para promover debates acerca de questões políticas, culturais, sociais e étnicas, torna-se importante avaliar como pesquisadores/as brasileiros/as da área de ensino de Ciências e Biologia têm proposto, desenvolvido e analisado experiências didáticas nesse campo. Assim, este artigo, que é parte da pesquisa de doutorado da primeira autora, contempla a análise de formas de abordagem didática de Genética propostas para o Ensino Médio ou para a formação de professores/as, por meio de uma revisão sistemática das experiências didáticas relatadas no ENPEC, bem como discutir se as propostas em questão estão de acordo com os sentidos do pluralismo epistemológico e do multiculturalismo crítico².

O percurso metodológico

A presente pesquisa se apresenta como uma revisão sistemática da literatura, uma vez que se propõe a identificar, selecionar, organizar e classificar informações relevantes sobre determinado assunto, através da síntese dos resultados de diversos estudos (RAMOS; FARIA; FARIA, 2014). Ainda segundo as autoras, a revisão sistemática da literatura propõe uma reconstrução do percurso conceitual e metodológico na escolha de fontes bibliográficas, envolvendo uma recolha exaustiva dos textos publicados sobre um tema, com o propósito de discutir as pesquisas disponíveis acerca de uma questão específica.

A fim de encontrar, avaliar e sintetizar os resultados de pesquisas relevantes na área em estudo, uma revisão sistemática precisa de objetivos bem delimitados; expressões ou

² Uma análise detalhada acerca dessas perspectivas teóricas pode ser acessada na tese de doutorado da primeira autora (CORREIA, 2019), intitulada “Diálogo entre o pluralismo epistemológico e o multiculturalismo crítico na formação inicial de professores/as de Biologia”. E, de forma resumida, em uma das publicações integradas à tese (CORREIA; ALMEIDA; SANTANA, 2020).

palavras a combinar; bases de busca previamente selecionadas; critérios de inclusão dos textos para a amostra; critérios de validade metodológica, que asseguram a objetividade da pesquisa; além de um tratamento rigoroso dos dados, a fim de filtrar e analisar criticamente os resultados da pesquisa (RAMOS; FARIA; FARIA, 2014).

As observações supracitadas foram atendidas na presente pesquisa. Para a definição do corpus de análise, selecionamos os artigos disponíveis em anais de nove edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), abrangendo o período de 2001 a 2017³, os quais buscamos entre os meses de novembro de 2017 e janeiro de 2018. O critério de escolha do evento foi a relevância para a área de ensino de Ciências e Biologia e para o campo da pesquisa nessa área.

Utilizamos, como critério principal de inclusão, artigos que trouxessem relatos de experiências didáticas em Genética, voltadas tanto para o ensino médio quanto para a formação de professores/as de Ciências e Biologia. Foram excluídos da amostra os trabalhos que se limitaram a apresentar uma sequência didática, ainda que referente ao conteúdo de Genética, sem discutir os resultados alcançados com a aplicação da mesma, bem como aqueles cuja discussão ficou restrita a avaliar os conhecimentos dos/as participantes, construídos por meio da atividade sugerida, através da utilização de questionários pré-teste e pós-teste, sem, contudo, apresentar um relato da experiência didática desenvolvida.

Nos casos em que o sistema permitia a busca por palavra-chave, a pré-seleção dos trabalhos foi feita utilizando os seguintes descritores: Ensino; Biologia; ensino de Genética; Genética – um descritor por vez. Nos casos em que o sistema não disponibilizava a opção de busca por palavra-chave, optamos por ler o título, o resumo e as palavras-chave de todos os trabalhos, dos quais selecionamos aqueles que tinham potencial de se enquadrar na amostra, por apresentar o tema da investigação. Nos anais em que os trabalhos apresentados no formato de banner foram submetidos na forma de resumos, consideramos apenas as publicações dos trabalhos completos, relativas às apresentações orais.

Dessa forma, selecionamos 52 artigos, que foram lidos na íntegra. Destes, 22 trabalhos eram de fato relatos de experiências didáticas, compondo nossa amostra. Dos artigos selecionados para a amostra, analisamos se as abordagens didáticas de Genética eram condizentes com o pluralismo epistemológico e/ou o multiculturalismo crítico. Para tanto, consideramos categorias de análise a priori, relacionadas às características dessas perspectivas teóricas brevemente apresentadas na introdução, bem como avaliamos se as abordagens didáticas articulavam o conteúdo de Genética com discussões acerca do eurocentrismo e/ou racismo, tendo em vista o potencial desta área da Biologia para suscitar essas problematizações. Vale ressaltar que essa prática encontra respaldo na lei N° 10.639, de 9 de

³ Os trabalhos das edições do ENPEC estão disponíveis no site do evento: <http://abrapecnet.org.br/wordpress/pt/enpecs-antiores/>.

janeiro de 2003, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional para incluir, no currículo oficial de todos os estabelecimentos de ensino, fundamental e médio, a obrigatoriedade da temática “história e cultura afro-brasileiras”.

A organização dos dados seguiu os princípios da análise de conteúdo proposta por Bardin (2009), que tem como finalidade principal a interpretação das comunicações, por meio de procedimentos sistemáticos de descrição das mensagens. A autora assinala três fases no trabalho com a organização da análise de conteúdo: *pré-análise*, *exploração do material* e *tratamento dos resultados: inferência e interpretação*. Na *pré-análise*, organizamos o material selecionado para a amostra, em seguida, foi realizada uma leitura fluente dos trabalhos, sucedida da demarcação do que seria analisado, por meio de recortes dos artigos e preparação do material.

Na *exploração do material*, que se refere à segunda fase, definimos as categorias de análise, realizando o reagrupamento por analogia a partir de critérios definidos previamente a fim de possibilitar a inferência. Além disso, identificamos as unidades de registro, no nosso caso, as unidades semânticas, pois se referem ao sentido/significado do texto, e as unidades de contexto, ou seja, partes do texto que nos permitiram compreender as unidades de registro, as quais apresentaremos no curso da análise. O quadro abaixo exhibe as categorias e unidades de registro (Quadro 1).

Quadro 1 – Apresentação das categorias de análise e as respectivas unidades de registro semânticas.

Categorias	Unidades de registro semânticas
(i) Abordagem quanto à dimensão epistemológica	Problematização quanto à abordagem cientificista
	Orientação de que cada conhecimento, no seu contexto, tem seu alcance e validade e, assim, pode ser adequadamente aplicado
(ii) Abordagem quanto ao diálogo intercultural	Articulação entre os saberes dos/as estudantes com os conhecimentos denominados científicos
	Problematização das evidências que os/as cientistas usam como apoio às teorias para, assim, os/as estudantes terem subsídios suficientes que contribuam para a compreensão das ideias denominadas científicas
(iii) Abordagem quanto às implicações e intenções políticas	Articulação do discurso biológico com discursos históricos, políticos, sociológicos, culturais e outros
	Questionamento em relação à naturalização de preconceitos e discriminação, buscando interrogar o caráter monocultural e o eurocentrismo na ciência

Fonte: Dados da pesquisa.

Na terceira fase, que diz respeito ao *tratamento dos resultados: inferência e interpretação*, realizamos o estudo aprofundado dos trabalhos a partir da reflexão crítica e da intuição das pesquisadoras, tornando os resultados significativos para os campos da educação científica e da educação das relações étnico-raciais.

Resultados e discussão

Foram selecionados 22 trabalhos em nove edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – ENPEC, cuja característica em comum era apresentar um relato de experiência didática acerca do conteúdo de Genética, seja para a educação básica ou para o ensino superior. No quadro 2 apresentamos as publicações selecionadas.

Quadro 2 – Publicações selecionadas em nove edições do ENPEC, com descrição do código do trabalho, seguida da edição do evento, título e autoria da pesquisa.

