

AS IMAGENS NO ENSINO DE GENÉTICA: CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA DA EDUCAÇÃO BÁSICA

IMAGES IN THE TEACHING OF GENETIC: CONCEPTIONS OF SCIENCE AND BIOLOGY TEACHERS IN BASIC EDUCATION

IMÁGENES EN LA ENSEÑANZA DE LA GENÉTICA: CONCEPCIONES DE PROFESORES DE CIENCIAS Y BIOLOGÍA EN EDUCACIÓN BÁSICA

Priscilla Guimarães Zanella Diniz¹
Marcelo Diniz Monteiro de Barros²
Tania Cremonini de Araújo-Jorge³

Resumo

A genética é um dos temas que mais são abordados nos processos de ensino-aprendizagem da biologia possibilitando a compreensão da diversidade e da hereditariedade, se projetando em diversos fenômenos sociais e incitando à participação de todos os cidadãos. O presente trabalho objetivou identificar, na visão de professores de Ciências e Biologia, na Educação Básica, os conteúdos de genética mais importantes para o Ensino Fundamental e Médio, as metodologias e recursos mais utilizados, as dificuldades enfrentadas por eles e a utilização das imagens no Ensino de Genética nos diversos conteúdos. O estudo evidenciou que a genética é um conteúdo que utiliza bastantes imagens em seu processo de ensino, por parte dos professores, mesmo tratando-se de um conteúdo com conceitos baseados em estruturas não visíveis a olho nu.

Palavras-chave: Ensino de Genética; Imagens no Ensino; Professores de Ciências.

Abstract

Genetic is one of the topics that are most discussed in the teaching-learning processes of biology, enabling the understanding of diversity and heredity, projecting itself in various social phenomena and encouraging the participation of all citizens. The present work aimed to identify, in the view of Science and Biology teachers, in Basic Education, the most important genetic contents for Elementary and High School, the most used methodologies and resources, the difficulties faced by them and the use of images in the Genetic Teaching in the various contents. The study showed that genetic is a content that uses a lot of images in its teaching process, on the part of teachers, even in the case of content with concepts based on structures not visible to the naked eye.

¹Doutoranda em Ensino em Biociências e Saúde pelo Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Professora de Ciências e Biologia do Colégio Santa Doroteia de Belo Horizonte. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5463-0070>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9384647179932965>. E-mail: priscillagzanella@gmail.com

²Doutor em Ensino em Biociências e Saúde pelo Instituto Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Professor Adjunto IV do departamento de Ciências Biológicas da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas) e da Faculdade de Educação da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Bolsista em Produtividade em Pesquisa pela Faculdade de Educação da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4420-5406>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3426609037202095>. E-mail: marcelodiniz@pucminas.br

³Doutora em Ciências (Biofísica) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Pesquisadora titular em Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8233-5845>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1782386890431709>. E-mail: taniaaraujojorge@gmail.com

Keywords: Teaching of Genetic; Images in Teaching; Science Teachers.

Resumen

La genética es uno de los temas que más se discuten en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la biología, posibilitando la comprensión de la diversidad y la herencia, proyectándose en diversos fenómenos sociales y fomentando la participación de todos los ciudadanos. El presente trabajo tuvo como objetivo identificar, en la visión de los docentes de Ciencias y Biología, en la Educación Básica, los contenidos genéticos más importantes para la Enseñanza Básica y Media, las metodologías y recursos más utilizados, las dificultades que enfrentan y el uso de imágenes en la Enseñanza de la Genética en los distintos contenidos. El estudio mostró que la genética es un contenido que utiliza muchas imágenes en su proceso de enseñanza, por parte de los docentes, incluso en el caso de contenidos con conceptos basados en estructuras no visibles a simple vista.

Palabras clave: Enseñanza de la Genética; Imágenes en la Enseñanza; Profesores de Ciencias.

Introdução

Dentre as disciplinas regulares presentes no currículo comum encontra-se a Biologia, incorporada na disciplina de Ciências no Ensino Fundamental e como disciplina independente no Ensino Médio.

O ensino das Ciências deve contribuir para que os alunos compreendam melhor o mundo e suas transformações, possam agir de forma responsável em relação ao meio ambiente e refletir sobre as questões éticas que estão implícitas na relação entre ciência e sociedade (Brasil, 1998). O Ensino de Biologia tem, em particular, papel fundamental na abordagem de temas científicos atuais, relevantes e controversos para a sociedade, propiciando a avaliação das implicações sociais da ciência e da tecnologia, embora esteja, ainda, em grande parte limitado a apresentar a ciência de forma desvinculada do cotidiano dos estudantes (Krasilchik, 2008). A discussão de questões sociocientíficas permite mobilizar também aspectos éticos e políticos, solicitando o posicionamento dos estudantes acerca desses temas (Zeidler & Nichols, 2009), em um processo de formação para a cidadania.

No contexto do Ensino de Ciências e Biologia, um outro aspecto que merece destaque e assume papel significativo é o uso de imagens aliadas ao texto verbal, sendo uma estratégia pedagógica de uso recorrente (Rocha & Silva, 2016). Os cientistas utilizam imagens constantemente em seus laboratórios, apresentações e artigos, que são singularmente importantes para a construção do conhecimento científico (Pozzer-Ardenghi & Roth, 2005). Elas constituem um meio amplamente aceito no diálogo

científico, tendo um potencial particular para comunicar aspectos da natureza e para indicar o conteúdo de ideias.

No ensino de Ciências e Biologia, o presente trabalho destaca o ensino de genética. O conteúdo de genética encontrado atualmente na disciplina de Ciências é identificado como objeto temático (Brasil, 2017) no 9º ano do Ensino Fundamental e também no Ensino Médio, na disciplina de Biologia. O documento normativo da Educação no Brasil, Base Nacional Comum Curricular, para a área de Ciências da Natureza, orienta que os estudantes desenvolvam atitudes de respeito e acolhimento pelas diferenças individuais, tanto no que diz respeito à diversidade étnico-cultural quanto em relação à inclusão de alunos da educação especial (Brasil, 2017). A genética é um conteúdo importante neste processo, pois possibilita a compreensão da diversidade e da hereditariedade, que se projeta em diversos fenômenos sociais e incita à participação de todos os cidadãos.

