

A BIOTECNOLOGIA COMO TRILHA DE APRENDIZAGEM NO ENSINO MÉDIO: REVERBERAÇÕES SOBRE O LETRAMENTO CIENTÍFICO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

BIOTECHNOLOGY AS A LEARNING PATH IN HIGH SCHOOL: REVERBERATIONS ON THE SCIENTIFIC LITERACY OF A DIDACTIC SEQUENCE

Gisele Tatiane Soares da Veiga¹, Leandro Siqueira Palcha²


Recebido: maio/2022 Aprovado: maio/2023


Resumo: Neste artigo, discutimos a criação de uma Sequência Didática sobre Biotecnologia alinhada às normas curriculares para o ensino de Biologia na Educação Básica na tentativa de romper com o discurso pedagógico autoritário e promover um ensino mais investigativo. O objetivo central deste estudo é analisar como esse produto educacional pode contribuir para o desenvolvimento do Letramento Científico no novo Ensino Médio. Para a elaboração das aulas, foi utilizada a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos e os pressupostos da Educação CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) envolvendo os conteúdos de Biotecnologia. Em seguida, utilizando instrumento de pesquisa, foi conduzida uma avaliação da Sequência Didática por um grupo de onze professores especialistas. Os resultados foram analisados com base na Análise de Discurso de vertente francesa, destacando três recortes (problematização, organização e aplicação) e três efeitos de sentido (efeito de prática, efeito de procedimento e efeito de processo). Em suma, as análises revelam que o desenvolvimento desse produto educacional pode contribuir significativamente para o Letramento Científico. Por fim, o estudo defende que esta estratégia de ensino pode tensionar o discurso pedagógico autoritário e promover um ensino de qualidade.

Palavras-chave: análise de discurso, ensino de biologia, educação CTS.

Abstract: In this article, we discuss the creation of a Didactic Sequence on Biotechnology aligned with the curricular norms for the teaching of Biology in Basic Education to break with the authoritarian pedagogical discourse and promote a more investigative teaching. The main objective of this study is to analyze how this educational product can contribute to the development of Scientific Literacy in the new High School. For the elaboration of the classes, the approach of the Three Pedagogical Moments and the assumptions of STS Education (Science-Technology-Society) involving the contents of Biotechnology were used. Then, using a research instrument, an evaluation of the Didactic Sequence was carried out by a group of eleven specialist teachers. The results were analyzed based on the French Discourse Analysis, highlighting three excerpts (problematization, organization, and application) and three meaning effects (practice effect, procedure effect, and process effect). In short, the analyzes reveal that the development of this educational product can significantly contribute to Scientific Literacy. Finally, the study argues that this teaching strategy can stress the authoritarian pedagogical discourse and promote quality teaching.

Keywords: discourse analysis, biology teaching, STS education.

¹  <http://orcid.org/0000-0003-1434-0922> - Bacharel e Licenciada no curso de Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Mestranda em Biociências e Biotecnologia na Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Carlos Chagas (FIOCRUZ - ICC), Curitiba, Paraná. E-mail: giseletsv@gmail.com

²  <https://orcid.org/0000-0001-7455-0329> – Doutor e Mestre em Educação pela Universidade Federal do Paraná. Bacharel e Licenciado em Ciências Biológicas pela UFPR. Docente do Departamento de Teoria e Prática de Ensino (DTPEN) e do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE), Setor de Educação, da UFPR, Curitiba-Paraná, Brasil. Rua Rockefeller, 57, 80230-130 Setor de Educação - UFPR, Bairro Rebouças, Curitiba-Paraná, Brasil. E-mail: leandropalcha@gmail.com

1. Introdução

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece, para área de Ciências da Natureza, o compromisso com o Letramento Científico durante a Educação Básica visando formar os estudantes para a compreensão, interpretação e transformação do mundo com base nos aportes científicos e com a finalidade de promover “o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo” para o pleno exercício da cidadania (BRASIL, 2018, p. 321). Nesta perspectiva, durante o Ensino Médio, os conhecimentos científicos já devem possibilitar aos estudantes a capacidade de investigar, analisar e discutir situações-problemas sob diferentes contextos socioculturais. Além disso, compreender e interpretar leis, teorias e modelos e aplicá-los na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais (BRASIL, 2018).

