



ESTRATÉGIAS DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE GENÉTICA

Didactic-pedagogical strategies for the teaching-learning of genetics

Sara de Souza Pereira [souza.sarapereira@gmail.com]
Joyciane Santiago da Cunha [joycianesantiago29@gmail.com]
Eldianne Moreira de Lima [eldiannelima@yahoo.com.br]

*Departamento de Ciências Naturais
Centro de Ciências Sociais e Educação
Universidade do Estado do Pará
Tucuruí, Pará, Brasil*

Resumo

Os alunos sentem dificuldade no processo de letramento científico na área de Genética em virtude da quantidade considerável de termos técnicos-científicos que fogem totalmente das experiências cotidianas dos alunos, serem abordados de forma abstrata, separada do contexto histórico e desatualizada. Desse modo, nosso objetivo foi testar um conjunto de estratégias didático-pedagógicas por aula ministrada que facilitasse o processo de ensino-aprendizagem dos principais conteúdos de Genética, com a utilização de aulas expositiva-dialogada, prática e experimental, recursos audiovisuais, jogos didáticos e maquetes. Avaliamos a aprendizagem dos alunos por meio do seu desempenho ao responderem questionários semiestruturados aplicados antes e após cada aula. De modo geral, as aulas alcançaram resultados significativos, sobretudo as aulas em relação ao “Sistema ABO e Fator Rh” e “Síndromes Cromossômicas”. No entanto, as aulas sobre “Introdução aos Conceitos Básicos de Genética” e “Leis de Mendel” podem ser melhoradas a partir da sugestão de outras estratégias que foram discutidas. Assim, podemos concluir que é necessário que os professores utilizem estratégias didático-pedagógicas alternativas de acordo com o conteúdo ministrado na tentativa de torná-lo mais fácil e simples de entendimento pelos alunos, não sendo necessário exclusivamente o uso de laboratório para aulas práticas e experimentais para o ensino-aprendizagem de Genética.

Palavras-chave: Aprendizado; Ministrar; Conhecimento; Planejamento; Metodologia; Biologia.

Abstract

Students have difficulty in the process of scientific literacy in the field of genetics because the considerable amount of technical-scientific terms that completely escape the students' everyday experiences are approached in an abstract way, separated from the historical and outdated context. Thus, our objective was to test a set of didactic-pedagogical strategies per taught class that facilitated the teaching-learning process of the main contents of Genetics, with the use of expositive-dialogical, practical and experimental classes, audiovisual resources, didactic games and models. We evaluate students' learning through their performance by answering semi-structured questionnaires applied before and after each class. In general, the classes achieved significant results, especially the classes in relation to the “ABO System and Rh Factor” and “Chromosomal Syndromes”. However, lessons on “Introduction to the Basic Concepts of Genetics” and “Mendel's Laws” can be improved by suggesting other strategies that have been discussed. Thus, we can conclude that it is necessary for teachers to use alternative didactic-pedagogical strategies according to the content taught in an attempt to make them easier and simpler for the students to understand, and it is not necessary exclusively to use laboratory for practical and experimental classes for teaching and learning genetics.

Keywords: Learning process; Educate; Knowledge; Planning; Methodology; Biology.

INTRODUÇÃO

A visão propedêutica de que o ensino brasileiro serve apenas como passagem para ingresso na universidade (Cunha, 2000), através da aprovação no Exame Nacional do Ensino Médio, pode ter refletido na situação atual do ensino. O Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes, por exemplo, evidenciou que o Brasil (63ª posição) está abaixo da média geral de outros países como Chile (44ª posição), Costa Rica (54ª posição) e México (57ª posição), obtendo média de 401 pontos em Ciências (63ª posição), não havendo alteração significativa em sua colocação geral nas últimas três edições (INEP, 2016). O baixo desempenho brasileiro é reflexo de diversos fatores, como a estrutura geral da escola, falta de equipamentos e tecnologias, o fator socioeconômico dos estudantes, a formação de professores, a distorção aluno-série, entre outros, embora o governo afirme que tenham sido feitos investimentos na educação e ter aplicado estratégias básicas de ensino (INEP, 2016).

O letramento científico requer o domínio de conceitos e de teorias além de procedimentos e de práticas comuns associados à pesquisa científica para poder usar esse conhecimento de forma interativa e participar de discussões fundamentadas sobre questões relacionadas à Ciência (OECD, 2017). Entre as 27 unidades federativas do nosso país, o Espírito Santo destaca-se com a maior média em relação à Ciências (435 pontos) e Alagoas com a menor (360 pontos) (INEP, 2016). Já o Estado do Pará, onde esta pesquisa foi realizada, está na 24ª colocação apresentando proficiência predominante nos níveis 1A (33%), 1B (20%) e 2 (25%), sendo que o último e melhor nível é 7. No nível 2, dentre outras características, os estudantes demonstram ter conhecimento epistemológico básico ao conseguir identificar questões que podem ser investigadas cientificamente, ou seja, o mínimo necessário para se tornar um cidadão crítico e informado (INEP, 2016).

Na tentativa de mudar as realidades brasileira e também as diferenças escolares regionais, foi aprovada a Lei n. 13.415 (2017) que propõe uma reformulação do ensino médio brasileiro alterando substancialmente o currículo através da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), organizando-o por áreas de conhecimento (linguagens, matemática, ciências da natureza e ciências humanas), dando prioridade para a interdisciplinaridade e transversalidade, e promovendo maior interação entre os diferentes conteúdos. Ademais, a BNCC servirá como referência comum obrigatória, o que permitirá qualidade e equidade de ensino entre as escolas públicas e particulares (MEC, 2017) e quem sabe também entre as regiões norte e nordeste com as demais do país. O aluno que ingressar no ensino médio poderá optar entre o currículo enfatizando uma dessas quatro áreas do conhecimento e a formação profissional, e assim, o término da formação básica poderá atender sua necessidade, seja ela ingressar no ensino superior ou no mercado de trabalho.

Em geral, os exames possuem um objetivo maior de identificar deficiências no ensino para a reconstrução de práticas a fim de melhorias (Machado & Lima, 2014). Nesse sentido, quanto ao ensino de Biologia, o modo tradicional de ensino que tem como base simplesmente em transmitir conhecimentos científicos biológicos acaba tornando esse ensino repetitivo e não significativo (Reis, Rocha, Oliveira & Lima, 2010). Além do que, os conteúdos ensinados nos três anos do ensino médio não são abordados de forma dinâmica, onde o aluno participa da aula e interage dando opiniões acerca do assunto discutido; as estratégias de ensino realizadas nesse período visam mostrar apenas uma mera ilustração do que é visto teoricamente, não contribuindo de forma eficaz para o aprendizado dos alunos (Krasilchik, 2004).

Na Genética, conceitos, como DNA, Proteínas e Gene, e processos, como Síntese de DNA, RNA e proteína, são assuntos que causam maior dificuldade de compreensão dos alunos por fugirem de suas experiências cotidianas, sendo que a maioria deles é abordada separadamente e de forma descompensada no tempo, tendo suas ligações raramente evidenciadas, uma vez que o professor espera que o aluno seja capaz de estipular as conexões necessárias (Cid & Neto, 2005). Sendo assim, faz-se necessário que haja o uso de diversas estratégias didático-pedagógicas (Krasilchik, 2004), sobretudo o uso das aulas práticas e experimentais (Rivas, Pinho, & Brenha, 2011).

A ciência e a tecnologia se fazem presentes em todos os setores da sociedade acarretando transformações econômicas, sociais e culturais e, conseqüentemente, no desenvolvimento do país (Pedrancini *et al.*, 2007). É neste contexto em que a Biologia constitui um dos pilares na evolução da Ciência, onde a Biologia Molecular e a Genética desempenham um papel fundamental para a compreensão de muitos dos novos contextos e desenvolvimentos científicos, tanto no meio acadêmico como do público em geral, com a inserção de temas complexos como genômica, clonagem, células-tronco e produção de produtos transgênicos, que podem ser discutidos dentro e fora da sala de aula (Pedrancini *et al.*, 2007). Os avanços na Biologia Molecular e na Genética estão intimamente ligados com o aparecimento da Biotecnologia, pois a partir disso houve desenvolvimento nas técnicas laboratoriais (PCR e Eletroforese, por exemplo) utilizadas nos experimentos envolvendo o DNA Recombinante (Sadava *et al.*, 2009). Esses avanços tecnológicos e científicos são constantemente divulgados pelas mídias, sendo de suma importância que os professores de

Biologia estejam em constante atualização e os ensinam aos alunos de uma forma compreensível para melhorar a aquisição do conhecimento (Justina & Rippel, 2003).

Nesse sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (MEC, 2000) sugerem que seja efetuada a busca por interdisciplinaridade e contextualização das disciplinas, de modo que os conteúdos tecnológicos sejam associados ao conhecimento científico e matemático. Esses conhecimentos são elementos fundamentais para a formação de cidadãos no sentido amplo e não apenas no sentido profissional, tornando o aprendizado útil tanto para o trabalho quanto para a vida, como definido pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) (Lei n. 9.394, 1996). Na LDB, está estabelecido, no parágrafo 2º do seu artigo 1º, que a educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social, dando prioridade à formação ética e ao desenvolvimento da autonomia intelectual (Krasilchik, 2000).

Todavia, pode ser que o modo de ministrar os conteúdos de Genética nem sempre permitisse que alunos compreendessem os conceitos científicos devido serem abordados de forma abstrata, tornando-os difíceis de assimilação e conseqüentemente aplicação no dia a dia (Pedrancini *et al.*, 2007). Quando o ensino da Biologia se baseia apenas na lógica de transmissão de informações do professor, o qual é o mediador do livro didático, gera uma relação de dependência por parte dos professores e dos estudantes, onde ambos apresentam dificuldades de aprendizagem e de contextualizar os conteúdos com a realidade em que esses estão inseridos (Barni, 2010). Talvez esses sejam dois dos grandes desafios para os professores, sobretudo de Genética, ensinar os conceitos básicos complexos e ainda associá-los com temas atuais. Acreditamos que para que isso ocorra é imprescindível investir na capacitação dos educadores para se adaptarem às novas metodologias de ensino planejando as aulas de modo que promovam a aprendizagem significativa (Pedrancini *et al.*, 2007).