Segundo Quijano e colaboradores (2000), a genética é um dos temas que mais é abordado nos processos de ensino-aprendizagem da biologia. Isso se deve ao fato de que, atualmente, a repercussão social relacionada com temas como clonagem, genoma humano, possibilidade de cura ou tratamento para doenças genéticas, sugere que os cidadãos devam compreender aspectos básicos da genética para estabelecer posição e tomar decisões em muitas situações. Seu ensino deve propiciar aos alunos o desenvolvimento do pensamento crítico e a capacidade de se posicionar e opinar sobre temas polêmicos como clonagem, transgênicos e reprodução assistida, bem como permitir que o discente aplique os conhecimentos adquiridos no cotidiano e entenda os princípios básicos que norteiam a hereditariedade para que saiba como são transmitidas as características, compreendendo melhor a biodiversidade. Além disso, o interesse por temas relacionados à genética extrapola as fronteiras nacionais, como mostrado em um trabalho anterior em que um jogo sobre conceitos ligados à genética foi aplicado e testado comparativamente em estudantes brasileiros e suíços (Cardona et al, 2007). Neste trabalho foi possível perceber que alunos de diferentes países observam a explosão de aplicações biotecnológicas relacionadas a temas em genética independentemente de sua condição social, acadêmica ou cultural, embora geralmente não estejam familiarizados

com suas bases genéticas. O jogo de tabuleiro “Célula Adentro”, para o qual foi desenvolvido um “caso” abordando o tema de “DNA forense” como ferramenta pedagógica voltada para a aprendizagem por investigação, cooperativa e baseada em problemas, foi bem aceito por alunos e professores nos dois países testados e mostrou-se uma boa abordagem pedagógica para ajudar no ensino e aprendizagem de temas em genética.

Além disso, a genética é um ponto de encontro entre variados campos da biologia, o que, segundo Resende e Klautau (2011), pode ser o motivo de ser diagnosticada, por estudantes, como uma das matérias mais difíceis de aprender. O caso da genética chama atenção por tratar-se de uma área do conhecimento científico que tem sua origem em modelos racionais não visuais (Solha & Silva, 2004). Contudo, mesmo neste caso, o ensino é fortemente apoiado em recursos visuais. Neste mesmo estudo, professores e alunos colocaram as imagens como importantes recursos pedagógicos para o ensino e a aprendizagem da genética em sala de aula. Essa perspectiva demonstra a dificuldade de abstração (dificuldades de aprendizagem associadas à natureza abstrata dos conceitos genéticos) e a necessidade de recursos sensoriais relativos à visão para representar essas estruturas ou fenômenos (Perales & Jiménez, 2002).

Segundo Heck e Hermel (2014), as ilustrações são recursos que contribuem para a construção de imagens mentais favorecendo a aprendizagem significativa dos conceitos. Klautau-Guimarães e colaboradores (2008) e Ferreira e colaboradores (2013) afirmam que as imagens e os modelos didáticos são recursos que facilitam a compreensão de conceitos básicos pela sua visualização. Contudo, Batista (2005) faz uma advertência sobre a supervalorização das imagens para o processo de apreensão de conceitos. Segundo ela, a aprendizagem é um processo que depende da integração dos sistemas sensoriais e cognitivos, tais como atenção, pensamento e memória.

Orientar o processo de ensino-aprendizagem da herança genética para que o estudante compreenda a localização, transmissão e trocas das características hereditárias contribuiria, por sua vez, para a melhor compreensão do significado de certos fenômenos biológicos importantes, como a divisão celular ou a reprodução dos seres vivos (Bannet & Ayuso, 1995). Porém, o ensino-aprendizagem de genética é, muitas vezes, fragmentado

e instrumental. Em muitos casos, o estudante aprende a realizar um quadro de Punnett para determinar herança (Marín, 2013) ou analisar o padrão de herança de um heredograma, ou, ainda, identificar a ordem de bases nitrogenadas em uma sequência de fita de material genético, não relacionando esses processos a outros como divisão celular, função das proteínas na expressão do genótipo, dentre outros.

Desta forma, a ênfase dada às imagens superestima o papel da visão na apreensão de conceitos. Mais que isso, segundo Barros e Carneiro (2005), existe, para alguns alunos, uma confusão entre o que são os elementos simbólicos e o que é real. Diante do exposto pretendemos verificar a percepção de professores de Ciências e Biologia acerca do Ensino de Genética e da utilização de imagens neste contexto.

Metodologia

A pesquisa envolveu 81 professores de Ciências Naturais e Biologia da Educação Básica. O questionário foi preparado pelos autores deste trabalho de forma a buscar a maior quantidade possível de informações com o público-alvo, os professores. De acordo com Goldenberg (2011), muitas são as vantagens para a utilização do questionário como instrumento de coleta de dados, tais como: a) é menos dispendioso; b) pode ser aplicado a um grande número de pessoas ao mesmo tempo; c) as frases padronizadas garantem maior uniformidade para a mensuração; d) há menor pressão para uma resposta imediata, e o sujeito pesquisado pode pensar com mais calma.

O questionário foi preparado em um formulário da plataforma Google e enviado a professores de ciências e biologia entre os meses de janeiro a maio de 2021. Foi composto com 17 perguntas objetivas, sendo que as 6 primeiras eram relacionadas à formação acadêmica e atuação profissional. O respondente levava, em média, 10 minutos para responder a todas as perguntas e uma versão preliminar foi inicialmente testada e validada com 7 respondentes cujas respostas não foram consideradas na tabulação dos resultados finais. Todos os professores leram e concordaram com o termo de consentimento livre e esclarecido apresentado antes do questionário a fim de possibilitarem a utilização dos dados obtidos na pesquisa. O projeto foi previamente

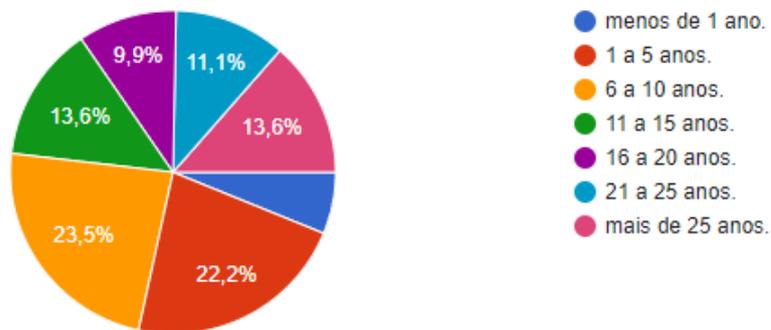
aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, sob o número 4.172.715, e está disponível na Plataforma Brasil (CAAE: 31028720.9.0000.5248).

