# CONTRIBUIÇÕES DO ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE EM UMA UNIDADE DE APRENDIZAGEM: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO ENSINO DE GENÉTICA

## *CONTRIBUTIONS OF THE FOCUS SCIENCE, TECHNOLOGY, SOCIETY IN A LEARNING UNIT: A REPORT OF EXPERIENCE IN GENETIC TEACHING*

**Leandro dos Santos Furtado**
Universidade do Estado do Pará, UEPA
Belém, PA, Brasil
leandro.furtado02@gmail.com

**Sinaida Maria Vasconcelos**
Universidade do Estado do Pará, UEPA
Belém, PA, Brasil
sinaida@uepa.br

**Resumo.** Este trabalho constitui-se na análise, a partir de uma experiência de ensino-aprendizagem, de uma prática de ensino com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade em uma Unidade de Aprendizagem (UA) com o tema DNA e identificação de pessoas para desenvolver conteúdos de Genética. A pesquisa foi embasada na abordagem qualitativa. As etapas foram desenvolvidas em uma escola da rede pública de Belém-Pa, com alunos do 2º ano do Ensino Médio. Após as análises, verificou-se que a proposta realizada oferece contribuições relevantes que corroboram para mudanças e melhorias no processo de ensino-aprendizagem, pois os alunos desenvolveram habilidades e competências como argumentação, pensamento crítico, superação de mitos sobre ciência e tecnologia e conhecimentos científicos com as suas perspectivas éticas, sociais, econômicas, políticas e jurídicas. Contribuindo também à formação de alunos críticos, reflexivos, conscientes e autônomos para a tomada de decisões inteligentes de cunho social.

**Palavras chave:** educação cts; ensino de genética; unidade de aprendizagem; educação científica.

**Abstract.** This work consists in the analysis, from a teaching-learning experience, of a teaching practice focused on Science, Technology and Society in a Learning Unit (UA) with the theme DNA and identification of people to develop learning content. Genetics The research was based on the qualitative approach. The stages were developed in a public school in Belém-Pa, with students from the 2nd year of high school. After the analysis, it was found that the proposal made offers relevant contributions that corroborate changes and improvements in the teaching-learning process, as students developed skills and competences such as argumentation, critical thinking, overcoming myths about science and technology and scientific knowledge. with their ethical, social, economic, political and legal perspectives. Contributing also to the formation of critical, reflective, conscious and autonomous students for intelligent social decision making.

**Keywords:** cts approach; genetics teaching; learning unit; science education.

## INTRODUÇÃO

Os conteúdos de Genética no ensino médio ainda são taxados de difíceis pelos estudantes, pois exigem um determinado nível de abstração para a sua compreensão, principalmente, quando são ensinados com foco exacerbado nos seus conceitos (SOUSA, 2013; MOURA et al., 2013), "o preparo do material para a apresentação do assunto; as ferramentas que são utilizadas nas aulas práticas e o conhecimento prévio do aluno" (BORGES; SILVA; REIS, 2017, p. 63) que na maioria das vezes não é levado em consideração.

Todos os dias são divulgados pela mídia as novidades ou problemas sociais relacionados a ciência e tecnologia ligadas à Genética, logo, isso impõe aos professores de Biologia um constante desafio e o dever em promover um ensino de qualidade, contemporâneo, contextualizado e interdisciplinar (BONZANINI, 2011; SOUSA, 2013; MOURA et al., 2013) e "revelando como e por que foram produzidos, em que época, apresentando a história da Biologia como um movimento não linear e frequentemente contraditório" (BRASIL, 2000, p. 19) e dinâmico para que o entendimento de determinados conteúdos, essenciais para a compreensão do mundo de hoje, sejam significativos para os alunos (BONZANINI, 2011; SOUSA, 2013).

Entretanto, alguns docentes não possuem uma formação que favoreça a construção de tarefas planejadas e orientadas para possibilitar a tomada de decisões dos alunos que envolvam os direitos e deveres de um cidadão, e assim, alcançar resultados satisfatórios a favor da coletividade, por conseguinte, acabam não abordando o conteúdo de modo estimulador e atrativo para o indivíduo, não levando em consideração seus aspectos históricos, sociais, econômicos, políticos e culturais para atribuir sentido no aprendizado do assunto (TEIXEIRA, 2003; GIANOTTO; DINIZ, 2010).

Diante de tal realidade, evidencia-se a necessidade de proporcionar aos alunos a ampliação de seus conhecimentos sobre a produção do conhecimento científicos e tecnológico, com o objetivo de contribuir para a mudança de alunos passivos para engajados em construir, ativamente, soluções para problemas de relevância social (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; SANTOS, 2012), "de maneira que os permita

compreender melhor o ambiente sob os seus diversos aspectos, despertar a curiosidade intelectual, estimular o sentido crítico e compreender o real, mediante a aquisição de autonomia na capacidade de discernir" (DELORS et al., 1996, p. 91).

Assim, faz-se bastante prudente a abertura de uma discussão e reflexão coletiva entre professores a respeito das ideologias e concepções que norteiam a prática educativa e a formação de professores (FRANCO, 2016) na educação em biologia, para se conhecer as possibilidades pedagógicas e as fundamentações teóricas que existem e ir ao encontro de uma abordagem metodológica ou à mescla de abordagens para a formação de estratégias importantes para o ensino dos conteúdos biológicos e adequados à realidade do discente (MOURA et al., 2013).

O que possibilita um ensino de Genética diferente, em que é utilizado um modelo atual, com características motivadoras, criativas, participativas, intervencionistas e que vislumbre a complexidade do conhecimento cientifico em Genética, identificando as principais tecnologias envolvidas no processo de manipulação gênica e suas influências nos fenômenos sociais, com o objetivo de construir um cidadão eticamente consciente de suas ações na sociedade (SOUSA, 2013; MOURA et al., 2013).

Porém, o ensino não tem acompanhado, de modo adequado e nem o mínimo necessário, o desenvolvimento cientifico e tecnológico em Genética e do seu uso para a humanidade e o meio ambiente, logo, mostra-se necessário que os cidadãos estejam capacitados e hábeis para tomar decisões sobre Genética (SOUSA, 2013; MOURA et al., 2013).

Em vista disso, a proposta deste trabalho foi de construir uma prática de ensino de Genética que abarcasse diferentes estratégias didáticas como: a exibição, análise e socialização de filmes, séries e documentários; elaboração de textos, atividade de experimentação investigativa; construção de argumentos e promoção de debates, a partir de uma temática do cotidiano do grupo discente e dentro de uma unidade de aprendizagem como norteadora e organizadora dos conteúdos e conceitos de Genética, sendo tratados com as concepções do enfoque CTS.

E assim, conforme Sousa (2013) preencher as lacunas existentes no ensino de Genética, buscar a superação de metodologias tradicionais existentes, assim como, subsidiar outros projetos de pesquisa que contribuem positivamente para a melhora da qualidade da educação em Genética e "um ensino de natureza reflexiva" (SOUSA, 2013, p. 18).

Logo, o estudo teve como objetivo central, analisar os impactos no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Genética produzidos pelo desenvolvimento de uma unidade de aprendizagem associada às concepções CTS.

O trabalho articula o enfoque CTS e Unidade de Aprendizagem, na busca por demonstrar a importância de construir uma prática de ensino que sensibilize ou contribua efetivamente para a formação de alunos voltados para suas responsabilidades sociais como membros titulares da sociedade contemporânea. Dentro dos avanços da Genética este trabalho elegeu a identificação de pessoas por meio do DNA como tema para o ensino de Genética, pois, possui caráter motivador, contextualizado e interdisciplinar para aprender Genética, além de servir como mobilizador de conteúdos ligados a mesma.

Por fim, foi feita a sistematização, análise e discussão dos dados construídos, do ponto de vista qualitativo, de acordo com a ordem dos encontros que ocorreram, a discussão está fundamentada à luz do referencial teórico dos autores. Os instrumentos utilizados foram questionários semiestruturados do pré-teste e pós-teste, exibição e discussão de um vídeo do globo ciência e o filme "GATTACA", elaboração, socialização e discussão de texto e por último, leitura de texto, seguida por construção de argumentos e debates.