As modalidades didáticas usadas no ensino das disciplinas científicas dependem, fundamentalmente, da concepção de aprendizagem de Ciência adotada pelo professor, que muitas vezes assume que o objetivo do ensino é basicamente transmitir informação (Krasilchik, 2000). A sala de aula é o espaço onde a maior parte da educação é realizada. Professores e alunos interagem nesse ambiente durante muito tempo, portanto não se pode desperdiçar esse espaço com aulas apenas teóricas, pois isso torna a aprendizagem falha e o ensino passa a ser “memorístico” (Temp, 2011). A atenção dos alunos precisa ser despertada, para isso pode-se correlacionar os temas apresentados na teoria com aulas experimentais, por exemplo, que reforçar o conteúdo ministrado e tirar os alunos da zona de conforto de apenas assistir a aula; a participação dos mesmos é fundamental para o bom aproveitamento das aulas (Krasilchik, 2000). Então, cabe ao professor apresentar o conteúdo de forma atualizada e organizada, facilitando a aquisição de conhecimentos e ainda induzir o aluno a pensar e a buscar respostas (Krasilchik, 2000).

A preocupação com a aprendizagem é um fator constante na vida dos professores que estão sempre se perguntando o que pode ser feito para auxiliar o aluno e a resposta, muitas vezes, não é simples; mas podemos auxiliar os alunos na aquisição do conhecimento utilizando práticas e jogos didáticos que tornarão o processo de ensino-aprendizagem mais satisfatório e significativo (Temp, 2011). Além disso, os novos recursos tecnológicos e, principalmente, o uso do computador criam dilemas equivalentes, podendo até ser uma fonte muito eficiente de fornecimento de informações (Krasilchik, 2000). O professor passa a ser o que auxilia o aprendiz a procurar e coordenar o que aprende dentro de um esquema conceitual mais amplo. Portanto, a utilização de modalidades e recursos didático-pedagógicas é de suma importância para que haja uma aprendizagem significativa (Krasilchik, 2000).

Para que ocorra uma aprendizagem significativa, é necessário compreender o processo de modificação do conhecimento, que vai além do comportamento em sentido externo e observável, e reconhecer a importância dos processos mentais para esse desenvolvimento (Pelizzari *et al.*, 2002). A partir dela, o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito (Moreira, 2011). Desse modo, a aprendizagem passa a ser mais significativa conforme o novo assunto é integrado aos conhecimentos do aluno e passa a adquirir algum significado para ele com base no conhecimento prévio que o mesmo possui (Pelizzari *et al.*, 2002). Caso não haja essa relação, a aprendizagem passa a ser mecanizada ou repetitiva e o novo assunto se armazena separadamente ou por associação arbitrária na estrutura cognitiva.

Na taxonomia dos objetivos educacionais (Bloom, 1956), o domínio cognitivo deve ser conduzido por uma estrutura hierárquica, que consiste em conhecimento (conteúdo instrucional), compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação, com níveis de complexidade crescente, indo desde o domínio de habilidades mais simples para o mais complexo. Com a taxonomia revisada, os níveis passaram a ser lembrar, entender, aplicar, analisar, sintetizar e criar, além de haver a separação entre a dimensão do conhecimento (o que o aluno vai aprender) e a dimensão dos processos cognitivos (como ele vai aprender), dando-lhes um caráter bidimensional (Anderson & Krathwohl, 2001). Todavia, para melhor elaboração do planejamento e escolha de

estratégias e tecnologias educacionais, é necessária a estruturação dos objetivos educacionais (Ferraz & Belhot, 2010).

Em síntese, o ensino brasileiro está abaixo da média em relação ao mundial e especificamente o estado do Pará, onde este estudo foi realizado, a média é baixa se comparada a outros estados do país. Os exames de avaliação devem servir como diagnóstico do ensino a fim de ajustes nas práticas dos professores para que os alunos desenvolvam habilidades mínimas e contribuam para a formação de cidadãos para o trabalho e para a vida. Na contramão disso, políticas públicas foram recentemente aprovadas modificando significativamente o currículo em busca de refletir em melhorias no desempenho dos alunos. Contudo, quanto ao ensino de Biologia, o modo tradicional de transmitir conhecimentos biológicos acaba tornando esse ensino repetitivo e não efetivo. Ao mesmo tempo, os conteúdos de Genética, geralmente são de difícil entendimento, por isso, o ensino dos termos científicos e seus conceitos precisam da atualização de estratégias didáticas que possibilitem explicações mais abrangentes e que aproximem ao cotidiano do aluno, para uma melhor aprendizagem.

A Genética é uma das principais áreas da Biologia que tem avançado para a resolução de problemáticas na sociedade, e juntamente com a Biotecnologia, doenças que antes não tinham um tratamento ou cura, passaram a ser objeto de estudo. Todavia, o planejamento e o uso de modalidades e recursos didáticos-pedagógicos pelo professor nas aulas dependem, de forma geral, de sua concepção sobre o processo de aprendizagem e os objetivos da educação, pois se ele tiver como objetivo ir além da transmissão de conhecimento para alcançar a aprendizagem significativa deve utilizar algumas estratégias diferentes das tradicionais. Na aprendizagem significativa, o conhecimento novo é associado ao conhecimento prévio do aluno, o qual se modifica e passa a ser ressignificado. Lembrar, entender, aplicar, analisar, sintetizar e criar são os níveis estruturais pelos quais o conhecimento passa para alcançar os objetivos educacionais.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi utilizar um conjunto de estratégias didático-pedagógicas para facilitar o processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Genética aos alunos do ensino médio, promovendo aulas diferenciadas de acordo com o conteúdo ministrado e a construção de uma aprendizagem efetiva por meio de um conhecimento coerente, claro e conciso. Para tanto, foi avaliado o perfil dos alunos, seus conhecimentos prévios e adquiridos e também o grau de aceitação e de eficiência das estratégias didático-pedagógicas utilizadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Sujeitos e Local de Estudo

Esta pesquisa foi realizada com 32 alunos, entre 15 e 21 anos de idade, pertencentes ao 3º ano do ensino médio de três escolas da rede pública (22 alunos) e uma da rede privada (10 alunos), do município de Tucuruí, no Estado do Pará. Os alunos foram convidados a participarem de um Curso de Genética contendo os conteúdos mais abordados no ENEM. As aulas ocorreram no auditório da Universidade do Estado do Pará (UEPA), Campus XIII, consistindo de uma atividade de extensão, ministradas pelas alunas-autoras (S. S. Pereira e J. S. Cunha) do curso de Licenciatura em Ciências Naturais, Habilitação em Biologia. Esse núcleo localiza-se no centro da cidade, conta com 51 funcionários onde são ministrados quatro cursos superiores nos turnos da manhã, tarde e noite. Sua estrutura física é composta de quatro salas de aula, auditório, área administrativa, secretaria acadêmica, biblioteca, sala de professores e laboratórios. Nas escolas que os alunos se originavam também possuíam laboratórios, porém nas escolas públicas eles estavam fechados e na escola privada era usado com pouca frequência.

Estratégias de Ensino

Os conteúdos abordados durante o Curso foram ministrados no período de quatro aulas, aos sábados (período sem aula escolar), com duração de aproximadamente três (3) horas cada. As estratégias didático-pedagógicas utilizadas foram: aulas expositiva-dialogada, prática e experimental, jogo didático, apresentação de documentários, animação em 3D e maquetes. Todos os conteúdos tiveram, primeiramente, a aula expositiva-dialogada apresentada com o auxílio do *datashow*.

A modalidade de aula expositiva-dialogada se baseia no ato de introduzir e desenvolver um assunto novo junto com os alunos, por meio do diálogo, não apenas fazer perguntas fechadas (que possuem resposta “sim” ou “não” ou que sejam uma repetição de um conceito) sobre os conteúdos expostos, mas também estimular o raciocínio dos alunos, aplicando exemplificações capazes de conduzir os mesmos a encontrarem soluções que os levem a formulação dos conceitos a serem assimilados (Krasilchik, 2004). A modalidade de

aula prática se baseia na realização de demonstrações práticas com objetivo de ilustrar, mostrando técnicas, fenômenos, modelos etc., que possibilitem aos alunos criarem uma ponte entre a realidade e uma teoria abstrata e, com isso, o desenvolvimento de sua autonomia e da sua aprendizagem significativa (Souza, 2014). A de aula experimental teve como objetivo, não apenas demonstrar aos alunos equipamentos, processos ou fatos considerados abstratos de compreender, mas proporcionar aos mesmos a oportunidade de manuseio ou experimentação (Souza, 2014), permitindo assim, que os alunos tenham um contato mais direto com tais equipamentos, manipulando materiais e até mesmo observando os fenômenos/processos nos organismos (Krasilchik, 2004).

O jogo didático diferencia-se dos demais recursos por apresentar aspecto lúdico e de jogos não didáticos por possuir objetivo bem definido para o ensino-aprendizagem (Cunha, 1998), sendo utilizado após a aula expositiva-dialogada para promover uma melhoria no desempenho dos alunos em relação aos conteúdos de difícil compreensão (Silva, Silva, & Costa, 2019). A utilização de recursos audiovisuais, como vídeos, documentário e animação em 3D, possibilita uma abordagem dos conteúdos de maneira mais dinâmica e lúdica, facilitando a compreensão do tema, além de despertar o interesse dos alunos motivando-os na busca pelo conhecimento (Souza, 2014). O uso de modelos didáticos como as maquetes, proporciona aos alunos relacionar a teoria abstrata à realidade através da prática, contribuindo para a melhor compreensão dos conteúdos abordados e facilitando o processo de ensino-aprendizagem (Setúval & Bejarano, 2009).

No primeiro dia do Curso, foi abordado o conteúdo “Introdução aos Conceitos Básicos de Genética”. Durante a aula expositiva-dialogada foram abordados os subtemas: Importância da Genética, O que é Genética?, O Material Genético das Células, O Modelo da Dupla Hélice, Propriedades e Estrutura Molecular do DNA e os Processos de Replicação, Transcrição e Tradução; ao fim das explicações (duração de 1h30min.) foram exibidos os documentários “Processo de Replicação do DNA em 3D” (Microbiotic, 2016) e “60 anos da Descoberta da Estrutura do DNA” (Globo News, 2013) (duração de 6 e 22 min., respectivamente), que tinham como objetivo transformar o conteúdo teórico abstrato em teórico e contextualizado a fim de esclarecer dúvidas sobre os assuntos expostos na aula (duração de 5 e 10 min., respectivamente). Em seguida, os alunos foram direcionados à aula prática “Visualização de Células da Cebola”, onde através do microscópio os alunos visualizaram as células que compõem a cebola, e à aula experimental “Extração do DNA de Frutas”, onde os mesmos extraíram o DNA do mamão e da banana (duração de 5 e 30 min., respectivamente).

