

Percepções de Genética, Biologia Molecular e Biotecnologia dos Professores de Ciências e Biologia de Escolas do Tocantins e Amazonas

Perceptions on genetics, molecular biology and biotechnology of science and biology teachers from schools in Tocantins and Amazonas

Deyla Paula de Oliveira¹, Milena Ferreira².

RESUMO

O presente estudo aborda as percepções de doze professores das redes estadual, municipal e particular de três municípios do Estado do Tocantins e dois municípios do Estado do Amazonas, com foco nas áreas de genética, biologia molecular e biotecnologia e a análise dos livros didáticos de ciências e biologia contendo esses temas e usados por eles em sala de aula. Para a coleta dos dados, os professores responderam a um questionário constituído por dezenove questões com múltiplas escolhas, porém algumas questões solicitavam justificativas das respostas. Com esse questionário buscou-se caracterizar a formação acadêmica e tempo de atuação profissional do professor de ciências e biologia; perfil do conhecimento do professor em genética, biologia molecular e biotecnologia; informações e dados da escola onde o docente trabalha e a relação do professor com o livro didático e sua análise do conteúdo de genética, biologia molecular e biotecnologia. As respostas dadas às questões fechadas foram categorizadas em porcentagens e as questões abertas pela técnica de análise de conteúdo. A maioria dos professores entrevistados é formada em Ciências Biológicas, com pós-graduação *lato sensu* e/ou *strictu sensu*, apresentando entre 3 a 12 anos de experiência em sala de aula. Dentre as fontes de informações mais utilizadas pelos professores entrevistados houve destaque significativo para a internet e livros didáticos. Os professores sentem-se aptos a lecionar o conteúdo de genética e das áreas afins, porém, de acordo com esses docentes, o conhecimento que se tem é adequado, mas falta tempo para trabalhar o conteúdo básico de genética juntamente com os temas de biologia molecular e biotecnologia.

Palavras-chave: Biologia. Ciências. Ensino fundamental e médio.

ABSTRACT

The present study is about the perceptions of 12 teachers from state, municipal and private schools' network of three cities of Tocantins state and two cities of Amazonas state, focusing on the areas of genetics, molecular biology and biotechnology and the analysis of textbooks of sciences and biology containing such themes and used by the teachers in their classes. For data collection, teachers responded to a questionnaire made of nineteen questions of multiple choice, however some of these questions required a justification for the answers. With this questionnaire, we aimed to characterize the sciences and biology teachers' academic education and time as a teacher; the teachers' knowledge on genetics, molecular biology and biotechnology; data from the school where the teacher worked and the relationship of the teacher with the textbooks and their analysis of the contents on genetics, biology and biotechnology. The answers given to the multiple choice questions were categorized in percentages and the open questions under the technique of content analysis. The most of the interviewed teachers had an undergraduation in Biology, with *lato sensu* and/or *strictu sensu* graduation degree, with 3 to 12 years of experience as teachers. Among the most used sources of information used by the teachers, there was a significant highlight for the textbook and the internet. Teachers feel able to teach genetics and related areas, and according to them, the knowledge they have is adequate, but there is a lack of time to work the basic content of genetics along with molecular biology and biotechnology themes.

Keywords: Biology. Science. Elementary and middle school

¹ Bióloga. Mestre e Doutora em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva (INPA), Pós-Doutora em Biologia Molecular (UFT).

E-mail: deylaoliver@gmail.com

² Bióloga. Mestre em Genética, Biodiversidade e Conservação (UESB). Doutora em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva (INPA).

1. INTRODUÇÃO

Os avanços nas áreas da genética, biologia molecular e biotecnologia são popularizados em sua grande maioria pela mídia, que vem dando grande ênfase a temas como clonagem, transgenia, sequenciamento de genomas, emprego de células-troncos, testes de paternidade, terapia gênica, melhoramento genético, dentre outras inovações e suas várias implicações contemporâneas. No entanto, cabe observar que muitos jornais e revistas apresentam essas informações de forma superficial, ao relatar os fatos e acontecimentos de interesse comum sem grandes comprometimentos com as orientações educativas e sociais. Ante esse fato, o cidadão, para tomar decisões e, até mesmo, para compreendê-las, depende de uma base sólida de conhecimento, que pode e deve ser oferecida e ensinada na escola (PAIVA; MARTINS, 2005). Diante desse contexto, percebe-se a necessidade de que as escolas abordem, discutam e ensinem em seus espaços e disciplinas correlatas, temas relevantes e popularizados pela mídia, como os apresentados nesse artigo, visto que são assuntos que vão além do ensino formal. Além disso, uma maior abertura para esses temas permitiria que os estudantes pudessem tomar suas próprias decisões e não aceitassem as informações prontas, sem de fato haver uma visão crítica de sua parte, como, por exemplo, em temas polêmicos como clonagem e células-troncos.

Contudo, as constantes mudanças nos paradigmas educacionais exigem dos professores, particularmente os que ministram as disciplinas ciências e biologia, dinamismo e capacidade para abordar os temas atuais e complexos de forma multidisciplinar (LIMA; VASCONCELOS, 2008), para que assim os alunos possam de fato absorvê-los com maior facilidade. Porém, vale ressaltar que a base curricular adquirida na graduação e a formação continuada por meio de uma aposta pessoal em uma permanente atualização ao nível do desenvolvimento de novas competências pedagógicas, organizacionais e comunicacionais ou mesmo em pós-graduações *lato sensu* e *stricto sensu* contribuem e facilitam sobremaneira nos processos pedagógicos inovadores para os professores que atuam no ensino fundamental e ensino médio em escolas públicas e/ou particulares.