O enfoque CTS por ser o fio condutor do presente estudo, será apresentado mais detalhadamente na próxima seção. Em que foi primeiramente colocado seu histórico com os principais acontecimentos que contribuíram para a sua criação e desenvolvimento na educação, em especial, no ensino de ciências e, por fim as articulações entre o CTS e as unidades de aprendizagem.

## ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS

O agravamento dos problemas ambientais e sociais advindo desses conflitos, o globo vivendo a guerra fria e uma iminente terceira guerra mundial despertou nos intelectuais um sentimento de impotência diante dos caminhos que a humanidade trilhava (VAZ; FAGUNDES; PINHEIRO, 2009). A inquietação e incomodo provocado pelo avanço da ciência e tecnologia desconhecido pela sociedade, gerou a necessidade de participação da população em relação às questões éticas, sociais e qualidade de vida em uma era dependente do desenvolvimento tecnológico das indústrias em que o individuo não sabe dos procedimentos da

produção e dos riscos provenientes do consumo dos produtos e, assim, surge o movimento CTS (VAZ; FAGUNDES; PINHEIRO, 2009).

Desta forma, emerge a necessidade do cidadão de conhecer seus direitos e deveres para que possuam a capacidade de leitura de mundo e tenha uma compreensão crítica da dinâmica social contemporânea para que se tenha o desenvolvimento de tomadas de decisões inteligentes, que envolvam as questões sociais e ponham de lado os rumos tecnocratas da sociedade, conduzindo assim a uma educação científica crítica (SANTOS, 2007; 2008; 2012).

Segundo Auler e Bazzo (2001) algumas concepções podem servir de conhecimentos iniciais a serem confrontados durante uma prática de ensino voltada ao enfoque CTS como os autores apontam: relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os acontecimentos do dia a dia; fazer uso de fatos científicos e tecnológicos que possuem relevância para a sociedade; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e do trabalho científico; e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico.

Décio Auler (2001; 2002), contribuiu para o enfoque CTS no ensino de ciências para promoção da educação cientifica e formação de um aluno capaz de tomar decisões, pois trouxe importantes reflexões sobre a neutralidade científica e tecnológica que os alunos e professores precisam superar/problematizar alguns mitos/vícios sobre ciência e tecnologia.

Para Auler (2001) esses mitos são: a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas; a perspectiva salvacionista da ciência e tecnologia; e o determinismo tecnológico. Em que o primeiro supervaloriza o conhecimento científico e as decisões sobre problemas que deveriam envolver todos os cidadãos, são tomadas exclusivamente por especialistas. O segundo está ligado a concepção de que a ciência e tecnologia são as salvadoras da humanidade. E o terceiro advoga que os limites de uma sociedade são estabelecidos pela tecnologia que apresentam.

Segundo Teixeira (2003), caso esses mitos não sejam superados, resultam geralmente na formação de um cidadão que se mantém a margem dos problemas sociais, pois a neutralidade no ensino se apresenta "sem compromisso com a sociedade, apolítico e descontextualizado, portanto, desarticulado com as questões sociais, e que não garante aos educandos a compreensão dos conceitos e habilidades básicas relacionadas à ciência, e por extensão os requisitos mínimos à formação da cidadania" (TEIXEIRA, 2003, p. 98).

Nesse sentido, segundo Auler (2008) o enfoque CTS possui algumas dimensões que direcionam o ensino para a formação cidadã como: a democratização na tomada de decisão em temas que envolvem ciência e tecnologia, o uso de temas sociocientíficos, a interdisciplinaridade e a problematização e superação dos mitos (AULER, 2008). Além dessas contribuições, destaca-se a oposição do enfoque CTS ao ensino tradicional focado na transmissão e recepção de conhecimentos, fundamentado em um ponto de vista positivista da ciência. Sua ideologia está em prol da contextualização, interdisciplinaridade e em direção ao exercício da cidadania, em que a ciência esteja voltada para o entendimento e interferência da sociedade (SANTOS, 2007; 2012).

Desta forma, o educando deixa de ser um agente passivo e "passa a estabelecer novas relações intersubjetivas para a construção de um entendimento e, por conseguinte, de um conhecimento científico, que inclui a reação, reelaborando-o, ampliando-o, criando possibilidades de ação" (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 80).

## UNIDADE DE APRENDIZAGEM E O ENFOQUE CTS

A Unidade de Aprendizagem (UA) é uma forma de planejar, organizar e colocar em prática uma sequencia de atividades, a partir do diálogo com os alunos, na sala de aula com o proposito de romper com o modo tradicional e linear de distribuição e desenvolvimento dos conteúdos historicamente construídos, pois favorece a introdução de práticas de ensino interdisciplinares e contextualizadas (GALIAZZI; GARCIA; LINDEMANN, 2004; FRESCHI; RAMOS, 2009).

De acordo com Freschi e Ramos (2009) a Unidade de Aprendizagem possui o foco em desenvolver as aprendizagens significativas dos alunos, pois partem da problematização daquilo que os alunos já possuem em termos de conhecimentos advindos de outras experiências e vivências, o que os conduzem ao confronto de tais concepções por meio dos atos de pesquisar, questionar e socializar argumentos construídos e reconstruídos e assim, "promover a comunicação, em especial a fala e a escrita, valorizando a função epistêmica desses processos" (FRESCHI; RAMOS, 2009, p. 157).

Pinheiro Junior (2010) argumenta que a Unidade de Aprendizagem organiza as atividades em sala de aula e que a escolha do tema que a norteará, é escolhida pelo professor de modo dialógico com os alunos, de tal forma que o docente se apresenta em uma nova função e passa a ser mediador do processo, mas não perde sua autonomia e nem sua responsabilidade e autoridade, apenas ocorre o compartilhamento de atribuições em que ambos passam a ser produtores da prática de ensino, aprendizagem e de conhecimento (GALIAZZI; GARCIA; LINDEMANN, 2004; PINHEIRO JUNIOR, 2010).

Esta perspectiva corrobora com o enfoque CTS para o ensino de Ciências, pois se percebe o uso de temas, combinada com a dinâmica metodológica introduzida pela Unidade de Aprendizagem, mostra-se interessante para a organização, interdisciplinaridade, contextualização dos conteúdos, possibilita a superação de uma aprendizagem de conceitos e teorias abstratas de modo canônico, além de auxiliar na formação de atitudes, valores e tomada de decisões para o exercício da cidadania (TEIXEIRA, 2003; ANELE, 2007; PINHEIRO JUNIOR, 2010; SANTOS, 2012).

Essa articulação entre aspectos da Unidade de Aprendizagem e do enfoque CTS se apresenta como uma possibilidade de integrar a área das ciências da natureza e das ciências sociais (PINHEIRO JUNIOR, 2010), pois favorece o uso de temas científicos e tecnológicos que tenham relevância social para o aluno, que suscita a problematização (ANELE, 2007; PINHEIRO JUNIOR, 2010), com vistas a aglutinar ao currículo "discussões de valores e reflexões críticas que possibilitem desvelar a condição humana" (SANTOS, MORTIMER, 2009, p. 193).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A intervenção pedagógica foi realizada em uma escola pública de ensino fundamental e médio no munícipio de Belém, Pará, Brasil. A pesquisa foi realizada no contra turno da turma da manhã, com um grupo de alunos do segundo ano do ensino médio, cujo número de participantes variou entre 38 e 25 nas diferentes etapas do processo na disciplina de biologia.

Foram construídas aulas que atendessem as necessidades e objetivos do estudo que visou a construção e desenvolvimento dos aspectos conceituais, procedimentais, atitudinais para que os alunos desenvolvessem a sua criticidade e autonomia de pensamento e tomada de decisões. E saber em que termos ocorrem a melhoria no processo de ensino e aprendizagem de Genética por meio do enfoque CTS em uma Unidade de Aprendizagem.

A investigação é de perspectiva qualitativa, pois segue o que se contempla no trabalho que é verificar o processo de ensino e aprendizagem na obtenção de conhecimentos fundamentais a formação do aluno na percepção do mundo ao seu redor para tomar decisões importantes:

> O conhecimento é uma capacidade disponível em nós, seres humanos, para que processemos de forma mais adequada a nossa vida, com menos riscos e menos perigos. O conhecimento tem o poder de transformar a opacidade da realidade em caminhos "iluminados", de tal forma que nos permite agir com certeza, segurança e previsão (LUCKESI, 1985, p. 51).