No segundo dia do Curso, foi tratado o conteúdo “Leis de Mendel”. Durante a aula expositiva-dialogada, foram abordados os subtemas: Primeira Lei de Mendel e Segunda Lei de Mendel (duração de 2h). Após a aula, foi aplicado o jogo didático “Bingo das Ervilhas” (duração de 30 min.) elaborado por Ferreira *et al.* (2010), que tinha como objetivo facilitar a compreensão dos alunos acerca dos conceitos básicos de Genética (genótipo e fenótipo), as Leis de Mendel e seus respectivos cruzamentos. Esse jogo era composto de duas cartelas coloridas, uma para a Primeira Lei e outra para a Segunda Lei, ambas contendo os quadros de “Punnett” que representavam os fenótipos e os alelos correspondentes, para que cada jogador fizesse os respectivos cruzamentos. Para tratar da primeira Lei de Mendel, as cartelas possuíam os quadros com dois fenótipos representados de cada característica cruzada e para a segunda Lei, as cartelas possuíam três quadros contendo dez fenótipos representados das características cruzadas. O sorteio das fichas contendo os genótipos foi feito separadamente para cada uma das cartelas, sendo utilizados 24 genótipos sorteados para a Primeira Lei e 48 para Segunda Lei, cabendo ao jogador fazer os cruzamentos e marcar em sua cartela os genótipos que forem sorteados, pronunciando “Mendel” ao preencher a cartela.

No terceiro dia do Curso, foi ministrado o conteúdo sobre o “Sistema ABO e Fator Rh”. Durante a aula expositiva-dialogada foram abordados os subtemas: Composição do Sangue, Descoberta do Sistema ABO e os Grupos Sanguíneos, Descoberta do Fator Rh e Eritroblastose Fetal (duração de 2h). Após a aula os alunos foram direcionados ao Laboratório, no qual foi ministrada a aula prática de “Visualização de Células Sanguíneas” (duração de 15 min.), onde através do microscópio os alunos visualizaram hemácias e leucócitos, e a experimental Tipagem Sanguínea (duração de 30 min.), onde foi feita a descoberta do tipo sanguíneo dos alunos que se disponibilizaram a participar do experimento.

No quarto e último dia do Curso, foi ensinado o conteúdo de “Síndromes Cromossômicas”. Durante a aula expositiva-dialogada foram abordados os subtemas: O que são cromossomos? Tipos de Cromossomos, O que é um cariótipo?, O que são síndromes cromossômicas?, Síndromes de Edwards, Turner, Klinefelter, Down, Patau e Cri-du-chat (duração de 2h). Após a aula, foi aplicado o jogo didático “Montagem do Idiograma” (duração de 20 min.), elaborado por Amabis e Martho (1997), com objetivo de facilitar a compreensão dos alunos sobre os conceitos relativos ao número, forma, tamanho e classificação dos cromossomos. Esse jogo era composto de três folhas de papel 4A, a primeira possuía desenhos de cromossomos humanos para recortar, a segunda possuía as marcas de orientação para montar o idiograma e a terceira apresentava instruções de como deveria ser feita a identificação de cada cromossomo. E, por fim, foram apresentadas

quatro maquetes denominadas de “Cariótipo das Síndromes” confeccionadas com isopor e massa de modelar colorida (duração de 20 min.).

Delineamento da Pesquisa

O método utilizado para avaliar os conhecimentos dos alunos foi o questionário semiestruturado, o qual foi aplicado em dois momentos, antes e após a realização de cada aula do Curso. A análise comparativa das respostas nos dois momentos permitiu identificar ou não indícios de aprendizagem e, conseqüentemente, inferência quanto à eficiência ou não no uso de determinada estratégia didático-pedagógica. Primeiramente, foi entregue aos alunos, uma semana antes do início do Curso, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), para que os mesmos assinassem (para menores de 16 anos esse termo foi assinado pelos responsáveis) solicitando autorização para que pudessem participar desta pesquisa.

O questionário “Perfil do aluno” foi aplicado, previamente ao início do curso, com o objetivo de identificar as estratégias didático-pedagógicas utilizadas pelos seus professores durante as aulas de Genética, os recursos que os alunos utilizam para estudar o conteúdo fora do âmbito escolar, o seu tempo diário de estudo e os cursos superiores eles almejam se profissionalizar. Ele foi composto por cinco perguntas, intercaladas entre objetivas, fechadas e abertas, e perguntas subjetivas. Nas perguntas objetivas fechadas, foram disponibilizadas várias opções de escolha, onde o aluno poderia marcar mais de uma alternativa e em outras apenas uma. Por exemplo, na questão para avaliar quais os recursos são utilizados para estudar genética fora da sala de aula para se preparar para uma avaliação tinha como alternativas: Videoaulas, Artigos, Livro didático da escola, Outros livros didáticos, Simuladores, Jogos e Apostilas. Já nas perguntas subjetivas, foi possível aos alunos discorrer sobre a resposta correspondente à pergunta sobre qual o curso que pretendiam fazer no ensino superior. Por outro lado, nas perguntas objetivas abertas, os alunos poderiam expressar suas opiniões sobre o motivo de acharem que estudar genética é importante para sua vida. As respostas dessa questão, em especial, foram agrupadas em categorias.

Quatro questionários foram utilizados para avaliar o desempenho dos alunos antes e depois das aulas, os quais eram compostos por cinco perguntas objetivas fechadas selecionadas de provas do ENEM. Neles foram disponibilizadas várias opções de escolha, onde o aluno poderia marcar apenas uma alternativa. Por exemplo, a questão sobre a causa da Síndrome de Cri-Du-Chat que tinha como alternativas: a) É causada pela deleção do cromossomo 6, b) Trissomia do cromossomo 21, c) Causada pela deleção da parte do braço curto do cromossomo 5, d) Causada pela deleção do braço do cromossomo 3.

Após o término do Curso, foi aplicado o questionário de avaliação o qual era composto por quatro perguntas, sendo cada uma tinha duas partes uma objetiva e outra subjetiva. Por exemplo, na questão para avaliar quais aulas eles gostaram mais, a qual tinha como alternativas: Introdução aos conceitos básicos da Genética, Leis de Mendel, Síndromes cromossômicas, Sistema ABO e Fator RH, e em seguida era solicitada uma justificativa. As respostas subjetivas desse questionário, em especial, foram agrupadas em categorias.

Análise de Dados

Participaram desta pesquisa 32 alunos, havendo variações no número de alunos participantes em cada aula (média= 23 e desvio padrão= $\pm 6,0$). Para a análise das respostas do primeiro (Perfil do aluno) e do último questionário (Avaliação) foi utilizada a frequência relativa (%) do número total de alunos participantes em cada aula. No primeiro questionário, as justificativas das respostas sobre a Genética ser importante para a vida, foram organizadas em seis categorias: “Conhecimento”, “Conhecimento e Aplicação a Curto Prazo”, “Aplicação a Curto Prazo”, “Aplicação a Longo Prazo” e “Aplicação a Médio Prazo”. Por exemplo, as justificativas de que a genética é importante para conhecer o próprio corpo foi inserida na categoria “Conhecimento”. Todas as justificativas das perguntas do último questionário foram organizadas em quatro categorias. Por exemplo, as justificativas de que gostaram das aulas por causa do conhecimento adquirido e pela estratégia utilizada foram inseridas na categoria “Estratégia e Conhecimento”.

As perguntas dos questionários sobre o ensino-aprendizagem dos alunos foram classificadas como fáceis ou difíceis, sendo que, em cada questionário, havia quatro fáceis e apenas uma difícil. As perguntas consideradas fáceis foram contabilizadas como 10 pontos e as difíceis como 20 pontos. A fim de avaliar o ensino-aprendizagem dos conteúdos de Genética durante o Curso, o desempenho geral dos alunos foi analisado a partir da média (μ) da nota de todas as aulas obtida nos questionários aplicados antes e depois de cada aula e o desvio padrão (σ). Para verificar o desempenho geral dos alunos, o número de respostas corretas correspondeu à somatória de todas as notas dividida pelo número total de alunos. O percentual de

acertos das questões em cada aula foi calculado pelo número de respostas corretas, multiplicado por 100 e dividido pelo número total de perguntas avaliadas (5). O teste estatístico paramétrico de Student (teste t) foi utilizado para verificar se houve ou não melhora significativa no desempenho dos alunos nos dois momentos (antes e depois da aula), sendo considerado o nível menor que 0,05 (p) para indicar significância (Callegari-Jacques, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perfil do aluno

Segundo o relato dos alunos, as estratégias didático-pedagógicas mais utilizadas pelos professores para o ensino realizado em suas escolas foi predominantemente Quadro Branco (72%), Datashow (59%) e Livro Didático (50%) (Figura 1). Também foram relatados o uso de Debates (19%), Videoaulas (9%) e Jogos (6%) com um percentual inferior aos outros recursos, refletindo que, mesmo existindo variados recursos para o ensino, ainda prevalece o uso do quadro branco e livro didático (recursos tradicionais), onde muitas vezes o conteúdo é passado sem o objetivo de gerar a aprendizagem (Caon, 2005). Os extensos conteúdos encontrados nos livros didáticos, por exemplo, dependendo da maneira como são utilizados, podem acarretar em desinteresse dos alunos e, por conseguinte, em problemas no ensino-aprendizagem (Caon, 2005). A utilização do *datashow* pelos professores pode ser indício de tentativa de melhora no ensino tornando a aula mais dinâmica, possibilitando o uso de mídias, tais como, imagens, GIF's, vídeos, dando suporte à linguagem verbal do professor durante a aula expositiva (Souza, 2014).

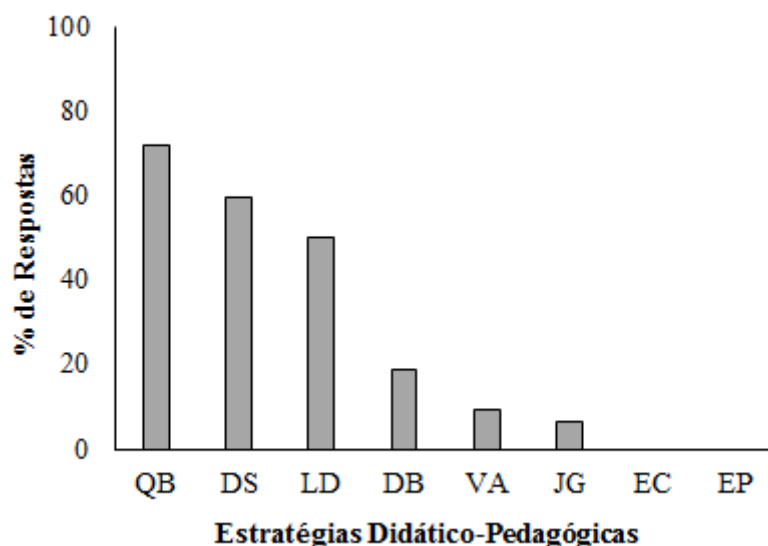


Figura 1 – Relato dos alunos (em %, n=32) sobre quais estratégias didático-pedagógicas eram utilizadas por seus professores durante as aulas de Genética. Legenda: QB= Quadro Branco, DS=Datashow, LD=Livro Didático, VA=Videoaulas, JG=Jogos, EC=Excursão, EP=Experimento.