Cabe salientar que apesar dos avanços tecnológicos e da variedade de materiais extracurriculares atualmente disponíveis, o livro didático continua sendo o principal recurso pedagógico que o professor dispõe para ministrar suas aulas, e na maioria das vezes é o único recurso disponibilizado nas escolas de Educação Básica do Brasil. Esta centralidade confere ao livro didático funções privilegiadas, na medida em que é por meio desse recurso que o professor organiza e desenvolve o seu trabalho pedagógico em sala de aula

(CARNEIRO; MÓL, 2005). Sendo assim, pode-se afirmar que a boa qualidade do material didático e a atualização constante do professor são requisitos fundamentais para o ensino e aprendizagem do aluno na escola.

No presente estudo, a genética, biologia molecular e biotecnologia foram escolhidas por serem temas recorrentes na mídia e por sua relativa importância na medida em que concepções dessas áreas perderam seu caráter de neutralidade e passaram a ser debatidos pela sociedade em espaços formais e não formais. Além disso, a escola passou a ser reconhecida como um ambiente primordial para a partilha e produção de conhecimentos, bem como para a formação de cidadãos críticos. Dessa forma, o presente estudo aborda as percepções de doze professores das redes estadual, municipal e particular de três municípios do Estado do Tocantins e dois municípios do Estado do Amazonas, com foco nas áreas de genética, biologia molecular e biotecnologia e a análise dos livros didáticos de ciências e biologia contendo esses temas e usados por eles em sala de aula.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os sujeitos participantes desse estudo foram 12 professores que ministram disciplinas de ciências e biologia em doze escolas da rede estadual, municipal e particular de três municípios do Estado do Tocantins e dois municípios do Estado do Amazonas. Desses, nove professores lecionam em escolas da rede estadual de ensino, dois em escolas municipais e um em uma escola particular (Tabela 1).

Tabela 1. Municípios, estados, escolas e número de professores entrevistados.

Municípios/Estados	Escolas	Nº Professores
Palmas - TO	Municipal	1
Paraíso - TO	Estadual	1
	Particular	1
Porto Nacional - TO	Estadual	2
Manaus - AM	Municipal	1
	Estadual	5
Parintins - AM	Estadual	1
TOTAL		12

Essa pesquisa possui natureza qualitativa, uma vez que pretendeu-se identificar e analisar as percepções, atitudes e significados obtidos com o tema estudado (MINAYO et al., 2011). Para a coleta dos dados, os 12 professores responderam a um questionário constituído por 19 questões com múltiplas escolhas, porém algumas questões solicitavam justificativas das respostas. Com esse questionário buscou-se caracterizar: 1. Formação acadêmica e tempo de atuação profissional do professor de ciências e biologia; 2. Perfil do conhecimento do professor em genética, biologia molecular e biotecnologia; 3. Informações e dados da escola onde o docente trabalha, e 4. A relação do professor com o livro didático e sua análise do conteúdo de genética, biologia molecular e biotecnologia.

As perguntas fechadas foram analisadas com base nas técnicas da estatística descritiva de percentuais e as justificativas com base na análise de conteúdo (BARDIN, 2002). As análises das transcrições foram efetuadas destacando-se os aspectos significativos e importantes das falas dos professores que permitissem identificar e compreender as percepções e as atividades dos docentes no que diz respeito a esses quatro aspectos mencionados. Para preservar o anonimato dos sujeitos, os professores participantes dessa pesquisa foram identificados como P1 a P12. Os resultados foram apresentados e analisados a partir de cada uma dessas quatro categorias. A participação dos professores foi voluntária e os entrevistados assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A respeito da formação dos professores entrevistados, 83,3% tem formação ao nível de graduação em Ciências Biológicas, enquanto que 16,6% são formados em Ciências Naturais. Do público entrevistado, 75,0% fizeram pós-graduação, sendo 33,3%, respectivamente ao nível de especialização, 25,0% mestrado e 16,6% doutorado. Com relação ao tempo de profissão, nota-se que 50,0% dos professores têm de três a doze anos de experiência em sala de aula.

Apesar de não ter sido questionado há quanto tempo os docentes haviam concluído seus cursos de graduações e pós-graduações, os entrevistados podem ser considerados professores com certa experiência na área de atuação e na docência. Além disso, o fato da maior parte dos professores entrevistados terem continuado os estudos por meio de pós-graduações *lato sensu* e/ou *stricto sensu* é um dado interessante, pois sabe-se que a formação docente é um processo que não se finaliza com a obtenção do título de licenciatura. Desse modo, torna-se necessário que os docentes disponham de

possibilidades de formação e atualização permanente, diversificada e de qualidade, tendo em vista que a formação continuada permite superar resultados não atingidos na graduação, ampliar os conhecimentos já estabelecidos, bem como ajudar no desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras (MOURA et al., 2013). Ainda, permite que haja a inclusão de outras metodologias de ensino, como aulas práticas e dinâmicas, visitas a museus, institutos e centros de pesquisas, dentre outras atividades que auxiliem no processo de ensino-aprendizagem.