Segundo André (1983) o uso da perspectiva qualitativa é apropriado à ocasião na busca da produção de conhecimento cientifico sobre um determinado fenômeno educativo de modo consistente e holístico, pois tem como proposito perceber as diversas perspectivas e significados que podem emergir a partir dos fenômenos que estão em seu ambiente natural e isso possibilita a compreender os sujeitos dentro de um contexto (ANDRÉ, 1983). E é um campo de pesquisa que proporciona várias alternativas metodológicas e flexíveis que admitem a dinamização do processo por concordar com outras técnicas de coleta de dados (YIN, 2016).

Durante o desenvolvimento do estudo, alguns princípios éticos e morais foram seguidos para proporcionar um trabalho mais humanizado. Essas ideias foram desenvolvidas a partir de Bogdan e Biklen (1994) que apresentaram quatro regras fundamentais da pesquisa: as identidades dos sujeitos devem ser protegidas; os sujeitos devem ser tratados respeitosamente e de modo a obter sua cooperação na investigação; ao negociar a autorização para efetuar um estudo, o pesquisador deve ser claro e objetivo com todos aqueles que serão investigados e deve respeitá-los até a finalização do estudo e quarto e último, ser verdadeiro ao escrever os resultados.

## DELINEAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DA UNIDADE DE APRENDIZAGEM

Diante do exposto, a Unidade de Aprendizagem foi desenvolvida com o Tema: "DNA e Identificação de Pessoas". Foi realizada em cinco encontros com duração de 2h30min cada e em duas semanas. E esta, foi estruturada segundo o quadro abaixo:

**Quadro 1.** Delineamento das atividades desenvolvidas na Unidade de Aprendizagem

| ENC. | ATIVIDADES DESENVOLVIDAS | ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS |
|---|---|---|
| 1º | • Apresentação do projeto para os alunos;<br>• Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos participantes da pesquisa;<br>• Vídeo: Globo Ciência - DNA e Identificação. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=n2seArCWnvA | • Aula expositiva dialogada;<br>• Exibição de Vídeo e Elaboração de um Resumo. |
| 2º | • Exibição do filme GATTACA – A Experiência Genética. | • Exibição de Filme;<br>• Construção e socialização de um resumo crítico. |
| 3º | • Uso da Temática: "DNA e identificação de Pessoas", para fomentar os principais conceitos de Genética, como, DNA, genótipo, fenótipo, cromossomo, gene, mutações gênicas, alelos, homozigose, heterozigose, dominância e recessividade etc. Bem como as tecnologias responsáveis pela manipulação gênica e os impactos sociais, éticos, econômicos, políticos e jurídicos na sociedade.<br>• Prática de Extração do DNA de morangos para simular a técnica da retirada de material genético durante as investigações criminais, testes de paternidade e identificação de cadáveres. | • Aula expositiva dialogada;<br>• Oficina. |
| 4º | • Apresentação do vídeo: "DNA - A Construção Social da Descoberta". Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=zaSzjTkaM18&t=611s<br>• Leitura de textos referentes à temática<br>• Construção argumentos e promoção de debate sobre os textos. | • Exibição de Vídeo;<br>• Leitura de textos, construção de argumentos;<br>• Debate. |
| 5º | • Resolução de situações-problema contextualizadas de acordo com o tema estudado como exercício;<br>• Avaliação da Unidade de Aprendizagem por meio do Questionário após sequência didática. | • Resolução de Situações Problema;<br>• Questionário. |

**Fonte:** Construído pelos autores inspirados por Sousa (2013).

Os dados foram construídos durante todo o processo pela observação participante, ao longo das discussões desenvolvidas coletivamente nas atividades colocadas aos estudantes e escritas em caderno de campo, a gravação das vozes dos alunos, especificamente, no decorrer do debate, para que, posteriormente, pudessem ser feitas as análises com maior cuidado, atenção e descrever com máximo de detalhes e fidedignidade. Além da liberdade para a reflexão sobre o processo de aprendizagem.

Os questionários antes e depois do desenvolvimento da Unidade de Aprendizagem tiveram a finalidade de obter informações dos atores da pesquisa sobre seus conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado (GIL, 2008), contendo questões semiestruturadas e análise documental (LÜDKE; ANDRÉ, 1986) que foi o material escrito produzido pelos discentes, como a elaboração de textos sobre o vídeo e filme e construção de argumentos para o debate.

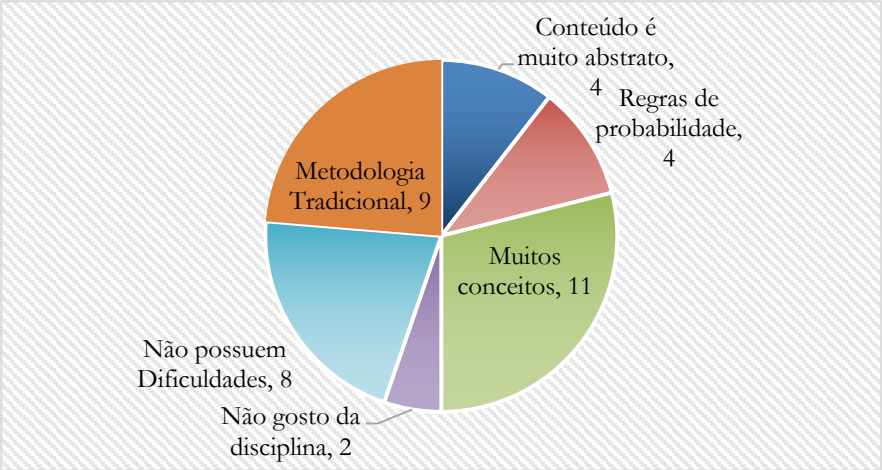
Os dados foram analisados e discutidos, à luz do referencial teórico e com outros trabalhos, ao longo da descrição detalhada dos encontros, onde foram levadas em consideração algumas características do enfoque CTS; as estratégias didáticas utilizadas; os conhecimentos prévios dos alunos; e superação dos mitos já mencionados.

## DESCRIÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS ENCONTROS

Para a constituição dos dados iniciais foi utilizado com os alunos um questionário composto por 5 questões, que buscavam identificar, primeiramente, por que possuíam dificuldades em aprender Genética? A segunda, como eles gostariam de aprender Genética? A terceira, saber dos seus conhecimentos de Genética e, a quarta, saber se conseguiriam apontar os aspectos sociais, éticos, jurídicos, políticos e econômicos do tema citado acima.

O Gráfico 1 mostra o resultado da primeira pergunta do questionário, cujo objetivo foi verificar o porquê dos alunos possuírem dificuldades em Genética.

**Gráfico 1**: Principais dificuldades em Genéticas apontadas pelos alunos.




**Fonte:** Dados levantados pelo autor.

Diante do Gráfico 1, é possível notar que 11 alunos citaram que possuem dificuldades em Genética devido a existência de muitos conceitos, já outros 4 alegaram ser as regras de probabilidade, 4 apontaram o conteúdo muito abstrato como motivo, 2 disseram não gostam da disciplina, 9 atribuíram as suas dificuldades a metodologia de ensino da professora e por fim 8 alegaram não possuir dificuldades em Genética, vale salientar que essas duas últimas dificuldades surgiram no item outros do questionário prévio.

Estes dados indicam que a existência de muitos conceitos em Genética foi a principal dificuldade apontada por vários alunos, assim como apontado por Barni (2010) é que

> as aulas de Biologia, estão relacionadas à compreensão de muitos conceitos de Genética. A Genética está inserida no contexto tecnológico com vários avanços científicos na área de Biologia molecular, mas a experiência com os estudantes tem mostrado que os esquemas dos livros didáticos, muitas vezes, não são fontes suficientes para esclarecer essas relações conceituais.