Código	Edição	Título do trabalho	Autores/as
A1	IV ENPEC	DNA & ambiente: Uso do ensaio cometa como ferramenta para discussão interdisciplinar de lesão e reparo do DNA na pós-graduação em ensino de Ciências	SILVA, J. da; NETO, A. S. de A.
A2	VI ENPEC	A Genética como foco de análise quanto às possíveis relações CTS: Reflexos sobre a formação de professores no ensino superior	MEZALIRA, S. M.; ARAÚJO, M. C. P. de.
A3	VI ENPEC	Diagnóstico inicial das dificuldades de articulação e sobreposição dos conceitos básicos da Genética utilizando jogos didáticos	PEREIRA, A. F.; LEÃO, A. M. dos A. C.; JÓFILI, Z. M. S.
A4	VII ENPEC	Os modelos didáticos com conteúdos de Genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de Ciências e Biologia	SETÚVAL, F. A. R.; BEJARANO, N. R. R.
A5	VIII ENPEC	A inovação metodológica no ensino de Biologia como ferramenta na abordagem de células-tronco	ALMEIDA, F. de L.
A6	VIII ENPEC	Estudos preliminares sobre a utilização de recursos multimodais no Ensino de Biologia Molecular no Ensino Médio	COSTA, F. de J.; SANTOS, N. da S.; CHAVES, A. C. L.
A7	VIII ENPEC	Células-tronco no reparo tecidual e sua representação em jogo didático: Rompendo paradigmas no ensino de biotecnologia	OLIVEIRA, G. P. de; CARVALHO, S. N. de; GÓES, A. C. de S.
A8	VIII ENPEC	Raça ou espécie? Relações interpessoais em sala de aula	PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA, M. J.
A9	VIII ENPEC	A divulgação científica como estratégia de ensino dos principais conceitos básicos de Genética	RESENDE, T. A.; KLAUTAU-GUIMARÃES, M. N.
A10	VIII ENPEC	A percepção de alunos do ensino médio em relação à interação gene-organismo-ambiente	SCHNEIDER, E. M.; JUSTINA, L. A. D.; MEGLHIORATTI, F. A.
A11	VIII ENPEC	A utilização de filmes na mediação da aprendizagem de temas sobre a aplicação do conhecimento genético no ensino de Biologia	FRANÇA E SILVA, D. de S.; FRENEDOZO, R. de C.
A12	IX ENPEC	Aprender sobre herança genética: Mais de um quadro de Punnett	MARÍN, Y. A. O.
A13	IX ENPEC	Aplicação e teste de uma sequência didática sobre sistema sanguíneo ABO no ensino	PINHEIRO, S. A.; COSTA, I. A. S. da;

		médio de biologia	SILVA, M. F. da.
A14	IX ENPEC	O jogo didático como contexto para a identificação de lacunas de Genética Sistêmica	SILVA, V. F. da; CARNEIRO-LEÃO, A. M. dos A.; JÓFILI, Z. M. S.
A15	IX ENPEC	Os heredogramas familiares no estudo da hereditariedade e do contexto histórico e sociocultural dos estudantes	VESTENA, R. de F.; SEPEL, L. M. N.; LORETO, É. L. S.
A16	X ENPEC	O processo curricular sobre a temática dos transgênicos no ensino de Biologia: as concepções dos alunos	COSTA, L. C. da; SICCA, N. A. L.
A17	X ENPEC	O ensino de síntese proteica sob uma perspectiva inovadora	MOUL, R. A. T. de M.; SILVA, F. C. L. da.
A18	X ENPEC	PIBID: Atividade de Genética como ferramenta no ensino de Biologia	MUROLLO, B. D.
A19	X ENPEC	Elaboração de tirinhas de história em quadrinhos sobre o conceito de gene por estudantes de ensino superior	PEDREIRA, M. M.; OLIVEIRA, S. F. de; KLAUTAU- GUIMARÃES, M. de N.
A20	X ENPEC	Investigação de princípios de design para sequência didática sobre os mecanismos de transmissão de características hereditárias monogênicas autossômicas	RIOS, K. B. O.
A21	XI ENPEC	Brincando com a dificuldade do ensino da Genética	FERREIRA, C. P. <i>et al.</i>
A22	XI ENPEC	Sinalizando possibilidades no ensino de Genética: Avaliação de uma proposta prática utilizando a abordagem histórica	NORATO, A. G. F. <i>et al.</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

Abordagem quanto à dimensão epistemológica

A epistemologia ou teoria do conhecimento diz respeito ao estudo filosófico acerca da natureza, fontes e validade do conhecimento. Assim, são questões de interesse da epistemologia os métodos científicos, a demarcação do conhecimento denominado científico, mudanças e status desse conhecimento (APOSTOLOU; KOULALIDIS, 2010). Uma abordagem epistemológica no ensino de Ciências implica em promover discussões quanto à construção dos conceitos denominados científicos, ao passo que gera aproximação ao processo de produção de conhecimentos pelos/as estudantes, contribuindo para que ele seja humanizado. Todavia, Oliveira (2002) destaca que é comum entre os/as professores/as de Ciências uma ideia muito estereotipada sobre o que seja a ciência, seu funcionamento e o valor dos conhecimentos que ela produz. Em consequência, essa visão tende a se manifestar no âmbito escolar, ocorrendo o predomínio da perspectiva lógico-positivista de uma ciência

ocidental moderna⁴, na qual a pesquisa é marcada pelo método experimental como única forma de produção de conhecimento, cujo resultado é qualificado como absolutamente verdadeiro, imutável e universal.

Tendo em vista a importância da abordagem epistemológica para o entendimento do complexo processo de construção das ciências, bem como uma visão crítica frente à produção desses conhecimentos, analisamos nesta categoria se os trabalhos problematizam a abordagem cientificista que caracteriza a área do ensino de Ciências e discutem o alcance e a validade do conhecimento científico ocidental em determinados contextos. Entendemos por cientificismo a abordagem que confere superioridade à ciência ocidental moderna em detrimento de outras ciências. Assim, os trabalhos que apresentam algum grau de problematização nesta categoria deverão discutir as limitações da ciência hegemônica, bem como o processo de construção social desse conhecimento e seu caráter provisório, abrindo espaço para a discussão de outros saberes, que devem ser valorizados dentro de seus próprios domínios, tal como propõe o pluralismo epistemológico.

A maioria dos trabalhos (20; 90,9%) não apresentou no corpo do texto nenhuma referência quanto à problematização da abordagem cientificista. Destes, dois (A1 e A3) deixaram explícita a abordagem direcionada exclusivamente para a aprendizagem de conceitos denominados científicos, apresentando-os como eixo central da proposta didática relatada, conforme podemos perceber nas seguintes unidades de contexto:

A atividade foi aplicada [...] para avaliação conceitual sobre o DNA, desde a compreensão da sua estrutura, função, lesão (natural e/ou antropogênica) e reparo (A1, p. 1). [...] Resultados indicam uma clara evolução conceitual, principalmente sobre lesão e reparo do DNA, em especial entre estudantes provenientes de outros cursos fora da Biologia. [...] talvez os estudantes de Biologia apresentem alguma resistência a mudança de conceitos (A1, p. 9).

O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento e aplicação de dois jogos utilizando conceitos formais básicos da Genética a fim de diagnosticar o estabelecimento da associação/relação, da articulação e da sobreposição desses conceitos com os de áreas afins (A3, p. 1). [...] quanto à sobreposição dos conceitos é provável que o reforço da pesquisadora, neste aspecto, tenha favorecido a colocação de mais de um conector, pois se observou não haver uma visão conceitual em rede nos dois grupos (A3, p. 10).

Podemos perceber, pela análise da descrição dos objetivos dos trabalhos, que as atividades desenvolvidas têm a finalidade de contribuir para a aprendizagem de conceitos que compõem o currículo de Biologia, na área de Genética. Não é discutido nos artigos o processo de construção de tais conceitos, como também não são apresentadas as discussões relatadas na literatura especializada quanto à crise do conceito de gene⁵, por exemplo, cuja definição é

⁴ Em trabalhos anteriores (CORREIA, 2019; CORREIA *et al.*, 2020), propomos a pluralização do termo – ciências, de modo a reconhecer as produções fora do escopo da cultura ocidental moderna também como produções científicas. Assim, especificamos ciência ocidental moderna ou ciência hegemônica ou acadêmica, ciências dos povos indígenas, ciências dos povos africanos, dentre outras.