Sabe-se também que o ensino de genética, biologia molecular e biotecnologia na educação básica sofre influência direta dos déficits de aprendizagem dos professores durante suas formações na graduação. O estudo de Temp et al. (2014) dialoga com essa afirmativa ao analisar o conhecimento de genética de estudantes universitários dos cursos de Ciências Biológicas, Fonoaudiologia e Fisioterapia, ingressantes no primeiro e segundo semestre de uma universidade pública do Estado do Rio Grande do Sul. As autoras constataram que os estudantes entrevistados apresentavam concepções errôneas com relação a genes-cromossomos-DNA; diferença entre célula somática e gamética e dificuldades na interpretação de genealogias e cálculos de probabilidades. Dados como os obtidos no estudo de Temp et al. (2014) é preocupante, principalmente para estudantes de Ciências Biológicas, pois os mesmos, ao atuarem como professores da rede básica de ensino, serão os responsáveis por repassarem os conceitos dessas áreas para os seus alunos. Em outro estudo, realizado por Silva e Kalhil (2017), com o intuito de verificar qual das disciplinas ofertadas no curso de licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal do Amazonas (IFAM), os autores constataram que a disciplina com maior nível de reprovação é a genética. Segundo as autoras, isso decorre da dificuldade de compreensão da disciplina por parte dos alunos e devido à complexidade dos assuntos da área. Ainda segundo as autoras, torna-se imprescindível a busca de alternativas e recursos didático-pedagógicos que facilitem o processo de ensino-aprendizado dessa disciplina.

Ainda sobre a temática formação continuada e após a constatação da dificuldade de alunos do ensino médio em responder questões simples, que englobassem assuntos pertinentes à genética, biologia molecular e biotecnologia, Silva e Cavalcanti (2014), reuniram materiais didáticos e atividades práticas existentes sobre os assuntos dessas áreas, com a finalidade de investigar a eficácia da atualização ofertada aos professores que atuam na rede básica de ensino do Rio de Janeiro e que ministram conteúdos acerca desses temas. Além da parte teórica, foram realizadas atividades práticas e feitas análises críticas de livros didáticos contendo esses assuntos e usados nas escolas. Para averiguar

o conhecimento desses professores, foi aplicado um questionário antes e após o curso, com questões pertinentes aos temas de genética, biologia molecular e biotecnologia. Constatou-se que após o curso de atualização, houve um aumento de acertos nas respostas às questões apresentadas no estudo, o que mostra a importância de cursos de atualização e também do desenvolvimento de recursos didáticos que permitam auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de conceitos de temas complexos como clonagem, transgênicos, testes de DNA, projetos genoma, dentre outros. Com isso, e mesmo que a maioria dos professores entrevistados em nosso estudo apresente certa experiência na área de atuação e na docência, reforçamos e ressaltamos que a formação continuada é imprescindível e essencial na carreira docente.

Com relação à quantidade de disciplinas de genética, biologia molecular e biotecnologia cursadas na graduação, constatou-se que 50,0% dos professores entrevistados, cursaram três ou mais disciplinas com essa temática, como as disciplinas de genética, citogenética, biologia molecular, biotecnologia, evolução e genética de populações; 16,6% cursaram duas disciplinas (genética e biologia molecular) e 33,3% apenas uma disciplina (genética). Assim, de acordo com essas informações, pode-se inferir que todos os professores entrevistados tiveram acesso às informações da disciplina genética e 83,3% às disciplinas genética e biologia molecular, respectivamente. Além disso, os docentes que cursaram entre três ou mais disciplinas, ressaltaram que seus respectivos professores apresentavam além de conceitos básicos como as leis de Mendel, também abordavam temas mais atuais como sequenciamento do genoma e tecnologia do DNA recombinante, o que pode ser verificado na fala de três desses professores:

Na época, entre 2000-2003 foram apresentadas as várias técnicas envolvidas na tecnologia do DNA recombinante, desde extração de DNA até as técnicas de sequenciamento (Projeto Genoma do Guaraná e Humano) (P7).

Na época que estudei (1995), clonagem era atualidade (P8).

Tivemos o que acredito o que seja o básico em genética, tais como conceitos básicos da área, leis de Mendel, sequenciamento genético (base), etc (P12).

Essa constatação dialoga com o pensamento de Scheid (2006), que afirma que além da apresentação de conteúdos básicos durante a formação inicial, é importante a inclusão de temas proporcionados pelos avanços nas áreas das ciências biológicas, para que assim, o futuro professor possa, além de conhecer as novas tecnologias e apresentá-las aos seus alunos, saber argumentar e discutir os seus aspectos éticos, sociais, econômicos e ambientais a eles relacionados. Além do mais, o conhecimento em assuntos como

clonagem, transgenia, sequenciamento de genomas, emprego de células-troncos, testes de paternidade, terapia gênica, melhoramento genético, dentre outras inovações, assuntos já popularizados em diversas mídias, permite uma maior aproximação do que é apresentado nos meios de comunicação com o que é ensinado em sala de aula, ao conectar fatos da realidade no qual os alunos estão inseridos.

