



JOGO GENETICSY E A IDENTIFICAÇÃO GENÉTICA DE PESSOAS: EU TAMBÉM POSSO SER UM CSI!

Geneticsy game and genetic identification of people: I can also be a CSI!

Juego Geneticsy e la identificación genética de personas: ¡yo también puedo ser CSI!

Resumo: As histórias de investigação criminal e os testes de paternidade estão presentes em várias cenas cinematográficas, que chamam muito a atenção dos alunos. No entanto, as aplicações da biotecnologia genética costumam ser pouco trabalhadas em sala de aula. Tendo em vista essa lacuna, neste trabalho descrevemos uma sequência didática desenvolvida com alunos do Ensino Médio, na qual se trabalhou a identificação genética de pessoas. Para tanto, foram utilizadas diferentes estratégias, entre elas, um jogo com histórias fictícias, nomeado de Geneticsy, em que os alunos deveriam atuar como investigadores. Para embasar a análise dos resultados utilizou-se pressupostos teóricos da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). Dessa maneira, o trabalho teve como objetivo verificar quais pressupostos da PHC ficaram evidente durante a aplicação da sequência, em especial do jogo didático. Os encontros foram feitos como grupos focais, sendo que a aprendizagem foi avaliada de forma contínua. Os alunos se mostraram bastante empolgados com o tema e conseguiram “desvendar os mistérios” propostos, nas falas deles: como um CSI! Referência a personagens que atuam como perito criminal em uma famosa série televisada. A sequência teve aderência à PHC em relação ao trabalho com conceito clássico, problematização de aspectos da vida social e busca por instrumentalizar os alunos com conceitos científicos. No entanto, alguns pressupostos da PHC poderiam ser trabalhados de forma melhor, tais como: explicitação de elementos políticos e sociais na problematização do conteúdo e aprofundamento das contradições que envolvem a biotecnologia trabalhada. Espera-se que o trabalho contribua para a discussão teoricamente embasada sobre o ensino da genética.

Palavras-Chave: Pedagogia Histórico-Crítica; genética forense; educação lúdica, jogo didático.

Abstract: Criminal investigation stories and paternity tests are present in several cinematographic scenes, which attract a lot of students' attentions. However, the applications of genetic biotechnology are often little worked in the classroom. In view of this gap, in this work, we describe a didactic sequence developed with high school students, which originated the genetic identification of people. For this purpose, different strategies were used, including a game with fictional stories, named Geneticsy, in which the students used to act as investigators. To support an analysis of the results, theoretical assumptions of Historical-Critical Pedagogy (PHC) were used. Thus, the study aimed to verify which assumptions of the PHC sounded evident during the application of the sequence, in special of the Genetics didactic game. The meetings were held as focus groups, with learning being assessed continuously. The students are overly excited about the topic and were able to “unveil the mysteries” proposed, in their speeches: like a CSI! Reference to characters who act as criminal expert in a famous televised series. The work adhered to the PHC in relation to work with a classic concept, problematizing aspects of social life and seeking to equip students with scientific concepts. However, some assumptions of the PHC can be better worked, such as: explanation of political and social elements in the problematization of the content and deepening of the contradictions that involve the worked biotechnology. It is expected that the work will contribute to the theoretically grounded discussion for the teaching of genetics.

Keywords: Historical-Critical Pedagogy; genetic forensics; playful education, educational game.

Resumen: Los relatos de investigación criminal y las pruebas de paternidad están presentes en varias escenas cinematográficas, que atraen mucho la atención de los estudiantes. Sin embargo, las aplicaciones de la biotecnología genética menudo se trabajan poco en el aula. Ante esta brecha, en este trabajo describo una secuencia didáctica desarrollada con estudiantes de secundaria, que originó la identificación genética de las personas. Para ello se utilizaron diferentes estrategias, entre ellas un juego con relatos de ficción, denominado Geneticsy, en el que los alumnos actuaban como investigadores. Para sustentar el análisis de los resultados se utilizaron supuestos teóricos de la Pedagogía Histórico-Crítica (APS). Así, el estudio tuvo como objetivo verificar qué supuestos de la APS sonaban evidentes durante la aplicación de la secuencia, en particular del juego didático Genética. Las reuniones se llevaron a cabo como grupos focales, y el aprendizaje se evaluó de forma continua. Los alumnos están muy entusiasmados con el tema y pudieron “desvelar los misterios” propuestos, en sus discursos: ¡como un CSI! Referencia a personajes que actúan como peritos criminales en una famosa serie televisada. El trabajo se adhirió a la APS en relación a trabajar con un concepto clásico, problematizando aspectos de la vida social y buscando dotar a los estudiantes de conceptos científicos. Sin embargo, se pueden trabajar mejor algunos supuestos de la APS, tales como: explicación de elementos políticos y sociales en la problematización del contenido y profundización de las contradicciones que envuelven la biotecnología trabajada. Se espera que el trabajo contribuya a la discusión fundamentada teóricamente para la enseñanza de la genética.

Palabras clave: Pedagogía histórico-crítica; análisis forense genético; educación lúdica, juego educativo.

JAQUELINE APARECIDA PAULO
DA ROCHA

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

0000-0002-3310-3191

JEAN VICTOR NERY DA SILVA

Universidade Federal do Paraná
(UFPR)

0000-0002-4435-7154

LAUDICEIA CAPARROS SOARES

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

0000-00031-3859-7466

ELISANGELA ANDRADE ANGELO

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

0000-0001-8876-4790



ROCHA, J. A. P.; SILVA, J. V. N.; SOARES, L. C.; ANGELO, E. A. Jogo geneticsy e a identificação genética de pessoas: eu também posso ser um CSI. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, Foz do Iguaçu, v. 5, n. 1, p. 19-35, 2021.



INTRODUÇÃO

A televisão e o cinema estão cheios de programações que envolvem conceitos de genética, como as séries de investigação criminal, os programas com testes de paternidade e muitos filmes de suspense. É comum as personagens serem cientistas ou peritos criminais, que realizam testes de DNA das mais diversas amostras. Embora os alunos consigam identificar que há algo de genética por trás dessas cenas, já que envolve o DNA, são poucos os que realmente compreendem o que está sendo executado. Mais raro ainda, são os alunos que conseguem realizar uma análise crítica das cenas, sabendo identificar os exageros e limitações que elas apresentam (TENÓRIO et al., 2014).

De acordo com Leal, Rôças e Barbosa (2015), esse contato com termos da genética no cotidiano dos alunos, muitas vezes, dificulta a construção científica dos conceitos da área, visto que os alunos já tendem a apresentar conceitos informais para tais termos. Nota-se que esses conceitos informais podem ter um significado muito distante do científico, sendo que o aluno nem sempre compreende essa diferenciação entre o coloquial e o termo científico. É importante que o professor se atente para essa construção dos termos da genética que o aluno traz consigo (TEMP; SANTOS, 2018).

Observa-se que os avanços biotecnológicos são um desafio para o ensino de biologia, em especial para a genética, pois a expansão dos conhecimentos dessa área tem sido rápida. Soma-se a isso, o grande impacto dessas biotecnologias no cotidiano das pessoas, tornando-se necessário compreender muitos conceitos, a fim de se posicionar de maneira crítica ante a temas como: transgênicos, clonagem, vacina com material genético, manipulação gênica, entre outros (SILVA; CABRAL; CASTRO, 2019).