⁵ “A crise do conceito de gene refere-se, na verdade, a um modelo específico dos genes e de suas funções nos sistemas biológicos, expresso no chamado conceito molecular clássico, de acordo com o qual um gene é um segmento de DNA que codifica um produto funcional

tratada em ambos os trabalhos de forma superficial, reproduzindo a abordagem comum em livros didáticos, referente ao conceito mendeliano clássico.

O trabalho A2, embora não tenha apresentado indícios de discussão frente às limitações da ciência hegemônica, merece destaque por ter apresentado uma visão crítica sobre os avanços científicos e tecnológicos, trazendo a proposta de abordar o tema “Imunogenética” na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Todavia, o relato apresenta uma discussão superficial da Ciência e da Tecnologia, descritas como atualidades que promovem o bem-estar social, sem aprofundamento nas implicações sociais e éticas no contexto dos conteúdos de sistemas sanguíneos ABO e fator Rh de seres humanos e do sistema de histocompatibilidade (HLA), tal como proposto nos objetivos do trabalho.

Destacamos os artigos A19 e A21 por terem sido os únicos da amostra que buscaram, na discussão dos seus respectivos relatos de experiência, questionar a superioridade sociocultural dada aos conhecimentos científicos ocidentais. O primeiro, ao questionar o conceito de gene difundido nos livros didáticos, apresenta uma discussão aprofundada do processo de construção histórica da ciência ocidental, promovendo um debate com estudantes de graduação quanto à polissemia do termo “gene”, proveniente dos avanços na área da biologia molecular. Esses avanços, segundo os autores, são responsáveis por desestabilizar os conhecimentos atuais sobre o conceito de gene, abrindo portas para novas interpretações e avanços na área. O artigo A21 discute a ciência ocidental como um processo histórico e humano, também atendendo a essa categoria. Essa abordagem acontece no contexto de uma oficina com professores/as e licenciandos/as de Ciências Biológicas sobre determinados conceitos em Genética, como genótipo, fenótipo, fluxo gênico e heredograma, a partir da utilização de modelos e jogos didáticos. Destacamos a preocupação das autoras em discutir as “(...) revisões que estão ocorrendo no âmbito das pesquisas da biologia contemporânea que destacam a complexidade do tema e a tendência a ser criticada pela simplificação conceitual (A21, p. 7)”.

Argumentamos que, além de entender os conceitos ou teorias da ciência ocidental moderna, é importante que os/as estudantes apreciem a construção social desse conhecimento e percebam suas limitações. Nesse processo, os/as professores/as têm um papel importante em articular uma discussão reflexiva, na qual diferentes posições são explicitadas e, em seguida, comparadas e contrastadas em busca da melhor interpretação, tal como o trabalho do/a cientista. A partir da combinação de informações sobre a ciência ocidental e da consideração frente à confiabilidade das fontes dos dados científicos, espera-se que os/as estudantes sejam

(polipeptídeo ou RNA)” (JOAQUIM; EL-HANI, 2010, p. 94). A problematização da crise do conceito de gene deve contribuir para a superação de um discurso determinista genético que tem importantes implicações sociopolíticas.

capazes de desenvolver visões mais críticas acerca das questões que são de relevância científica e social (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000).

Analisamos também se os trabalhos apresentavam alguma orientação de que cada conhecimento, no seu contexto, tem seu alcance e validade e, assim, pode ser adequadamente aplicado. Essa abordagem pode ser facilitada a partir da discussão de vários saberes no contexto do ensino de Genética, a fim de contribuir para a percepção de que a ciência ocidental representa mais uma entre tantas outras ciências igualmente válidas. Além disso, na análise dessa unidade de registro, também buscamos por uma abordagem voltada para a história das ciências, que valoriza a construção desses conhecimentos considerando as limitações de cada época. Segundo Clément (2006), é importante discutir que qualquer conhecimento num determinado período não representa uma verdade definitiva, e poderia ser chamado, a posteriori, de “equivoco”! Assim, considerar a história das ciências no ensino de Genética implica em entender que as concepções dos/as cientistas são frequentemente resultado de interações entre os valores e os conhecimentos de sua época.

No que se refere a essa unidade de registro, novamente a maioria dos trabalhos (20; 90,9%) não apresentou a discussão correspondente. Em geral, os/as autores/as enfatizavam unicamente a abordagem dos conhecimentos científicos escolares presentes no livro didático, como mostram os excertos: “Nossos resultados evidenciaram que os alunos têm interesse, mas possuem concepções cientificamente incorretas sobre os temas em questão” (A6, p. 1) e “Apesar dos termos biotecnologia e Engenharia Genética serem pouco citados nos textos dos alunos, a explicação correta de transgênicos aparece de forma simples (A16, p. 5)”. Como podemos perceber, há uma valorização aparente dos conhecimentos denominados científicos, tendo em vista a falta da abordagem de como outras culturas poderiam explicar os mesmos fenômenos em pauta na aula.

A falta de uma abordagem mais contextual sobre a natureza da ciência ocidental pode ser reflexo de uma formação cientificista. Historicamente, o ensino de Ciências valorizou os conhecimentos denominados científicos em detrimento de outras formas de saber. Além disso, é comum que os/as professores/as se baseiem apenas nos livros didáticos para planejarem o desenvolvimento de suas aulas, os quais se apresentam muito limitados, pois quando promovem discussões que envolvam cultura, sociedade ou ambiente, o fazem como apêndice, ao final do capítulo, como sendo informações adicionais de menor relevância acadêmica. Também pode ser que, por falta de espaço, os/as autores/as não tenham deixado explícito, no contexto do relato da experiência, a discussão sobre o alcance e validade dos conhecimentos, tendo em vista que os trabalhos deste evento têm número de páginas limitado (até 13 páginas). Percebemos isso nos trabalhos A4, A8, A12 e A20, pois estes apresentaram no referencial teórico a importância da discussão referente a natureza das ciências, mas não

abordaram essa reflexão nos resultados. Como exemplo, destacamos um trecho da discussão de literatura de A4:

Para tanto, que este ocorra a partir do ensino sobre Ciências, sendo necessário incluir nessa perspectiva o conhecimento sobre a História, Filosofia e Epistemologia das Ciências, bem como a contribuição dessas áreas para o conceito no campo da ciência, o entendimento da natureza da ciência e o fazer ciência, visando assim a humanização das ciências que estão sendo trabalhadas em sala de aula (A4, p. 10).

Embora os trabalhos supracitados tenham feito essa reflexão no referencial teórico, não apresentaram, nas discussões do relato, uma preocupação correspondente. Destacamos também A15, A18 e A21, que apresentaram nos resultados e discussão, de forma bem discreta, a preocupação de adequar os conhecimentos denominados científicos ao contexto em que eles podem ser aplicados, como por exemplo: “Percebemos que as constatações e análises dos estudantes se fortaleceram quando tiveram acesso aos conceitos sistematizados pela comunidade científica de modo contextualizado” (A15, p. 6) e “(...) a ideia de que um casal vai ter um filho e certas características vão ser herdadas, bem como o levantamento das características da classe, possibilitou uma proximidade da atividade com a vida deles” (A18, p. 6). Todavia, não houve uma discussão acerca de experiências cotidianas ligadas aos conhecimentos ou da história das ciências no decorrer do trabalho.

De todos os trabalhos analisados, apenas em A19 e em A22 percebemos a orientação de que cada conhecimento, no seu contexto, tem seu alcance e validade e, assim, pode ser adequadamente aplicado. O primeiro, ao se referir às possíveis aplicações de diferentes conceitos de gene em diferentes situações, e o segundo, na medida em que considerou a História da Genética como elemento de contextualização para discutir sobre manipulação genética. Seguem trechos da discussão de A22 para exemplificar: “Com a linha do tempo fixada no quadro, os alunos puderam perceber que a história é dividida em períodos e que esses períodos têm características sócio-históricas diferentes” (A22, p. 7) e:

(...) os resultados indicaram que, a partir da contextualização histórica, a atividade aproximou os alunos dos avanços genéticos, promovendo a relação do conteúdo (manipulações genéticas) da realidade dos alunos [...] A variação de período histórico dos experimentos (Antiguidade até Século XX) foi proposital para que os alunos percebessem a perspectiva processual da Ciência (A22, p. 7).