Para 66,6% dos professores entrevistados nesse estudo, o conhecimento dos temas de genética, biologia molecular e biotecnologia são adequados para serem repassados aos estudantes da rede básica das escolas trabalhadas por eles. Ainda, esses professores se sentem confortáveis para ministrar esses assuntos. Contudo, 16,6% dos professores entrevistados relataram que os níveis de conhecimentos sobre os temas não são adequados para repassarem aos estudantes das escolas e turmas trabalhadas por eles, mas que sempre procuram atualizações para se sentirem mais confortáveis para ministrar as aulas sobre esses temas aos seus alunos. Os outros 16,6% dos professores acreditam que seus conhecimentos também não são adequados, mas que mesmo assim não se atualizam sobre os temas dessas áreas.

Nessa linha de raciocínio, Fávoro et al. (2003) realizaram um estudo para identificar os problemas e as necessidades de um grupo de dez professores que ministram a disciplina biologia no ensino médio em escolas da rede pública estadual nos municípios de Botucatu-SP e São Manuel-SP, diante das novas descobertas da genética, relacionadas especialmente com a biologia molecular e biotecnologia. Os autores verificaram que 83,4% dos professores entrevistados relataram que se mantêm sempre atualizados em assuntos que dizem respeito à genética e áreas correlacionados, como engenharia genética. Apenas dois professores disseram que se sentem “mais ou menos” seguros para abordarem temas de biologia molecular e biotecnologia em sala de aula, relatando ainda que o material didático usado nas escolas onde eles trabalham, abordam esses assuntos de forma sintética e superficial. A *internet*, revistas e jornais foram indicados por esses dez professores como sendo as principais fontes de atualizações nesses temas.

No presente estudo, o item *internet* também foi citado pelos doze professores entrevistados, como a fonte mais utilizada para obtenção das informações para atualizações nas áreas da genética, biologia molecular e biotecnologia. O livro didático foi citado por dez professores; seguindo de artigo científico que foi citado por 7 professores; televisão citado por 5 professores; jornais por 3 professores e cursos, como exemplo do Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB), da *Thermo Fisher Scientific Training* e cursos *on-line* do Portal da Educação, que foram citados por três professores. Esses

dados demonstram que esses professores ainda dão valor aos métodos tradicionais de ensino, como o livro didático e, ao mesmo tempo, fazem uso de outros recursos como a *internet*. O uso da *internet* a partir de sites educacionais e confiáveis é hoje uma fonte inesgotável de informações atualizadas dos mais variados campos do conhecimento, ao facilitar o contato com as publicações mais recentes em diferentes áreas do saber. Conforme Temp et al. (2013), o uso da *internet* pelos professores por meio da busca em sites educacionais pode não somente complementar o conteúdo ministrado em sala de aula, como também ser útil no direcionamento de pesquisas a serem realizadas pelos alunos.

Indagados sobre quais os temas da área da genética, biologia molecular ou biotecnologia são abordados em suas aulas, 58,3% dos professores entrevistados citaram a hereditariedade; seguido por transgênicos, citados por 33,3% dos professores; clonagem e citologia, citados respectivamente por 25% dos professores; células-troncos e doenças hereditárias por 16,6%, respectivamente e engenharia genética, terapia gênica, teste de DNA, vacinas de DNA, polialelia e mutações genéticas por 8,3% respectivamente, como pode ser constatado nas falas de seis professores entrevistados:

Geralmente quando se aborda células, heranças genéticas, transgênicos, clonagem, entre outros temas é necessário abordar essas áreas de conhecimento, mesmo que de forma superficial (P5).

Costumo selecionar alguns temas dessas três grandes áreas de forma associativa, complementar e exploratória. Por exemplo, conceito de biotecnologia e sua aplicação na utilização de organismos e de genes para obter produtos de interesse. Conceito de engenharia genética dentro da biotecnologia, que engloba várias técnicas para a manipulação de DNA. Temas modernos como a terapia gênica, os transgênicos, a clonagem, os testes de DNA, as vacinas de DNA, entre outras (P7).

“Abordo apenas que são pertinentes ao currículo de ciências: conceitos básicos de genética: hereditariedade, cromossomos, divisão celular, cariótipo humano (P8)”.

“Abordo genética para meus alunos do segundo ano do ensino médio, abordando principalmente as doenças genéticas (P9)”.

Consta na ementa e nos livros didáticos de ciências o tema genética ao final do ano. No começo do ano passo a base de biologia molecular (focando no DNA) e, dependendo do interesse da turma, pode ser abordado o tema biotecnologia durante o ano letivo ou após trabalhar genética (P10).

Como leciono para o ensino fundamental, abordo também o básico da genética como conceitos fundamentais (cromossomos, DNA, RNA, alelos, etc.), Leis de

Mendel, hereditariedade, clonagem, células tronco e notícias atualizadas da área para interesse geral e curiosidades (P12).

Sobre a dificuldade em abordar temas das áreas de genética, biologia molecular e biotecnologia, 16,6% dos professores entrevistados mencionaram que existem dificuldades em temas específicos como os que envolvem estatísticas e/ou probabilidades; divisão celular, que foi citado por 8,3% dos professores entrevistados; falta de conhecimentos *a priori* sobre temas necessários ao bom entendimento de diversos conteúdos das áreas (8,3%); não interesse pela ciência e/ou biologia (8,3%); inexistência de materiais que facilitem o entendimento dos temas (8,3%) e inexistência de laboratórios (8,3%), como pode ser constatado nas falas de seis professores:

Sim, tenho algumas dificuldades na parte de cruzamentos que envolvam estatística (P2).