Resultados e Discussão

Foram respondidos 81 questionários por professores de Ciências e Biologia, sendo que 23 professores possuíam a graduação (licenciatura e/ou bacharelado) em Ciências Biológicas, 22 professores tinham a mesma graduação acrescida de Especialização *latu sensu* na área, 27 tinham o mestrado e 9 professores também tinham o curso de doutorado.

Sobre o tempo de experiência dos professores, 11 possuíam mais de 25 anos de experiência na licenciatura e apenas 5 lecionam há menos de um ano, conforme o gráfico 1.

Gráfico 1: Tempo de experiência do respondente como professor.



Fonte: elaboração própria.

A maior parte dos professores (42) lecionam apenas em uma escola (atualmente), porém registramos 25 professores lecionando em 2 escolas e 5 professores que lecionam em três escolas, um indicativo de carga excessiva e exaustiva de trabalho, uma vez que se sabe que professores com dedicação à uma única escola poderiam ter maior disponibilidade para se atualizar e aperfeiçoar, habilitando-se inclusive ao enfrentamento de políticas de meritocracia (Leandro, 2010). Os demais participantes não estavam

lecionando no período em que responderam ao questionário, mas já haviam lecionado em momentos anteriores. A maior parte dos docentes lecionam em escola pública (71 professores), sendo 44 pertencentes à rede estadual. Na rede particular de ensino trabalham 27 professores. Das escolas em que estes professores trabalham, 51 atuam nos ensinos Fundamental e Médio.

Essa proporção encontrada entre professores da escola pública e privada é correspondente aos estudos realizados pelo INEP em 2009, 2013 e 2017 e evidencia a distribuição dos docentes nas escolas em que lecionam mostrando uma relação proporcional que se manteve estável ao longo do período estudado: os professores de escola pública, neste estudo, correspondem a uma proporção média de 78% de todos os professores (Carvalho, 2018).

Os professores foram perguntados quanto à série que lecionam atualmente e o resultado se encontra na Tabela 1. Vale ressaltar que os participantes que alegaram não estar lecionando no momento responderam essa pergunta com base em sua última experiência em escola.

Tabela 1: Número de séries para as quais o professor leciona atualmente.

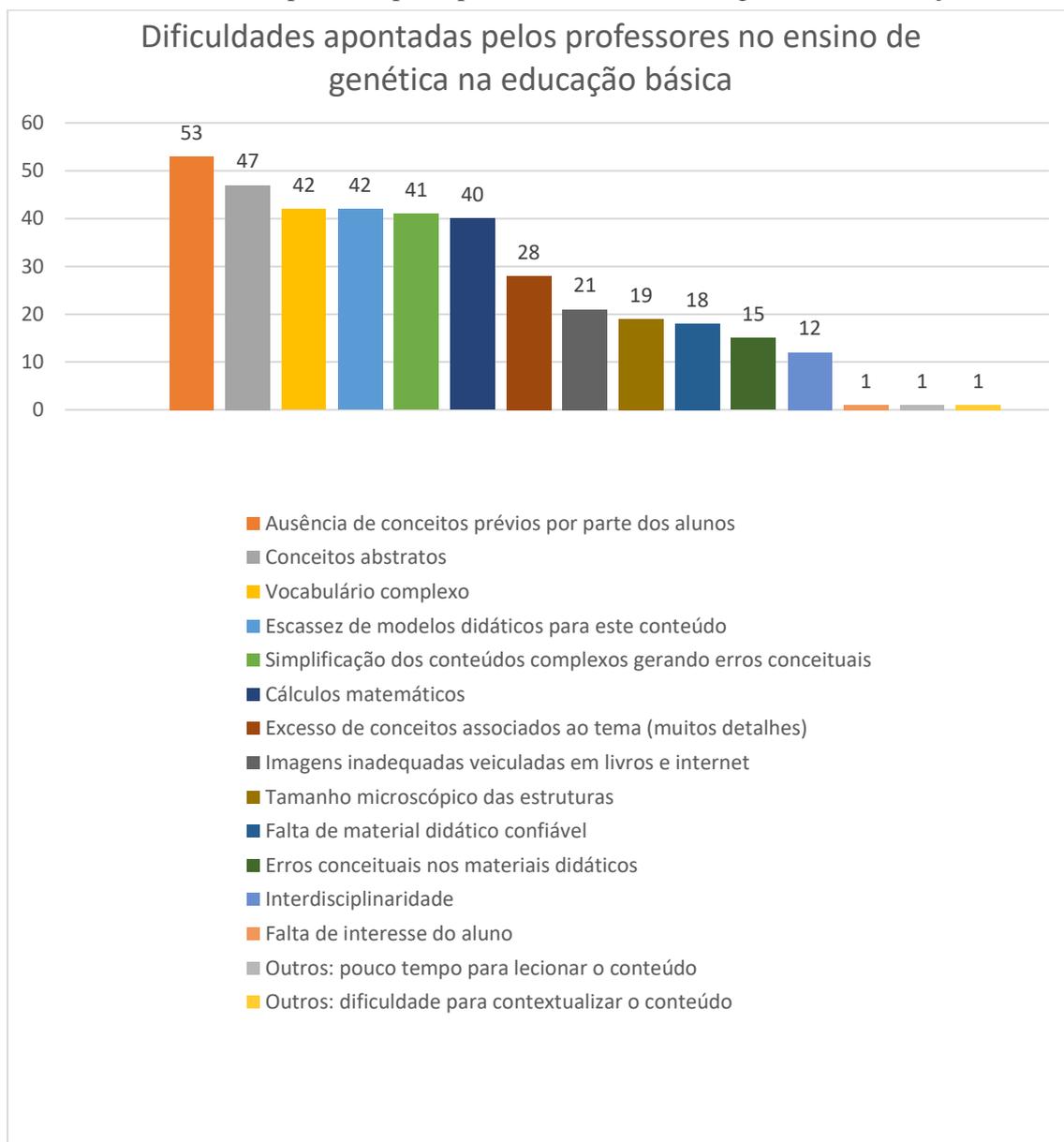
Número de séries	Quantidade de professores
7	10
6	1
5	11
4	17
3	15
2	17
1	10

Fonte: elaboração própria.