Entendemos que a abordagem histórica das ciências pode auxiliar professores/as de Ciências e Biologia a superar concepções ingênuas sobre a natureza dos conhecimentos, contextualizando os conteúdos e apresentando suas limitações (NORATO, 2017). Percebemos que em A22, embora as discussões tenham sido limitadas em relação a outros sistemas de conhecimento distintos dos saberes ocidentais, houve uma preocupação voltada para a construção humana e processual desses conhecimentos.

Em suma, sinalizamos a carência nos trabalhos quanto à dimensão epistemológica, seja por falta de prioridade em suscitar abordagens dessa natureza no contexto do ensino de

Genética, seja pela falta de espaço para aprofundar essa discussão, considerando o limite de páginas para a publicação dos trabalhos no evento. Entendemos também que nem toda abordagem didática precise necessariamente levantar discussões dessa natureza para ter valor didático-formativo, mesmo porque a abordagem pedagógica depende das intenções educativas envolvidas no planejamento de determinada aula. Assim, mesmo as abordagens didáticas que não apresentaram esta preocupação têm sua importância dentro dos objetivos que se propuseram a atingir.

Abordagem quanto ao diálogo intercultural

O diálogo respeitoso entre diferentes perspectivas culturais representa um caminho frutífero para práticas pedagógicas sensíveis à diversidade e comprometidas com as diferenças. O espaço para o diálogo contribui para a valorização dos conhecimentos dos/as estudantes, bem como de suas culturas. Para tanto, seria necessário repensar as práticas de ensino de Ciências, visando retratar o conhecimento científico ocidental como socialmente construído (DRIVER *et al.*, 2000), de modo que este seja percebido como uma das formas de explicação dos fenômenos naturais, não a única, abrindo, assim, espaço para a discussão das demais ciências. Essa mudança de perspectiva no ensino requer que haja espaço nas salas de aula para as atividades discursivas, com destaque para o diálogo e a argumentação.

Tendo em vista a importância do diálogo intercultural para a valorização dos saberes dos/as estudantes, bem como para o entendimento da ciência ocidental como construção humana e social, buscamos nessa categoria analisar se os relatos de experiência em questão buscaram articular os saberes dos/as estudantes com os conhecimentos científicos ocidentais e também se envolviam, no curso da discussão dos trabalhos, problematização das evidências que os/as cientistas usam como apoio às teorias para, assim, os/as estudantes terem subsídios suficientes para a compreensão das ideias científicas como socialmente construídas, e não como resultados finais inquestionáveis, precisos e imutáveis.

Quanto à articulação entre os saberes dos/as estudantes com os conhecimentos científicos ocidentais, percebemos diferentes estratégias, com diferentes finalidades, indicadas pelos/as autores/as. Entre os trabalhos, 7 (32%) apresentaram preocupação em articular os diferentes saberes, mas numa perspectiva de mudança conceitual. Assim, embora esses trabalhos suscitasse uma discussão acerca dos saberes prévios dos/as estudantes, não o faziam com o objetivo de demarcar os conhecimentos, conferindo-lhes igual relevância aos conhecimentos ocidentais, mas sim, de substituí-los por outros. Outra parte dos trabalhos (11; 50%) buscava conhecer o que os/as estudantes sabiam acerca dos conhecimentos denominados científicos, a fim de articular com outros mais bem elaborados. Uma menor parte dos trabalhos (2; 9%) não mencionou preocupação em articular os diferentes saberes e,

por fim, dois trabalhos (9%) discutiram os conhecimentos dos/as estudantes no sentido do pluralismo epistemológico, no que se refere à demarcação de saberes e valorização dos conhecimentos culturais dos/as estudantes, embora não tenham adotado este referencial.

Os trabalhos A1, A3, A5, A6, A9, A10 e A13 defenderam, na discussão, a perspectiva de mudança conceitual, ou seja, a importância de substituir os conhecimentos prévios dos/as estudantes, de diferentes naturezas, pelos conhecimentos científicos ocidentais, tal como percebemos em trechos retirados de A5 e A6:

Quebrar conceitos e construir novos é indispensável já que uma maioria tem sua argumentação fundamentada no que a mídia expõe. [...] foi possível identificar que, por meio da estimulação os alunos foram mostrando fatores que mostravam que a sua concepção estava de acordo com o que a ciência descrevia (A5, p. 3).

Ressalta-se que foram consideradas concepções corretas as respostas com embasamento científico e definições claras que demonstraram que o aluno apresentava domínio e fluência frente ao tema relacionado (A6, p. 4).

O modelo de mudança conceitual, que visa a substituição de concepções anteriores de uma pessoa por outro conjunto de conceitos incompatíveis com o primeiro (POSNER *et al.*, 1982), tem sido criticado, sobretudo pelo insucesso do/a professor/a em tentar mudar concepções que são úteis para os/as estudantes em seus contextos. Como alternativa ao modelo de mudança conceitual, foi proposta, na década de 1990, a ideia de perfil conceitual (MORTIMER, 1995). Essa perspectiva pressupõe que as pessoas podem exibir diferentes maneiras de ver e representar o mundo, que são usadas em diferentes contextos (EL-HANI; MORTIMER, 2007). Destacamos que, na análise dos trabalhos aqui apresentados, a abordagem pedagógica em Genética está sendo mais direcionada para a mudança de conceitos e valorização da ciência ocidental, em detrimento de outras formas de explicar os fenômenos naturais.

Como mencionado anteriormente, muitos/as autores/as também buscaram conhecer o que os/as estudantes sabiam acerca dos conceitos científicos ocidentais, a fim de articular com outros conhecimentos científicos mais bem elaborados. Neste caso, não percebemos interesse por parte dos/as autores/as em conhecer todas as formas de explicação dos/as estudantes, mas apenas o que eles/as sabiam sobre a ciência ocidental, para, assim, contribuir na construção de conhecimentos mais precisos e complexos. Estes são os trabalhos A7, A8, A12, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20 e A22. Podemos ver um exemplo no seguinte excerto: “Os dados revelam que a maioria dos alunos modificou as concepções sobre transgênicos se aproximando de conceitos científicos (A16, p. 1)”. Nestes trabalhos, os/as autores/as mostravam maior empenho em acrescentar explicações científicas ocidentais mais complexas no repertório de saberes ocidentais dos/as estudantes, tendo em vista que essa era a única lógica de produção de conhecimentos apresentada.

A nossa cultura escolar, assim como a nossa sociedade, por imposição de uma ciência hegemônica, não permite que os/as alunos/as ou professores/as conheçam, discutam e questionem diferentes ciências. Logo, a única ciência que muitos alunos/as conhecem é a ocidental, tanto pelo conhecimento advindo da sociedade quanto da escola. Argumentamos que a superação dessa visão ocorreria com uma abordagem orientada pelo diálogo entre o pluralismo epistemológico e o multiculturalismo crítico.

De acordo com El-Hani e Mortimer (2007), a compreensão deveria ser o objetivo da educação escolar. Segundo os autores, o/a professor/a deveria ensinar Ciências a fim de que os/as estudantes entendessem os conceitos e pressupostos dessa cultura, o que não impediria que os/as mesmos/as mantivessem suas concepções e crenças de outra natureza, ou seja, os/as estudantes devem mostrar a capacidade de explicar uma determinada teoria científica ainda que não acreditem nela, a fim de atingir os objetivos da educação em Ciências, sem modificar suas concepções. Essa finalidade pode ser alcançada se o/a professor/a ensina de forma culturalmente sensível, valorizando todas as formas de conhecimento, para além da ciência ocidental, e delimitando o domínio de aplicação desses conhecimentos por meio da demarcação de saberes. Percebemos essa preocupação em dois trabalhos (A2 e A4), conforme podemos perceber pelos trechos “(...) Mas para isso é fundamental que os docentes trilhem seus caminhos respeitando, compreendendo cada situação, cada estudante com suas histórias, aprendizagens, valores” (A2, p. 9) e “(...) é importante haver uma relação entre os conteúdos trabalhados em sala de aula e as visões de mundo dos estudantes, suas experiências e expectativas” (A4, p. 8).