De acordo com Malafaia, Bárbara e Rodrigues (2010), a genética é uma das áreas da biologia que mais desperta interesse dos alunos. Pode-se levantar a hipótese de que esse interesse tenha relação com a presença da genética no cotidiano, quer seja nas mídias ou nas biotecnologias, bem como por seu potencial explicativo para dúvidas sobre a hereditariedade.

No entanto, apesar de ser considerada interessante, a genética é também a área da biologia que os alunos mais apresentam dificuldades (PAIVA; MARTINS, 2005; LEAL; RÔÇAS; BARBOSA, 2015). Há vários fatores que apresentam relação com essa dificuldade para a aprendizagem da genética, alguns deles com forte relação com as características intrínsecas dessa área da biologia, enquanto outros fatores têm relação mais direta com questões do processo de ensino-aprendizagem.

Em relação as características intrínsecas da genética, nota-se que ela apresenta grande quantidade de conceitos e terminologias, a maioria dos quais, exige um grau de abstração para sua compreensão. Além disso, a genética relaciona-se a várias outras áreas da biologia e mesmo com outras áreas do conhecimento, como a matemática. Dessa maneira, para uma compreensão plena da genética, é necessário compreender com clareza seus conceitos, ter capacidade de abstração e conseguir estabelecer conexões com várias áreas do saber (SILVA; KALHIL, 2017; BORGES; SILVA, REIS, 2017; TEMP; SANTOS, 2018).

Entre as dificuldades do ensino de genética mais diretamente relacionadas ao processo de ensino aprendizagem, pode-se destacar a formação dos professores. De acordo com Paiva e Martins (2005), os conceitos de genética são apresentados de forma distorcidas até mesmo no nível universitário, o que dificulta a formação desses profissionais. Além disso, tendo em vista a rapidez com que ocorre o desenvolvimento da genética, muitos termos e tecnologias não estavam presentes na formação inicial dos professores. Dessa maneira, é muito importante que os docentes que ensinam biologia no Ensino Básico tenham condições para realizar uma formação continuada diretamente relacionada à genética, bem como sobre o ensino da genética, a fim de refletirem sobre suas práticas (ARAUJO; GUSMÃO, 2017).

Ainda em relação à formação dos professores, em especial ao conhecimento pedagógico, nota-se um esvaziamento frequente das questões teóricas, o que tem levado a uma prática pouco embasada, próxima a um espontaneísmo didático que fragiliza a atuação do professor (SOUZA, 2020). É muito importante que o docente tenha claro para si algumas questões epistemológicas e pedagógicas, tais como: o que significa ensinar e aprender? Qual o papel do professor? Qual o papel da escola? De acordo com Becker (1999) mesmo que o docente não tenha consciência, seus modelos pedagógicos, bem como

seus modelos epistemológicos, irão influenciar, ou mesmo determinar, sua prática pedagógica. Dessa maneira, destaca-se a importância de uma sólida formação teórica que oriente a prática docente.

Tendo em vistas os desafios do ensino de genética, é importante pesquisar sobre essa temática. Entre as várias estratégias que podem contribuir para o ensino de genética, destaca-se a utilização do lúdico, em especial do jogo. Sobre o conceito de jogo, Huizinga (2017) afirma que:

o jogo é uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da vida cotidiana (HUIZINGA, 2017, p. 32).

Considerando a definição de Huizinga (2017), em especial a questão de o jogo ter um fim em si mesmo, há várias discussões se um jogo com objetivo educativo seria realmente um jogo em seu sentido estrito. Para Cleophas, Cavalcanti e Soares (2018) o jogo com objetivo educativo seria uma nova categoria, que estabeleceria um diálogo com o ócio criativo. Nesse sentido, além de ser divertido, prazeroso e lúdico, o jogo educativo teria o objetivo de contribuir para a aquisição de conhecimentos específicos sobre determinado conteúdo. Esses autores definem, ainda, o conceito de jogo didático que seria aquele onde conteúdos de determinada área de ensino foram adaptados a um jogo já existente, com o objetivo de reforçar conteúdos, ou mesmo como uma forma de avaliação diagnóstica, sendo também frequente o seu uso após a discussão do conteúdo.

De acordo com Messeder Neto (2015, 2018), o lúdico é uma das várias formas possíveis de ensinar, não sendo ele, por si só, o responsável pelo fazer pedagógico. Esse autor reforça a importância de se ter uma teoria que embase o uso pedagógico do jogo didático, uma vez que não há uma teoria pedagógica do lúdico, já que esse é apenas uma forma. A utilização de jogos e outras atividades lúdicas com embasamento teórico possibilita um fazer pedagógico mais consciente.

Entre as várias teorias pedagógicas que podem embasar o trabalho docente com o lúdico, destaca-se a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). De acordo com essa teoria, a educação deve humanizar cada pessoa, no sentido de produzir no indivíduo singular, de forma direta e intencional, a humanidade, que é fruto da história coletiva dos seres humanos. Neste contexto, a escola tem um papel central, pois por meio dela, os educandos podem ter acesso aos conhecimentos historicamente sistematizados, dentre os quais se destaca o saber científico (SAVIANI, 2013, 2018).

É interessante observar que, na perspectiva da PHC, a ciência deve ser compreendida como uma construção humana, sendo ela tanto o produto quanto o processo pelo qual os seres humanos buscam compreender racionalmente as relações da natureza e/ou do meio social. A PHC se estabelece como um instrumento para que a classe dominada tenha acesso aos conhecimentos clássicos e, com isso, possa se libertar de sua posição de explorada. Para tanto, a PHC preconiza que o professor faça a mediação para que o educando passe da síntese à síntese, por meio da análise. Tendo em vista o papel ontológico e a importância dada à tecnologia e às ciências, é fundamental que a classe trabalhadora tenha acesso a uma instrumentalização científica não alienante (SAVIANI, 2013, 2018; MARTINS, 2013; GERALDO, 2014, SANTOS, 2012).

Ao trabalhar na perspectiva da PHC, Martins (2011) aponta que a tríade conteúdo-forma-destinatário deve orientar o trabalho pedagógico. No entanto, o que se observa, principalmente no ensino de ciências, é um predomínio apenas na preocupação com a forma. Ainda de acordo com a PHC, o processo de ensino-aprendizagem deve partir do social, problematizar, instrumentalizar o aluno com novos conceitos, a fim de que ocorra a cartarse, ou seja, uma compreensão mais elaborada da prática social que deu origem ao processo (SANTOS, 2012). É interessante notar que nessa perspectiva tanto aluno como professor são considerados como imersos na prática social e, embora se parta dela e retorne a ela com um nível maior de compreensão, na vida concreta, nunca se sai dessa prática, pois ela constitui os seres humanos.

Conforme apontado por Santos (2018), o processo de ensino-aprendizagem na perspectiva da PHC pode ser trabalhado por meio de sequências didáticas. Nesse sentido, as sequências didáticas podem ser compreendidas, conforme Zabala, apontado no trabalho de Santos (2018) como: “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a concretização de certos objetivos educacionais” (p.14).

Tendo em vista as questões relacionadas ao ensino de genética e as questões relacionadas aos jogos didáticos, esse trabalho procurou analisar os resultados de uma sequência didática sobre genética, em que um jogo didático foi utilizado. Procurou-se verificar quais pressupostos da PHC ficaram evidentes durante a aplicação dessa sequência, em especial do jogo didático Geneticsy, bem como apontar suas limitações em relação a aderência a essa teoria.