Aulas experimentais não foram nem citadas pelos alunos, embora tanto nas escolas públicas e privadas dos alunos dispusessem de laboratórios. Mesmo que essas aulas não necessitem serem realizadas exclusivamente em laboratório, demandam do professor planejamento e materiais alternativos, os quais podem constituir nos principais empecilhos devido à má remuneração, a falta de tempo, de segurança em controlar os alunos e de atualização de conceitos e práticas de ensino (Bizzo, 2004).

A respeito das estratégias didáticas usadas para estudar Genética fora da sala de aula, mais da metade dos alunos responderam que usavam o Livro Didático da escola (LD, 59%), Videoaulas (VA, 50%) e Apostilas (AP, 50%). Também foram indicados o uso de Outros Livros Didáticos (OLD, 16%), Simuladores (SM, 13%), Jogos (JG, 3%) e Artigos (AT, 3%) (Figura 2). Apesar de LD e AP, elaboradas pelos professores, estarem entre os recursos mais utilizados pelos alunos no estudo em casa, o uso de recursos tecnológicos, tais como as VA, podem fazer a diferença no processo de ensino-aprendizagem; uma vez que a junção desses recursos funcionaria como uma ferramenta facilitadora da compreensão do conteúdo (Alencar, Pereira, & Feitosa, 2015).

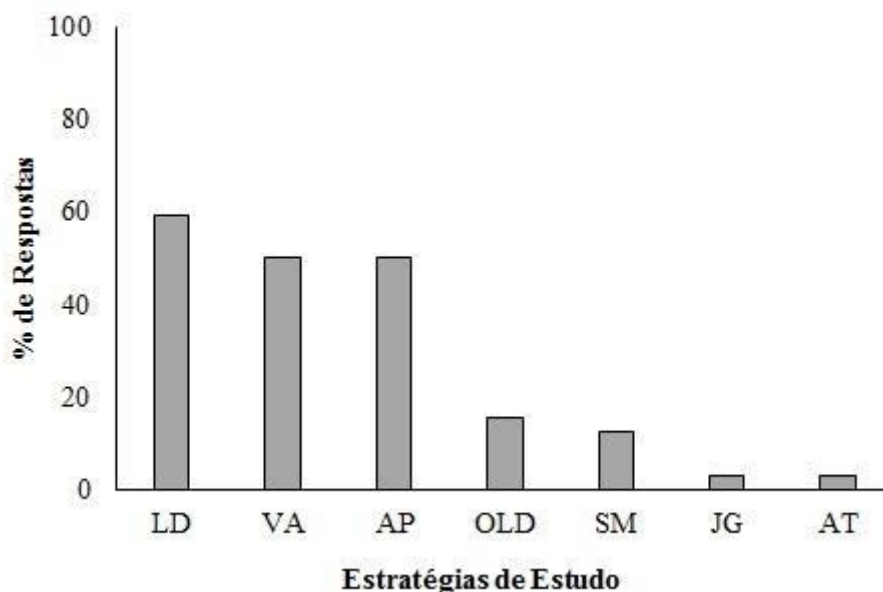


Figura 2 – Relato dos alunos (em %, n=32) quanto à quais estratégias didático-pedagógicas são utilizadas para estudar Genética fora da sala de aula. Legenda: LD=Livro Didático da escola, VA=Videoaula, AP=Apostila, OLD=Outros Livros Didáticos, SM=Simuladores, JG=Jogos, AT=Artigos.

Os resultados dos dois questionamentos indicam que existem algumas diferenças entre as estratégias utilizadas pelos professores (predomínio do QD, DS e LD) e alunos (predomínio do LD, VA e AP) quanto ao ensino-aprendizagem dos conteúdos de genética, porém elas ainda não refletem a vinculação da educação escolar às práticas sociais, como o uso das tecnologias da informação, contrariando aos princípios norteadores da educação nacional (Lei n. 9.394, 1996). Diante disso, seria interessante os professores utilizassem outras modalidades e recursos de ensino, como as que foram utilizadas neste estudo, pois foram obtidos resultados relevantes que serão descritos posteriormente. Além disso, eles também poderiam estimular os alunos a usar ferramentas mais atuais fora da sala de aula, como um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) que engloba os conteúdos de Genética, e o *Cybertutor*, ou Tutor Eletrônico na Web, que proporciona o aprendizado dos alunos através da internet de maneira interativa, permitindo tanto a avaliação pelos próprios alunos quanto pelos seus tutores (Picolini *et al.*, 2013). Além de conter outros recursos, como fórum e lista de discussão, que promovem interações diretas entre os alunos e seus tutores.

Quando questionados sobre o tempo de estudo de Genética em casa, a maioria dos alunos respondeu que estudava 30 minutos (39%), seguido de 15 minutos (35%) e 1 hora de estudo (26%) (Figura 3). Nenhum dos alunos marcou as outras opções, 2 ou 3 horas. O período curto de estudo de Genética em casa pode estar ligado ao fato de que os alunos deste estudo serem pré-vestibulandos, necessitando de uma separação e periodização para estudar as diversas disciplinas da grade curricular. Nesse contexto, podemos salientar a importância da divisão dos estudos desde a Reforma Universitária de 1968, onde o vestibular passou a ser uma forma de acesso ao Ensino Superior, estando intimamente ligado ao que vai ser estudado (Bizzo, 2004). A partir de 2013, o ingresso à quase todas as universidades públicas passou a ser realizado através de aprovação no ENEM, por ser considerado um exame bastante conteudista os alunos necessitam organizar seu tempo de estudo em casa para dar continuidade ao processo de aprendizagem que foi iniciado em sala de aula. No entanto, com a reformulação do ensino médio pela Lei n. 13.415 (2017), poderá ser dada ênfase na formação por áreas do conhecimento ou profissional, tornando os conteúdos curriculares mais adequados às atividades profissionais que aluno pretenda exercer. Com isso, sobraria mais tempo para o estudo dos conteúdos de Genética em casa, caso a área escolhida para sua profissionalização seja Ciências da Natureza. Por outro lado, nas áreas não biológicas os conteúdos seriam extintos, o que pode contribuir para a falta de conhecimento básico por esses alunos para se posicionarem criticamente sobre questões relevantes, tais como o uso de células-tronco, ficando restrita a opinião entre profissionais dessa área, leigos interessados e religiosos.

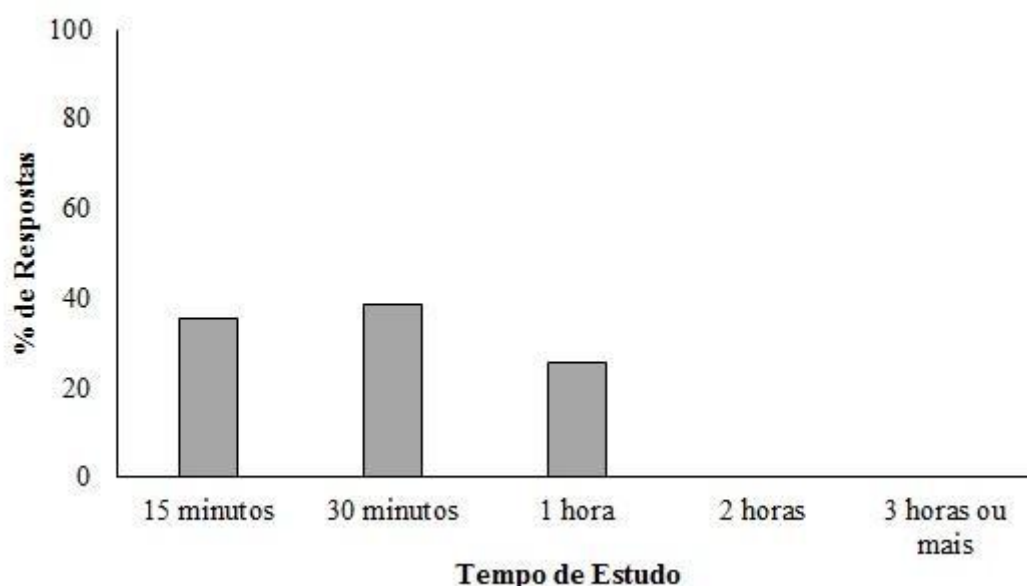


Figura 3 – Relato dos alunos (em %, n=32) a respeito do tempo utilizado para estudar Genética fora da sala de aula.

Ao serem questionados se achavam a Genética importante para sua vida, 100% dos alunos responderam afirmativamente, porém com variações nas justificativas. A maioria dos alunos relatou que a Genética é importante para aquisição de “Conhecimento” (63%) em relação ao seu próprio corpo (Figura 4). Um sexto dos alunos considerou importante estudar Genética apenas para conseguir a aprovação no vestibular (Aplicação a Médio Prazo: 19%). Os demais consideraram o conteúdo de Genética como sendo importante para a aplicação no seu cotidiano (Aplicação a Longo Prazo: 9%), ele sendo importante para conhecer seu próprio corpo e por ser um conteúdo cobrado nas provas de vestibulares (Conhecimento e Aplicação a Curto Prazo: 6%) ou sendo importante para profissionalização (3%).