No que se refere à problematização das evidências que os/as cientistas usam como apoio às teorias para, assim, os/as estudantes terem subsídios suficientes que contribuam para a compreensão das ideias científicas ocidentais, destacamos que a maioria dos trabalhos (18; 82%) não discutiu esse aspecto, sendo que, para exemplificar, destacamos A1 e A5. Percebemos em A1 que, ao tratar sobre gene, na discussão de DNA e meio ambiente, poderia ter sido discutida a polissemia do termo, hoje considerado um conceito em crise (JOAQUIM; EL-HANI, 2010), mas, ao invés disso, foi apresentado um conceito com o fim em si mesmo. Em A5, ao tratar sobre células-tronco, destacamos o seguinte trecho “A prática reflexiva necessita ser uma atividade constante, já que os estudantes do ensino médio estão se apoderando e se apropriando do conhecimento científico e seus conceitos continuamente” (A5, p. 10). Neste caso, embora percebamos uma preocupação com a atualização dos conhecimentos científicos ocidentais, fica evidente a abordagem assimilacionista dos/as autores/as, apresentando a preocupação de que os/as estudantes entendam mais as conclusões dos estudos do que o processo de construção do conhecimento.

Vale ressaltar que em A15, A19 e A22, embora no contexto geral da discussão não percebamos essa problematização explícita, os/as autores/as parecem valorizar o enfoque dinâmico da ciência ocidental, que se refere a um aspecto importante do diálogo intercultural. Dessa forma, podemos inferir que a falta de problematização pode ter ocorrido, seja porque não foi objetivo da abordagem didática proposta, seja por falta de espaço, considerando, mais uma vez, a limitação no número de páginas dos trabalhos submetidos ao evento. Destacamos ainda que dois trabalhos (A11 e A14) apresentaram a problematização da construção dos conhecimentos ocidentais apenas no referencial teórico, por exemplo, quando A14 questiona “(...) uma formatação cartesiana-linear, bem como o imediatismo causa-efeito (A14, p. 5)”, referindo-se à crítica ao ensino nessa vertente. Todavia, as discussões no relato de experiência restringiram-se aos conhecimentos finais alcançados pelos/as cientistas, sem discutir as evidências que levaram a determinadas explicações.

Foram quatro os trabalhos que apresentaram, na discussão da experiência referente à abordagem em Genética, as problematizações levantadas pelos/as cientistas na construção dos conhecimentos (A3, A10, A12 e A20). Em A3, no jogo didático de agrupar palavra, conceito e imagem, referentes aos conceitos básicos de Genética, os/as participantes foram estimulados/as a argumentar em torno de qual teria sido a explicação usada por cientistas da área para a respectiva associação. Em A10, percebemos essa preocupação, já que os/as pesquisadores/as buscaram desconstruir a crença de que é possível prever as características que o indivíduo vai expressar no futuro apenas tendo conhecimento do DNA. Nessa discussão, compreendemos a inquietação em romper com o reducionismo da visão do determinismo genético, evidenciando os argumentos dos/as cientistas para a compreensão dessas ideias. A20 destacou a importância da “(...) aproximação dos/as alunos/as com o processo de produção de conhecimento científico (p. 4)” e A12 enfatizou a relação entre os conceitos e a importância de ressaltar mais o processo de construção do conhecimento que seus dados conclusivos:

(...) avançando também no entendimento da estrutura celular necessária para entender a importância das proteínas como expressão do genótipo para a conformação do fenótipo. Desta forma, os alunos mergulham em um ambiente de aprendizagem em que o mais importante não é aprender dados e informações pouco integrados, o que não lhes permite atribuir explicações mais complexas aos fenômenos relacionados aos processos da vida, mas o mais importante é a construção de conhecimentos evidenciados na compreensão de conceitos e seu uso ao explicar determinadas situações (A12, p. 7, tradução nossa).

Ressaltamos a importância da problematização das evidências obtidas pelos/as cientistas, bem como do caráter processual das ciências, por meio de uma abordagem dialógica e interativa. Considerando que as ciências estão em constante transformação, é mais relevante que os/as alunos/as conheçam como funciona o processo de construção do conhecimento, ao invés de memorizar conceitos com um fim em si mesmo. Nessa

perspectiva, os/as estudantes tendem a construir um olhar crítico frente à ciência ocidental, entendendo suas limitações, o que contribui para abrir espaço nas salas de aulas para outras ciências, que precisam ser valorizadas dentro de seus próprios domínios, em contextos específicos ou não.

Diante do exposto, a valorização e o respeito às diferentes formas de conhecer são imprescindíveis para uma educação crítica. Mas para além dessa valorização e desse respeito, defendemos que a educação promova mudança de atitudes, contribuindo para a transformação social. Para tanto, consideramos as implicações e intenções políticas no âmbito educacional, categoria que iremos discutir a seguir.

Abordagem quanto às implicações e intenções políticas

A educação para a transformação social demanda que o espaço escolar seja comprometido com discussões políticas, sociais e culturais. Trata-se de extrapolar a transmissão de conceitos e promover um ambiente de reflexão crítica. Nesse viés, analisamos se os trabalhos de relatos de experiências sobre o conteúdo de Genética apresentavam, na discussão das atividades realizadas, articulação do discurso biológico com discursos históricos, políticos, sociais, culturais, entre outros. Além disso, buscamos mais especificamente por discussões acerca da naturalização de preconceitos e discriminação, questionando o caráter monocultural do conhecimento e o eurocentrismo.

A maioria dos trabalhos analisados (17; 77,3%) apresentou na discussão dos resultados a articulação do discurso biológico com outros discursos de diferentes naturezas. Como exemplo, citamos A1, que articulou as discussões sobre DNA com os fatores ambientais; A9, que relacionou ciência, tecnologia e sociedade na discussão sobre clonagem e células-tronco; e A19, que discutiu a construção histórica do conceito de gene. Destacamos ainda outros exemplos, apontando excertos dos trabalhos A2, A8 e A15:

(...) propusemos discutir as implicações sociais e éticas da ciência e tecnologia estudadas na Genética, na subárea da imunogenética, ou seja, no estudo teórico e prático dos sistemas sanguíneos ABO e fator Rh de seres humanos e do sistema de histocompatibilidade (HLA), que identificam os diferentes seres vivos e que são testados no momento de realizar os transplantes (A2, p. 2).

A organização do ensino baseou-se na investigação da prática social inicial dos estudantes, contextualização e problematização dos conteúdos, que foram trabalhados nas dimensões histórica, científica, cultural e social (A8, p. 1).

Analisaram [os/as estudantes] as questões religiosas, éticas, culturais, sociais e históricas em que estão imersas nas famílias dos estudantes ou estiveram nas gerações anteriores [...]. Na redação, destacaram-se aspectos como: o que se aprendeu ao realizar o trabalho e algumas constatações e particularidades individuais e do contexto histórico e sociocultural (A15, p. 4).

A preocupação dos/as autores/as em discutir temas políticos apresenta indícios da abordagem proposta pelo multiculturalismo crítico, que advoga a discussão de temas sociais,

culturais e políticos no contexto dos conteúdos disciplinares. Todavia, os trabalhos analisados não tiveram como objetivo problematizar a luta pela representação das vozes oprimidas em currículos e práticas pedagógicas, o que caracterizaria a abordagem multicultural crítica. Em contrapartida, uma menor parcela dos trabalhos (5; 22,7%) se limitou a discutir apenas os conhecimentos ocidentais da área da Genética, correspondendo aos trabalhos A12, A14, A17, A18 e A21. Destacamos que A18 apresenta no referencial teórico a importância de abordar os discursos sociais no curso das aulas de Genética, mas não leva essa discussão para o relato de experiência sobre primeira lei de Mendel, que ocorre por meio de uma atividade prática com foco restrito nos conhecimentos ocidentais.