PERCURSO METODOLÓGICO

Público-alvo

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto Federal do Paraná (IFPR), sendo que os participantes e seus responsáveis foram previamente informados, consentindo a participação. A sequência didática foi trabalhada junto a alunos da Terceira Série do Ensino Médio da Escola Estadual Ana Neri, na cidade de Perobal, Paraná. Destaca-se que essa turma foi escolhida porque foi onde um dos autores do estudo realizou seu estágio supervisionado em biologia e, dessa maneira, já tinha um vínculo pedagógico estabelecido com os alunos, bem como conhecimentos sobre o ensino de biologia que os alunos haviam tido.

Esses alunos já haviam estudado o conteúdo tradicional de genética e foram convidados a participarem de encontros, que ocorreram em período de contraturno. A opção pelo contraturno foi uma solução apresentada pelos educadores da escola, tendo em vista que a disciplina de biologia apresentava uma carga horária reduzida e um currículo extenso a ser trabalhado pelo professor responsável pela turma. Destaca-se que os alunos se inscreveram voluntariamente no projeto, de acordo com a sua disponibilidade e interesse pelo tema.

Proposição da sequência didática

Para proposição da sequência didática foram feitos levantamentos de trabalhos sobre o ensino da genética no site Google Acadêmico. Nesse levantamento, os termos de entrada foram: “ensino+genética”, o período levantado foi entre 2010 e 2020. Após o levantamento, os artigos foram planilhados e procedeu-se uma leitura analítica, procurando-se observar quais os maiores desafios para o ensino da genética. Posteriormente, também se procedeu um breve levantamento sobre a Pedagogia Histórico-Crítica, em especial sua relação com o lúdico e o ensino de ciências, a fim de embasar as análises dos resultados.

Em relação às questões específicas da genética relacionadas à identificação de pessoas, foram feitas pesquisas no acervo da biblioteca do campus Umuarama, do IFPR. Nota-se, ainda, que um dos autores desse artigo realizou o estágio supervisionado em biologia na sala de aula dos alunos convidados para participarem do projeto. Durante o estágio, foi realizada uma observação dirigida, a fim de compreender as dúvidas, verificar quais temáticas foram trabalhadas, quais temas foram ausentes, bem como compreender a realidade dos educandos. Dessa maneira, o projeto procurou trabalhar com temáticas relacionadas à genética que não tinham sido abordadas em sala de aula. Neste trabalho é apresentada a sequência didática sobre identificação genética de pessoas, além dessa, foi feita outra sequência relacionada a transgênicos.

A fim de tornar os encontros mais dinâmicos, foram utilizadas várias formas para o processo de ensino-aprendizagem. A escolha dessas formas, bem como a sequência adotada foi desenhada com base nos resultados apresentados nos encontros anteriores, dessa maneira, o desenho da sequência dos

A polícia foi atender a um chamado em um bar, no qual Roberto de Oliveira estava desmaiado no banheiro, com um ferimento na testa. Com o auxílio das câmeras de segurança, foi possível identificar três suspeitos que estiveram no banheiro, em horários diferentes, enquanto a vítima lá se encontrava. Os suspeitos foram identificados como: Agnaldo de Jesus, Valter Mendes de Moraes e Roberval Faria Lima. A vítima não se lembra do ocorrido, pois está com amnésia temporária. Logo, foi solicitada a presença da Geneticsy investigações para coleta de material genético do local. Ao observar o banheiro do bar, encontrou-se uma pedra com restos de pele e sangue, esta é a possível arma do crime. Imediatamente, coletou-se amostras biológicas presentes na pedra, a fim de comparar com as amostras da vítima e dos suspeitos. O que a análise dos materiais genéticos coletados revelou?

CASO 4

Cecília Rocha Brandão é gerente de uma importante loja em sua cidade. Após um feriado prolongado, ao abrir a loja, ela percebeu que as câmeras de segurança e alarmes estavam desligados. Assim que entrou na loja, viu que ela estava toda bagunçada, com vários objetos de valor faltando. Cecília chamou imediatamente a polícia, que isolou a cena do crime. Ao analisar o local, os policiais encontraram uma jarra quebrada e algumas gotas de sangue, provavelmente o meliante feriu-se durante o roubo. Ao analisar as câmeras das lojas vizinhas, os policiais identificaram que três pessoas rodearam a loja durante a noite: Jefferson Monteiro de Albuquerque, Cláudio Ramos e João Pedro Trindade. A fim de elucidar o caso, foram coletados materiais biológicos dos homens identificados e de Cecília, porque ela teve acesso à cena do crime antes dos policiais chegarem. Analise a eletroforese realizada e identifique quem se feriu na loja e pode ter cometido o roubo.

CASO 5

Um laboratório identificou que o famoso lutador de MMA Peter Strong fez uso de drogas anabolizantes proibidas. Essas drogas teriam causado uma melhora acentuada no desempenho nas últimas competições, o que faria com que o lutador fosse suspenso por um ano, além da perda dos últimos cinturões conquistados. Peter afirmou que nunca fez uso destes artifícios proibidos e alegou que seu teste foi adulterado para favorecer algum outro competidor. O advogado de defesa de Peter entrou em contato com a Geneticsy investigações, para fazer uma perícia, a fim de saber se a amostra analisada era realmente do famoso lutador. Há três possíveis suspeitos: Wendel Velasques Ataíde, Leonardo Ferreira Aguiar e Prieto Jones Willians, que coletaram amostras no mesmo dia de Peter. Analise o resultado da eletroforese e nos diga se houve troca das amostras, em caso afirmativo, quem possivelmente fez uso de substâncias proibidas?

CASO 6

Rafaella Figueiredo é casada com Estevan Arantes, mas não tem certeza se seu marido é realmente o pai de seu filho: Fábio Figueiredo Arantes. A mãe desconfia que talvez Alexandre Góes, seu amante, seja o pai de Fábio. A mãe, filho e possíveis pais foram até a sede da Geneticsy realizar o teste de paternidade. Quem é o pai?

CASO 7

O hospital estava numa verdadeira confusão, havia muitos pacientes e pouco pessoal para atender. Toda essa situação fez um casal suspeitar que, por engano, seu filho foi trocado com o filho do casal do quarto ao lado. A enfermeira afirma que talvez tenha se confundido, por terem nascido no mesmo horário. O médico foi chamado, mas houve insucesso na tentativa de identificação. Com isto, foram solicitados testes de paternidade e maternidade para os dois casais, sendo eles: Maria Gusmão Dantas e seu marido Vitorio Lafaiete Dantas, e o outro casal Ágda Katherina Bittencourt e Ícaro Gaspar Bittencourt. Os bebês foram chamados de Filho 1 e Filho 2 por não saberem quem é quem. Analisem as eletroforeses e digam quem é filho de quem.

CASO 8

Durante uma viagem para o exterior, Donatella Fontenelle foi encontrada inconsciente em seu quarto de hotel, o qual se encontrava todo revirado e com itens de valor faltando. Ela foi encaminhada para um hospital e, após algumas horas, relata não se lembrar do que ocorreu. Após algumas análises, a equipe do hospital chega à conclusão de que Donatella foi dopada, com alguma substância. De acordo com a análise do sistema de câmeras de vigilância, foram observadas três pessoas conversando com a vítima. A polícia iniciou então uma busca por esses suspeitos. Enquanto isso, a Geneticsy foi chamada para fazer uma varredura no local na busca por evidências no quarto de Donatella. Ao analisar o quarto, foram encontrados fios de cabelo, ainda com o bulbo capilar. Esses materiais biológicos foram enviados à Geneticsy para análise. A polícia conseguiu encontrar e identificar os três possíveis suspeitos: Antony Taylor, Monique Martinez e Amin Young, que tiveram seu material

biólogo coletado, a fim de comparar com o que foi encontrado na cena do crime. Sendo assim, identifique o possível criminoso.