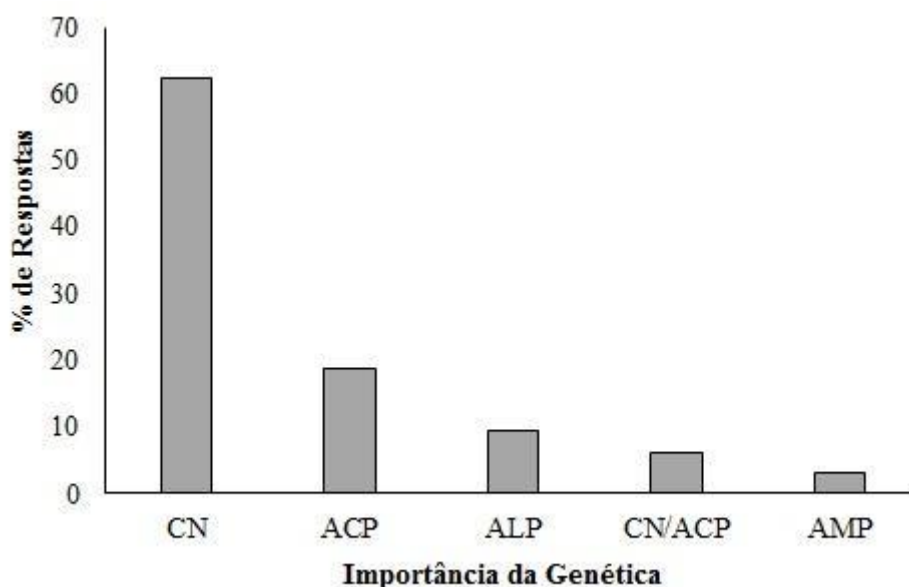


Figura 4 – Relato dos alunos (em %, n=32) com relação à importância do estudo de Genética em sua vida. Legenda: CN=Conhecimento, ACP=Aplicação a Curto Prazo, ALP=Aplicação a Longo Prazo, CN/ACP=Conhecimento e Aplicação a Curto Prazo, AMP=Aplicação a Médio Prazo.

O estudo de Genética e de Biologia, de forma geral, se faz importante na sociedade contemporânea devido ao fato de estarmos vivendo num mundo conduzido pelo avanço da ciência e da tecnologia. Desta forma, os conhecimentos científicos são considerados de suma importância para que haja uma interação com

o mundo, uma vez que, quanto maior seu conhecimento sobre determinados assuntos maior sua capacidade de aplicá-lo em benefício próprio e em prol de uma sociedade responsável (Sobrinho, 2009). Uma parte dos alunos deste estudo parecem ainda não ter alcançado esse nível cognitivo, cabendo ao professor informar no decorrer de sua aula sobre tal objetivo de aprendizagem com vistas para sua aplicação a longo prazo.

Por fim, quando indagados quanto aos cursos que pretendiam se inscrever no vestibular, os alunos mencionaram 35 cursos sendo que os citados com mais frequência (>5%) foram Medicina, Enfermagem, Biologia, Psicologia, Biomedicina, Bioquímica, Fisioterapia, Arquitetura, Educação Física, Engenharia-Civil, Odontologia e Zootecnia (Figura 5). O curso de Medicina foi indicado com um maior percentual de interessados (31%), seguido dos cursos de Enfermagem (16%), Biologia (13%) e Psicologia (13%), sendo a maioria cursos da área de Ciências Biológicas. O interesse em participar do Curso de Genética deste estudo pode estar ligado à escolha de cursos superiores na área de ciências biológicas, assim como também, à carência local no limite de vagas do cursinho pré-vestibular oferecido gratuitamente pelo município e/ou por ser considerado como reforço escolar pois os conteúdos ministrados são considerados de “difícil” entendimento e os professores muitas vezes utilizam poucos recursos que auxiliem no processo de ensino-aprendizagem.

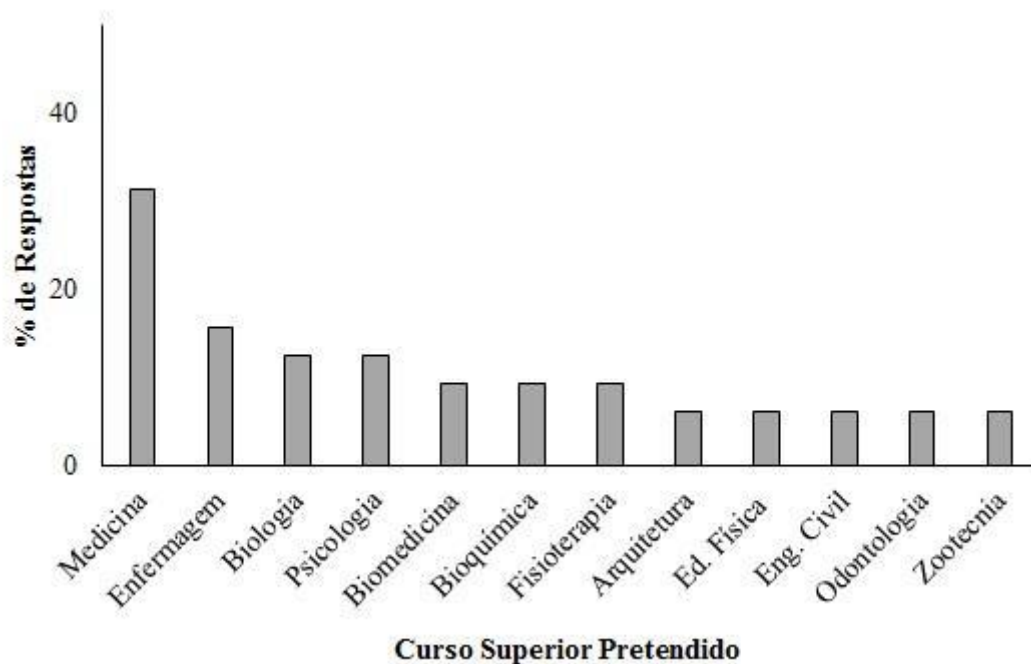


Figura 5 – Relato dos alunos (em %, n=32) no que diz respeito ao curso que pretendem se inscrever no vestibular.

Avaliação geral do ensino-aprendizagem de Genética

De forma geral, o conjunto de estratégias didático-pedagógicas utilizado no Curso contribuiu significativamente ($t = -3,7412$; $p = 0,0003$) com o ensino-aprendizagem dos conteúdos, pois a média geral de acertos após a aula aumentou cerca de 10% (μ (σ), antes: 29 (± 17) e depois: 38,4 ($\pm 16,9$)) (Figura 6). Esses resultados corroboram com os estudos que indicam a necessidade de aplicar estratégias que auxiliem com o ensino-aprendizagem, uma vez que a utilização de diferentes recursos facilita o processo de aprendizagem, embora o desempenho dos alunos não tenha sido constante em todas as aulas. Reforçando a concepção de que quando os assuntos são trazidos para sala de aula em forma de vídeos, jogos, debates e/ou aulas experimentais e práticas, faz com que os alunos os aprendam podendo aplicá-los em seu dia-a-dia (Rocha, 2013).

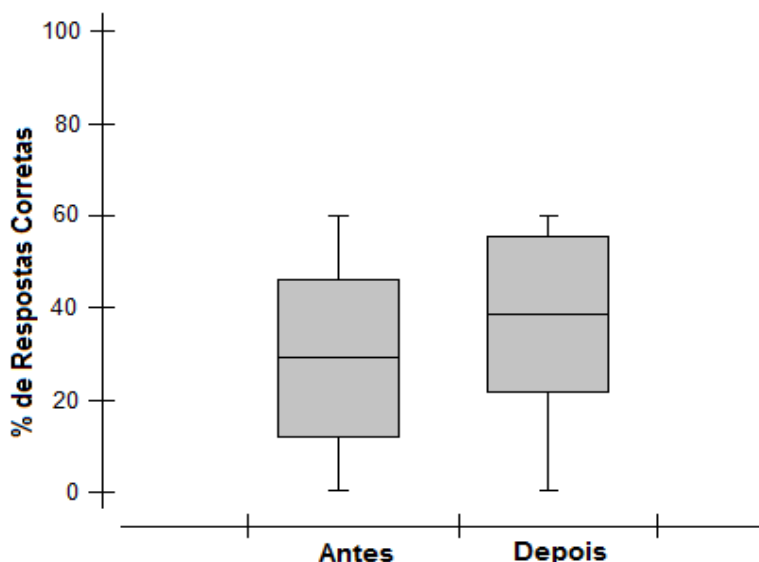


Figura 6 – Desempenho médio geral do ensino-aprendizagem dos alunos do ensino médio (n=32), durante os dois momentos (antes e depois) das aulas do Curso de Genética.

Quando questionados sobre o que haviam achado do Curso, a maioria dos alunos (75%) considerou-o excelente, o que reforça a ideia de que os diferentes recursos utilizados para ministrar as aulas, de uma forma geral, as tornam mais atrativas, por isso, é indispensável que a teoria e a prática sejam conciliadas durante as aulas, facilitando o interesse dos alunos e o ensino-aprendizagem (Rocha, 2013). Diante disso, constatamos que os resultados gerais do Curso de Genética foram significativamente bons, devido à utilização de diferentes recursos didático-pedagógicos para complementar as aulas teóricas, tornando-as diferenciadas e mais atrativas.

Desse modo, a realização de cursos de extensão na universidade que abordam temáticas técnico-científicas são indispensáveis para formação de cidadãos críticos e bem informados (Silva & Vasconcelos, 2006). Como resultado é fomentada a melhoria na prática docente dos futuros professores, que é aprimorada com a utilização de novas estratégias para suprir a necessidade da população e, conseqüentemente, melhoria na qualidade da educação básica no Brasil (Silva & Vasconcelos, 2006). Neste sentido as universidades possuem como eixo fundamental o tripé formado pelo ensino, pesquisa e extensão, os quais, devem ser indissociáveis (Constituição da República Federativa do Brasil, 1988) e norteadores da qualidade da produção universitária (Moita & Andrade, 2009). Dentre esses três eixos, promover a interação entre a universidade e a comunidade é o maior desafio, que pode ser superado pela realização de projetos de alcance social e educacional (Silva & Vasconcelos, 2006). Refletindo sobre os resultados obtidos no Curso, propomos às Universidades do município de Tucuruí-Pará, com o apoio da prefeitura e outras instituições a criação de cursinhos gratuitos com a participação de discentes dos cursos de licenciatura para aplicação prática das bases teóricas aprendidas durante o processo de formação, o qual inclui o uso de estratégias didático-pedagógicas visando a melhoria do ensino-aprendizagem dos conteúdos básicos, assim também se insere uma parcela da sociedade ao meio acadêmico e a capacita para tomar decisões conscientes.