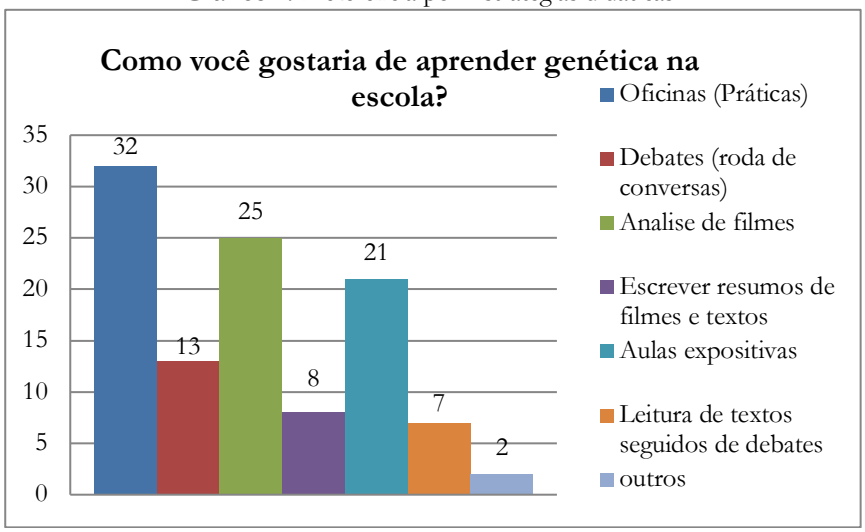
É de extrema necessidade que esses conceitos sejam formados e assimilados corretamente, já que a aprendizagem da Genética é complexa, pois "envolve uma rede de conceitos que o estudante precisa consolidar para construir efetivamente seus conhecimentos" (BARNI, 2010, p. 18).

Em vista dos dados levantados, a segunda mais citada diz respeito a metodologia da professora que segundo os alunos colabora para o surgimento dessa dificuldade em Genética, Trogello (2012) argumenta que é papel do professor, estimular, motivar e desenvolver uma metodologia de ensino que vise a valorizar a participação ativa do aluno no processo de ensino aprendizagem.

A segunda pergunta do questionário foi proposta, com a intenção de permitir aos alunos se expressarem e dizerem como gostariam de aprender Genética, sendo-lhes apresentadas diversas práticas pedagógicas como alternativas.

O Gráfico 02 ilustra o resultado das repostas à segunda questão. E as escolhas foram distribuídas de acordo com a quantidade de vezes que foram apontadas pelos alunos demonstrando a preferência por determinados recursos didáticos.

**Gráfico 2:** Preferência por Estratégias didáticas.




**Fonte:** Dados do autor.

Com a exposição dos dados no gráfico pode se verificar que as oficinas (Práticas) foram apontadas 32 vezes, os debates com 13, análise de filmes com 25, Aulas expositivas com 21, leitura de textos seguidos de debates com 7 apontamentos. Logo, constata-se que, as práticas no ensino de ciências tomaram conta da preferência dos alunos em aprender por essa estratégia didática, comprovando as ideias de Trogello (2012) quando afirma que,

> É uma atividade de aprendizado, desafiadora e de investigação que provoca desequilíbrio e equilíbrio sucessivamente. Um conflito cognitivo que procede à descoberta do conhecimento e aproxima o aluno do fazer ciência, superando o estudo superficial de memorização característico do ensino tradicional.

Vale ressaltar que foi informado, nesta pergunta, que os estudantes poderiam marcar mais de uma alternativa, justamente para criar essa visão de que o discente prefere ter múltiplas didáticas no processo de ensino e aprendizagem, tendo até mesmo alunos marcando todas as alternativas e isso corrobora com Laburú, Arruda e Nardi (2003), Santos e Gebara (2012) ao argumentarem que quanto mais variado e rico for o meio intelectual, metodológico ou didático fornecido pelo professor, maiores serão as condições da maioria dos estudantes de desenvolverem uma aprendizagem efetiva, mais do que apenas pela aula expositiva, sendo a mesma mencionada também como uma forma que os alunos querem ter aulas, mas nunca estava marcada sozinha, sempre com no mínimo outras duas alternativas marcadas a acompanhando.

Logo para se adotar metodologias é necessário fazer uma apuração dos conhecimentos científicos dos alunos, já que "concepções prévias que os alunos trazem ao longo de sua vida, a respeito dos conteúdos de Genética, constituem um importante instrumento para a organização do ensino" (LOURENÇO; REIS, 2013, p. 5).

A terceira questão abordou os principais conceitos científicos de Genética utilizando frases afirmativas para que os alunos marcassem verdadeiro ou falso conforme julgassem certo e, desta maneira, fazer um levantamento das concepções prévias dos alunos. Os resultados obtidos estão ilustrados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Afirmativas com os principais conceitos de Genética.

| Questão Nº | Conceito Científico | Pré-teste | |
|---|---|---|---|
| | | Acertos | Erros |
| 3-a | Composição química do DNA | 18 | 20 |
| 3-b | Gêmeos monozigóticos | 16 | 22 |
| 3-c | Genótipo | 18 | 20 |
| 3-d | Lócus Gênico | 26 | 12 |
| 3-e | Gene | 25 | 13 |
| 3-f | Indivíduos heterozigotos | 21 | 17 |
| 3-g | Representação cromossômica | 26 | 12 |

**Fonte:** Dados coletados durante a aula pelos autores.

Em uma visão geral da questão, nota-se que esse grupo de alunos possui alguns conceitos antes da realização da pesquisa e que foi necessário, apenas trabalha-los de forma contextualizada dentro da proposta do projeto. Porém, vale salientar que o objetivo desta questão foi fazer um levantamento dos conceitos científicos prévios dos alunos para que o estudo tivesse início a partir ou sobre o que eles já sabiam.

Em continuidade ao levantamento dos conhecimentos prévios a quarta questão foi baseada nas perspectivas do aluno em como reconhecer a Biologia como um fazer humano e, portanto, histórico, fruto da conjunção de fatores sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos. E também de "identificar as relações entre o conhecimento científico e o desenvolvimento tecnológico, considerando a preservação da vida, as condições de vida e as concepções de desenvolvimento sustentável" (BRASIL, 2000, p. 21).

Esses aspectos não foram percebidos no primeiro contato tanto na fala ou quando os alunos foram questionados a respeito do assunto ou ao escreverem as respostas no questionário. Entretanto, "fica evidente, que a compreensão de tais conteúdos dependerá de um trabalho em sala de aula pelo professor de esclarecimento dos conceitos apresentados" (SANTOS, 2009, p. 206).

**1º ENCONTRO**

Nesse primeiro contato foram feitos os esclarecimentos, com a utilização de notebook, Datashow e PowerPoint, sobre o projeto, seus objetivos, o que seria a inter-relação CTS de uma forma clara e contextualizada para que dessa forma pudessem entender como se daria a ação educativa nos futuros encontros, a importância desta abordagem para a melhoria na qualidade do ensino na educação básica. Foi explicitado a grande relevância de todos participarem e se engajarem no processo de pesquisa e a assinatura do termo de consentimento e da sua importância para o prosseguimento da pesquisa.

Vale mencionar que todos os alunos participantes da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), indicando que estavam cientes que estavam participando de uma pesquisa e comprometimento com todas as atividades colocadas, para mais, manifestaram empolgação em relação a proposta, demonstrando interesse.

Porém, alguns falaram que não poderiam comparecer todos os dias, devido a outras atividades marcadas nesse horário, visto que as sequencias didáticas foram feitas no contra turno dos alunos e não no seu horário regular e isso dificultou a participação de alguns nas aulas.

Nesse primeiro contato com os alunos foi promovida uma associação entre conhecimentos científicos e situações do dia-a-dia, para instiga-los a falar sobre as suas ideias a respeito do conteúdo e onde estaria presente na sociedade, o que Delizoicov (1991, 2008) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) defendem como problematização inicial, pois a partir desta etapa o docente passa a obter um panorama da concepção dos alunos acerca da realidade, apresentando uma postura de questionador, relacionando estratégias que serão materializadas em atividades que conduzam a construção do conhecimento (PUCCI, et al., 2011; GEHLEN, et al., 2012).