Fonte: Autores.

O jogo consiste em uma competição entre grupos de alunos (máximo 4 em cada grupo). Cada grupo deve receber um conjunto de cartas, as quais devem ficar com as imagens viradas para baixo, observa-se que o verso das cartas identifica a qual história ela se refere. O professor deve ficar com o quadro em que as histórias são descritas. Em seguida, o professor deve ler a primeira história e, ao seu sinal, os grupos devem desvirar a carta correspondente aquela história, analisar a eletroforese e, após chegarem a um consenso, devem sinalizar ao professor. Nesse momento, o professor dá a palavra ao grupo, que deve expor sua conclusão em relação à história e explicar sua análise, caso essa esteja correta, o grupo marca um ponto, caso esteja errado, um segundo grupo terá a chance de expor sua análise. Findada a análise do primeiro caso, todos partem para a segunda história e assim sucessivamente. Ganha o jogo o grupo que conseguir desvendar e explicar corretamente a maior quantidade de casos.

Aplicação da sequência didática e avaliação da aprendizagem

A sequência didática foi aplicada em período de contraturno, com participação voluntária. No total, foram realizados quatro encontros sobre a temática de identificação genética de pessoas. Esses encontros tiveram duração de uma hora e meia e, em diversos momentos, foram organizados na forma de grupos focais (GOMES, 2005). Tais grupos são uma estratégia que propicia participação mais ativa dos alunos, uma vez que são pensadas estratégias para que eles exponham seus conhecimentos e opiniões, como debates em grupo.

A fim de facilitar a análise dos resultados, todos os encontros foram filmados, com a aprovação de todos os alunos e consentimento dos responsáveis, como determinam os preceitos éticos. As filmagens foram analisadas, a fim de verificar indícios de que houve uma compreensão sintética da realidade relacionada à temática. Na perspectiva adotada, essa compreensão pode ser compreendida quando o aluno é capaz de estabelecer relações, se é capaz de pensar sua realidade social com base em uma estruturação mediada pela instrumentalização científica apropriada durante o processo de ensino. Essa compreensão não se restringe ao final do processo, dessa maneira, a avaliação da aprendizagem ocorreu de forma contínua, com base em todas as manifestações (falas, gestos, escrita) ocorridas durante os encontros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de facilitar a exposição dos resultados e a discussão, serão apresentadas considerações sobre o conteúdo, sobre o destinatário (alunos participantes) e, por fim, sobre a forma, quando será discutida a sequência didática, com destaque para o jogo didático proposto. Após observação dirigida durante as aulas de biologia, foi possível perceber que foram trabalhados conteúdos referentes a genética clássica (Primeira e Segunda Lei de Mendel), bem como alguns conceitos de biologia molecular, tais como: caracterização geral do DNA e sua relação com a síntese proteica. Durante o levantamento sobre as dificuldades no ensino de genética, ficou claro que, apesar do cotidiano apresentar várias questões relacionadas à genética, o ensino dessa área não estabelece relações com essas aplicações (MOURA et al., 2013; BORGES; SILVA; REIS, 2017; SARAIVA et al., 2016).

Tendo em vista a ausência de discussões sobre temas que relacionam à aplicação da genética no cotidiano, o projeto se propôs a fazer sequências didáticas que abordassem essas temáticas. Neste trabalho, a sequência didática apresentada diz respeito a identificação genética de pessoas. Na perspectiva da PHC, a escola deve se dedicar ao ensino dos conhecimentos historicamente produzidos pela humanidade, a fim de que ocorra o desenvolvimento pleno do aluno. Como critério de escolha de quais conteúdos devem ser ensinados, tal teoria pedagógica aponta para a necessidade de se trabalhar os conteúdos clássicos (FERREIRA, 2020). Nesse sentido, é bem importante esclarecer o que a PHC compreende como clássico, o qual não coincide com o tradicional e nem se opõe ao moderno. O clássico

seria o que é atemporal, que conseguiu captar as questões nucleares, relacionando-se ao conceito de universalidade.

De acordo com Saviani (2013), a universalidade do saber está relacionada à objetividade e não à neutralidade. Dizer que um conhecimento é universal significa dizer que ele é objetivo, ou seja, que ele expressa as leis que regem determinado fenômeno, com validade universal, que ultrapassa os interesses particulares de classes, embora o conhecimento em si seja histórico. Dessa maneira, a escolha do conteúdo a ser trabalhado, na perspectiva da PHC, deve levar em conta esse critério de clássico.

Nesse sentido, o conteúdo “identificação genética de pessoas” permite explorar vários conceitos de biologia molecular e de genética, a fim de que ocorra uma apropriação do tema pelo aluno. Ou seja, como o clássico da perspectiva da PHC não se relaciona apenas ao conteúdo tradicional, o trabalho com a identificação genética pode ser compreendido como o trabalho com um conteúdo clássico, uma vez que ele atende a questão da objetividade dessa perspectiva. Além disso, a construção do conhecimento sobre essa temática exige um alto nível de abstração, não apenas porque trata-se de processos moleculares, mas também, porque necessita do estabelecimento de conexões com várias áreas da biologia e mesmo de outras disciplinas. É interessante destacar que esse alto nível de complexidade intrínseco à genética, para além de um obstáculo pedagógico, é uma oportunidade para o desenvolvimento do pensamento científico. Ou seja, ao aprender os conceitos de genética, por meio de uma sistematização intencional realizada na escola, dá-se a oportunidade de os alunos irem para além do conhecimento espontâneo, gerado de forma assistemática em seu cotidiano. Esse ir além das aparências imediatas do conhecimento espontâneo, contribui para que o aluno desenvolva uma visão crítica (MESSEDER NETO, 2018). Nota-se que, embora o conteúdo trabalhado seja a identificação genética de pessoas, o ganho dessa visão crítica se estende a várias áreas da formação do indivíduo enquanto sujeito social e histórico. Com isso, percebe-se que a apropriação da ciência contribui para a formação integral da pessoa.

Além do conteúdo, a proposição didática deve se atentar para o destinatário, ou seja, para os alunos. Na teoria pedagógica Histórico-Crítica, o aluno deve ser considerado como um ser que “sintetiza em si as relações sociais próprias da sociedade em que vive e em que se dá o processo de sua educação” (SAVIANI, 2015, p. 41). Nessa perspectiva, é importante perceber que o aluno empírico, o que se observa em sala de aula, tem sensações, desejos e aspirações que correspondem a sua vivência imediata. No entanto, para além dessas primeiras impressões, muitas vezes encoberta por visões acríticas, o professor deve preocupar-se com o aluno concreto, ainda de acordo com Saviani (2015):

Como indivíduo concreto, por sintetizar as relações sociais que caracterizam a sociedade em que vive, seu interesse coincide com a apropriação das objetivações humanas, isto é, o conjunto dos instrumentos materiais e culturais produzidos pela humanidade e incorporados à forma social de que a criança participa (SAVIANI, 2015, p. 41).

Observa-se, portanto, que o professor deve procurar atender aos objetivos do aluno concreto, ou seja, aquele que representa as relações próprias da sociedade em que está inserido. Isso não significa que os saberes imediatos e mesmo os desejos dos alunos empíricos não devam ser considerados, mas sim, que esse não deve ser o objetivo a se alcançar. Considerando essa questão, inicialmente o trabalho procurou compreender quem eram os alunos participantes, quais conhecimentos traziam, bem como suas dúvidas, a fim de compreendê-las no sentido de avançar para a apropriação do conhecimento, o que seria o objetivo do aluno concreto.