Aula 1: Introdução aos Conceitos Básicos de Genética

Em relação à aula “Introdução aos conceitos Básicos de Genética”, os alunos tiveram melhora de 6% no desempenho (antes: 27,2 ($\pm 13,7$) e depois: 33,4 ($\pm 17,2$)), não sendo considerada significativa ($t = -1,609$; $p = 0,1126$) (Figura 7). Com isso, podemos salientar que mesmo utilizando a aula expositiva-dialogada, os documentários “Processo de Replicação do DNA em 3D” e “60 anos da Descoberta da Estrutura do DNA”, a aula prática “Visualização de Células da Cebola” e a experimental “Extração do DNA de Frutas”, essas estratégias não foram suficientes para acrescentar de forma significativa na aprendizagem desses alunos. Visto que, nessa aula foram usados os conceitos de estrutura e composição do DNA e replicação, transcrição e tradução do DNA, dentre outros. Essa aula aborda um dos temas mais extensos, de difícil transmissão e compreensão da linguagem científica abstrata, tendo o professor que introduzir os conceitos científicos com a preocupação de fornecer suas analogias com exemplos do dia-a-dia (Benite, Benite, & Vilela-Ribeiro, 2014) e metáforas (Trevisan & Carneiro, 2009) associando conceitos e imagens junto ao discurso científico. Outra proposta promissora de recurso pedagógico é o uso de mapa conceitual (Escodino & Souza Góes, 2013) e da bioinformática com o uso do GenBank (Rosa & Loreto, 2016) para promover a aprendizagem significativa

dos conceitos científicos e a síntese proteica, respectivamente, que serão a base para o entendimento das aulas seguintes. Embora 23% dos alunos não tenham gostado da aula, argumentando “*pois há muita complicação*”, “*porque acho difícil*” e “*é um assunto complexo e grande*”, concluímos que realmente as dificuldades dos alunos deste estudo foram condizentes com as relatadas na literatura (Benite, Benite, & Vilela-Ribeiro, 2014) em virtude da quantidade excessiva de conceitos científicos complexos que são ministrados nessa aula introdutória.

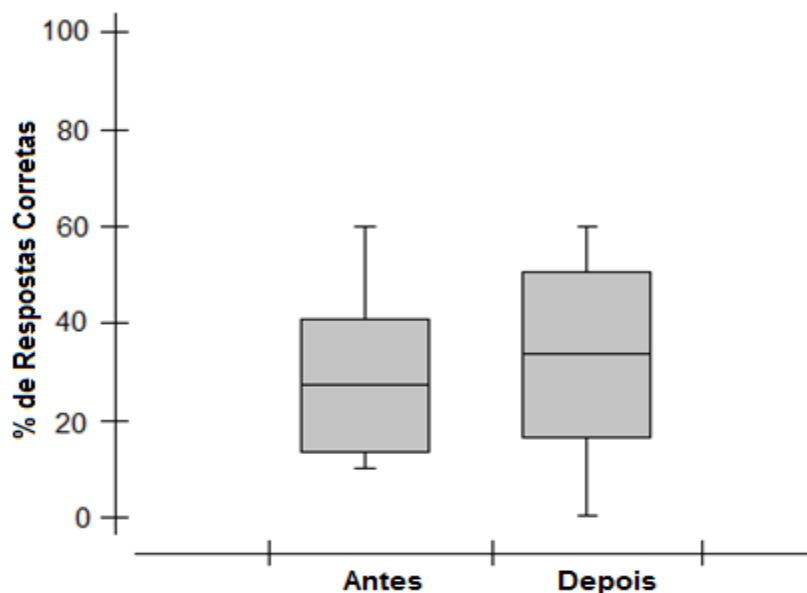


Figura 7 – Desempenho médio de acertos geral dos alunos do ensino médio (n=32) durante os dois momentos (antes e depois) da aula Introdução aos conceitos básicos de Genética.

Quanto à avaliação do nível de dificuldade dessas questões, a questão 4 considerada a mais difícil, foi que obteve menor desempenho do que as demais depois da aula e aumento de 15% de acertos após a aula (antes: 28,1% e depois: 43,8%). Essa questão estava relacionada a assuntos complexos, como processos de Replicação, Transcrição e Tradução do DNA, a qual estava intimamente ligada aos demais temas da Genética. Desse modo, o resultado dessa avaliação por questão reitera sobre os principais obstáculos encontrados pelos alunos no processo de aprendizagem dos conteúdos de Genética. Além disso, os assuntos desta aula são considerados de natureza abstrata e a utilização de modelos é fundamental para o desenvolvimento do raciocínio concreto, como por exemplo, a utilização do “Modelo Tridimensional do DNA em Origami” (Sepel & Loreto, 2007) e o “Jogo do DNA” (Jann & Leite, 2010).

Aula 2: Leis de Mendel

Nesta aula não houve melhoria significativa no desempenho dos alunos antes (35,3 (±19,3)) e após (35,3 (±17,1)) a aula ministrada (Figura 8). Embora os alunos tenham apresentado desempenho um pouco melhor do que a aula anterior, essa aula foi a que os alunos não tiveram nenhuma melhora no desempenho em relação às outras aulas do curso. Além disso, cerca de 60% dos alunos não gostaram da aula, dentre as quatro aulas ministradas no curso, alegando dificuldade em fazer o cruzamento gênico no jogo didático “Bingo das Ervilhas”. Na análise por questão, cabe ressaltar que os alunos tiveram dificuldade na maioria das questões sobre hereditariedade (2/3). A questão 4, considerada a mais difícil, os alunos não obtiveram nenhuma melhora na aprendizagem após a aula (36,8%). Ela também tratava de hereditariedade, que é a base do estudo de genética, ou seja, esses resultados foram condizentes, uma vez que os alunos relataram dificuldade nesse sentido. Desta forma, criamos e sugerimos um novo jogo “As Ervilhas de Mendel”, o qual seria uma alternativa viável de complementação para ser aplicado previamente ao jogo “Bingo das Ervilhas” como reforço sobre cruzamento.

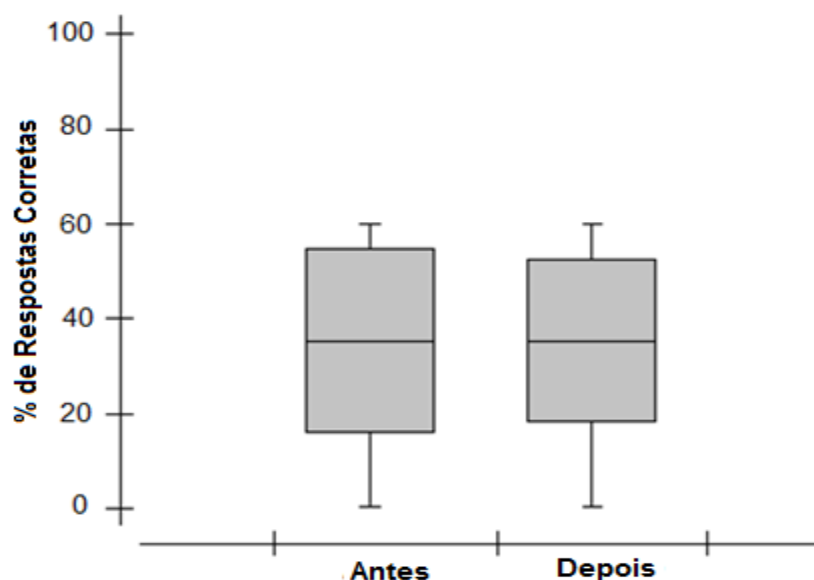


Figura 8 – Desempenho médio geral de acertos dos alunos (n=19) durante os dois momentos (antes e depois) da aula de Leis de Mendel.

O jogo “As Ervilhas de Mendel” tem como objetivo de compreender a base fenotípica e sua relação com a genotípica, e também a segregação gênica nos gametas masculino e feminino que irá auxiliar diretamente nos cruzamentos. Para o aprendizado do conceito de fenótipo, sugerimos a utilização de massa de modelar (verde e amarela) para confeccionar as ervilhas, palitos de dentes para a fixação das mesmas no isopor; e para o conceito de genótipo sugerimos a identificação dos alelos que compõem os genes de cada ervilha utilizando o papel informando os seus genes correspondentes. Os padrões de herança de características nos cruzamentos entre linhagens de diferentes variantes herdadas, descobertas e descritas por Mendel, possibilitaram os conhecimentos atuais sobre o que são os genes (Griffiths *et al.*, 2008).

Além das propostas anteriormente citadas, para auxiliar nas aulas “Leis de Mendel” e “Introdução aos Conceitos Básicos de Genética”, sugerimos também a resolução de problemas, que é uma estratégia pedagógica interessante, pois transpõe conceitos e definições teóricas em situações de real aprendizado, sendo capaz de provocar no aluno o interesse pelo assunto, exercitando sua criatividade e seu raciocínio lógico (Silvério, 2005).

Aula 3: Sistema ABO e Fator Rh

Na aula de “Sistema ABO e Fator Rh”, os alunos tiveram melhora significativa no desempenho ($t = 3,0521$ e $p = 0,004$) de cerca de 15% (antes: 27,1 ($\pm 19,5$) e após: 43,8 ($\pm 15,6$)) (Figura 9). A partir disso, podemos ressaltar que a utilização das aulas prática “Visualização de Células Sanguíneas” e experimental “Tipagem Sanguínea” após a aula expositiva-dialogada foi capaz de facilitar o ensino-aprendizagem dos alunos. Quanto à questão de maior dificuldade, questão 1, os alunos tiveram melhora de 14% no desempenho após a aula (antes: 57,1% e depois: 71,4%). A maioria dos alunos (70%) considerou essa aula a que eles mais gostaram.

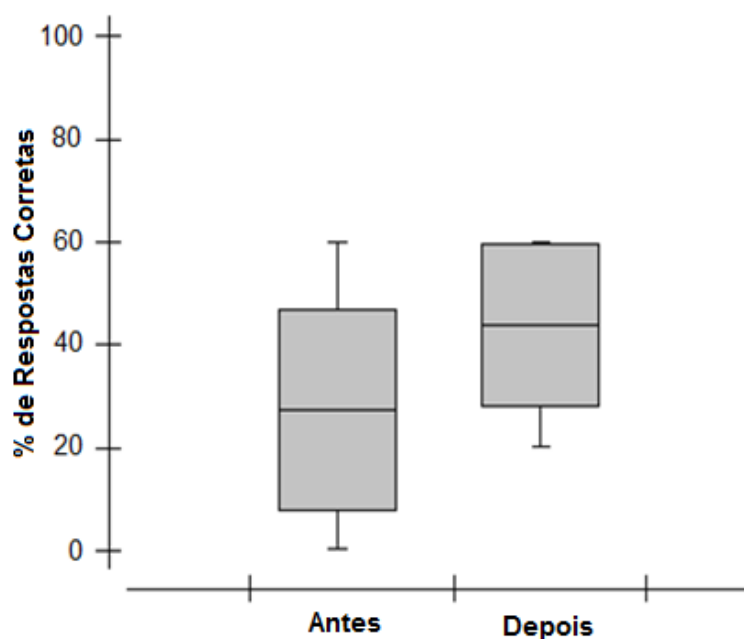


Figura 9 – Desempenho médio geral de acertos dos alunos (n=21) durante os dois momentos (antes e depois) da aula de Sistema ABO.