Foi apresentado o vídeo: "Globo Ciência - DNA e Identificação" para que os mesmos tivessem o primeiro contato com aquilo que foi ministrado no decorrer da ação educativa e assim despertar a motivação e o entusiasmo em aprender mais sobre o tema de maneira mais conectada com seu dia a dia e para a construção de um pensamento crítico, reflexivo e autônomo (SOUSA, 2013).

Por esse aspecto, nota-se a importância de tal recurso educativo para o desenvolvimento de um ensino CTS, pois este veículo de informação atualiza os universos sensoriais, éticos e afetivos das diversas faixas etárias e estes, por conseguinte, são levados ao ambiente escolar, pois está intimamente atrelado ao cotidiano e ao modo como o público se comunica habitualmente (ARROIO; GIORDAN, 2006).

O vídeo divulga a aplicação dos conhecimentos científicos de Genética e os avanços da tecnologia no ramo da Genética forense com a identificação de pessoas para a investigação criminal, teste de paternidade e identificação de cadáveres em acidentes graves e na saúde no reconhecimento de doenças hereditárias. Os benefícios da relação entre ciência e tecnologia e sua função à sociedade.

Após a exibição do vídeo foi solicitado aos alunos que fizessem um resumo sobre o mesmo e seus pontos mais importantes no ponto de vista social, econômico, ético, jurídico etc. Foram levantados alguns pontos interessantes sobre a importância dessa ciência e sua respectiva tecnologia na elucidação de crimes, testes de paternidade e identificação de doenças, além de mencionar o avanço das técnicas de clonagem.

**2º ENCONTRO**

Neste encontro aconteceu a exibição o filme "GATTACA" – Experiência Genética, para que os alunos percebessem as aplicações no futuro da Genética e sua tecnologia e seus malefícios para a sociedade quando o torna a resposta para todas as perguntas e, desse modo, despertasse o senso crítico dos alunos já que o mesmo leva em consideração vários aspectos entre eles o social, econômico, ético, jurídico e político.

Após a exibição do filme foi requerido aos alunos a elaboração de um texto sobre o filme, levando em consideração as influências das análises de DNA na sociedade e a socialização, discussão, reflexões e análises a partir dos pontos principais colocados pelos alunos e pelo professor-pesquisador para que os mesmos tivessem a percepção total daquilo que o filme estava querendo fornecer aos mesmos, valendo ressaltar que não foram colocados muitos pontos pelo professor regente e mais dos alunos acontecendo apenas a intervenção em alguns momentos para o desenvolvimento de ideias.

No desenvolvimento da socialização os alunos começaram tímidos, porém no decorrer da atividade os alunos foram se sentindo mais a vontade para falar sobre trechos do filme, relacionar o filme com seu dia a dia, levantar questões éticas, sociais e carregados de valores morais. Foram feitas colocações para enriquecer as discussões, sobre a relação da eugenia no filme e a realizada por Adolf Hitler na segunda guerra mundial contra os judeus.

Constatou-se que os alunos compreenderam a essência do filme, quando falavam de trechos sobre discriminação, preconceito, interferência da ciência na vida das pessoas, superação de dificuldades, falsidade ideológica, noções de perfeição, o que é certo e errado, etc. Isso se percebe no texto que os alunos escreveram:

> "É interessante como o filme mostra uma sociedade onde a Genética é a base de tudo. O filme mostra uma sociedade onde a Genética avançada é capaz de resolver com rapidez e praticidade problemas como doenças. O filme levanta questões importantes como sobre como a Genética influencia em aspectos sociais, morais e éticos, o protagonista Vincent é impedido de participar do projeto espacial "GATTACA" por ser geneticamente imperfeito. É interessante porque o filme levanta uma questão bem discutida no mundo atual: Será tanto avanço genético, tal qual mostrado no filme, é totalmente benéfico? Na sociedade em que vivemos, vemos muitos pontos apresentados no filme mas ainda vivemos numa sociedade mais "humana", onde a Genética ainda é tratada com um certo cuidado". (Aluno 1).

> "Entendi que o filme relata uma sociedade preconceituosa, que seus próprios pais o discriminavam. E ele mostrou que mesmo não sendo perfeito geneticamente conseguiu fazer tudo que queria e até melhor do que os "perfeitos". (Aluno 18).

Outro aluno no seu texto apontou a seleção de recursos humanos com base em dados genéticos para trabalharem na empresa e que esse sistema pode ser burlado, além de mencionar que tantos avanços científicos e tecnológicos estavam cegando os investigadores por confiarem fielmente no perfil genético do investigado e esquecem outras pessoas da empresa demonstrando que a ciência e tecnologia são passiveis de erros. Além de levantar uma questão que é muito debatida: será que a formação humana depende do patrimônio genético ou das relações socioculturais do cotidiano?

> "No filme a sociedade é muito preconceituosa e que se uma pessoa for doente, eles não aceitam, porque são "geneticamente" doente e podem ter algum problema no futuro, e que não é muito fácil se passar por alguém, mas é possível. (...) Ele ia ser descoberto sem ele ter feito nada, mas pensavam que ele tinha matado o cara, iriam prender um homem "inocente" porque acharam um cílio, e mesmo ele sendo geneticamente doente ele conseguia fazer várias coisas, até melhor que o irmão dele que era "perfeito". (Aluno 10).

O filme como estratégia didática demonstrou-se bastante útil, pois estimula e sensibiliza os alunos acerca da temática de um modo lúdico que segundo Santos e Silva (2011) tem como meta despertar nos alunos a atenção, a vontade de conhecer e aprender sobre os conteúdos propostos para que tenham a sua compreensão facilitada. Com a finalidade de "contribuir para a formação de senso crítico nos estudantes, tornando-os aptos a discutir temas polêmicos como cidadãos conscientes de seus deveres e direitos" (COSTA; BARROS, 2014, p. 91).

## 3º ENCONTRO

No terceiro dia de aula ocorreu a prática de extração do DNA feita pelos próprios alunos distribuídos em grupos e a sua finalidade foi de estimular e motivar os mesmos para a aula expositiva dialogada que se deu em seguida pelo professor regente/pesquisador, de maneira contextualizada dos principais conhecimentos

científicos e tecnológicos no ramo da manipulação Genética como PCR e Eletroforese inclusive fazendo relação com a extração de DNA, mencionando também como é feito nos laboratórios de Genética para investigação criminal e testes de paternidade que foram abordadas no decorrer do filme e vídeo, além também de explicar o que não se mostra na mídia ou nas series da televisão, envolvendo o tema: "DNA e Identificação de pessoas". Com a utilização de recursos didáticos como o computador, data show e o PowerPoint que potencializou o entendimento e permitiu mostrar outras áreas na qual a Genética está presente e desta forma, construíram a ideia de onde e como a Genética é usada.

O encontro ficou dividido em três momentos: aula expositiva dialogada, extração do DNA, retomada da aula expositiva dialogada. Decidiu-se fazer dessa forma, devido à primeira parte ter sido abordado bastantes conceitos como DNA, Genética, gene, cromossomos, genótipo, fenótipo, genoma, hereditariedade, biotecnologia.

A atividade prática de extração de DNA de morangos ocorreu no momento em que estava sendo abordadas técnicas de manipulação genica, ocorrendo a quebra na parte teórica da aula, desta forma não deixando a aula como um todo, monótona e desestimulante. Onde os alunos seguiram uma sequência de passos contidos no diagrama de extração caseira de DNA de morango.



**Figura 1.** Lado esquerdo realização da prática de extração do DNA de morango e lado direito visualização do material genético do mesmo em formato de algodão. Acervo próprio.

A última etapa, foi retomada a aula expositiva dialogada com os seguintes questionamentos para que os alunos fossem instigados a pensar a respeito: Por que a fruta tem que estar bem amassada? Qual a finalidade do sal e detergente presente na solução de lise? Por que a água tinha que estar morna? Por que álcool gelado e não normal?

Porém a maioria dos alunos não soube responder as perguntas feitas sendo apenas mencionado por alguns que "*o álcool serve para separar o DNA do resto*", outro falou "*o DNA é mais leve que o álcool*". Ficando a cargo do professor-pesquisador explicar o que havia ocorrido.