Embora o convite tenha sido feito a toda uma turma da Terceira Série do Ensino Médio, apenas cinco alunos se inscreveram e participaram voluntariamente do projeto. Infelizmente a realidade da escola objeto do estudo permitiu apenas a realização do projeto no contraturno, o que dificultou a participação, mesmo que outros tivessem interesse. Embora a idade dos alunos convidados e dos participantes do projeto variasse entre 16 e 17 anos, muitos já tinham compromissos no período de contraturno.

A fim de compreender melhor a realidade social desses alunos, é interessante caracterizar brevemente o local onde eles vivem. Os participantes do projeto, bem como uma das autoras, residem

em uma cidade do interior do Paraná, com cerca de 6 mil pessoas. A economia local é de base agrícola e os familiares dos participantes atuam de forma direta ou indireta nessa área econômica. Embora longe de grandes centros, os alunos têm acesso a internet e assistem a séries de investigação criminal e a filmes, as quais, com frequência, apresentam assuntos que remetem à genética. Essa caracterização dos alunos em relação a internet e o que assistem foi feita por meio de uma pergunta, no primeiro encontro do projeto. Nesse encontro, os alunos foram indagados, entre outras coisas, onde procurariam informações sobre vários temas relacionados a biotecnologia: em livros, com professores, com outros alunos ou na internet, sendo esse último item o mais citado por eles (ROCHA; ANGELO, 2020).

Conforme mencionado anteriormente, em relação aos conhecimentos sobre genética, todos os participantes já tinham estudado em sala de aula os conceitos básicos da área. No entanto, muitos não tinham segurança sobre determinados conceitos. A proposição da sequência didática foi feita utilizando-se várias estratégias (formas), conforme descrito no Quadro 2. É interessante observar que, embora o projeto tivesse um esboço geral da sequência, os encontros sempre eram repensados com base no ocorrido no encontro anterior.

Quadro 2 – Etapas da sequência didática proposta.

Encontro	Objetivo de ensino	Estratégia
1º	Levantar os conhecimentos prévios.	Análise em grupo de manchetes de jornais e revistas sobre a temática.
1º e 2º	Revisar os conceitos básicos de genética	Exposição dialogada, utilizando imagens e vídeos sobre a temática. Extração de DNA vegetal e da mucosa bucal.
2º, 3º e 4º	Instrumentalizar os alunos sobre a reação em cadeia da polimerase (PCR), enzimas de restrição, repetições curtas em Tandem (STRs) e eletroforese.	Exposição dialogada, utilizando imagens e vídeos sobre a temática. Simulação em cartolina de eletroforese.
4º	Aplicar o conhecimento em situações cotidianas diversas.	Jogo Geneticsy.

Fonte: Autores.

Os encontros do projeto foram conduzidos, em vários momentos, na forma de grupos focais. Essa metodologia é comum nas áreas da saúde, no entanto, é uma estratégia promissora também na área de educação. Nos grupos focais, são propostos questionamentos a fim de que o grupo debata, sob mediação de um moderador (KIND, 2004). Nessa metodologia, é interessante observar todo o processo e não apenas a conclusão final do grupo. Além disso, na metodologia dos grupos focais, valorizam-se os discursos não apenas entre o mediador (pesquisador) e os participantes, mas também, os discursos ocorridos entre os participantes. Nesse último caso, percebeu-se que, muitas vezes, os alunos expressaram vários pontos de vista e opiniões, sem receios de serem julgados, uma vez que, mesmo afirmando no início do trabalho que as respostas não seriam julgadas, a figura do mediador, ao ser associada com uma posição superior, pode suscitar no participante o receio por expressar algumas de suas opiniões. Portanto, a utilização dos grupos focais mostrou-se eficaz no sentido de captar informações, opiniões e até mesmo expressão não apenas nos momentos de interação entre mediador e participantes, mas sim durante todo o encontro.

No início do primeiro encontro, foram entregues aos alunos algumas manchetes de jornais em que termos ou conceitos da biotecnologia estavam presentes. Os alunos foram orientados a discutir sobre esses temas em grupo, sobre o que sabiam, se acreditavam em tudo que estava escrito, entre outros aspectos a analisar. Essa estratégia teve por objetivo levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema e constituiu o primeiro grupo focal. Os conhecimentos prévios são representações, crenças e saberes que o aluno foi adquirindo ao longo da vida e que tem forte influência em sua aprendizagem. Os conhecimentos prévios podem tanto atuar como embasamento para novos saberes, como podem ser obstáculos ao novo conhecimento, em todo caso, é essencial conhecê-los (MOREIRA; MASSONI, 2016).

O trabalho com manchetes, como o inicialmente realizado, pôde também ser uma oportunidade para problematizar o conteúdo. Ou seja, mostrar questões relacionadas aos conceitos científicos na prática social e, com isso, iniciar o processo de demonstrar as interligações do conteúdo com outros aspectos da vida social. Nesse projeto, por exemplo, entre as manchetes apresentadas, havia algumas relacionadas a soja transgênica, a qual é muito comum na região. A fim de que os alunos possam compreender criticamente as questões sociais e econômicas dessa soja em sua região, é importante que eles sistematizem também o conhecimento genético a ela relacionada.

Embora os alunos participantes da proposta já tivessem estudado genética, pudemos notar que esta era vista como algo distante de seu cotidiano. As manchetes foram analisadas de forma acrítica, ou seja, os alunos não duvidavam de suas afirmações, nem analisavam suas possíveis falhas. Sobre a identificação genética, ficou evidente que eles tinham uma breve noção de que seria necessário realizar um teste de DNA, porém, não tinham conhecimento de como esse processo é feito.

Após o levantamento dos conhecimentos prévios, foi realizada uma revisão dos conteúdos básicos de genética, a saber: estrutura e importância do DNA, processo de replicação e expressão gênica. A revisão iniciou-se com um breve histórico da genética, sendo que se iniciou com a seguinte pergunta: “o que os cientistas estavam procurando em seus primeiros estudos genéticos?”. Foram abordados os mistérios e desafios em se descobrir como a transmissão de informações genéticas ocorria entre as gerações, bem como onde ela estava armazenada. Esses fatos históricos contribuíram para abordar a não neutralidade da ciência, principalmente por meio da história de Rosalind Franklin, a qual trabalhou na busca de uma imagem da estrutura de cristais do DNA; e como Maurice Wilkins, Watson e Crick se aproveitaram das suas descobertas, sem lhes dar o crédito.

Ao estudarem a história e a estrutura do DNA, os alunos já se sentiram familiarizados com o tema. Quando perguntado quem possui DNA, os alunos disseram: “Todos nós e plantas também”. Quando perguntado se os frutos possuíam DNA, os alunos, a princípio, disseram que não, mas logo se lembraram de uma atividade prática de extração de DNA de banana, realizada em sala de aula, e, então, disseram que os frutos possuíam DNA. Ao ser perguntado onde está armazenado este DNA, eles disseram que estava dentro das células, mas não lembravam o lugar exatamente. Por isso, foi feita uma breve recapitulação sobre a estrutura celular, destacando a presença do DNA no núcleo das células, bem como nas mitocôndrias e cloroplastos.