Os conteúdos ministrados nesta aula são considerados de difícil compreensão pelo fato de englobar também vários outros, que vão desde a definição de anticorpos e antígenos, a transfusões sanguíneas, sendo assim, necessária a utilização de recursos que possibilitem uma melhor compreensão do mesmo (Utsunomia, 2010). Porém, essa aula possui uma enorme importância para o estudo gênico da herança dos grupos sanguíneos. Desta forma, a utilização das aulas prática “Visualização de Células Sanguíneas” e experimental “Tipagem Sanguínea” após a aula expositiva-dialogada foi eficiente, pois ela proporcionou uma melhor assimilação do conteúdo, podendo esclarecer dúvidas a respeito de conceitos científicos. Como a confusão entre os conceitos de anticorpo que são um dos produtos da resposta imune, que detectam uma grande variedade de moléculas na circulação, em células e tecidos, e antígeno que é considerado um corpo estranho ao entrar no organismo (Abbas & Lichtman, 2009). Outra importância quanto à aula experimental é possibilitar ao aluno vivenciar e conhecer as técnicas e os cuidados necessários para a identificação do tipo sanguíneo (Pinheiro, Costa & Silva, 2013).

Aula 4: Síndromes Cromossômicas

Na aula de “Síndromes Cromossômicas”, os alunos também obtiveram um desempenho melhor e significativo ($t = -3,0561$ e $p = 0,0041$) de 15% (antes: 28,0 ($\pm 16,4$) e depois: 43,5 ($\pm 15,7$)) (Figura 10). Desse modo, podemos evidenciar que o uso de jogo didático “Montagem do Idiograma” e a maquete em 3D “Cariótipo das Síndromes” serviram como ferramenta de auxílio para melhorar a aprendizagem dos alunos, uma vez que proporcionaram também visualização e interação com os materiais manuseáveis tornando a aula interessante e prazerosa (Hermann & Araújo, 2013), uma vez que foi considerada como a segunda aula que os alunos mais gostaram do curso (65%). Constatamos que essas estratégias tornam possível a troca de conhecimento entre os alunos, contribuindo assim para o processo de ensino-aprendizagem, pois durante a socialização de informações são construídos conhecimentos mais aprimorados (Campos, Bortoloto, & Felício, 2003).

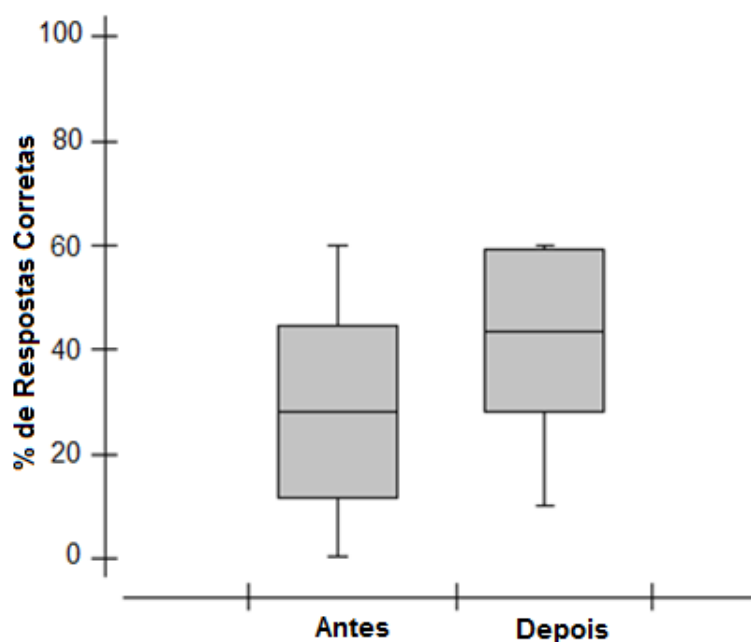


Figura 10 – Desempenho médio de acertos geral dos alunos do ensino médio (n=20) durante os dois momentos (antes e depois) da aula de Síndromes Cromossômicas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo evidenciou que mesmo estando no início do século XXI, no ensino de Genética ainda há o predomínio do uso do livro didático tanto pelos professores em sala de aula quanto pelos alunos ao darem continuidade no processo pedagógico fora da sala, com algumas variações. Pode ser que o uso exclusivo desse recurso contribua negativamente para esse processo, uma vez que os professores deste estudo adequaram modalidades e recursos diferenciados a cada conteúdo ministrado fazendo com que os alunos alcançassem desempenhos significativos no ensino-aprendizagem de Genética. Para isso, houve o uso de algumas modalidades de ensino, como aula expositiva-dialogada, para o ensino do conhecimento teórico, associada às aulas práticas e experimentais, além da inclusão de recursos como datashow, documentários e jogos, os quais juntos consistem em ótimas estratégias que transformam os conceitos científicos do âmbito abstrato ao concreto. Portanto, este estudo serve de base de conhecimento para professores que pretendem “mudar suas estratégias de ensino de Genética para melhorar a aprendizagem dos alunos”, independentemente de serem tradicionais ou não.

Neste estudo, sugerimos aos professores que nas aulas em que os alunos apresentaram maior dificuldade, como na “Introdução aos Conceitos Básicos de Genética”, utilizem além da aula expositiva-dialogada, aula experimental “Extração do DNA de frutas”, e os documentários “Processo de Replicação do DNA em 3D” e “60 anos da Descoberta da Estrutura do DNA”, seja incluído também antes dos documentários o “Modelo Tridimensional do DNA em Origami” e o “Jogo do DNA” para reforçar sobre a estrutura e síntese de DNA. Na aula “Leis de Mendel” os professores utilizem após a aula expositiva-dialogada o jogo didático “As Ervilhas de Mendel” para facilitar a compreensão dos conceitos de fenótipo e genótipo e os cruzamentos mendelianos necessários para o jogo “Bingo das Ervilhas”. Para as aulas que os alunos tiveram melhor desempenho, “Sistema ABO e Fator Rh” e “Síndromes Cromossômicas”, sugerimos utilizar a aula expositiva-dialogada, a aula prática “Visualização de Células Sanguíneas” e experimental “Tipagem sanguínea”, maquete 3D e o jogo didático “Montagem de Cariótipo” respectivamente, por facilitar a compreensão dos conceitos básicos dessas aulas pelos alunos.

Assim, por meio deste estudo foi possível encontrar evidências da importância da utilização de variadas estratégias didático-pedagógicas no processo de ensino-aprendizagem de Genética, além de reunir pela primeira vez um conjunto de estratégias e sequências didáticas capazes de auxiliar os professores de Genética em seu planejamento de aula, e assim, contribuir para a melhoria do ensino brasileiro. Tendo em vista que os conteúdos de Genética são fundamentais para a compreensão dos processos básicos de hereditariedade dos seres vivos, que podem contribuir para elucidar questões polêmicas como células-tronco, transgênicos e clonagem, temas complexos que estão inseridos no cotidiano dos alunos e que envolvem opinião pública. Então, é necessário que tais questões sejam devidamente esclarecidas para os alunos dando

a eles embasamento teórico, pois pessoas mais esclarecidas desenvolvem o senso crítico e se tornam capazes de tomar decisões conscientes também pautadas em conhecimento técnico-científico.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao corpo docente, a direção e a administração da Universidade do Estado do Pará (Campus XIII, Tucuruí) que colaboraram para a realização desse trabalho, especialmente a Prof^a Dacilda Nava de Souza e Prof^o Olavo Raimundo de Macedo Barreto da Rocha Júnior e a Técnica de Laboratório Maria Lurdes. Aos diretores das instituições de ensino médio que permitiram a divulgação do curso e aos alunos que se disponibilizaram para participar desta pesquisa. Às professoras Ana Bernadette Arruda Leão e Fernanda Atanaena Gonçalves de Andrade, e também aos revisores anônimos da IENCI pelas contribuições e revisão deste artigo. Aos diretores das escolas que permitiram convidar seus alunos para participarem do curso e aos alunos que foram os sujeitos desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Abbas, A. K., & Lichtman, A. H. (2009). *Imunologia celular e molecular* (8a ed.). Rio de Janeiro, RJ: Elsevier.
- Alencar, R. F.; Pereira, M. E. D., & Feitosa, A. A. F. M. (2015). Modalidades didáticas diferenciadas como alternativas pedagógicas ao tradicional ensino de Biologia. In *Anais do XIII Congresso Internacional de Tecnologia na Educação*. Pernambuco, Pernambuco, PE: SENAC (pp.1-14). Recuperado de <http://www.pe.senac.br/congresso/anais/2015/arquivos/pdf/comunicacao-oral/Modalidades%20Didaticas%20Diferenciadas%20Como%20Alternativas%20Pedagogicas%20ao%20Tradicional%20Ensino%20de%20Biologia.pdf>
- Amabis, J. M., & Martho, G. R. (1997). Organizando os cromossomos humanos: idiograma. *Temas de biologia: propostas para desenvolver em sala de aula*, 4. Recuperado de <https://bgnaescola.files.wordpress.com/2009/12/cariotipo.pdf>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Nova York: Addison Wesley Longman. Recuperado de <https://www.uky.edu/~rsand1/china2018/texts/Anderson-Krathwohl%20-%20A%20taxonomy%20for%20learning%20teaching%20and%20assessing.pdf>
- Barni, G. (2010). *A importância e o sentido de estudar genética para estudantes do terceiro ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de ensino em Gaspar (SC)*. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais e Matemática, Universidade Regional de Blumenau, SC. Recuperado de <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2013/10/Graziela-dos-Santos-Barni.pdf>
- Benite, A. M. C., Benite, C. R. M., & Vilela-Ribeiro, E. B. (2014). Educação Inclusiva, ensino de Ciências e linguagem científica: possíveis relações. *Revista Educação Especial*, 1(1), 83-92. <http://dx.doi.org/10.5902/1984686X7687>
- Bizzo, N. (2004). Ciências biológicas. BRASIL. Ministério da Educação. *Orientações curriculares nacionais do ensino médio*. Brasília, DF: MEC. Recuperado de <http://files.biopibid2011.webnode.com.br/200000018-e836be9301/Ci%C3%A7ncias%20Biol%C3%B3gicas.pdf>
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives*. New York: David McKay Company. Recuperado de <https://www.uky.edu/~rsand1/china2018/texts/Bloom%20et%20al%20-Taxonomy%20of%20Educational%20Objectives.pdf>
- Callegari-Jacques, S. M. (2003). *Bioestatística: Princípios e Aplicações*. Porto Alegre, RS: Artmed Editora.
- Campos, L. M. L., Bortoloto, T. M., & Felício, A. K. C. (2003). A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. *Caderno dos núcleos de Ensino*, 47, 35-48. Recuperado de <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf>
- Caon, C. M. (2005). *Concepções de professores sobre o ensino e a aprendizagem de Ciências e de Biologia*. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e

Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, RS. Recuperado de <http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/3484/1/333931.pdf>

Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988. (1988). Diário Oficial de União. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm

Cid, M., & Neto, A. J. (2005). Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da genética. *Enseñanza de las Ciencias*, (n. extra), VII Congresso... 1-5. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/13303062.pdf>

Cunha, H. S. (1998). *Brinquedo, desafio e descoberta*. Rio de Janeiro, RJ: AE/MEC/RJ.