Destacamos o potencial do conteúdo de Genética para discutir temas sociais, culturais e políticos, tal como a naturalização de preconceitos e discriminações, uma vez que suscita assuntos como melhoramento genético, eugenia, racismo científico com base em argumentos de superioridade genética de raças, herança poligênica da cor da pele e reprodução assistida com escolha de características genéticas “desejáveis”. Além disso, a história da construção dos conhecimentos em Genética contribui para interrogar o caráter monocultural do conhecimento e o eurocentrismo ao promover a discussão sobre como outras culturas/ciências explicam fenômenos relacionados a essa área da Biologia, como, por exemplo, a herança biológica. Sobre essas questões, percebemos que nenhum dos trabalhos analisados suscitou, no contexto das discussões geradas a partir dos relatos de experiências em diversos temas da Genética, o questionamento em relação à naturalização de preconceitos e discriminação, assim como também não houve problematização quanto ao caráter monocultural do conhecimento e o eurocentrismo.

Podemos notar a preocupação dos/as autores/as dos relatos discutidos acerca da necessidade de extrapolar as discussões meramente conceituais da Genética através da articulação dos discursos biológicos com discursos de outras naturezas, mas há uma carência explícita nas pesquisas desenvolvidas quanto à utilização dos conhecimentos genéticos para desnaturalizar preconceitos, que historicamente foram reforçados com argumentos de superioridade genética de raças, por meio do racismo científico, por exemplo.

O racismo científico diz respeito a práticas e discursos da ciência ocidental que estiveram/estão envolvidos na determinação de padrões excludentes e em processos de segregação de grupos humanos, com base na categoria raça (SÁNCHEZ-ARTEAGA et al., 2013). Entendemos que o desenvolvimento de experiências didáticas nas salas de aula, com base na história do racismo científico, pode contribuir para a construção de uma análise crítica pelos/as estudantes frente à ideia de neutralidade da ciência ocidental, além de desmistificar concepções que até os dias atuais circundam o pensamento social, como a de existência de raças humanas do ponto de vista biológico.

A discussão a respeito da existência de raças humanas também compõe o leque de possibilidades de questionamento crítico no contexto do ensino de Genética. É importante esclarecer que, na contemporaneidade, o conceito de raça não mais se sustenta em base biológica, pois pessoas fenotipicamente reconhecidas como pertencentes a um grupo étnico-racial podem apresentar marcadores genéticos de outros grupos étnico-raciais. Portanto, pretos, brancos e amarelos não têm marcadores genéticos que os diferenciem enquanto raça (SCHUCMAN, 2012). Sobre isso, Munanga (2013) ressalta que menos de 1% dos genes que constituem o patrimônio genético de um indivíduo são implicados na transmissão da cor da pele, dos olhos e cabelos, não sendo suficiente para classificá-los em raças. Todavia, embora muitas pesquisas apontem que a distinção entre raças não tem mais o fundamento biológico, isto não é suficiente para extinguir o que culturalmente foi construído ao longo de séculos, pois o conceito continua fortemente presente no âmbito social. Assim, os discursos sociais, políticos, históricos e culturais merecem espaço no contexto do ensino de Genética.

Percebemos em A12 grande potencial para a abordagem sobre racismo, uma vez que discutiu sobre a herança da cor da pele. Todavia, os/as autores/as se limitam à explicação dos conhecimentos referentes ao processo de herança genética, por meio da utilização de práticas de extração do DNA, vídeo, pesquisas e exercícios desenvolvidos pelos/as estudantes. Em A15, os/as autores/as apresentam no referencial teórico a possibilidade de discussões sociais no conteúdo de hereditariedade: “Os fenômenos da hereditariedade são capazes de suscitar discussões, curiosidades e, até mesmo, reforçar crenças e preconceitos” (A15, p. 2). Todavia, o trabalho não apresenta essa discussão no relato da experiência referente à construção de heredogramas pelos/as estudantes.

Para resumir, apresentamos no quadro abaixo os trabalhos que atenderam a pelo menos uma unidade de registro em cada categoria (Quadro 3).

Quadro 3 – Resumo dos artigos que apresentaram discussões no sentido do pluralismo epistemológico e do multiculturalismo crítico, de acordo com as categorias.

Categoria	Artigos
Abordagem quanto à dimensão epistemológica	A19, A21 e A22
Abordagem quanto ao diálogo intercultural	A2 e A4
Abordagem quanto às implicações e intenções políticas	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A13, A15, A16, A19, A20 e A22

Fonte: Dados da pesquisa.

Em suma, nenhum dos trabalhos analisados atendeu as três categorias. Destacamos a ausência de trabalhos que relacionassem o conteúdo de Genética com as discussões sobre eurocentrismo e racismo, ou com outras questões de cunho cultural e político. Atribuímos essa lacuna a vários fatores, que englobam desde o currículo escolar vigente, orientado pelas

formas de avaliação nacionais, que valorizam sobretudo os conhecimentos ocidentais, até a formação cientificista de professores/as da área da Biologia.

O destaque dado à formação de professores por Moreira e Candau (2003) implica no compromisso por uma formação crítica, na qual os/as professores/as possam entender a teia da diversidade cultural, do reconhecimento das diferenças para construir igualdades de direitos, dos impactos da sociedade globalizada na exclusão social, da importância de entender historicamente por que as desigualdades se tornaram tão gritantes e, assim, desnaturalizar a posição subalterna de grupos minoritários do ponto de vista do poder, embora majoritários do ponto de vista numérico. Trata-se de uma preocupação voltada para a formação cidadã, subsidiada pelo diálogo entre as ciências, que pode ser abordado por meio de diversas estratégias didáticas, a fim de contribuir com o entendimento e motivação por parte dos/as estudantes.

Considerações finais

As abordagens didáticas de Genética discutidas nos trabalhos do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências carecem de problematizações acerca da abordagem cientificista, que questionem a superioridade epistêmica da ciência ocidental frente as outras ciências. Elas reforçam, ainda, a ideia do ensino monocultural, no qual apenas a abordagem ocidental é considerada, limitando a intervenção pedagógica à discussão de uma única tradição cultural científica, a europeia, e mantendo invisibilizadas outras formas de ver e entender o mundo, como por exemplo a forma como outras culturas explicam os mecanismos de herança biológica.

A oportunidade de levar para as salas de aula conhecimentos provenientes de diferentes culturas não só contribui para valorizar e reconhecer a existência de outras explicações para os fenômenos naturais, além da explicação ocidental, como também fornece apoio teórico e epistemológico acerca das limitações dos conhecimentos ocidentais, perspectiva necessária para a formação crítica. Os poucos trabalhos que atenderam a essa categoria da dimensão epistemológica estão de acordo com os sentidos do pluralismo epistemológico, mesmo não tendo utilizado essa perspectiva como base teórica; os demais, embora relevantes para os objetivos que se propuseram a alcançar, carecem dessas discussões.

Destacamos a importância da coerência interna nos trabalhos, no que se refere à consistência que deve haver entre o referencial teórico e as discussões dos resultados. Percebemos artigos nos quais os/as pesquisadores/as defendiam uma abordagem crítica e plural, mas na proposta da atividade e na discussão dos dados se limitavam à valorização dos conhecimentos ocidentais, muitas vezes numa perspectiva de mudança conceitual. Também ressaltamos a carência da problematização das evidências que os/as cientistas usam como

apoio às teorias, uma vez que, em geral, os trabalhos não ofereciam aos/às estudantes subsídios suficientes para entender a construção das ideias denominadas científicas, bem como suas influências socioculturais.