Alguns pontos da genética ainda são difíceis de serem abordados, principalmente as divisões celulares e as probabilidades (P9).

A maior dificuldade é a dos alunos não terem conhecimentos anteriores necessários para o bom entendimento (P6).

Sobre as dificuldades, existem e em nível elevado considerando que a maioria dos alunos inicia minhas aulas acreditando que biologia tem pouca importância ou que se trata de disciplina meramente decorativa. Por isso, evidencio em minhas aulas expositivas os temas ou tópicos fazendo conexão com algo do cotidiano local, regional, nacional ou mesmo global. Lanço mão de todas as ferramentas possíveis como produção de vídeos, jogos, brincadeiras, além de priorizar as aulas práticas no laboratório, uma vez que essas ajudam a transformar a percepção e apreciação do aluno para com o estudo da biologia (P7).

A maior dificuldade é a falta de material que facilite a compreensão dos alunos, pois são temas bastante abstratos para eles (P5).

Dificuldade pela falta de laboratório (P4).

As dificuldades relatadas nas falas desses seis professores, corroboram Moreira e Silva (2001), ao comentarem que uma das maiores problemáticas no ensino de genética para alunos do ensino médio é a exigência de conhecimentos prévios de biologia molecular, bioquímica, citologia e cálculos elementares de probabilidade. A especificidade do vocabulário da área que apresenta vários termos técnicos, também pode acabar dificultando a não compreensão desses conteúdos pelos alunos.

Ainda em diálogo com este estudo, para Durban et al. (2008), é comum que os alunos saiam do ensino médio sem conhecimento das leis de Mendel e sem conseguir associar

que “letras” como AA ou Aa são sequências nucleotídicas e que as mesmas representam os genes que se encontram localizadas nos cromossomos.

Temp et al. (2013) reforça ainda que a dificuldade em relacionar e compreender temas da genética clássica como a transmissão das características hereditárias e de conteúdos de biologia molecular, pode estar relacionado também com a sequência na qual estes conteúdos encontram-se inseridos nos livros didáticos. Com base nas análises de livros didáticos usados em escolas da rede pública do município de Santa Maria-RS, as autoras detectaram que os conteúdos de genética se encontravam divididos em capítulos (primeira e segunda lei de Mendel, genes ligado ao X, dentre outros) e separados dos conteúdos de biologia molecular.

Outra problemática, no que diz respeito aos alunos não se interessarem muito pelas aulas de ciências e biologia, é uma realidade em boa parte das escolas do Brasil, tendo em vista que despertar o interesse dos estudantes para algumas disciplinas não é uma tarefa trivial. Além disso, a escassez de laboratórios nas escolas brasileiras também é um fator que limita o interesse dos alunos pela ciências e/ou biologia e reduz a capacidade dos professores de trabalharem alguns assuntos das áreas de genética, biologia molecular e biotecnologia. Uma alternativa para o despertar do interesse dos alunos para os temas dessa área seria por meio do uso de recursos alternativos de aprendizagem, como por exemplo, as extrações do DNA de frutas. A construção de um experimento científico simples, como esse, proporciona além de aulas diferenciadas, a estimulação e a promoção do gosto do aluno pela ciência (TEMP et al., 2013). Como exemplo, Martinez e Paiva (2008) desenvolveram uma aula prática de eletroforese de ácidos nucléicos usando amido de uso culinário como gel. A prática contribuiu para o entendimento do DNA e para a assimilação de conhecimentos multidisciplinares pelos alunos.

Vale a pena ressaltar que as atividades teatrais, conforme um exemplo de Pereira et al. (2008), onde os autores propuseram a montagem de uma encenação, com o objetivo de induzir a compreensão e a fixação de conhecimentos sobre a evolução e seus conceitos básicos, tais como extinção, especiação, conceito de espécie, taxonomia e sistemática, também são recomendadas como recurso de ensino-aprendizagem e podem auxiliar na construção do conhecimento científico em sala de aula. Outras atividades teatrais e jogos didáticos podem ser encontrados em artigos publicados na revista *Genética na Escola da Sociedade Brasileira de Genética*. As feiras de ciências também se constituem em recursos importantes que permitem, além da divulgação científica na comunidade escolar, motivação do aprender-construir pelo próprio aluno.

No que se refere à abordagem da ocorrência de feiras de ciências e/ou biologia nas escolas dos municípios dos Estados do Tocantins e do Amazonas selecionados para o estudo, em 25% dessas escolas sempre ocorre essa feira e quando há oportunidade, sempre são trabalhados temas relacionados à genética, biologia molecular e biotecnologia. Porém, em 33,3% das escolas onde também acontecem as feiras, nunca são trabalhados temas relacionados a essas áreas. Contudo, em 41,3% das escolas analisadas não ocorrem feiras de ciências e/ou biologia. Esses dados revelam que a não ocorrência de feiras de ciências e/ou biologia em escolas é preocupante, uma vez que momentos como esses são importantes por permitir fazer uso de metodologias diversificadas, modelos didáticos e atividades interativas, que utilizados isoladamente ou em conjunto, podem facilitar o processo de ensino-aprendizagem ao partirem de conceitos básicos para o entendimento e a construção do conhecimento de conceitos mais complexos (Bossolan et al. 2005).