A prática foi extremamente relevante, pois os estudantes gostaram e ficaram surpresos quando visualizaram o DNA e o interesse dos alunos sobre o assunto foi aumentado. Porém, não sabiam que poderia ser retirado o DNA das frutas, um dos motivos dessa falta de conhecimento advém da não contextualização do assunto durante as aulas e com finalidade memorística.

As aulas contextualizadas e a utilização de práticas são extremamente necessárias para o processo de ensino e aprendizagem, principalmente de conteúdos abstratos, pois "permite os alunos interajam com o material de estudo, torna o conhecimento palpável e onde os educandos põem em prática hipóteses e ideias aprendidas em sala de aula sobre fenômenos naturais ou tecnológicos e que estão presentes em seu cotidiano" (CARMO; SCHIMIN, 2008, p. 5).

## 4º ENCONTRO

O quarto dia foi marcado pela apresentação de um vídeo com a perspectiva social da elucidação da estrutura do DNA chamado: "DNA - A Construção Social da Descoberta". O vídeo retrata como foi a participação de vários cientistas, laboratórios, áreas diversas do conhecimento, caracterizando a interdisciplinaridade durante a busca e sua grande importância para a sociedade para o encontro de soluções para entender o meio e as coisas que nos rodeiam, além da corrida pela supremacia do conhecimento e um ponto-chave explicito no decorrer do mesmo, é a não neutralidade da ciência, configurando que novos conceitos, teorias e hipóteses que são criadas podem ser mutáveis e que ela não é uma caixa preta.

Em seguida a turma foi dividida em quatro grupos e foram distribuídos, via sorteio, vários textos tirados de sites que falam sobre bioética, biodireito e investigações criminais e de paternidade. Essa atividade foi norteada por um roteiro com um conjunto de regras para que os debates ocorressem de maneira adequada e produtiva.

Após a sua distribuição dos textos e roteiro ocorreram a leitura, levantamento de perguntas e/ou argumentos, definição de posicionamento, organização de cada aluno no grupo e consolidação pelas defesas, positivas ou negativas, quanto a determinadas ideias e/ou argumentos.



**Figura 2:** Lado esquerdo leitura do texto e construção dos argumentos e lado direito realização do debate. Acervo próprio

As discussões que ocorreram no debate foram proveitosas, pois a maioria dos alunos demonstrou domínio sobre aquilo que estavam defendendo, embasados nos textos que leram como em noções de direitos humanos, aspectos éticos, morais, sociais, econômicos, políticos e jurídicos, em situações do dia a dia, experiências passadas, documentários, vídeos, reportagens etc.

Então o resgate dessas informações implica dizer que os estudantes possuem senso comum e senso crítico bom e articulado, de forma que se for embasado e relacionado com os conteúdos escolares e sendo feito um trabalho continuo com os alunos, como por exemplo, construções de argumentos e promoção de debatas no fim de cada capítulo ou unidade de estudo, potencializaria o poder de arguição dos mesmos e os colocariam a frente das suas próprias decisões, atitudes e comportamentos, agindo inteligentemente em seu beneficio e da sociedade. Isso pode ser visto nas respostas de uma das perguntas escolhidas pelos alunos disponíveis no roteiro do debate:

> Para ser feliz precisa ser perfeito?
>
> (...) Geneticamente falando envolvendo o caso da família Newman que eu vi na Discovery, que eles a família era americana do pai e da mãe era brasileira e ele teve uma mistura de genes que ocasionou em uma deformação facial e ele não era considerado perfeito para a sociedade, porque as crianças tinham medo dele, pais, mães e amigos que tinham nojo dele e ele era muito triste, mas depois de algum tempo foram incluindo ele na sociedade teve amigos e tudo ele conseguiu se incluir e ele foi encontrando a felicidade dele que era ser incluso na sociedade mesmo com seus defeitos não sendo perfeito, então ele não precisou ser perfeito para ser feliz (...)(Aluno 1).

Outras características das ciências humanas atreladas aos conhecimentos científicos de Genética estão presentes em uma pergunta formulada pelos alunos em equipe, envolvem a relação entre o comportamento humano, ser ou não ser, determinado pelo material genético:

> Você acredita que o DNA influência na personalidade?
>
> (...) Bom, eu acredito que muitas pessoas ainda acreditam que o DNA influência na personalidade, mas eu acho que o DNA influencia nas características e a personalidade é um caráter social, a partir que a criança ou a pessoa se inclui na sociedade ela vai pegando coisas e vai vendo coisas e vai vendo como agir, os pais que vão dizendo: É tu tem que fazer isso e não pode fazer aquilo. Então a personalidade não é influenciada geneticamente e sim socialmente (...) (Aluno 1).

A argumentação no ensino de ciências não é só uma ferramenta pedagógica para "auxiliar" as aulas de ciências, mas sim uma estratégia de ensino para educar cientificamente os alunos e assim formá-los conhecedores dos seus deveres e saibam reivindicar seus direitos como cidadão e exercer sua cidadania.

Segundo Scarpa (2015, p. 18)

> Saber argumentar e avaliar argumentos são, então, habilidades importantes em várias esferas de circulação humana. Se, por um lado, argumentar contribui para o indivíduo organizar seu pensamento e expressar a sua vontade; por outro, é por meio da prática pública da argumentação que comunidades comunicacionais são forjadas e que se torna possível estabelecer os consensos necessários a uma vida em sociedade.

Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia são palavras das orientações curriculares nacionais, assim como

> Compreender e emitir juízos próprios sobre informações relativas à ciência e tecnologia, de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara e consistente sempre que necessário, identificar corretamente o âmbito da questão e buscar fontes onde possa obter novas informações e conhecimentos. Por exemplo, ser capaz de analisar e julgar cálculos efetuados sobre dados econômicos ou sociais, propagandas de vendas a prazo, probabilidades de receber determinado prêmio em sorteios ou loterias, ou ainda apresentadas em um dado problema ou diferentes sínteses e conclusões extraídas a partir de um mesmo texto ou conjunto de informações (BRASIL, 2006).

Relacionar seus conhecimentos adquiridos em outras disciplinas para embasar seus argumentos e defender sua ideia, permite o aluno ter uma visão total e que tudo ao seu redor pode interferir em um determinado processo e que por essas razões externas são passiveis de erros, quebrando os paradigmas de que a ciência e as suas tecnologias estão sempre corretas. Essa ideia se faz presente na fala de uma aluna, quando um dos alunos da plateia lhe perguntou se o teste de DNA é 100% confiável e sua resposta foi:

> (...) Assim, porque hoje em dia como todas as empresas e todas as pessoas estão querendo ganhar mais e mais dinheiro, ganhar mais, eles estão barateando o processo, então... sei lá eles procuram sempre fazer de um jeito mais barato, as vezes não tomam as mesmas precauções.. As vezes a pessoa não limpou a maquina de fazer o teste direito e pode ter algum vestígio e pode contaminar ou no processo quando ela estiver manipulando ela pode deixar cair alguma coisa dentro... então não acho que seja 100% (Aluna 4)
>
> Há fatores ambientais que possam modificar o DNA?
>
> (...) se os peritos criminais acharem o DNA exposto a luz solar pode danificar ou o local onde ele estiver possa estar sujo com alguma substancia como detergente, sabão (...) pode estragar (...)(aluna 4).

Percebe-se na fala da aluna, sinais de superação do determinismo tecnológico, ou seja, seus argumentos são contrários à eficácia completa da tecnologia na solução de problemas, pois levam em consideração outros elementos que podem interferir no processo, logo, possuem pensamentos desvinculados da neutralidade científica e tecnológica.

Outro aspecto defendido pelo enfoque CTS é que os alunos tem que superar a perspectiva de que é necessária a produção de mais ciência e tecnologia, e isso evidente na fala da aluna três quando ignora que as soluções *"advém da geração de mais e mais tecnologias e seus conhecimentos científicos*" que pode ser complementada pela resposta da quarta aluna, *"para melhorar os testes de DNA é necessário ter mais qualidade nos procedimentos, ou seja, mais cuidado no manuseio, limpeza dos equipamentos de modo adequado e serem feitas por pessoas especializadas"*.