Extraímos também dessa pergunta, a informação de que 37 professores lecionaram para o 9º ano/EF, série em que foi alocado o conteúdo de genética no ensino fundamental por meio das orientações da Base Nacional Curricular Comum (Brasil, 2017), vigente desde 2020 para as escolas de todo Brasil. Apenas 5 professores nunca

havia lecionado conteúdos de genética e 59 professores lecionaram este conteúdo no ano vigente (2021). Sessenta e oito (68) professores consideraram difícil ou desafiador ensinar genética na Educação Básica destacando alguns aspectos que podem ser visualizados no Gráfico 2.

Gráfico 2: Dificuldades apontadas pelos professores no ensino de genética na educação básica.



Fonte: elaboração própria.

Para Knippels (2002) existem cinco diferentes grupos de obstáculos para a aprendizagem de genética, que nem sempre ocorrem separadamente: 1. Vocabulário e terminologia específica; 2. Conteúdo Matemático nas atividades das Leis de Mendel; 3. Processos citológicos; 4. Natureza abstrata devido à sequência no currículo. 5. A natureza complexa da Genética (Knippels, 2002, p.27, tradução nossa).

No presente estudo, a ausência de conceitos prévios por parte dos alunos foi o motivo mais citado pelos professores como um desafio ao ensinar genética. Primon (2005) acredita que os estudantes apresentam concepções prévias que diferem das que são aceitas cientificamente e que isso se torna um obstáculo para a aprendizagem.

Outros motivos muito citados, e que possuem relação entre si, foram a presença de conceitos abstratos e de um vocabulário complexo. Agamme (2010) relatou que dentre as dificuldades para o ensino de genética, há a tarefa de fazer os alunos entenderem processos e conceitos abstratos e descobrir formas de ajudar o aluno a perceber as relações que existem entre os conhecimentos científicos e o cotidiano. Infante-Malachias *et al.* (2010) também arrolam este motivo como um dos problemas ao ensinar conteúdos de genética. Esses autores pesquisaram o nível de compreensão de Genética Básica em seis cursos de graduação da área da saúde (Biologia, Medicina, Odontologia, Psicologia, Nutrição e Fonoaudiologia) e os participantes não foram capazes de responder 30% das questões, e quando o fizeram, demonstraram conhecimento distorcido acerca da Genética. Os autores especulam que esta dificuldade seja ainda mais acentuada na Educação Básica.

O excesso de conceitos associados ao tema foi um motivo citado por 41 professores e corrobora com o que Temp (2011, p.13) afirma: “o grande número de conceitos relacionados à área dificulta, muitas vezes, a compreensão por parte dos alunos que acabam preocupando-se em decorar termos em detrimento de compreender e relacionar o estudo com a vida prática.”

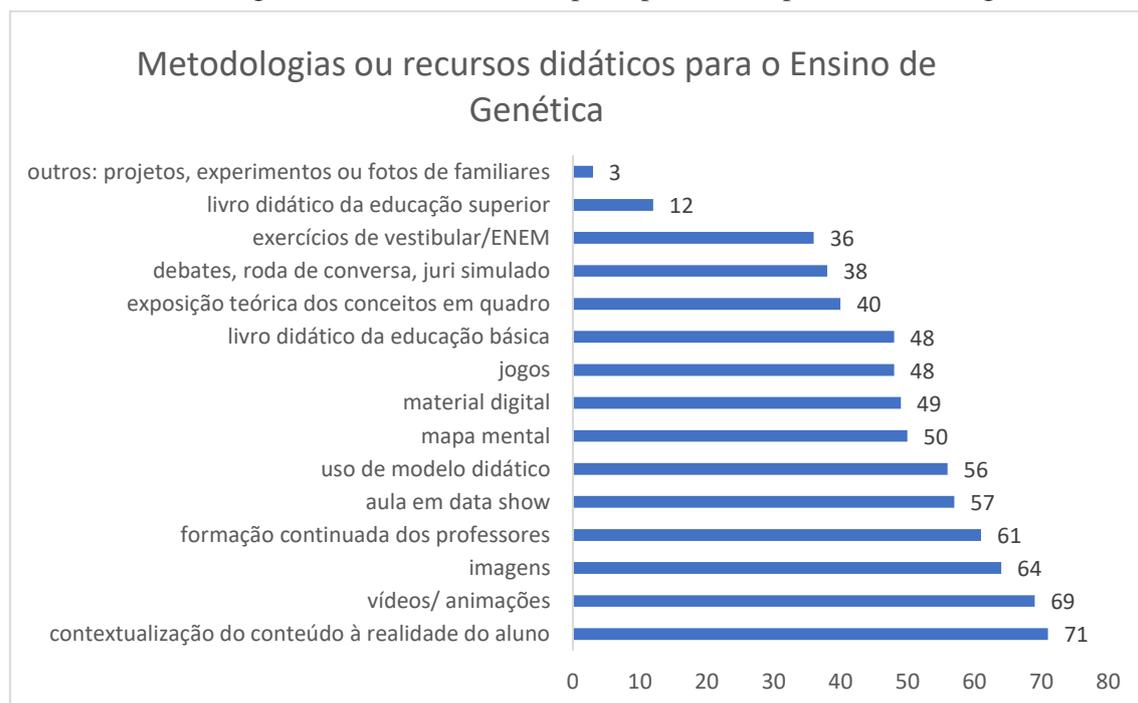
Os cálculos matemáticos também foram citados como motivo de desafio para este ensino. No entanto, associadas à habilidade matemática, Golbach (2008) destaca a capacidade analítica necessária para lidar com problemas de genética. Chamou nossa atenção no estudo a dificuldade em contextualizar a genética na sala de aula, motivo citado por um professor participante. Recentemente, têm sido comuns comentários

positivamente expressos por professores relatando sobre experiências bem-sucedidas em se tratando da utilização da Genética Humana em sala de aula, visto que, dessa forma, o aluno torna-se mais interessado devido à maior facilidade de contextualizar o que se ensina (Camargo & Infante-Malachias, 2007).

No entanto, o ensino de biologia, em geral, parece ainda apresentar a ciência completa ou parcialmente desvinculada de relações e/ou contextualizações, sem lhes dar a oportunidade de refletir sobre o seu meio à luz dos novos conhecimentos estruturados em sala de aula (Krasilchik, 2008).