Questionados se o tempo das aulas de ciências e/ou biologia é ideal para abordar todo o conteúdo básico de genética, bem como assuntos referentes à biologia molecular e/ou biotecnologia, 66,6% dos professores entrevistados afirmaram que o tempo é reduzido para abordar todos esses assuntos e para 33,4%, o tempo é ideal para abordar tanto o conteúdo básico de genética, como outros assuntos. O fato da maioria dos professores entrevistados nesse estudo relatarem que o tempo das aulas de ciências e/ou biologia são insuficientes para abordar o conteúdo básico de genética e outros assuntos da área, dialoga com o estudo de Xavier et al. (2005), que afirmam que o professor tem dificuldades para finalizar o conteúdo básico de genética, associado com outros assuntos, porque carecem de tempo hábil em sala em aula, além da utilização de livros didáticos obsoletos e dos alunos apresentarem pouco conhecimento sobre o tema, o que dificulta a aprendizagem e a inserção de temas mais complexos.

Ainda a esse respeito, Fávoro et al. (2003) destaca que um dos problemas evidenciados pelos professores entrevistados por eles, diz respeito à carga horária destinada a disciplina de biologia. Segundo os autores, os professores afirmaram que duas aulas semanais não são suficientes para cumprir todo o planejamento destinado aos temas de biologia molecular e biotecnologia. Sendo assim e em função da falta de tempo, esses professores passaram a selecionar os assuntos a serem abordados nas aulas, como por exemplo, DNA; primeira e segunda lei de Mendel; mutações genéticas e engenharia genética.

De acordo com 41,6% dos professores entrevistados no presente estudo e que

ministram a disciplina ciências, os conteúdos de genética, biologia molecular e biotecnologia são abordados a partir do 7º e 8º ano do ensino fundamental, com foco principal no 8º ano. Conforme a professora P12, ao afirmar que mesmo que conceitos básicos dessas áreas sejam ministrados mais precisamente a partir do 8º ano do ensino fundamental, alguns dos temas são mencionados em anos anteriores:

O conteúdo de genética é ministrado a partir do 8º ano do ensino fundamental, no entanto, termos e conceitos básicos da genética são usados em anos anteriores, porque naturalmente surgem em conversas informais em sala de aula, como fator Rh e aparência, por exemplo, genótipo e fenótipos.

Para 58,4% dos professores entrevistados e que ministram a disciplina biologia, o conteúdo de genética é abordado e em todas as séries do ensino médio.

As duas menções dialogam com Badzinski e Hermel (2015) que afirmam que:

“Estudos relacionados à genética têm a sua inserção na educação básica, iniciando-se no ensino fundamental e aprofundando-se no ensino médio (p. 436)”.

Ainda a esse respeito, Scheid (2006) ressalta que no Estado do Rio Grande do Sul, a genética é trabalhada no ensino médio durante um dos seis semestres que compõem o curso, sendo abordados tópicos de genética mendeliana, genética de populações e evolução. A autora menciona ainda que os alunos dos primeiros anos do ensino fundamental já demonstram interesse por temas que envolvem conhecimentos relativos à genética, em virtude desses assuntos como, por exemplo, clonagem e células-tronco serem veiculados na mídia, o que é bastante comum no cotidiano desses alunos nos dias atuais. Esses dados estão de acordo com os encontrados no presente estudo.

Questionados sobre como é feita a escolha do livro didático na escola onde se trabalha e se participam dessa escolha, 58,3% dos professores entrevistados afirmaram que sempre participam da escolha do livro didático e que se preocupam em saber quais assuntos atuais da área da genética, biologia molecular ou biotecnologia encontram-se abordados nos livros. Para 8,4%, a não participação se deve ao fato de não ter tido a oportunidade de participar dessa escolha em decorrência de ter sido contratado na escola recentemente e 33,3% disseram nunca terem participado dessa escolha, como por exemplo, a professora P3, única entrevistada que leciona em uma escola particular, que mencionou que não participa da escolha do livro didático, pois a escola adota um material didático próprio.

Conforme os dados do presente estudo, mais de 50% dos professores entrevistados afirmaram participar da escolha do livro didático e que se preocupam com a qualidade do conteúdo do material a ser escolhido, o que se encontra de acordo com a afirmativa de

Badzinski e Hermel (2015), que dizem que:

O fato do livro distribuído na rede pública de ensino ser o material didático mais acessível aos professores, demonstra que a sua escolha deve ser realizada de forma criteriosa como qualquer outra ferramenta de ensino. Os professores também devem ter a consciência de que pode haver abordagens incorretas que precisam ser observadas e corrigidas durante a utilização do material. A escolha depende de como o professor pretende utilizar e trabalhar o livro didático com os alunos (p. 451-452)

Ainda a respeito dos livros didáticos utilizados nas escolas analisadas nesse estudo, de acordo com 66,6% dos professores entrevistados, o livro didático de ciências e/ou biologia adotado por elas dispõe de conteúdos de genética, biologia molecular e biotecnologia, tanto em livros do ensino fundamental, quanto no livro utilizado no ensino médio. Porém, segundo 33,3% dos professores, esses temas são melhores retratados em livros do ensino médio.