Por não serem visíveis, os conceitos e processos da biologia molecular e genética, muitas vezes, requerem graus de abstração, o que pode dificultar sua compreensão (SILVA; KALHIL, 2017). Dessa maneira, recorreremos a vídeos com simulações do processo de expressão gênica, disponíveis na internet. Percebemos que ir além das imagens do livro didático contribuiu para que os alunos compreendessem melhor esses processos, pois ao serem chamados a explicar o que tinham aprendido, demonstraram em suas falas a compreensão do conteúdo.

A revisão dos conhecimentos básicos finalizou com um experimento breve de extração de DNA do morango e da mucosa bucal, com adaptações do protocolo descrito por Malajovich (2015). Antes de realizar o experimento, solicitou-se que os alunos discutissem e descrevessem como seria o DNA extraído do morango e o extraído da célula animal, esse foi considerado o segundo grupo focal. O objetivo aqui era observar se os alunos compreenderam a universalidade da estrutura do DNA. Ao realizarem os experimentos, bem como com base nas discussões do encontro, os alunos conseguiram perceber essa universalidade, o que pôde ser percebido por meio da verbalização de suas hipóteses. Melo (2010) ressalta que a experimentação é essencial na construção do conhecimento científico, sendo que as práticas devem ter um lugar central na educação. No entanto, a condução dessas práticas deve ser feita de tal forma a incitar os alunos a levantarem hipóteses, a fim de traçarem uma construção de conhecimento, de forma semelhante ao que ocorre no processo de construção do próprio conhecimento científico, por meio de verificação e validação de hipóteses.

A fim de compreender o processo de identificação genética de pessoas, foi necessário trabalharmos com os alunos os conceitos de: reação em cadeia da polimerase (PCR), enzimas de restrição, repetições curtas em tandem (STRs) e eletroforese. Tanto a revisão como o trabalho com esses

conceitos foram importantes para instrumentalizar os alunos para uma compreensão sintética sobre o tema.

Ao trabalhar os conhecimentos diretamente relacionados à identificação genética de pessoas, percebeu-se uma animação dos alunos. Para introduzir o assunto, foram utilizadas pequenas cenas da série de investigação criminal “Crime Scene Investigation (CSI) – Miami” (MILITO, 2002-2012). Essa série fictícia narra o cotidiano de peritos criminais que, com frequência, realizam testes genéticos para identificação de pessoas. Destaca-se que as cenas selecionadas eram compatíveis com a idade dos alunos. Muitos se empolgaram por saberem que agora iriam compreender as cenas das séries que costumam assistir. A inserção de produções cinematográficas, como filmes e séries, pode ser utilizada como recurso didático em sala de aula, pois podem servir para contextualizar os conteúdos, o que gera curiosidade, motivação e interesse, além de poder gerar discussões, interpretações e aprimorar o senso crítico dos alunos (CARNEIRO, 2019; NICOLA; PANIZ, 2016).

Procuramos estabelecer um paralelo entre a cena do CSI-Miami apresentada e o conteúdo de genética. Para tanto, recorremos a vídeos disponíveis na internet para exemplificar os processos, além de explicação expositiva. Por fim, realizamos a atividade de simulação da ação das enzimas de restrição e da eletroforese. Para essa atividade, após a explicação dos processos, cada aluno recebeu sequências de DNA e uma tesoura. As tesouras simulariam as enzimas de restrição. Dessa maneira, foi informado aos alunos qual era a sequência de nucleotídeos que a enzima de restrição que receberam reconhecia na sequência de DNA. Com isso, eles deveriam identificar as sequências de nucleotídeos reconhecidas pelas enzimas de restrição nos DNAs que receberam, em seguida, deveriam cortar nesses pontos.

Na sequência, foi feita a simulação de uma eletroforese. Para tanto, desenhou-se em uma cartolina um gel de eletroforese, com indicação dos pesos moleculares. Os alunos foram orientados a “aplicar suas amostras de DNA fragmentado” nos poços de saída. Em seguida, eles distribuíram os fragmentos de DNA pelo “gel”, de acordo com o princípio da eletroforese. A atividade de simulação foi fundamental para percebermos se eles haviam compreendido os processos. Ao agirem como “enzimas de restrição”, os alunos precisaram compreender o funcionamento destas proteínas. Essa atividade foi uma tentativa de trazer para um plano mais concreto um processo que não é possível de ser visualizado, por ser molecular. Foi possível observar que os alunos conseguiram facilmente realizar a distribuição das bandas no gel de eletroforese simulado, o que nos fornece indícios de que compreenderam o conteúdo trabalhado (Figura 2).



Figura 2 - Simulação de eletroforese feita pelos alunos. As marcações representam o local do “gel” onde seus fragmentos de DNA se localizariam em uma eletroforese real. **Fonte:** Autores.

No último encontro, a fim de problematizar o conteúdo, relacionando-o a vida real, foi utilizado o jogo Geneticsy, sendo esse o terceiro grupo focal, já que a resolução deveria ser discutida em grupo. É interessante notar esse retorno a problematização após os alunos terem tido a oportunidade de se instrumentalizarem sobre o conteúdo. Dessa maneira, a expectativa era de que houvesse a

demonstração de uma compreensão da realidade com um nível maior de sistematização, demonstrada por meio do estabelecimento de conexões entre os assuntos, o que inicialmente não se observava.

Para utilização do jogo, foram providenciadas duas cópias das cartas com as eletroforeses e os alunos foram divididos em dois grupos (um trio e uma dupla). Cada grupo recebeu um conjunto de cartas e procedeu-se a execução do jogo, como descrito nos materiais e métodos. Os alunos demonstraram bastante entusiasmo na resolução das investigações propostas no jogo, sendo que eles queriam desvendar o mais rápido possível. De acordo com Cleophas (2018), um bom jogo deve ser divertido e intrigante. Tendo em vista os comportamentos apresentados pelos alunos, podemos perceber que o Geneticsy atendeu aos quesitos de um bom jogo, tornando a aprendizagem prazerosa. Além disso, pode-se notar que os alunos compreenderam o conteúdo, pois não conseguiriam chegar às respostas do jogo, caso não apresentassem essa compreensão. Observa-se, portanto, que o jogo se caracterizou como didático, pois houve uma inserção consistente do conteúdo.

Uma das falas marcantes de um dos alunos durante o jogo foi: “Agora entendemos melhor CSI”, em que um participante se refere a série fictícia televisionada sobre investigações criminais. Outra fala que demonstra esse entusiasmo foi: “Já podemos ser contratados para trabalhar como criminalistas”. Pode parecer algo simples, mas com o projeto, pôde-se mostrar que estes alunos podem sonhar com diferentes tipos de profissões. Ao se vislumbrarem no papel de cientista ou de perito criminal, notamos claramente uma identificação deles com o tema estudado, o qual passou a fazer parte de suas possibilidades de profissão. A PHC assume claramente um papel emancipador dos trabalhadores. Dessa maneira, ao ver os alunos, filhos de trabalhadores rurais ou relacionados a essa área econômica, poderem vislumbrar diferentes futuros do que socialmente se espera deles, é um ganho em termos educativos.