Destaca, ainda, a necessidade da contextualização dos conhecimentos em uma perspectiva social, histórica e cultural. Assim, possibilitando ao aluno analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, aproximar-se dos processos e práticas de investigação a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido, como também apropriar-se de linguagens específicas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BRASIL, 2018).

Os conhecimentos de Genética são, comumente, tidos como os mais difíceis tanto para o ensino como para a aprendizagem (BAHAR; JOHNSTONE; HANSELL, 1999; LOPES, 2023). Em parte, deve-se à ausência de metodologias de ensino que estimulem a criatividade, a curiosidade e o interesse dos estudantes, aliada à falta de entusiasmo dos docentes ou instituições de ensino em utilizar novas metodologias (LORENZINI; ANJOS, 2004). Com o desenvolvimento científico, principalmente das áreas de Biologia Molecular, Biotecnologia e Engenharia Genética, os conteúdos de Genética se tornaram ainda mais importantes no ensino de Ciências e Biologia.

Krasilchik (2011) defende que a análise dos fenômenos biotecnológicos na sala de aula pode diminuir a divisão entre a escola e o cotidiano dos estudantes, já que possibilita a capacidade de relacionar a pesquisa científica, a produção industrial e a tecnologia utilizada na sociedade. Dessa maneira, é crucial inserir conteúdos atuais de Genética, relacionados à Biotecnologia, para que os alunos compreendam também o contexto tecno-científico atual em que os conhecimentos são produzidos.

No campo de pesquisas em ensino, observa-se a importância da inserção dos aspectos biotecnológicos no currículo escolar, bem como a necessidade de pesquisa e divulgação científica em Biotecnologia, defendida por diferentes autores (FONSECA; BOBROWSKI, 2015; CHAVES; CAMAROTTI, 2015; SANTOS et al., 2015; MARQUES; RIBEIRO, 2017; MORAES; MONTALVÃO NETO; MORAIS, 2020). Além disso, devido à sua abrangência de temas, a biotecnologia é muito conveniente na contextualização curricular, além de possibilitar inúmeras abordagens interdisciplinares com a química, a física, a matemática, a filosofia e a história, por exemplo (CHAVES; CAMAROTTI, 2015; SANTOS et al., 2015; MARQUES; RIBEIRO, 2017).

Para Moraes, Montalvão Neto e Morais (2020), o ensino de Biotecnologia possibilita a participação ativa dos estudantes na comunidade e promove a democratização da ciência, devido a ampliação ao acesso social a esse conhecimento. Ainda, a Biotecnologia pode despertar a criticidade e as reflexões éticas sobre como esse conhecimento tem sido utilizado na

sociedade. De acordo com os autores, o afastamento dos conceitos biotecnológicos, por parte dos estudantes, impede a formação de cidadãos capazes de pensar e refletir sobre questões sociais, políticas, econômicas e éticas e, conseqüentemente, de atuar ativamente na sociedade.

Contudo, no ambiente escolar, muitas vezes, apenas conteúdos “clássicos” da Genética são abordados, o que acaba distanciando o aluno do universo atual do desenvolvimento científico e tecnológico, sendo extremamente desestimulante para a aprendizagem. Entendem-se aqui os conteúdos “clássicos” como aqueles presentes nos livros didáticos que tratam meramente do fenômeno biológico sem nenhuma problematização e contextualização. Isso impossibilita que o aluno extrapole os conhecimentos abordados em sala de aula para compreender estudos científicos atuais, por exemplo.

Na perspectiva discursiva, temos dito que o discurso pedagógico é um discurso autoritário, em que não são relevantes as condições de significação, a utilidade do saber e o interesse do destinatário. A função dele é a inculcação de informações no aluno, enquanto a função social da escola é cumprir apenas com uma reprodução. Como afirma Orlandi (2011, p. 85), o discurso pedagógico é um discurso autoritário, uma vez que “sua reversibilidade tende a zero (não se dá a palavra), há um agente único (aquele que tem o poder de dizer), a polissemia é contida (se coloca o sentido único), o dizer recobre o ser (o referente está obscurecido)”.

Portanto, desenvolver novas estratégias de ensino, que conduzam a um discurso pedagógico menos autoritário, é fundamental para possibilitar um ensino de qualidade. Nessa perspectiva, o estudo aqui apresentado teve como objetivo elaborar e analisar uma Sequência Didática (SD) sobre Biotecnologia, com enfoque no Letramento Científico, para estudantes do Ensino Médio.