A respeito das metodologias ou recursos que podem contribuir para o ensino de genética apresentamos o resultado no Gráfico 3.

Gráfico 3: Metodologias ou recursos utilizados pelos professores para o ensino de genética.



Fonte: elaboração própria.

A metodologia mais citada pelos professores pesquisados (n=71) foi a contextualização do conteúdo à realidade do aluno. Atualmente, no Brasil, apesar das inovações científicas e tecnológicas fazerem parte dos currículos escolares das escolas públicas, grande parte dos alunos não contextualiza com a sua realidade o ensino de

biologia ofertado na escola, com destaque aos conteúdos de genética. Oca (2005) relata que, muitas vezes, os conteúdos de genética na educação básica são considerados difíceis e desinteressantes, não permitindo ao aluno fazer a correlação entre tópicos abordados em sala de aula com aspectos presentes no cotidiano, por exemplo, alimentos transgênicos. Apesar de o termo contextualização estar presente nos documentos curriculares oficiais mais recentes, o seu significado, para o ensino de um modo geral, não é recente e tampouco possui origem nesses documentos. Propostas curriculares, oficiais ou não, anteriores a essas, já o preconizavam sob diferentes termos e formas (Kato & Kawasaki, 2011).

Santos e Mortimer (1999), ao analisarem as concepções de um grupo de professores a respeito de sua apropriação do termo contextualização no ensino de química, identificaram três diferentes entendimentos: i) contextualização como estratégia para facilitar a aprendizagem; ii) como descrição científica de fatos e processos do cotidiano do aluno; e iii) como desenvolvimento de atitudes e valores para a formação de um cidadão crítico. Quaisquer que sejam os entendimentos, é possível que sejam utilizados em conjunto para favorecer o ensino e a aprendizagem. Para Krasilchik (2000), alunos do ensino fundamental da rede pública, na maioria das vezes, se deparam com metodologias que nem sempre promovem a efetiva construção de seu conhecimento. Cabe ao professor construir possibilidades de mudança e estimular atividades que priorizem questões de Ciências, Tecnologia e Sociedade (CTS), favorecendo a contextualização em seu sentido amplo.

O uso de jogos, muito trabalhado em inovações no ensino de ciências, também foi bastante citado pelos professores (48 em 71, 67%). Sobre esse recurso podemos citar um material educacional (disponível on line em <http://celulaadentro.ioc.fiocruz.br/>); os conteúdos são apresentados sempre com base em uma imagem com conteúdo científico que remete à um conceito ou experimento, compondo “dicas”, “pistas”, para a solução de um “caso” (problema de investigação) que mobilize a associação de ideias e simule o processo investigativo em ciência (Cardona *et al*, 2007).

Ainda relacionado a este resultado, ressaltamos a frequência de metodologias/recursos citados que envolvem a percepção visual do conteúdo, tais como,

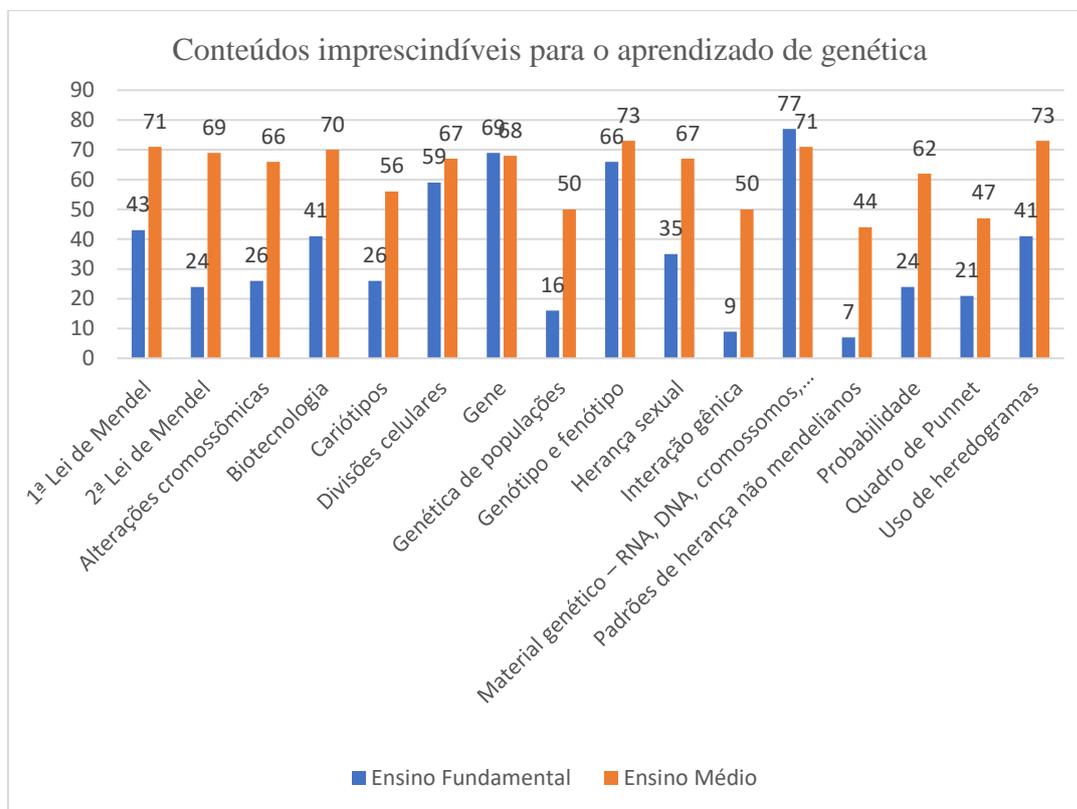
vídeos/animações, modelos didáticos/ imagens/ aula em “data show” e material digital. Nesse sentido, é pertinente destacar que, no estudo da genética, desde o princípio foram propostos modelos visuais para aquilo que não era possível visualizar.

A modelização é introduzida como instância mediadora entre o teórico e o empírico. Os modelos são abordados na medida em que se procuram relações entre as abstrações e os dados empíricos (Pietrocola, 1999). Um exemplo de modelização, na área de genética, foi quando, em 1953, James Watson, Francis Crick, Maurice Wilkins e Rosalind Franklin sugeriram uma representação tridimensional para explicar a estrutura da dupla hélice da molécula de DNA, o que certamente contribuiu para a aceitação, pela comunidade científica da época, da teoria por eles formulada. Hoje podemos representar tal estrutura através de modelos didáticos na sala de aula (Tauceda & Del Pino, 2010).