Contudo, boa parte dos trabalhos apresentou articulação do discurso biológico com discursos históricos, políticos, sociais e/ou culturais, o que parece apontar para uma tendência na área de ensino de Ciências. Essa problematização representa uma característica do multiculturalismo crítico, e deve contribuir para a formação cidadã e tomada de decisões socialmente responsáveis, desde que sejam questionadas as relações de poder construídas historicamente por determinados grupos culturais em detrimento de outros. Por conseguinte, apesar do potencial do conteúdo de Genética para discutir questões de preconceito e discriminação, não houve trabalho nesse viés, o que indica uma lacuna nas práticas e relatos de experiências.

No que se refere às estratégias de ensino, concluímos que os trabalhos com jogos e filmes, por exemplo, buscaram mais a abordagem conceitual do conteúdo, em relação às atividades menos lúdicas, como debates e aulas dialogadas. Estas últimas direcionaram a aula por uma perspectiva mais crítica, extrapolando a transmissão de informações e contribuindo para a construção de argumentos por parte dos/das estudantes. Da mesma forma, percebemos que as experiências mais lúdicas eram planejadas para estudantes de ensino médio, enquanto as atividades para o ensino superior se mostraram menos lúdicas e mais críticas.

Nesse sentido, reforçamos a ideia de que mais importante que o recurso que o/a professor/a utiliza na aula é a abordagem dada a partir do recurso. Podemos ter uma aula com auxílio de um jogo didático extremamente conceitual e memorística, enquanto uma abordagem dialogada pode ter preocupações formativas mais completas. Intenções de formar para a cidadania, com discussões que extrapolem a dimensão conceitual, estão sendo desenvolvidas tardiamente, na maior parte das vezes durante o ensino superior, sendo que desde a educação básica essas discussões já podem ser suscitadas, de acordo com o planejamento e com as concepções do/a professor/a frente aos objetivos do ensino de Ciências.

Em suma, faz-se necessário uma perspectiva ampla dos objetivos do ensino de Genética, a fim de planejar, desenvolver e avaliar intervenções didáticas condizentes com os sentidos do pluralismo epistemológico e do multiculturalismo crítico. A partir dos resultados desta revisão sistemática de literatura, consideramos importante o desenvolvimento de pesquisas em torno de práticas no ensino de Genética que abarquem as dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais do conteúdo, ao passo que discutam temas culturais e políticos.

Referências

ALMEIDA, F. L.; GOMES, M. S.; DIAS, M. A. S.; CAVALCANTE, F. A. L.; SILVA, M. S. M. A.. A inovação metodológica no ensino de Biologia como ferramenta na abordagem de células-tronco. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. *Anais*. São Paulo: UNICAMP.

APOSTOLOU, A.; KOULALIDIS, V. Epistemology and science education: a study of epistemological views of teachers. *Research in Science & Technological Education*, v. 28, n. 2, p. 149-166, 2010.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. 5.ed. Lisboa: Edições 70, 2009.

BELMIRO, M. S.; BARROS, M. D. M. Ensino de Genética no ensino médio: uma análise estatística das concepções prévias de estudantes pré-universitários. *Revista Práxis*, v. 9, n. 17, p. 95-102, 2017.

BONZANINI, T. K.; BASTOS, F. Concepções de alunos do ensino médio sobre clonagem, organismos transgênicos e projeto genoma humano. In: ENPEC – ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. *Anais*. São Paulo: USP.

BRASIL. *Lei nº 10.639 de 9 de janeiro de 2003*. Altera a Lei nº 9.394/1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática “História e Cultura Afro-brasileira”, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 9 jan. 2003.

CANDAU, V. M. Direitos humanos, educação e interculturalidade: as tensões entre igualdade e diferença. *Revista Brasileira de Educação*, v. 13, n. 37, p. 45-56, 2008.

CANDAU, V.M. Diferenças culturais, cotidiano escolar e práticas pedagógicas. *Currículo sem Fronteiras*, v. 11, n. 2, p. 240-255, 2011.

CANEN, A. Universos culturais e representações docentes: subsídios para a formação de professores para a diversidade cultural. *Educação e Sociedade*, n. 77, p. 207-227, 2001.

CANEN, A.; MOREIRA, A. F. B. Reflexões sobre o multiculturalismo na escola e na formação docente. In: CANEN, A.; MOREIRA, A. F. B. (Org.). *Ênfases e omissões no currículo*. São Paulo: Papyrus, 2001. p. 15-43.

CANEN, A.; OLIVEIRA, A. M. A. Multiculturalismo e currículo em ação: um estudo de caso. *Revista Brasileira de Educação*, n. 21, p. 61-74, 2002.

CLÉMENT, P. Didactic transposition and the KVP model: conceptions as interactions between scientific knowledge, values and social practices. In: CARVALHO, G. S.. *Summer School: Programme & Synopses*. Instituto de Estudos da Criança, Universidade do Minho, Braga, Portugal, p. 9-18, 2006.

COBERN, W. W.; LOVING, C. C. Defining “science” in a multicultural world: Implications for science education. *Science Education*, v. 85, p. 50-67, 2000.

COLL. C. *Marc Curricular per a l'Ensenyament Obligator*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, 1986. 113 p.

CORREIA, I. S.. *Diálogo entre o pluralismo epistemológico e o multiculturalismo crítico na formação inicial de professores/as de Biologia*. Salvador, 2019. 360p. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, 2019.

CORREIA, I. S.; ALMEIDA, R. O.; SANTANA, C. S. C. Universalismo, pluralismo epistemológico e multiculturalismo crítico: problematizando a possibilidade de uma nova posição epistemológica. *Revista Espaço do Currículo*, v.13, n. Especial, p. 726-742, 2020.

COSTA, L. C. da; SICCA, N. A. L. O processo curricular sobre a temática dos transgênicos no ensino de Biologia: as concepções dos alunos. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. *Anais*. São Paulo: Hotel Majestic.

COSTA, F J.; SANTOS, N. S.; CHAVES, A. C. L. Estudos preliminares sobre a utilização de recursos multimodais no Ensino de Biologia Molecular no Ensino Médio. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. *Anais*. São Paulo: UNICAMP.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J.. Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Inc. Sci Ed*, n. 84, p. 287-312, 2000.

EL-HANI, C. N.; MORTIMER, E. F. Multicultural education, pragmatism, and the goals of science teaching. *Cult Stud of Sci Educ*, v. 2, p. 657-702, 2007.

FERREIRA, C. P.; PAIVA, R.; JUNGER, T.; TAVARES, C.; GOLDBACH, T.; MERHY, T.S. M.. Brincando com a dificuldade do ensino da Genética. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. *Anais*. Santa Catarina: UFSC.

FRANÇA E SILVA, D. S.; FRENEDOZO, R. C. A Utilização de filmes na mediação da aprendizagem de temas sobre a aplicação do conhecimento genético no ensino de Biologia. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. *Anais*. São Paulo: UNICAMP.

GOLDBACK, T.; EL-HANI, C. N. Entre receitas, programas e códigos: metáforas e ideias sobre genes na divulgação científica e no contexto escolar. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.1, n.1, p. 153-189, 2008.

GRIFFITHS, A.J. F. *et al. Introdução à Genética*. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

INFANTE-MALACHIAS, M. E.; PADILHA, I. Q. M.; WELLER, M.; SANTOS, S. Comprehension of basic genetic concepts by brazilian undergraduate students. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 9, n. 3, p. 657-668, 2010.

JANN, P. N.; LEITE, M. F.. Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de Ciências e Biologia. *Ciências & Cognição*, v. 15, n. 1, p. 282-293, 2010.

JOAQUIM, L. M.; EL-HANI, C. N.. A Genética em transformação: crise e revisão do conceito de gene. *Scientiæ Studia*, v. 8, n. 1, p. 93-128, 2010.