Assim, a SD foi elaborada de acordo com a Competência Específica 3, do capítulo de Ciências da Natureza, da BNCC para o Ensino Médio, a qual sugere que se desenvolvam conhecimentos relacionados à aplicação da tecnologia do DNA recombinante, identificação por DNA, emprego de células-tronco, herança biológica e vacinação (BRASIL, 2018). Esta SD também se orientou pelo Referencial Curricular do Paraná (PARANÁ, 2021), para o novo Ensino Médio no Estado do Paraná, especificamente nos Itinerários Formativos para Ciências da Natureza, onde consta uma Trilha de Aprendizagem para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, chamada “Biotecnologia e Sociedade”, com a finalidade de:

Apresentar aos estudantes a importância das tecnologias associadas à Biotecnologia e o entendimento das aplicações e os impactos decorrentes desta ciência na sociedade, sobretudo em questões relacionadas às práticas conscientes, voltadas à conservação e preservação do meio ambiente, em tratamentos de doenças e terapias gênicas, no aperfeiçoamento de técnicas de agricultura e pecuária, para a melhoria na produção de alimentos e em diversos setores da indústria (PARANÁ, 2021, p. 971).

Nessa perspectiva, cada aula da SD buscou utilizar diferentes ferramentas de ensino em Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018), articulando os pressupostos do Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (SANTOS, 2007). A sequência também foi validada por um grupo de pesquisadores-professores que constituem os sujeitos da pesquisa que responderam a um instrumento de pesquisa sobre a proposta.

Com base no referencial teórico-metodológico da Análise de Discurso de vertente francesa (PÊCHEUX, 2012; ORLANDI, 2013), o *corpus* de análise desta pesquisa será apresentado e discutido. Lembrando, a “Análise de Discurso visa compreender como os objetos simbólicos produzem sentidos, analisando os próprios gestos de interpretação, que ela considera como atos no domínio simbólico, pois eles intervêm no real do sentido” (ORLANDI, 2013, p. 26).

O objetivo central deste artigo, portanto, reside em analisar as reverberações do Letramento Científico de uma Sequência Didática sobre Biotecnologia para o novo Ensino Médio. Espera-se, assim, apresentar algumas contribuições, a partir desse estudo, para o campo de pesquisa e aos docentes da área da Educação em Ciências, de modo a estimular a aplicação dessa SD no Ensino Médio e contribuir para a aprendizagem dos estudantes.

2. Delineamentos teóricos

Para Silva, Ferreira e Vieira (2017), o papel da Educação em Ciências é fornecer subsídios ao estudante para que ele seja capaz de interpretar o mundo ao seu redor, formando um sujeito pensante e crítico. Assim, além de contribuir para a cidadania, a formação científica também é um elemento importante para o desenvolvimento social, econômico e político do país. Não obstante, a educação científica também desempenha um papel crucial no desenvolvimento intelectual e na garantia da qualidade de vida.

Nessa perspectiva, pode-se dizer que a Genética é importante para a Educação em Ciências, já que dispõe de inúmeras aplicações no cotidiano e engloba conteúdos fundamentais para a compreensão de diversos fenômenos da biologia. Além disso, é um dos assuntos que mais desperta o interesse dos estudantes, de diferentes níveis de ensino, bem como, confere a eles a possibilidade de compreender, debater e se posicionar crítica e eticamente sobre diversos temas atuais, como: clonagem, transgênicos, células-tronco, fecundação *in vitro*, utilização de DNA recombinante, entre outros (BONZANINI; BASTOS, 2011).

No último século, o desenvolvimento dos conhecimentos científicos na área da Genética e, mais especificamente, da Biotecnologia, proporcionaram a identificação e descrição de diversas doenças hereditárias, o desenvolvimento de novas terapias, a descoberta e a manipulação do genoma de plantas e diversos animais, inclusive humano. Ademais, novas ferramentas laboratoriais que facilitam a produção de vacinas e novos fármacos ampliaram a área de diagnóstico e, assim, têm sido cruciais para a conservação de espécies ameaçadas, além de inúmeras outras finalidades (GRIFFITHS et al., 2001). De acordo com o que afirmam Borém, Almeida e Santos (2003, p. 35): “Biotecnologia é ciência, oportunidade de negócios e simultaneamente um dos assuntos mais polêmicos da mídia nos dias atuais”, o que reflete inúmeras abordagens e possibilidades de discussões na sala de aula.