Krasilchik (2008) salienta que os modelos didáticos são um dos recursos mais utilizados em aulas de biologia para mostrar objetos em três dimensões. No entanto, eles podem apresentar várias limitações, como fazer os estudantes entender que os modelos são simplificações do objeto real ou fases de um processo dinâmico. Para diminuir essas limitações e envolver o aluno no processo de aprendizagem, é importante que eles façam os próprios modelos.

Como atualmente a genética se encontra no Ensino Fundamental e no Ensino Médio (BNCC, 2017), os professores selecionaram os conteúdos que julgam imprescindíveis para a aprendizagem desta área em cada etapa escolar.

Gráfico 4: Conteúdos imprescindíveis para o aprendizado de genética.



Fonte: elaboração própria.

De acordo com os dados, é possível perceber que apenas os conceitos relacionados ao material genético (DNA, RNA, cromossomo, cromatina) possuem uma relevância maior para o ensino de genética no ensino fundamental se comparado ao ensino médio. A ideia que provavelmente justifica esta escolha está ancorada na formação de uma base com conceitos estruturantes (Gagliardi, 1986) que, aos poucos, são interligados a outras informações e amplificam o conhecimento dos estudantes ao longo do período de estudo.

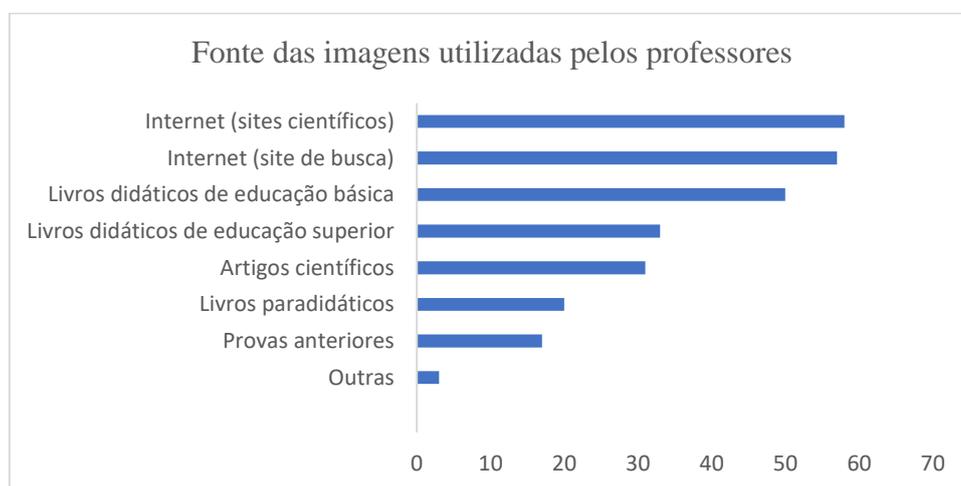
Alguns conteúdos foram menos citados entre os professores para o ensino na educação básica, tais como padrões de herança não mendelianos, interação gênica e genética de populações. A segunda parte do questionário abordava o papel da imagem no ensino de genética, segundo os conhecimentos e práticas dos professores participantes.

Quando questionados a respeito da utilização de imagens para ensinar genética, 53 professores responderam que as imagens são imprescindíveis, 29 consideraram as

imagens muito importantes e 8 as consideraram importantes. Nenhum professor atribuiu pouca importância ou irrelevância ao papel das imagens no ensino da genética. Esse resultado se relaciona com a ênfase dada às imagens nos livros didáticos e materiais paradidáticos relacionados a esta área do conhecimento, utilizadas para facilitar a compreensão dos conceitos e despertar o interesse dos alunos (Perales & Jiménez, 2002; Barros & Carneiro, 2005; Heck & Hermel, 2014).

A respeito da fonte na qual as imagens utilizadas pelos professores eram retiradas obtivemos o resultado apresentado no Gráfico 5.

Gráfico 5: Fontes das imagens utilizadas pelos professores.



Fonte: elaboração própria.

Com o aporte da tecnologia na produção dos materiais didáticos é esperado que as duas maiores fontes das imagens utilizadas pelos professores sejam da internet (sites científicos e sites de busca). A Internet traz inúmeras possibilidades de pesquisa para professores e alunos, dentro e fora da sala de aula. A facilidade de encontrar múltiplas respostas para qualquer tema ao se digitar duas ou três palavras nos serviços de busca, é uma possibilidade bastante favorável, impossível de ser imaginada há bem pouco tempo. Isso traz grandes vantagens e também alguns problemas (Moran, 1997).

A terceira fonte mais utilizada é o livro didático, e acerca do mesmo, é importante ressaltar o seu importante papel no ensino formal. Apesar de Francisco (2005) afirmar

que uma limitação quanto ao uso do livro didático é o fato de não permitir que o aluno perceba que o conhecimento científico deriva da atividade humana, podendo contribuir para o seu desinteresse, ele é, ainda, um recurso bastante utilizado no Ensino de Ciências e Biologia. O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) é uma política educacional do Estado brasileiro criada com o objetivo de atender a uma demanda que adquire caráter obrigatório com a Constituição de 1988 (Art. 208). A política do PNLD foi reafirmada na Lei de Diretrizes e Bases da Educação LDB 9.394/96, na qual o Estado assume o compromisso de garantir o: “[...] VII - atendimento ao educando, em todas as etapas da educação básica, por meio de programas suplementares de material didático-escolar, transporte, alimentação e assistência à saúde” (LDB, 1996).

Com a implementação do PNLD o livro didático se tornou um material efetivo nas escolas de Educação Básica. A eficácia do programa configurou-se como política de Estado no Brasil e, nas últimas duas décadas, o Ministério da Educação (MEC) vem implementando ações que visam à melhoria da qualidade do livro didático, como a definição de critérios avaliativos desses materiais, a organização de uma equipe de avaliadores e a elaboração e publicação de Guias de Livros Didáticos com as resenhas analíticas dos livros para apreciação pelos professores (Basso & Terrazzan, 2015).

O Brasil é o país que mais investe na aquisição de livros didáticos para o Ensino Básico no mundo. São centenas de milhões de exemplares distribuídos, e gratuitamente, para as escolas públicas dos Ensinos Fundamental e Médio de todas as regiões (Freitas, 2007).