Segundo Auler (2002) as referidas concepções possuem o papel de "meios" dos quais se trabalha a perspectiva analítica e educativa para se atingir o nível de consciência máxima possível. E isso, no presente estudo, está associado ao enfoque CTS no sentido de uma compreensão não neutra de ciência e tecnologia (AULER, 2001).

Ao longo dos debates foram levantados aspectos de cunho ético, social, moral e econômico, como por exemplo, *"as empresas são obrigadas a fornecerem termos de segredo para as pessoas que serão submetidas aos testes de DNA"* (Aluna 2), *"o Estado fornece testes de DNA gratuitamente"* (Aluno 6), *"existem mães que não querem nada e se aproveitam do teste para ganhar dinheiro"* (Aluno 5) e também foi colocado por um dos alunos uma situação de pais separados na qual o pai por meio do teste requeria a guarda da filha porque sua ex-mulher era homossexual e não admitia a criança ser criada nesse ambiente.

Esses argumentos vão ao encontro do que é preconizado, valorizado e estimulado pelas orientações curriculares nacionais para o ensino médio, que a "aproximação do conteúdo específico com a realidade do aluno trará maior eficácia ao aprendizado" (BRASIL, 2006, p. 38) e que este aprendizado deve conduzir a atitudes para além do conhecimento científico, levando o aluno, como cidadão e como personalidade ética

e crítica, a desenvolver atitudes de valorização sua própria vida, dos seus semelhantes e do resgate da autoestima do cidadão (BRASIL, 2006).

Por todas as análises e discussões feitas até aqui baseado naquilo que os alunos produziram e nas observações durante o desenvolvimento do trabalho, demonstram que o ensino médio atual não pode mais ser voltado para o ensino mecânico ou voltado para o mercado de trabalho de muitos anos atrás, deve-se construir metodologias de ensino em ciências/biologia voltados para a construção da responsabilidade social dos educandos. E "isso significa preparar para a vida, qualificar para a cidadania e capacitar para o aprendizado permanente, em eventual prosseguimento dos estudos ou diretamente no mundo do trabalho" (BRASIL, 2002, p. 8).

## 5º ENCONTRO

Após a realização de todas as etapas planejadas, foram fornecidos aos alunos situações problemas como exercício e o questionário pós-execução da unidade de aprendizagem, que conjuntamente com as observações sistemáticas durante o processo pelo professor-pesquisador, serviram de subsídios para a verificação das contribuições que as aulas com o enfoque CTS proporcionaram para o ensino de Genética aos estudantes.

A análise e discussão dos resultados desse questionário posterior foram realizadas nas questões quatro, cinco e seis. Sendo que, a quarta questão corresponde aos aspectos sociais, éticos, políticos e econômicos da identificação de pessoas pelos testes de DNA, a quinta questão uma situação problema sobre gêmeos monozigóticos e dizigóticos e a sexta sobre a confirmação de bebê perdido em um tsunami por meio do teste de DNA.

As respostas dadas pelos alunos na quarta questão do questionário posterior foram extremamente proveitosas em relação ao questionário prévio que foram extremamente incipientes, pois muitas vezes a questão estava em branco ou com a resposta "*não sei*" ou "*não tenho a mínima ideia*" ou forneciam respostas erradas.

Foi identificado de modo diferente no questionário posterior em que a questão número quatro não ficou sem resposta e na maioria dos casos foram respostas críticas e possuíam traços dos aspectos sociais, éticos, econômicos e jurídicos a cerca do assunto como, por exemplo,

> "O teste de DNA é muito importante, mas não deveria ser obrigatório, os testes podem sim ser benéficos, mas também podem sim causar algum tipo de trauma psicológico de uma criança. Acho também que a criança deveria opinar se ela quer ou não fazer o teste, ela pode se sentir desagradável (...) (aluno 4),
>
> "Os testes de DNA não são 100% confiáveis, porque pode causar algum tipo de erro mesmo que seja raro mais é possível" (Aluna 9)
>
> "(...) Interesse em dinheiro como, por exemplo, quando uma mulher joga o pai do seu filho na justiça (aluna 13)
>
> "O teste de DNA pode mudar a vida o que uma sociedade pensa de alguém, quem faz o teste tem que ter ética e não deve aceitar suborno. Muitas empresas enriquecem fazendo teste de DNA." (aluna 14).
>
> "Uma separação, pois pode afetar uma criança, o DNA não é 100% confiável. E o direito do filho de saber quem é o seu pai, ai ele tem que fazer o exame de DNA". (aluno 18)
>
> "Quando um suposto pai não quer reconhecer seu suposto filho, pois quem é mais afetado é a criança". (aluno 20)

Algumas das respostas dos alunos estão carregando um pouco de cada etapa, como o filme, aula expositiva dialogada e os questionamentos gerados durante a mesma e de modo mais acentuado a leitura do texto seguida da construção de argumentos e debate.

Fica evidente que o desenvolvimento da Unidade de Aprendizagem articulado as concepções do enfoque CTS sensibilizou e contribuiu para a formação de alunos críticos, reflexivos e autônomos, em que se observou que os mesmos construíram conhecimentos científicos e tecnológicos em relação a Genética e desenvolveram habilidades, atitudes e valores arraigados nas suas respostas no questionário posterior e

esses resultados estão em consonância com outros trabalhos (ANELE, 2007; PINHEIRO JUNIOR, 2010; SOUSA, 2013).

Os resultados também corroboram com Auler (2003) e Sousa (2013) ao argumentarem que os professores devem criar situações de ensino que articule teoria e prática no processo de aprendizagem de forma a priorizar a prática do questionamento crítico-reflexivo por meio de situações problema do cotidiano e de relevância social.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se que a prática educativa minimizou as dificuldades colocadas pelos alunos no início da investigação, demonstrando assim, que estudar os conteúdos científicos de Genética que possuam relevância social por meio de temas e metodologias de ensino diferenciadas e voltadas para o dia a dia despertam interesse e motivação, o que contribui para a melhora do processo de ensino e aprendizagem dos mesmos.

Percebeu-se também, perante as análises realizadas, que os impactos do processo de ensino e aprendizagem, a partir do desenvolvimento da Unidade de Aprendizagem articuladas as concepções do enfoque CTS, foi positivo, eficiente e eficaz, pois os alunos desenvolveram diversos conhecimentos, habilidades e competências, relacionando os conceitos científicos e tecnológicos que envolvem a Genética com questões sociais, éticas, políticas, econômicas, jurídicas e carregados de valores humanos como dignidade, respeito e felicidade, que dessa maneira, contribuiram para a construção de um pensamento crítico, reflexivo e autônomo acerca do tema estudado e da realidade ao participarem ativamente do processo.

Notou-se uma mudança de atitudes e comportamentos durante as aulas e a melhora na percepeção dos estudantes no que tange a superação dos vícios ou mitos sobre ciência e tecnologia, pois, no início do processo, tinham seus pensamentos movidas por pensamentos neutros em relação a ciência e tecnologia.

Por fim, pode-se inferir que esta prática de ensino, apresenta-se como uma possibilidade metodológica, pertinente e viável, voltada para a promoção da educação em Genética, que visou contribuir para a formação dos alunos, enquanto cidadãos que terão de tomar decisões sobre Genética, de modo, crítico, reflexivo, inteligente e autônomo, corroborando para o exercício da sua cidadania.

## REFERÊNCIAS

ANELE, Andreia Carmelita. O enfoque CTS em sala de aula: uma abordagem diferenciada utilizando a unidade de aprendizagem na educação química. 2007. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: < http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/3516 >. Recuperado em: 15 de setembro de 2019

ARROIO, Agnaldo; GIORDAN, Marcelo. O vídeo educativo: Aspectos da organização do ensino. *Química nova na escola*, n 24, p. 8-11, 2006.

AULER, Décio. Alfabetização científico-tecnológica: um novo "paradigma"?. *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.*, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 68-83, jun. 2003. Disponível em < http://www.scielo.br/pdf/epec/v5n1/1983-2117-epec-5-01-00068.pdf >. Recuperado em 06 de fevereiro de 2019.

AULER, Décio. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. In: *Ciência & Ensino*. v.1, n. especial, 2007 Disponível em < http://200.133.218.118:3536/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/147/109>. Recuperado em: 15 de setembro de 2019.