- JUSTINA, L. D.; RIPPEL, J. L. Ensino de Genética: Representações da Ciência da Hereditariedade no Nível Médio. In: ENPEC – ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. *Anais*. São Paulo: Bauru.
- MALIMPENSA, G. C.; RINK, J. Conteúdos de Genética nas provas do ENEM: uma análise de dez anos de exame (2005 - 2014). In: ENPEC – ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. *Anais*. Santa Catarina: UFSC. p. 1-9.
- MANTOVANI, O.; DIAS, M. H. P.; LIESENBERG, H. Conteúdos abertos e compartilhados: Novas perspectivas para a educação. *Educ. Soc.*, v. 27, n. 94, p. 257-276, 2006.
- MARÍN, Y. A. O. Aprender sobre herencia Genética: Más que un cuadro de Punnett. In: ENPEC – ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. *Anais*. São Paulo: Águas de Lindóia.
- MCLAREN, P. *Multiculturalismo crítico*. São Paulo: Cortez: 1997.
- MEZALIRA, S. M.; ARAÚJO, M. C. P. A Genética como foco de análise quanto às possíveis relações CTS: Reflexos sobre a formação de professores no ensino superior. In: ENPEC – ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 6., 2007, Rio de Janeiro. *Anais*. Rio de Janeiro: UFRJ.
- MORTIMER, E. F. Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, n. 4, p. 265-287, 1995.
- MOREIRA, A. F. B.; CANDAU, V. M. Educação escolar e cultura(s): construindo caminhos. *Revista Brasileira de Educação*, n. 23, p. 156-167, 2003.
- MOUL, R. A. T. M.; SILVA, F. C. L. O ensino de síntese proteica sob uma perspectiva Inovadora. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. *Anais*. São Paulo: Hotel Majestic.
- MUNANGA, K. Uma abordagem conceitual das noções de raça, racismo, identidade e etnia. *Palestra* proferida no 3º Seminário Nacional Relações Raciais-PENESB-RJ, 2013.
- MUROLLO, B. D.; ALVARENGA, G. V.; OLIVEIRA, L. O.; PECHLIYE, M. M. PIBID: Atividade de Genética como ferramenta no ensino de Biologia. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. *Anais*. São Paulo: Hotel Majestic.
- NORATO, A. G. F.; RÉZIO, A. T.; SANTOS, G. S.; VIEIRA, I. L. B. F.; GUIMARÃES, S. S. M.; GOLDSCHMIDT, A. I. Sinalizando possibilidades no ensino de Genética: Avaliação de uma proposta prática utilizando a abordagem histórica. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. *Anais*. Santa Catarina: UFSC. p. 1-10.
- OLIVEIRA, M. P. A história e a epistemologia no Ensino das Ciências: Dos processos aos modelos de realidade na educação científica. In: ANDRADE, A. M. R. *A ciência em perspectiva*. Estudos, ensaios e debates. Rio de Janeiro: MAST: SBHC, 2002.
- OLIVEIRA, G. P.; CARVALHO, S. N. de; GÓES, A. C. de S. Células-tronco no reparo tecidual e sua representação em jogo didático: Rompendo paradigmas no ensino de

biotecnologia. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. *Anais*. São Paulo: UNICAMP.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W.; GERTZOG, W. A. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, n. 66, p. 211-227, 1982.

PEREIRA, A. F.; LEÃO, A. M. A. C.; JÓFILI, Z. M. S. Diagnóstico inicial das dificuldades de articulação e sobreposição dos conceitos básicos da Genética utilizando jogos didáticos. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. *Anais*. Santa Catarina: UFSC.

PEDRANCINI, V. D.; CORAZZA, M. J.. Raça ou espécie? Relações interpessoais em sala de aula. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. *Anais*. São Paulo: UNICAMP.

PEDREIRA, M. M.; OLIVEIRA, S. F.; KLAUTAU-GUIMARÃES, M. N. Elaboração de tirinhas de história em quadrinhos sobre o conceito de gene por estudantes de ensino superior. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. *Anais*. São Paulo: Hotel Majestic.

PINHEIRO, S. A.; COSTA, I. A. S.; SILVA, Marques Francisco da. Aplicação e teste de uma sequência didática sobre sistema sanguíneo ABO no ensino médio de biologia. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. *Anais*. São Paulo: Hotéis Majestic e Bela Vista.

RAMOS, A.; FARIA, P. M.; FARIA, Á. Revisão sistemática de literatura: contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. *Rev. Diálogo Educ.*, v. 14, n. 41, p. 17-36, 2014.

RESENDE, T. A.; KLAUTAU-GUIMARÃES, M. N. A divulgação científica como estratégia de ensino dos principais conceitos básicos de Genética. In: ENPEC – ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. *Anais*. São Paulo: UNICAMP.

RIOS, K. B. O.; OLIVEIRA, S. V.; SEPULVEDA, C. A. S.; REIS, V. P. G. S.; AMARANTE, A. L. A. P. C.; MEIRELES, J. R. C.. Investigação de princípios de design para sequência didática sobre os mecanismos de transmissão de características hereditárias monogênicas autossômicas. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. *Anais*. São Paulo: Hotel Majestic.

SÁNCHEZ-ARTEAGA, J. M.; SEPÚLVEDA, C.; EL-HANI, C. N. Racismo científico, procesos de alterización y enseñanza de ciencias. *Revista Internacional de Investigación en Educación*, v. 6, n. 12, p. 55-67, 2013.

SCHNEIDER, E. M.; JUSTINA, L. A. D.; ANDRADE, M. A. B. S.; OLIVEIRA, T. B.; CALDEIRA, A. M. A.; MEGLHIORATTI, F. A. Conceitos de gene: construção histórico-epistemológica e percepções de professores do ensino superior. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 2, p. 201-222, 2011.

SCHNEIDER, E. M.; JUSTINA, L. A. D.; MEGLHIORATTI, F. A. A percepção de alunos do ensino médio em relação à interação gene-organismo-ambiente, In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. *Anais*. São Paulo: UNICAMP.

SCHUCMAN, L. V. *Entre o “encardido”, o “branco” e o “branquíssimo”: Raça, hierarquia e poder na construção da branquitude paulistana*. São Paulo, 2012. 122p. Tese (Doutorado). Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, 2012.

SETÚVAL, F. A. R.; BEJARANO, N. R. R. Os modelos didáticos com conteúdos de Genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de Ciências e Biologia. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. *Anais*. Santa Catarina: UFSC.

SILVA, J.; ANDRADE NETO, A. S. DNA & ambiente: Uso do ensaio cometa como ferramenta para discussão interdisciplinar de lesão e reparo do DNA na pós-graduação em ensino de ciências. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. *Anais*. São Paulo: Hotel Obeid Plaza.

SILVA, V. F.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; JÓFILI, Z. M. S. O jogo didático como contexto para a identificação de lacunas de Genética Sistemática. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. *Anais*. São Paulo: Hotéis Majestic e Bela Vista.

VESTENA, R. F.; SEPEL, L. M. N.; LORETO, E. L. S. Os heredogramas familiares no estudo da hereditariedade e do contexto histórico e sociocultural dos estudantes. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. *Anais*. São Paulo: Hotéis Majestic e Bela Vista.

ZABALA, A. A função social do ensino e a concepção sobre os processos de aprendizagem: instrumentos de análise. In: ZABALA, A. *A prática educativa: Como ensinar*. Trad.: Ernâni F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 27-52.

SOBRE AS AUTORAS

ISABELA SANTOS CORREIA ROSA. É doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências, pela Universidade Federal da Bahia. É professora de Biologia do estado de Sergipe. Tem experiência na área de Ensino de Biologia e análise do discurso crítica, atuando principalmente nos seguintes temas: formação de professores/as, ensino intercultural e pesquisa colaborativa de inovações educacionais.

ROSILÉIA OLIVEIRA DE ALMEIDA. É doutora em Educação pela Universidade Estadual de Campinas. É professora associada do Departamento de Educação II da Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia. Atua nas áreas de Educação em Ciência e Ensino de Biologia, sendo seus principais temas de interesse: aprendizagem escolar, educação intercultural, educação ambiental, formação de professores/as e pesquisa colaborativa de inovações educacionais.

Recebido: 22 de julho de 2020.

Revisado: 30 de dezembro de 2020.

Aceito: 09 de março de 2021.