A criação da avaliação de livros didáticos possibilitou a participação democrática do professor no processo de escolha dos livros. Esse processo é visto pelo PNLD como um momento importante para a educação brasileira e para o trabalho docente, uma vez que o professor pode selecionar, dentre as obras avaliadas e aprovadas pela instância governamental, os livros que melhor atendem aos objetivos do seu trabalho (Basso & Terrazzan, 2015).

Apesar de consideradas imprescindíveis no ensino de genética para a maioria dos professores participantes da pesquisa, imagens podem ser mais utilizadas em alguns momentos que em outros. Além disso, as imagens podem assumir um papel que dificulta

o ensino e a aprendizagem de um conteúdo. Castro e Tiezzi (2005), utilizando como base os resultados do Relatório Pedagógico do ENEM de 2002, inferiram que os participantes demonstram ausência do domínio de leitura compreensiva, apresentando dificuldade em relacionar textos com linguagens expressas por imagens. Este estudo foi corroborado por Tomio e colaboradores (2013) que identificaram que a maior parte dos estudantes emprega imagens no estudo de Biologia para ilustrar o conteúdo, torná-lo mais atrativo, complementar, e para dar suporte, exemplificar situações práticas e cotidianas, proporcionando uma melhor explicação e compreensão do texto escrito. Contudo, observa-se a dificuldade dos estudantes em ultrapassar a repetição mnemônica e exercitar uma interpretação com repetição histórica das diversas representações visuais do contexto em que se encontram.

Quando questionados acerca dos conteúdos em que as imagens se tornavam mais imprescindíveis para o ensino e aprendizagem, os conteúdos mais citados foram: material genético, divisões celulares, heredograma, gene e biotecnologia. Em relação oposta, probabilidade e elaboração do quadro de Punnet foram citados como conteúdos em que as imagens se faziam irrelevantes para seu ensino e aprendizagem. Vale ressaltar que a maioria dos professores não aponta nenhum conteúdo de genética possível para se relevar o uso de imagens em seu ensino e aprendizagem.

Quando questionados a respeito da possibilidade de uma imagem dificultar o ensino e aprendizagem de um conteúdo de genética, obtivemos os resultados expostos na Tabela 2, na qual 68 professores disseram acreditar que nenhum conteúdo pode ser dificultado quando são utilizadas imagens, 7 professores apontaram “probabilidade” como um conteúdo que pode ser dificultado com a utilização de imagens, 4 citaram “genética de populações”, 3 citaram “material genético, gene e padrões de herança mendeliano”. O conteúdo de “divisões celulares” não foi mencionado por nenhum professor e o restante dos conteúdos listados foi mencionado por um ou dois professores.

Tabela 2: Função das imagens nos conteúdos de genética, segundo os professores.

Conteúdo de genética	Imprescindíveis ou muito importantes	Irrelevantes	Podem ser dificultadoras
Material genético	77	5	3
Gene	53	6	3
Divisões celulares	76	5	0
1ª Lei de Mendel	45	9	2
2ª Lei de Mendel	43	9	3
Cariótipos	48	3	1
Genótipo e fenótipo	44	9	1
Uso de heredogramas	58	5	1
Quadro de Punnet	31	12	2
Padrões de herança não mendelianos	26	5	3
Alterações cromossômicas	45	3	2
Herança sexual	34	5	1
Biotecnologia	49	6	2
Interação gênica	29	4	2
Genética de populações	28	9	4
Probabilidade	19	37	7
Nenhum conteúdo	1	42	68

Fonte: elaboração própria.

No questionário havia um espaço destinado a críticas e sugestões. Três professores relataram outros aspectos relacionados ao ensino de genética. O professor A escreveu que “não se aprende este conteúdo sem imagens, pois elas ajudam o educando a entender o contexto micro [...]”. Essa fala é contraposta a de outro professor que relatou sua experiência com alunos deficientes visuais: “os alunos videntes produziam modelos tridimensionais para que os alunos cegos pudessem aprender alguns processos da genética, como divisões celulares. Ao tocar nos modelos, a expressão na face deles era de uma alegria inexplicável”.

Sobre os conteúdos de genética estudados na Educação Básica, dois professores registram: (a) “A genética vai além da necessidade do aprendiz, há um aprofundamento

desnecessário, a nível de curso superior [...] O currículo de genética na Educação Básica deve ser repensado”; (b) “O tempo cedido no currículo para se trabalhar a genética na educação básica é pequeno”. Alguns professores relataram satisfação em participar da pesquisa e demonstraram interesse em saber dos seus resultados.

Considerações finais

Este estudo evidenciou que a genética é um conteúdo que utiliza bastantes imagens em seu processo de ensino, por parte dos professores. Demonstrou ainda que seu ensino é repleto de desafios, principalmente associados ao grau de abstração exigido para seu conhecimento. Porém, o estudo também possibilitou conhecer as principais estratégias utilizadas pelos professores.

Em relação às imagens, foi possível verificar que, para a maioria dos professores, a imagem se torna imprescindível para o ensino e aprendizagem dos conteúdos de genética e não podem ser relevadas neste processo.

Foi possível, também, conhecer os conteúdos para os quais as imagens implicam-se em maior e menor relevância para que, nos estudos posteriores a este, possam ser pensadas estratégias alternativas para o público deficiente visual.

Referências Bibliográficas

- Agamme, A. L. D. A. (2010). *O lúdico no ensino de genética: a utilização de um jogo para entender a meiose*. Monografia (Graduação). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.
- Bannet, E. & Ayuso, G. E. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: Contenidos de la enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, v.13, n.2, p.137-153.
- Barros, M. M. V. & Carneiro, M.H.S. (2005). Os conhecimentos que os alunos utilizam para ler as imagens de mitose e de meiose e as dificuldades apresentadas. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.5, 2005, São Paulo. Atas... Rio de Janeiro: UFRJ.
- Basso, L. D. P. & Terrazzan, E. A. (2015). Estudo sobre o processo de escolha de livros didáticos de ciências recomendados pelo PNLD 2013 em escolas de educação básica. *Revista Cadernos de Educação*, Santa Maria, n. 50.