Cunha, L. A. (2000). Ensino médio e ensino técnico na América Latina: Brasil, Argentina e Chile. *Cadernos de Pesquisa*, 111, 47-69. <https://doi.org/10.1590/S0100-1574200000300003>

Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. (1996). *Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional*, Diário Oficial da União. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2016). *Brasil no PISA 2015: Sumário executivo*. Brasília, DF: MEC. Recuperado de http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/documentos/2016/pisa_brasil_2015_sumario_executivo.pdf

Lei n. 13.415, de 16 de Fevereiro de 2017. (2017). *Estabelece as Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica*. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13415.htm

MEC - Ministério da Educação e do Desporto. (2017). *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base*. Conselho Nacional de Educação. Brasília, DF: MEC/CNE. Recuperado de http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79611-anexo-texto-bncc-aprovado-em-15-12-17-pdf&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192

MEC - Ministério da Educação e do Desporto. (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*. Conselho Nacional de Educação. Brasília, DF: MEC/CNE. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>

Escodino, D. A., & de Souza Góes, A. C. (2013). Alfabetização científica e aprendizagem significativa: situação de alunos de escolas estaduais do Rio de Janeiro com relação a conceitos de biologia molecular. *Investigações em Ensino de Ciências*, 18(3), 563-579. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/114/78>

Ferraz, A. P. C. M., & Belhot, R. V. (2010). Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & Produção*, São Carlos, SP, 17(2), 421-431. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2010000200015>

Ferreira, F. E., Celeste, J. L. D. L., Santos, M. D. C., Marques, E. C. R., Valadares, B. L. B., & Oliveira, M. D. S. (2010). Cruzamentos mendelianos: o bingo das ervilhas. *Genética na Escola*, 5(1), 5-12. Recuperado de <http://experimentoteca.com/biologia/wp-content/uploads/2014/08/cruzamentos-mendelianos-bingo-das-ervilhas.pdf>

Globo News. (2013). *Vídeo: 60 anos da descoberta do DNA: Estrutura do DNA*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=C5x073iFlaA>

Griffiths, A. J.F, Lewontin, R. C., Carroll, S. B., & Wessler, S. R. (2008) Introdução à Genética. In *O enfoque Genético à Biologia*. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan.

Hermann, F. B., & Araújo, M. C. P. (2013). *Os jogos didáticos no ensino de Genética como estratégias partilhadas nos artigos da revista genética na escola*. In VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia. Santo Ângelo, RS. Recuperado de http://san.uri.br/sites/anais/erebio2013/poster/13461_290_Fabiana_Barrichello_Hermann.pdf

- Jann, P. N., & Leite, M. D. F. (2010). Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. *Ciências & Cognição*, 15(1), 282-293. Recuperado de http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212010000100022
- Justina, L. A. D., & Rippel, J. L. (2003). Ensino de Genética: representações da ciência da hereditariedade no nível médio. In IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Recuperado de <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL076.pdf>
- Krasilchik, M. (2000). Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em perspectiva*, 14(1), 85-93. <https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000100010>
- Krasilchik, M. (2004). *Prática de ensino de biologia* (4a ed.). São Paulo, SP: Edusp.
- Machado, P. H. A., & Lima, E. G. S. (2014). O ENEM no contexto das políticas públicas do Ensino Médio. *Perspectiva*, 32(1), 355-373. <https://doi.org/10.5007/2175-795X.2014v32n1p355>
- Microblotic. (2016). *Vídeo: Processo de Replicação do DNA em 3D*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=y-UWgpMstDo>
- Moita, F. M. G da S. C., & Andrade, F. C. B. (2009). Ensino-pesquisa-extensão: um exercício de indissociabilidade na pós-graduação. *Revista Brasileira de Educação*, 14(41), 269-280. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782009000200006>
- Moreira, M. A. (2011). Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, 1(3), 25-46. Recuperado de http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID16/v1_n3_a2011.pdf
- OECD - Organization for Economic Co-operation and Development. (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*, OECD Publishing, Paris. Recuperado de http://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework_9789264281820-en
- Pedrancini, V. D., Corazza-Nunes, M. J., Galuch, M. T. B., Moreira, A. L. O. R., & Ribeiro, A. C. (2007). Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias*, 6(2), 299-309. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/5281/e9412f5cb27142b4d2b3e5a3c805aa13a69d.pdf>
- Pelizzari, A., Kriegl, M. D. L., Baron, M. P., Finck, N. T. L., & Dorocinski, S. I. (2002). Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *Revista PEC*, 2(1), 37-42. Recuperado de <http://files.gpecea-usp.webnode.com.br/200000393-74efd75e9b/MEQII-2013-%20TEXTOS%20COMPLEMENTARES-%20AULA%205.pdf>
- Picolini, M. M., Blasca, W. Q., Costa, A. R. D., & Maximino, L. P. (2013). A elaboração de um ambiente virtual de aprendizagem em síndromes genéticas. *Revista CEFAC*, 15(2), 382-390. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rcefac/2013nahead/217-11.pdf>
- Pinheiro, S. A., Costa, I. A. S. da, & Silva, M. F. da. (2013). Aplicação e teste de uma sequência didática sobre sistema sanguíneo ABO no ensino médio de Biologia. In *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*. Águas de Lindóia, SP. Recuperado de https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUK EwiDxOWEiPnWAhVQI5AKHRQABCAQFggvMAA&url=http%3A%2F%2Farquivos.info.ufrn.br%2Farquivos%2F2013072180a1211758677730a1e076173%2FAplicao_e_teste_de_uma_sequncia_didtica_sobre_sistema_sanguneo_ABO_no_ensin.pdf&usq=AOvVaw0AbKu25Kg88MMBAoIXk2zK
- Reis, T. A., Rocha, L. S. S., Oliveira, L. P., & Lima, M. (2010). O ensino de Genética e a atuação da mídia. In: *V Congresso de pesquisa e inovação da rede Norte Nordeste de Educação Tecnológico*. Recuperado de <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNepi2010/paper/viewFile/851/574>
- Rivas, P., Pinho, J., & Brenha, S. L. (2011). Experimentos em genética e bioquímica: motivação e aprendizado em alunos do ensino médio de uma escola pública do estado do maranhão. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 4(1). Recuperado de <http://periodicos.uff.br/ensinosauedeambiente/article/download/21098/12572>
- Rocha, L. S. D. (2013). *Estratégias metodológicas para ensinar genética no ensino médio*. (Monografia de Especialização). Programa de Pós-Graduação em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino,

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR. Recuperado de http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4407/1/MD_EDUMTE_2014_2_57.pdf

- Rosa, R. T. N. da, & Loreto, É. L. S. (2016). Análise, através de mapas conceituais, da compreensão de alunos do ensino médio sobre a relação DNA-RNA-Proteínas após o acesso ao GenBank. *Investigações em Ensino de Ciências*, 18(2), 385-405. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/138/96>
- Sadava, D., Heller, C., Purves, W. K., & Hillis, D. M. (2009). *Vida: A Ciência da Biologia. Evolução, Diversidade e Ecologia* (8a ed.). Vol. 2, Porto Alegre, RS: Artmed.
- Sepel, L. M., & Loreto, E. L. (2007). Estrutura do DNA em origami—possibilidades didáticas. *Revista Genética da Escola*, 1, 3-5. Recuperado de https://www2.ibb.unesp.br/Museu_Escola/Ensino_Fundamental/Origami/Artigos/DNA/Estrutura%20do%20DNA...%20origami.pdf
- Setúval, F. A. R., & Bejarano, N. R. R. (2009). Os modelos didáticos com conteúdos de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciências e biologia. In VII *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Recuperado de <http://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1751.pdf>
- Silva, T. R., Silva, B. R., & Costa, E. B. (2019). Desenvolvimento de jogo didático para o ensino de células eucarióticas: recurso lúdico na aprendizagem dos alunos. *Revista REAMEC*, 7(1), 04-21. <http://dx.doi.org/10.26571/REAMEC.a2019.v7.n1.p04-21.i6626>
- Silva, M. D. S., & Vasconcelos, S. D. (2006). Extensão universitária e formação profissional: avaliação da experiência das Ciências Biológicas na Universidade Federal de Pernambuco. *Estudos em avaliação educacional*, 17(33), 119-136. Recuperado de <http://publicacoes.fcc.org.br/ojs/index.php/eae/article/viewFile/2130/2087>
- Silvério, L. E. R. (2005). A resolução de problemas em genética mendeliana. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102825/222418.pdf?sequence=1>
- Sobrinho, R. D. S. (2009). *A Importância do ensino da Biologia para o cotidiano*. (Monografia). Faculdade Integrada da Grande Fortaleza, Fortaleza, CE. Recuperado de http://www.nead.fgf.edu.br/novo/material/monografias_biologia/RAIMUNDO_DE_SOUSA_SOBRINHO.pdf
- Souza, R. W. D. L. de. (2014). Modalidades e recursos didáticos para o ensino de biologia. *Revista Eletrônica de Biologia (REB)*, 7(2), 124-142. Recuperado de <https://revistas.pucsp.br/index.php/reb/article/download/14979/15125>
- Temp, D. S. (2011). *Facilitando a aprendizagem de Genética: uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de Biologia*. (Dissertação de Mestrado). Pós-Graduação em Educação em Ciências, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Recuperado de <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/6656/TEMP%2c%20DAIANA%20SONEGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Trevisan, M. D., & Carneiro, M. C. (2009). Uma descrição semiótica da metáfora no ensino de biologia: asserções sobre a célula animal. *Investigações em Ensino de Ciências*, 479-496. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/352/219>
- Utsunomia, R. (2010) *Desvendando o sistema ABO: Subsídios para o ensino de Ciências e Biologia*. (Trabalho de Conclusão de Curso). Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP. Recuperado de https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/121650/utsunomia_r_tcc_botib.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Recebido em: 24.02.2019

Aceito em: 01.03.2020