Nota-se que aspectos da PHC podem ser identificados na sequência, tais como: problematização inicial com base na prática social, instrumentalização com conceitos clássicos e retorno à prática social, por meio da análise das histórias fictícias propostas no jogo. No entanto, observamos que alguns pontos dessa teoria poderiam ser mais bem explicitados e explorados na sequência e, em especial no jogo. Essa constatação foi feita a posteriori à aplicação, quando os autores buscaram compreender determinados aspectos que relacionam o lúdico e a PHC. Nesse sentido, o estudo de Lima (2021) contribuiu para a análise dos resultados, uma vez que essa autora enuncia alguns princípios a serem considerados no trabalho docente lúdico, a luz da PHC. Lima (2021) cita os seguintes princípios a serem observados: 1) Observar que o lúdico é uma forma, 2) O lúdico não tem uma teoria pedagógica própria, sendo, portanto, necessário apropriar-se de uma teoria a fim de embasar a utilização dessa forma; 3) Necessidade de se considerar a dialética entre a cultura lúdica do professor e a cultura lúdica do estudante e 4) Considerar os elementos políticos implícitos e explícitos na atividade lúdica.

Em relação a esse estudo, os princípios 1 e 2 propostos por Lima (2021) podem ser observados, pois o jogo didático foi apenas uma das estratégias para se trabalhar o conteúdo, o qual foi considerado em toda a sua complexidade, inclusive levando-se em conta o destinatário. É interessante observar que inicialmente não tínhamos clareza dessas questões, sendo que foi essencial um mergulho nas questões teóricas a fim de trazer a consciência tais princípios, para que a análise pudesse ter um embasamento mais concreto. Nesse sentido, a sequência poderia ter tido maior impacto na formação dos participantes, caso tivéssemos essa clareza teórica desde o momento de sua elaboração.

A cultura lúdica, assim como as demais presentes na sociedade, é vista na perspectiva marxista (base da PHC), como fruto do trabalho humano, no processo de construção de sua existência material e simbólica. Nessa perspectiva, a cultura deve ser aprendida, dentro de um contexto histórico-social e, exatamente por isso, tende a ser diversa entre os diferentes grupos (LIMA, 2021). Tais aspectos estão presentes nas tratativas com o lúdico, pois as representações simbólicas, bem como o que é considerado prazeroso é dinâmico, podendo ser diferente entre o professor e o aluno. Essa questão é o que Lima (2021) evidencia em seu terceiro princípio.

Na proposição desse trabalho, não foi considerada essa questão da cultura lúdica do aluno e do professor, sendo esse um ponto interessante a se melhorar. Destaca-se que a compreensão dessas culturas, suas semelhanças e diferenças, pode contribuir para a elaboração de jogos didáticos que

expressem maior consciência teórica, o que auxiliaria na utilização mais precisa dos jogos como estratégia para o ensino.

Em relação aos elementos políticos nas atividades pedagógicas, ao enunciar esse princípio, Lima (2021) afirma que: “Toda prática pedagógica é permeada por concepções de mundo – ainda que expressa de modo inconsciente – e estas são atravessadas por uma dimensão política que se substancializa através das ações, condições e objetivações em que a atividade de ensino é direcionada” (p. 163). Tendo em vista essa consideração, é importante tratar dessas questões de forma objetiva durante a elaboração e aplicação dos jogos didáticos.

No caso desse trabalho, percebemos que várias questões políticas presentes nas histórias do jogo Geneticsy poderiam ser exploradas explicitamente, tais como: exploração e relações de trabalho (casos 1 e 7), desigualdade social e violência urbana (casos 3 e 4) e violência contra mulher (caso 8). Além disso, a identificação genética de pessoas abre a possibilidade para várias discussões éticas e de direito que podem ser mais bem exploradas, tais como: direito de uso das informações genéticas por empresas, determinismo genético e impactos sociais, limites e possibilidades de banco genético com dados de pessoas, entre outras. Observa-se, ainda, que muitas contradições referentes ao tema não foram trabalhadas, por exemplo, apesar de ser um conhecimento consolidado, a tecnologia da identificação genética de pessoas não é acessível para todos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente projeto, todos os alunos já haviam ouvido falar sobre testes de paternidade e assistido a séries com resoluções de casos criminalísticos, porém com a sequência realizada, eles puderam associar os conhecimentos de genética com algo presente em seu dia a dia. Pudemos notar que a sequência utilizada, além de aproximar o conhecimento dos alunos, os encorajou a pensar em diferentes papéis sociais, para além daqueles que geralmente estão acostumados. Dessa maneira, percebe-se que os alunos atribuíram significados pessoais ao que aprenderam, além de conseguirem aplicar o conhecimento em diferentes situações.

Tendo em vista os desafios para o ensino da genética, é importante desenvolver pesquisas e trabalhos que busquem compreender como os educandos constroem o conhecimento sobre essa área, bem como propor estratégias que levem em conta essas pesquisas. No entanto, é importante considerar a necessidade de embasamento teórico para que tais pesquisas tenham consistência. No presente estudo, os resultados da sequência didática foram avaliados sobre a perspectiva Histórico-Crítica. É possível perceber o crescimento pessoal dos pesquisadores durante a proposição, desenvolvimento e análise dos resultados do projeto, inicialmente não tínhamos uma total clareza das questões teóricas, o que foi sendo construído no decorrer do processo. Dessa maneira, nota-se que alguns pontos da PHC podem ser observados no projeto, tais como: escolha de um tema que permita trabalhar conceitos clássicos, proposição que leve em conta o destinatário concreto, problematização com base em aspectos da vida social dos alunos e busca por instrumentalizar os alunos com conceitos científicos.

Outros aspectos da PHC poderiam ser mais bem estudados e ficam como uma perspectiva para trabalho futuro. Entre esses aspectos destacam-se: consideração da cultura lúdica dos alunos em comparação com a do professor, explicitação dos elementos políticos e sociais que estejam presentes no trabalho didático proposto, trabalho mais aprofundado sobre as questões éticas relativas ao tema e discussão sobre as contradições relacionadas a essa biotecnologia.