AULER, Décio. Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências. 2002. Tese (Doutorado em Educação), Centro de Educaçao, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em < https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/82610> Recuperado em: 06 de fevereiro de 2019.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciênc. educ.*, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/01.pdf >. Recuperado em: 10 de setembro de 19.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ens.** *Pesqui. Educ. Ciênc.*, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 122-134, dez. 2001. Disponível em < http://www.scielo.br/pdf/epec/v3n2/1983-2117-epec-3-02-00122.pdf >. Recuperado em: 15 de setembro de 2019.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação:* uma introdução à teoria e aos métodos. Porto Editora, 2010.

BONZANINI, Taitiâny Kárita. Ensino de temas da genética contemporânea: análise das contribuições de um curso de formação continuada. 2011. 2 v. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/102047>. Recuperado em: 15 de setembro de 2019.

BORGES, C. K. G. D; SILVA, C. C. D; 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, pg. 61-75 2017. Disponível em: < http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID403/v12_n6_a2017.pdf>. Recuperado em: 06 de Fevereiro de 2019.

BRASIL, SEMTEC. Orientações Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2006. Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf> Recuperado em: 06 de fevereiro de 2019.

BRASIL, SEMTEC. PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf. Recuperado em: 06 de fevereiro de 2019.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio). Parte III. MEC. Brasília. 2000. Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Recuperado em 06 de fevereiro de 2019.

CARMO, S.; SCHIMIN, E. S. O ensino da biologia através da experimentação. 2008. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1085-4.pdf>. Acesso em: 29 Nov. 18.

COSTA, E. C. P.; BARROS, M. D. M. Luz, câmera, ação: o uso de filmes como estratégia para o ensino de ciências e biologia. *Revista práxis*, ano VI, nº 11, 2014. Disponível em < https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/10623/2/elaine_costaemarcelo_IOC_2014.pdf> Recuperado em: 06 de Fevereiro de 2019.

DELIZOICOV, D. La educaciónen ciencias y la perspectiva de Paulo Freire. *Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia*, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 37-62, 2008. Disponível em: < https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37486>. Recuperado em: 06 de fevereiro de 2019.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. *Física.* São Paulo: Cortez, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de ciências: Fundamentos e métodos. São Paulo: *Cortez*, 2002.

DELORS, Jacques. Educação: um tesouro a descobrir. *Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI*. São Paulo: Cortez, 1998.

FRANCO, Maria Amélia do Rosario Santoro. Prática pedagógica e docência: um olhar a partir da epistemologia do conceito. *Rev. Bras. Estud. Pedagog.*, Brasília, v. 97, n. 247, p. 534-551, Dec. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeped/v97n247/2176-6681-rbeped-97-247-00534.pdf>. Acessado em: 08 de setembro de 2019.

FRESCHI, Márcio; RAMOS, Maurivan. Unidade de Aprendizagem: um processo em construção que possibilita o trânsito entre senso comum e conhecimento científico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.* v. 8, n. 1, p. 156-170, 2009. Disponível em: < http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART9_Vol8_N1.pdf > Recuperado em: 15 de setembro de 2019.

GALIAZZI, Maria do Carmo; GARCIA, Fabianne Ávila e LINDEMANN, Renata Hernandez. Construindo caleidoscópios: organizando unidades de aprendizagem. In: MORAES, Roque e MANCUSO, Ronaldo (Orgs.). Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Editora Unijuí, 2004.

GEHLEN, S. T; MALDANER, O. A; DELIZOICOV, D. Momentos Pedagógicos e as Etapas da Situação de Estudo: Complementaridades e Contribuições para a Educação em Ciência. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132012000100001&lng=en&nrm=iso. Recuperado em: 06 de fevereiro de 2019.

GIL, A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6ª Ed. *Editora Atlas S.A.* São Paulo. Brasil. 2008.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Pluralismo Metodológico do Ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, v.9, n.2, p. 247-260, 2003.

LADEIRA, A. Práticas do professor que potenciam discussões coletivas produtivas. Dissertação de Mestrado em Educação. Instituto Politécnico de Setúbal – Escola Superior de Educação. *Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal – RCAAP*. Portugal. 2015.

LOURENÇO, A. P.; REIS, L. G. Transgênicos na sala de aula: concepções e opiniões de alunos do Ensino Médio e uma prática pedagógica. *Revista Vozes dos Vales da UFVJM: Publicações Acadêmicas.* Nº 03 – Ano II – 05. Minas gerais, Brasil. 2013.

LUCKESI, C. C. Fazer universidade: uma proposta metodológica. *Editora Cortez.* São Paulo, 1985.

MOURA, J.; DEUS, M. S.M.; GONÇALVES, N. M. N.; PERON, A. P. Biologia/Genética: o ensino de biologia, com enfoque a Genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 34, n 2,167-174, jul/dez, 2013.

NOGUEIRA, Eduardo de Faria. Consumo, descarte e sustentabilidade: um estudo de caso, 2017. 152 folhas. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Administração. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2017. Disponível em : < http://www.uel.br/pos/ppga/attachments/dissertacoes/EDUARDO_DE_FARIA_NOGUEIRA.pdf>. Recuperado em: 06 de fevereiro de 2019.

OLIVEIRA, Francisco de. Os direitos do anti-valor. Rio de Janeiro: Vozes, 1997.

PINHEIRO JUNIOR, Edi Morales. A formação de professores no enfoque CTS na aula de ciências pela narração de unidades de aprendizagem no grupo de pesquisa/formação. Dissertação(mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande, Programa de Pós- Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Instituto de Educação, 2010. Disponível em: < http://repositorio.furg.br/handle/1/3576 >. Recuperado em: 15 de setembro de 2019.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Forggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 71-4, 2007.

PUCCI, M. B; MILLÉO, J; BARBOLA, I. F; ROCHA, D. C. Uso de modelos didáticos para auxiliar no ensino de zoologia de invertebrados. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas. 2011. *Anais***...** Campinas: UNICAMP, p. 1-8, 2011.

RAMOS, M.G. O ensino de Ciências e seus objetivos. *PROCIRS*. Porto Alegre, 168p, 1996.

SANTOS, C.R.M.; SILVA, P.R.Q. A utilização do lúdico para a aprendizagem do conteúdo de Genética. Univ. Hum., , v. 8, n. 2, p. 119-144, jul./dez, Brasília, 2011.

SANTOS, J. N.; GEBERA, M. J. F. O pluralismo metodológico: uma prática no ensino de ciências. *Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão.* Presidente Prudente, outubro, 2012.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica Humanística em uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino CTS. *Alexandria*, v.1 n1, p.109-131, mar, 2008.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 36, p. 474–492, 2007.

SANTOS, W.L.P. dos. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. *Amazônia - revista de educação em ciências e matemáticas,* v. 9, n. 17, p. 49–62, 2012.

SANTOS, W.L.P. dos; MORTIMER, E.F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

SOUSA, G.P.; TEIXEIRA, P.M.M. Educação CTS e Genética. Elementos para a sala de aula: potencialidades e desafios. *Experiências em Ensino de Ciências.* MT, v. 09, n. 02, p. 83- 103, 2014.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo M.. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. *Ciênc. educ. (Bauru),* Bauru , v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132003000200003&lng=en&nrm=iso>. Recuperado em 06 Fevereiro de 2019.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo M.. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. *Ciênc. educ. (Bauru)*, Bauru , v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132003000200003&lng=en&nrm=iso>. Recuperado em 06 Fevereiro de 2019.

TROGELLO, A. G; SILVEIRA, R. M. C. F. DANHONI. Atividades práticas no ensino de ciências e o enfoque CTS. *III Simpósio Nacional de ensino de Ciência e Tecnologia.* Ponta Grossa, Paraná, 2012. Disponível em: < http://www.sinect.com.br/anais2012/html/artigos/ciencia/1.pdf>. Recuperado em: 06 de fevereiro de 2019.

YIN, Robert K. Pesquisa qualitativa do inicio ao fim. Tradução de Daniela Bueno. Revisão Técnica de Dirceu da Silva. Porto Alegre, RS: Penso, 2016.