- Batista, C. G. (2005). Formação de conceitos em crianças cegas: questões teóricas e implicações educacionais. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, Brasília, DF, v.21, n.1, p.7-15.
- Brasil. (2017). *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME.
- Brasil. (1998). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. Brasília, Distrito Federal.
- Camargo, S. S. & Infante-Malachias, M. E. (2007). A genética humana no Ensino Médio: algumas propostas. *Genética na Escola*, Ribeirão Preto, v. 2, n. 1, p. 14-16.
- Cardona, T. S *et al.* (2007). Introducing DNA concepts to Swiss High School students based on a Brazilian educational game. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, v. 35, n. 6, p. 416–421.
- Carvalho, M. R. V. (2018). *Perfil do professor da educação básica* – Brasília, DF: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.
- Castro, M. H. G. & Tiezzi, S. (2005). A reforma do ensino médio e a implantação do ENEM no Brasil. In: Brock, C. & Schwartzman, S. (Org.). *Os desafios da educação no Brasil*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- Ferreira, P. M. P. F *et al.* (2013). Avaliação da importância de modelos no ensino de biologia através da aplicação de um modelo demonstrativo da junção intercelular desmossomo. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v.11, n.4, p.388-394.
- Francisco, G. C. B. (2005). *O ensino de genética: uma abordagem a partir dos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia* (ESCT). 2005. 132 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Regional de Blumenau – FURB.
- Freitas, I. (2007). A ação do PNLD em Sergipe e a escolha do livro didático de História (2005/2007): exame preliminar. In: Oliveira, M. M. D. & Stamatto, M. I. S. (orgs.). *O livro didático de História: políticas educacionais, pesquisas e ensino*. Natal: EDUFRN.
- Gagliardi, R. (1986). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n.1, pg.30-35.
- Goldbach, T. & El-Hāni, C. N. (2008). Entre Receitas, Programas e Códigos: Metáforas e Ideias sobre Genes na Divulgação Científica e no Contexto Escolar. *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.1, n.1, p. 153 – 189.
- Goldenberg, M. (2011). *A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais*. 12ª ed. Rio de Janeiro: Record, 112 p.
- Heck, C. M. & Hermel, E. E. S. (2014). Análise imagética das células em livros didáticos de biologia do ensino médio. *Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)*, Niterói, v.7, p.1401-1409.

- Infante-Malachias, M. E. *et al.* (2010). Comprehension of basic genetic concepts by Brazilian undergraduate students. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 9, nº 3, 657-668.
- Kato, D. S. & Kawasaki, C. S. (2011). As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 17, n. 1.
- Klatau-Guimarães, M. N *et al.* (2008). A. Combinar e recombinar com os dominós. *Genética na Escola*, Ribeirão Preto, v.3, n.2, p.1-7.
- Knippels, M. C. P. J. (2002). *Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education: the yo-yo learning and teaching strategy*. [Doutorado em Science and Mathematics Education]. Utrecht: Universidade Utrecht.
- Krasilchik, M. (2000). *Reforma e realidade: o caso do ensino de ciências*. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93.
- Krasilchik, M. (2008). *Prática de Ensino de Biologia*. 4. Ed. 2ª reimpressão. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Leandro, L. C. T. (2010). *A meritocracia como mecanismo indutor da eficiência no magistério público estadual do RS: mito ou realidade?* Trabalho de Conclusão de Curso em Administração na UFRS.
- Marín, Y.A.O. (2013). Aprender sobre herança genética: mais que um quadro de Punnet. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 9, 2013, Águas de Lindóia. Rio de Janeiro: UFRJ.
- Moran, J. M. (1997). *Como Utilizar a Internet na Educação*. Brasília, v.26.
- Oca, I. C. M. (2005). Que aportes ofrece La investigación reciente sobre aprendizagem para fundamentar nuevas estrategias didácticas? *Revista Educación*, México, v. 19, n. 1, p. 7-16.
- Perales, F. J. & Jiménez, J. D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias: análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 20, n. 3, p. 369-386.
- Pietrocola, M. (1999). Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. *Revista Investigação em ensino de ciências*. V.4 (3). p. 213-227.
- Pozzer-Ardenghi, L. & Roth, W. M. (2005). Photographs in lectures: gestures as meaning-making resources. *Linguistics and Education*, v. 5, p.275-293.
- Primon, C. S. F. (2005). *Análise do conhecimento de conteúdos fundamentais de Genética e Biologia Celular apresentado por graduandos em Ciências Biológicas*. [Mestrado em Ciências Biológicas]. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
- Quijano, R., Muela, F. J. & Abril, A. M. (2000). *Herencia y genética: concepciones y conocimientos de los estudiantes*. Actas IV Jornadas de Enseñanza e Investigación

Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata.

Resende, T.A & Klatau, M.N. (2011). A divulgação científica como estratégia de ensino dos principais conceitos básicos de genética. *Memorias VIII ENPEC*.

Rocha, S. J. M & Silva, E. P. (2016). Cegos e Aprendizagem de Genética em sala de aula: percepções de professores e alunos. *Revista Brasileira de Educação Especial*, Marília, v. 22, n. 4, p. 589-604.

Santos, W. L. P. & Mortimer, E. F. (1999). Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de química e ciências. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, 22, 1999. Anais. Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Química.

Solha, G. C. F. & Silva, E. P. (2004). Onde está o lugar do conceito de gene? *Episteme*, Porto Alegre, v.19, p.45-68.

Tauceda, K. C. & Del Pino, J. C. (2010). Modelos e outras representações mentais no estudo do DNA em alunos do ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.15, n.2; p. 337-354.

Temp, D. S. (2011). *Facilitando a Aprendizagem de Genética: Uso de um Modelo Didático e Análise dos Recursos Presentes em Livros de Biologia*. 85p. Dissertação de Mestrado (Mestre em Educação em Ciências) Universidade Federal de Santa Maria -UFSM, Rio Grande do Sul-RS.

Tomio, D *et al.* (2013). As Imagens no Ensino de Ciências: O que dizem os Estudantes Sobre Elas? *Caderno pedagógico*. v. 10, n. 1, p. 25-40.

Zeidler, D. & Nichols, B. (2009). Socioscientific issues: theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*. v. 21, n.2.

Recebido: 20/05/2022

Aceito: 22/07/2022

Publicado: 20/12/2023

NOTA:

Os autores foram responsáveis pela concepção do artigo, pela análise e interpretação dos dados, pela redação e revisão crítica do conteúdo do manuscrito e, ainda, pela aprovação da versão final publicada.