Contudo, na concepção de 16,6% dos professores entrevistados, as abordagens dos conteúdos de genética, biologia molecular e biotecnologia dos livros didáticos adotados pelas escolas, tanto do ensino fundamental, quanto médio, não são adequadas para o entendimento dos respectivos temas pelos alunos. Para 83,4% desses professores, os conteúdos dos livros didáticos são adequados para o entendimento desses temas pelos alunos, porém, um dos professores mencionou que a linguagem do livro é muito complexa e segundo a sugestão de outra professora, os conteúdos dessas áreas deveriam ser abordados sempre que possível com uma linguagem mais acessível, além de trazerem exemplos do cotidiano do aluno, o que facilitaria o despertar do interesse dos estudantes ao lerem os temas dessas áreas em seus livros didáticos. Inclusive, segundo essa mesma professora, deveriam ser incentivados a criação de aplicativos para celular que abordassem assuntos das áreas da genética, biologia molecular e biotecnologia. Esse apontamento é interessante tendo em vista que as novas ferramentas tecnológicas, além de promover o aumento na qualidade da aprendizagem, aproxima a escola do universo do aluno.

Dois professores ressaltaram que apesar dos livros didáticos apresentarem assuntos atuais, os conteúdos são muito resumidos, não contemplando, em sua maioria, os termos mais fundamentais das áreas, além de apresentarem exercícios sem grandes novidades. Segundo outros dois professores entrevistados, esse fato pode ser contornado com a proposição de atividades que não as mencionadas nos livros, além de complementação das aulas com textos baseados em artigos científicos e informações recentes apresentadas

na mídia que abordem temas de genética, biologia molecular e biotecnologia. Ainda segundo outro professor entrevistado, os livros que ele teve oportunidade de trabalhar apresentavam pouco ou nenhum viés lúdico que pudessem ajudar na abordagem e/ou fixação dos assuntos pelos alunos. Sendo assim, torna-se necessário a inserção de assuntos dessas áreas de uma forma mais lúdica e didática, o que facilitaria o ensino-aprendizagem desses temas. Esses apontamentos mostram que os livros didáticos usados nas escolas da rede básica de ensino do Tocantins e Amazonas analisadas nesse estudo ainda reproduzem um modelo memorístico de ensino que não privilegia a contextualização e a participação do aluno no processo de aprendizagem, conforme também encontrado no estudo de Temp et al. (2013), a partir das análises de livros didáticos de biologia utilizados por professores de uma escola do Rio Grande do Sul. Essas autoras reforçam ainda que os conteúdos dos livros didáticos deveriam contextualizar os assuntos de forma a aproximá-los do dia-a-dia do aluno, sendo imprescindível também a inserção de modelos simples de experimentos para os professores usarem em aulas práticas, além da indicação de *sites*, o que possibilitaria a exploração de ambientes virtuais para fins educacionais pelos alunos.

Como a ciências e a biologia encontra-se em uma era em que os conhecimentos crescem de uma maneira exponencial, tornando-se praticamente impossível para um professor apropriar-se de todas as informações disponíveis e levando ainda em consideração que os avanços nessas áreas são popularizados em sua grande maioria pela mídia, fica evidente a necessidade de atualização constante desses profissionais, bem como o uso de recursos didáticos variados para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem nesta área.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas respostas dos professores entrevistados, foi possível delinear a formação acadêmica e o tempo de atuação profissional; o perfil do conhecimento em genética, biologia molecular e biotecnologia; informações e dados da escola onde o docente trabalha, sua relação com o livro didático e a análise dos conteúdos de genética, biologia molecular e biotecnologia dos livros didáticos usados em sala de aula.

Quanto ao perfil dos professores, foi possível verificar que:

a) A maioria tem curso de graduação em Ciências Biológicas e pós-graduação *lato sensu* e/ou *strictu sensu*, apresentando entre 3 a 12 anos de experiência em sala de aula;

b) Metade dos professores entrevistados, cursaram 3 ou mais disciplinas nas áreas da em genética, biologia molecular e/ou biotecnologia;

Quanto ao perfil do conhecimento em genética, biologia molecular e biotecnologia, foi possível verificar que:

a) A maioria dos professores entrevistados nesse estudo relatou que os conhecimentos dos temas de genética, biologia molecular e biotecnologia são adequados para serem repassados aos estudantes da rede básica das escolas trabalhadas por eles;

b) A *internet*, livro didático e artigos científicos foram indicados pela maioria dos professores como sendo as principais fontes de atualizações nesses temas;

c) A hereditariedade e transgênicos são os assuntos mais ensinados por esses professores em sala de aula;

d) Existe certa dificuldade no entendimento por parte dos estudantes em questões de genética que envolvem estatísticas e/ou probabilidades;

Quanto às informações e dados da escola onde o docente trabalha, foi possível verificar que:

a) Em boa parte das escolas analisadas neste estudo, não ocorrem feiras de ciências e/ou biologia;

b) Para a maioria dos professores entrevistados nesse estudo, o tempo das aulas de ciências e/ou biologia é reduzido para abordar todo o conteúdo básico de genética, bem como assuntos referentes à biologia molecular e/ou biotecnologia;

c) Os conteúdos de genética, biologia molecular e biotecnologia, são abordados a partir do 7º e 8º ano do ensino fundamental e em todas as séries do ensino médio.