Há, contudo, diversos desafios no processo de ensino-aprendizagem dessa temática, na educação básica, que dificultam a compreensão e utilização dos conhecimentos, como: a imensa quantidade de conceitos de difícil assimilação e abstração; a dificuldade do estudante em estabelecer correlações com outras disciplinas; a falta de materiais didáticos e equipamentos que possibilitem um trabalho mais dinâmico; a falta de preparação e má formação do docente;

e a defasagem e descontextualização dos livros didáticos disponíveis (ARAUJO; GUSMÃO, 2017). Isso exige especial atenção dos docentes para o que chamamos de Letramento Científico.

Segundo a definição do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), o Letramento Científico “é a capacidade de se envolver com as questões relacionadas com a ciência e com a ideia da ciência, como um cidadão reflexivo” (BRASIL, 2015, p. 7). A partir dessa definição, uma pessoa letrada cientificamente deve ter as competências de explicar fenômenos cientificamente; avaliar e planejar investigações científicas; e interpretar dados e evidências cientificamente (BRASIL, 2015).

À luz da BNCC, o Letramento Científico tem como principal finalidade fornecer ao aluno o desenvolvimento da capacidade de compreender, interpretar e transformar o mundo utilizando os aportes teóricos e processuais das ciências, visando o pleno exercício da cidadania. Dessa maneira, por meio do conhecimento científico, o estudante, ciente de seu papel como cidadão, é capaz de se posicionar criticamente, tomar decisões e resolver problemas do cotidiano (BRASIL, 2018). Portanto, desenvolver as competências relacionadas ao Letramento Científico implica investigar, avaliar e repensar os procedimentos didáticos, por meio de abordagens e metodologias de ensino que busquem o desenvolvimento de uma formação de um cidadão pleno, capaz de utilizar os conhecimentos científicos na sua vida cotidiana, tomar decisões e debatê-los de maneira coerente (SILVA; FERREIRA; VIEIRA, 2017). Isso exige assumir uma perspectiva do que se entende por Letramento Científico.

Na literatura, muitos autores têm discutido sobre o conceito de Letramento Científico e seus impactos na Educação em Ciências. Davel (2017), por exemplo, defende a utilização do conceito de Letramento Científico nas propostas de ensino com articulação dos pressupostos do Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), uma vez que permite aos estudantes utilizarem a leitura e escrita como uma prática social. Dessa forma, eles poderão compreender e refletir sobre as implicações sociais da Ciência e Tecnologia, não somente a partir da Educação em Ciências, mas também por meio de outros componentes curriculares que estarão correlacionados. Já Bertoldi (2020) ressalta a importância de utilizar o letramento no Ensino de Ciência, uma vez que o conceito de letramento estabelece relações entre Ciência, discurso científico e linguagem escrita. Para o autor, a escrita permite uma abordagem interdisciplinar entre Ciência e a linguagem materna.

Cunha (2018) analisa os diferenciais nos trabalhos que utilizam o Letramento Científico, ressaltando, pelo menos, duas tendências. Uma delas seria o entendimento da Ciência como uma forma de compreensão de mundo e de contribuição cultural. Outro diferencial seria o enfoque nas práticas sociais de uso do conhecimento científico, tanto no exercício da cidadania como na vida cotidiana.

Na perspectiva de Santos (2007, p. 487), reivindicar os processos de Letramento Científico nos leva a “defender abordagens metodológicas contextualizadas com aspectos sociocientíficos, por meio da prática de leitura de textos científicos que possibilitem a compreensão das relações ciência-tecnologia-sociedade e tomar decisões pessoais e coletivas”. Nessa perspectiva, “o conceito de Letramento Científico amplia a função dessa educação, incorporando a discussão

de valores que venham a questionar o modelo de desenvolvimento científico e tecnológico” (SANTOS, 2007, p. 487).

Com efeito, para Santos (2008), o cidadão letrado é aquele que tem a capacidade de participar das decisões democráticas sobre Ciência e Tecnologia, e de questionar a ideologia dominante do desenvolvimento tecnológico. Essas percepções devem ser explicitadas na abordagem CTS. O autor defende uma abordagem CTS sob a perspectiva freireana, na qual propõe-se uma educação capaz de incorporar discussões de valores e reflexões críticas sobre a sua condição no mundo frente às questões científicas e tecnológicas.