Espera-se que esse trabalho possa contribuir para a construção de uma prática consciente no ensino de genética, assim como ele contribuiu para a formação teórica e prática dos autores envolvidos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os profissionais da Escola Estadual Ana Neri, por terem aceitado receber o projeto. Agradecemos também a todos os alunos que voluntariamente compartilharam seus saberes e visões de mundo durante a realização dos encontros.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na Educação Básica brasileira. In: Encontro Internacional de Formação de Professores (ENFOPE), 8, 2017, Aracajú. **Anais**, Aracajú: UNIT, 2017. Disponível em: <<https://eventos.set.edu.br/enfope/article/view/4710/1566>>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- BECKER, F. Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. **Educação e Realidade**, v. 19, n. 1, p. 89-96, 1999.
- BORGES, C. K. G. D.; SILVA, C. C.; REIS, A. R. H. As dificuldades e os desafios sobre a aprendizagem das Leis de Mendel enfrentados por alunos do Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 6, p. 61-75, 2017.
- CARNEIRO, V. H. **Ensinando Genética na escola usando os grupos sanguíneos como ferramenta na construção do conhecimento**. 2019. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia), Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.
- CLEOPHAS, M. G. Autopoiesis e outros caminhos relacionados ao jogo: discussões à luz de Maturana e colaboradores. In: CLEOPHAS, M. G.; SOARES, M. H. F (Orgs). **Didatização Lúdica no ensino de Química/Ciências: Teorias de Aprendizagem e outras interfaces**. São Paulo, SP: Editora Livraria da Física, p. 47-62, 2018.
- CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D.; SOARES, M. H. F. B. Afinal de contas, é jogo educativo, didático ou pedagógico no ensino de Química/Ciências? Colocando os pingos nos "is". In: CLEOPHAS, M. G.; SOARES, M. H. F (Orgs). **Didatização Lúdica no ensino de Química/Ciências: Teorias de Aprendizagem e outras interfaces**. São Paulo, SP: Editora Livraria da Física, p. 33-46, 2018.
- FERREIRA, C. G. O conceito de clássico e a pedagogia Histórico-Crítica. In: MALANCHEN, Julia; MATOS, Neide da Silveira Duarte de; ORSO, Paulino José (org.). **A pedagogia Histórico-Crítica, as Políticas Educacionais e a Base Nacional Comum Curricular**. Campinas: Autores Associados, 2020. Cap. 4. p. 63-79.
- GERALDO, A. C. H. **Didática de Ciências Naturais: na perspectiva histórico-crítica**. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2014. 175 p. (Formação de professores).
- GOMES, G. A. Apontamentos sobre a pesquisa em educação: usos e possibilidades do grupo focal. **EccoS Revista Científica**, v. 7, n. 2, p. 275-290, 2005.
- HUIZINGA, J. **Homo ludens: o jogo como elemento da cultura**. 8. ed. São Paulo: Perspectiva, 2014. 243 p. (Estudos).
- KIND, L. Notas para o trabalho com a técnica de grupos focais. **Psicologia em Revista**, Belo Horizonte, v. 10, n. 15, p. 124-136, 2004.
- LEAL, C. A.; RÔÇAS, G.; BARBOSA, J. V. A Genética na Educação Básica. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 10, Águas de Lindóia. **Anais**, Rio de Janeiro: ABRABEC, 2015.
- LIMA, Luiza Renata Felix de Carvalho. **Ludicidade na formação de professores de Química: princípios para uma perspectiva crítica**. 2021. 188 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021.
- MALAFAIA, G.; BÁRBARA, V. F.; RODRIGUES, A. S. L. Análise das concepções e opiniões de discentes sobre o ensino de Biologia. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 4, n. 2, p. 165-182, 2010.
- MALAJOVICH, M. A. (2015). **Extração de DNA**. Disponível em: <https://bteduc.com/guias/68_Extracao_de_DNA_um_experimento_ambiguo.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- MARTINS, L. M. **O desenvolvimento do psiquismo e a educação escolar: contribuições à luz da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica**. 2011. 250 f. Tese (Doutorado) - Tese de Livre Docência, Departamento de Psicologia da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Departamento de Psicologia da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.

- MARTINS, Ligia Marcia. Os fundamentos psicológicos da pedagogia Histórico-Crítica e os fundamentos pedagógicos da psicologia Histórico-Cultural. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, v. 5, n. 2, p. 130-143, dez. 2013.
- MELO, J. F. R. **Desenvolvimento de atividades experimentais no ensino de Biologia**- Um estudo de caso. 2010. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- MESSEDER NETO, Hélio da Silva. **Contribuições da Psicologia Histórico-Cultural para a Ludicidade e a Experimentação no Ensino de Química**: além do espetáculo, além da aparência. 2015. 248 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.
- MESSEDER NETO, Hélio da Silva. Em busca do Mágico de Oz? Aportes da Psicologia Histórico-Cultural para pensar e agir e sentir com o lúdico no ensino de Química/Ciências. In: CLEOPHAS, M. G.; SOARES, M. H. F (Orgs). **Didatização Lúdica no ensino de Química/Ciências**: Teorias de Aprendizagem e outras interfaces. São Paulo, SP: Editora Livraria da Física, p. 205-217, 2018.
- MILITO, L. S. **Crime Scene Investigation (CSI) - Miami**. 2002-2012.
- MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. **Noções básicas de Epistemologias e Teorias de Aprendizagem como subsídios para a organização de Sequências de Ensino-Aprendizagem em Ciências/Física**. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 220, 2016.
- MOURA, J. et al. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 2, n. 34, p. 167-174. 2013.
- NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **Revista InFor**, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2016.
- PAIVA, A. L. B.; MARTINS, C. M. C. Concepções prévias de alunos de terceiro ano do Ensino Médio a respeito de temas na área de Genética. **Ensaio**, v. 7, n. 3, p. 182-201. 2005.
- ROCHA, Jaqueline Aparecida Paulo da; ANGELO, Elisangela Andrade. Análise textual discursiva sobre transgênicos em sites educativos de Biologia. **Revista de Ensino de Biologia da Sbenbio**, p. 346-360, 2020.
- SANTOS, Manuel Messias. **Ensino de Termologia**: uma proposta de sequência didática baseada na pedagogia histórico-crítica de dermeval saviani. 2018. 51 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.
- SANTOS, César Sátiro dos. **Ensino de Ciências**: abordagem histórico-crítica. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 87 p, 2012.
- SARAIVA, V. C. et al. O Ensino de Genética no 3º ano do Ensino Médio com enfoque na Engenharia Genética. In: Congresso Nacional de Educação, (CNE), 3., 2016, Natal. **Anais**, Campina Grande: Editora Realize, 2016.
- SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-Crítica**: primeiras aproximações. 11. ed. Campinas: Autores Associados, 2013. 137 p.
- SAVIANI, D. O conceito dialético de mediação na pedagogia Histórico-Crítica em intermediação com a psicologia Histórico-Cultural. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 26-43, jun. 2015.
- SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. 43. ed. Campinas: Autores Associados, 2018. 113 p.
- SILVA, C. C.; CABRAL, H. M. M.; CASTRO, P. M. Investigando os obstáculos da aprendizagem de genética básica em alunos do Ensino Médio. **Educação Temática Digital**, v. 21, n.3, p.718-737, 2019.
- SILVA, C. C.; KALHIL, J. B. A aprendizagem de genética à luz da Teoria Fundamentada: um ensaio preliminar. **Ciência & Educação**, v. 21, n. 1, p. 125-140, 2017.
- SOUZA, J. A. M. De Lenin em Vigostki: do espontaneísmo inconsciente ao desenvolvimento da consciência. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, v. 12, n. 2, p. 322-334, 2020.
- TEMP, D. S.; SANTOS, M. L. B. O ensino de Genética: a visão de professores de Biologia. **Rev. Cient. Schola**, v. 2, n. 2, p. 83-95, 2018.
- TENÓRIO, T.; LEITE, R. M.; TENÓRIO, A. Séries televisivas de investigação criminal e o ensino de ciências: Uma proposta educacional. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, v. 1, n. 13, p. 73-96, 2014.

JAQUELINE APARECIDA PAULO DA ROCHA: Especialista em análises clínicas e microbiologia pela FAVENI. Licenciada em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal do Paraná, campus Umuarama. Licenciada em Pedagogia pela Universidade Futura (FAVENI).

E-mail: jaquelineappaulorochoa@gmail.com.

JEAN VICTOR NERY DA SILVA: Mestrando em Sustentabilidade pelo Instituto Federal do Paraná (Umuarama)/Universidade Estadual de Maringá. Especialista em Direito Ambiental pela INTERVALE. Licenciado em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal do Paraná, campus Umuarama.

E-mail: neryjean@hotmail.com.

LAUDICEIA CAPARROS SOARES: Licencianda em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal do Paraná, campus Umuarama.

E-mail: laudiceiacaparrros@gmail.com.

ELISANGELA ANDRADE ANGELO: Doutoranda em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Maringá. Mestre em Ciência de Alimento pela Universidade Estadual de Londrina. Especialista em Educação Profissional e Tecnológica Inclusiva pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro. Licenciada e bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina. Licencianda em Pedagogia pela Universidade Estadual do Centro-Oeste. Docente do Instituto Federal do Paraná, campus Umuarama.

E-mail: elisangela.angelo@ifpr.edu.br.