Quanto à relação com o livro didático e a análise dos conteúdos de genética, biologia molecular e biotecnologia dos livros didáticos usados em sala de aula, foi possível verificar que:

a) A maioria dos professores entrevistados afirmou que sempre participam da escolha do livro didático e que se preocupam em saber quais assuntos atuais da área da genética, biologia molecular ou biotecnologia encontram-se abordados nos livros;

b) A maioria dos professores informou que o livro didático de ciências e/ou biologia adotado pelas escolas dispõe de conteúdos de genética, biologia molecular e biotecnologia, tanto em livros do ensino fundamental, quanto no livro utilizado no ensino médio;

c) Para a maioria dos professores, os conteúdos dos livros didáticos são adequados para o entendimento desses temas pelos alunos.

É importante destacar que por meio dos dados obtidos, não podemos generalizar o estudo para diversos contextos, escolas e estados, pois cada realidade escolar é singular e possui suas próprias características. No entanto, como implicações educacionais, o presente estudo possibilita considerarmos algumas sugestões de ações que podem ser adotadas em outras escolas, tais como:

a) A escola como parte integradora do processo de ensino-aprendizagem deve integrar em suas aulas os temas atuais e abordados na mídia;

b) A formação continuada dos professores é necessária e essencial na carreira docente, mesmo que o professor se considere apto a ministrar assuntos de temas complexos como os de genética, biologia molecular e biotecnologia;

c) O professor deve inserir alternativas e recursos didático-pedagógicos que facilite o ensino-aprendizado em ciências e biologia;

d) A carga horária das disciplinas de ciências e biologia no currículo escolar deve ser repensada e aumentada;

e) Os conteúdos dos livros didáticos deveriam contextualizar os assuntos de forma a aproximá-los do dia-a-dia do aluno, sendo imprescindível também a inserção de modelos simples de experimentos para os professores usarem em aulas práticas, além da indicação de *sites*, o que possibilitaria a exploração de ambientes virtuais para fins educacionais pelos alunos.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Portugal, Ed. 70, 2002.

BADZINSKI, C; HERMEL, E. E. S. A. A representação da genética e da evolução através de imagens utilizadas em livros didáticos de biologia. *Revista Ensaio*, v. 17, n. 2, p. 434-454, 2015.

BOSSOLAN, N. R. S; SANTOS, N. F; MORENO, R. R.; BELTRAMINI, L. M. O Centro de Biotecnologia Molecular Estrutural: aplicações de recursos didáticos no desenvolvimento junto ao ensino médio. *Ciência e Cultura*, v. 57, n. 4, p. 41-42, 2005.

CARNEIRO, M. H. S; MÓL, G. S. Livro didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 7, n. 2, p. 101-113, 2005.

CARVALHO, J. C. Q; COUTO, S. G; BOSSOLAN, N. R. S. Algumas concepções de alunos do ensino médio a respeito das proteínas. *Ciência & Educação*, v. 18, n. 4, p. 897-912, 2012.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. A abordagem do DNA nos livros de biologia e química do ensino médio: uma análise crítica. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. v. 6, n. 1, 12 p. 2004.

LIMA, K. E. C; VASCONCELOS, S. D. O professor de Ciências das Escolas Municipais de Recife e suas perspectivas de educação permanente. *Ciência & Educação*, v. 14, n. 2, p. 347-364, 2008.

MOREIRA, M. C. A. SILVA, E. P. Concepções prévias: uma revisão de alguns resultados sobre genética e evolução. In: Encontro Regional de Ensino de Biologia, Niterói, p. 504, 2001.

MINAYO, M. C. S. O desafio da pesquisa social. In: MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org). *Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade*. 27. ed. Petropolis: Vozes, 2008.

MOURA, J; Deus, M. S. M; Gonçalves, N. M. N; Peron, A. P. Biologia/Genética: o ensino de Biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas do Brasil - breve relato e reflexão. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013.

OMETTO-NASCIMENTO, T. A; TURCINELLI, S.R; LANNES, D. C. R; ARRUDA, P. A evolução do ensino de genética no nível médio e a engenharia genética. In: 46º Congresso Nacional de Genética, *Resumos...Águas de Lindóia*: Sociedade Brasileira de Genética, v. 23, n. 3, 2000.

PAIVA, A. L. B; MARTINS, C. M. D. Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 7, n. 3, p. 182- 201, 2005.

PEREIRA, J. E. D. As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. *Educação & Sociedade*, n. 68, 1999.

SCHEID, N. M. J. S. Contribuição da história da Biologia na formação inicial de professores de Ciências Biológicas. 2006. 181 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, Florianópolis, 2006.

TEMP, D. S.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L. Desenvolvimento e uso de um modelo didático para facilitar a correlação genótipo-fenótipo. *Revista Eletrônica de Investigação em Educação em Ciências*, v. 8, n. 2., p. 13- 20, 2013.

VASCONCELOS, S. D; SOUTO, E. O livro didático de Ciências no ensino fundamental, proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciência & Educação*, v.9, n. 1, p. 93-104, 2003.

XAVIER, M. C.; FREIRE, A. S; MORAES, M. O. Avaliação dos professores com relação ao ensino de genética no nível médio: há espaço para a nova biologia? In: 51º Congresso Brasileiro de Genética, *Resumos...Águas de Lindóia*: Sociedade Brasileira de Genética, p.415, 2006.