Dessa forma, destacamos algumas conjecturas para a Educação CTS, de acordo com Santos e Mortimer (2002, p.3):

- (i) ciência como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais;*
- (ii) sociedade que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia;*
- (iii) aluno como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; e*
- (iv) professor como aquele que desenvolve o conhecimento de e o comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões.*

Neste trabalho, assumimos os pressupostos para a Educação CTS, conforme as pontuações levantadas pela literatura, a citar: “a abordagem de temas de relevância social, a interdisciplinaridade e a democratização de processos de tomada de decisão em temas envolvendo Ciência- Tecnologia” (AULER, 2007, p. 1).

As práticas com Enfoque CTS podem promover o Letramento Científico e a formação cidadã ao aproximar a Ciência do cotidiano; elucidar suas implicações sociais, econômicas, políticas, culturais e ambientais e auxiliar o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores para tomada de decisões responsáveis e éticas (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Portanto, essa proposta de ensino se concentra em fornecer uma educação que envolve Ciência, Tecnologia e Sociedade, com um compromisso de desenvolver habilidades e valores nos estudantes. O objetivo é formar cidadãos reflexivos capazes de analisar de forma crítica todos os aspectos envolvidos nos processos de tomada de decisão, tanto em nível coletivo como individual (AULER, 2002). Ainda, de acordo com as análises de Mendes, Müller e Marques (2021, p.109) a incorporação da educação CTS “auxilia na superação de compreensões neutras e fragmentadas, além de favorecer, dentro da comunidade escolar, a criatividade, a criticidade e a liberdade no debate de questões sociais, culturais, ambientais e políticas”.

Não obstante, a implementação da abordagem CTS requer a identificação de um problema social, seguida pela análise da tecnologia envolvida. O conteúdo científico é, então, estudado considerando tanto o tema social quanto a tecnologia em questão. Também é essencial examinar a tecnologia correlata em relação ao conteúdo apresentado e avaliar as questões ambientais relacionadas ao tema social e à tecnologia apresentada. Por fim, a

discussão da questão social inicial é realizada, visando a construção de uma visão crítica e reflexiva sobre as implicações da ciência e tecnologia na sociedade (AIKENHEAD, 1994). Esses passos podem ser configurados em uma Sequência Didática estruturada e contextualizada para o desenvolvimento das atividades educativas.

Em consonância com a educação científica baseada na perspectiva CTS e do Letramento Científico como prática social, conforme proposto por Santos (2007), é evidente a necessidade de questionar um discurso pedagógico autoritário que se limita a narrativas meramente expositivas e descontextualizadas socioculturalmente.

Em sua definição, como sustenta Orlandi (2011, p. 28), o discurso pedagógico “seria um discurso neutro que transmite informação (teórico ou científico), isto é, caracterizar-se-ia pela ausência de problemas de enunciação”. Desta forma, uma forma de questionar o autoritarismo incorporado no discurso pedagógico “é questionar seus implícitos, o seu caráter informativo, sua unidade e atingir seus efeitos de sentido”, já que este discurso “coloca algumas informações, informações que aparecem como dadas, predeterminadas, e não deixa espaço para que se situe a articulação existente entre o discurso e o seu contexto mais amplo” (ORLANDI, 2011, p. 32).

Diante destes pressupostos, a adoção de um ensino com foco no Letramento Científico e o planejamento das aulas por meio de Sequências Didáticas podem ser uma forma de evitar o caráter autoritário do discurso pedagógico. Essa abordagem tem potencial para contribuir significativamente no processo de ensino-aprendizagem na Educação Básica.

As Sequências Didáticas, por sua vez, são definidas como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para atingir certos objetivos educacionais, tendo um princípio e um fim conhecidos e estabelecidos pelos docentes e alunos, em um processo dialógico e cooperativo (ZABALA, 1998). Se bem planejadas, as SDs podem superar algumas barreiras que caracterizam o ensino tradicional ao proporcionar uma estratégia de ensino mais instigadora (SANTOS; PRUDÊNCIO, 2020). Segundo Corte, Araujo e Santos (2020), o conteúdo é previamente sequenciado em uma escala crescente de complexidade, contendo tarefas motivadoras e compatíveis com as habilidades dos estudantes. De forma geral, os objetivos dessa prática podem auxiliar os estudantes na reflexão sobre os conteúdos ministrados, bem como fazer com que os conhecimentos adquiridos sejam extrapolados para o dia a dia.

De acordo com Bastos et al. (2017, p. 2), uma Sequência Didática “propicia a organização curricular e permite a utilização de situações reais do cotidiano, pois parte da problematização, levando o estudante a observar e confrontar o seu conhecimento prévio com novas informações que lhe são apresentadas”. Sendo assim, a elaboração de uma SD pode ser uma boa premissa para favorecer o Letramento Científico, instigando e mobilizando o aluno a buscar o conhecimento e desenvolvimento de habilidades ligadas à cultura científica.

De modo geral, a organização de uma proposta voltada para o enfoque CTS envolve a introdução de uma questão social, a análise da tecnologia relacionada ao tema social, o estudo do conteúdo científico em função do tema social, o estudo da tecnologia em função do conteúdo científico e, por fim, a discussão da questão social original (AIKENHEAD, 1994 apud SANTOS; MORTIMER, 2002). Esses passos podem ser configurados em uma Sequência Didática estruturada e contextualizada para o desenvolvimento das atividades educativas.

Com base nesses aspectos, esta pesquisa analisa uma SD para o ensino de Biotecnologia, na qual foram propostas atividades que podem ser aliadas ao Letramento Científico. Assim, ela busca possibilitar ao aluno a compreensão dos conhecimentos científicos, seus principais avanços, tecnologias, sua importância e controvérsias. Além disso, fornece subsídios para que possam entender esses conhecimentos no cotidiano e para que se posicionem, de maneira fundamentada e ética, frente a problemas sociais.

No Itinerário Formativo para Ciências da Natureza, designado ao Ensino Médio, no Referencial Curricular do Paraná (PARANÁ, 2021), a Trilha de Aprendizagem “Biotecnologia e Sociedade” propõe como estratégias metodológicas a utilização de matérias de divulgação científica, partindo de questões sociocientíficas, abordando a divulgação científica, a popularização, vulgarização e banalização do conhecimento científico, alfabetização e Letramento Científico, história, filosofia e sociologia da ciência, desenvolvimento científico e tecnológico, gêneros discursivos, entre outros. Para isso, cabe ao docente propor atividades de pesquisa, leitura, desenvolvimento de raciocínio, uso de plataformas, jogos, sites de internet e recursos tecnológicos, como os audiovisuais.

3. Contextualização da Pesquisa

Este artigo faz parte de uma pesquisa desenvolvida na Universidade Federal do Paraná ao longo dos últimos anos e que desencadeou um produto educacional em forma de Sequência Didática (SD). A Sequência foi organizada e planejada com base nos documentos normativos, curriculares, vigentes para o Ensino Médio e contém a descrição dos conteúdos abordados, público-alvo, número de aulas, objetivos educacionais, habilidades a serem desenvolvidas e formas de avaliação, a fim de organizar e planejar as atividades de ensino em função da reflexão, avaliação e (re)adequação durante a prática educativa (ZABALA, 1998).

Denominada “BIOTECNOLOGIA: PROBLEMATIZAÇÃO, ORGANIZAÇÃO E APLICAÇÃO - PROPOSIÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA”, a SD encontra-se disponível no seguinte endereço: <<https://hdl.handle.net/1884/73659>>. Ela apresenta oito aulas com duração de 50 minutos, nas quais se buscou abordar os seguintes temas: clonagem; transgênicos; tecnologia do DNA recombinante; vacinas; aplicações biotecnológicas; células-tronco e terapias gênicas; e sustentabilidade. A finalidade educacional desta sequência é fornecer subsídios para a utilização dos conhecimentos científicos e tecnológicos na resolução de problemas, nas discussões sociais, nas tomadas de decisão de maneira crítica, ética e responsável. Toda aula tem um título em forma de pergunta norteadora, a qual conduz o professor e os alunos à problematização da temática a ser abordada.

As habilidades sugeridas para a SD dizem respeito a: utilizar o pensamento científico para o enfrentamento de situações-problemas; participar e promover debates sobre temas científicos e utilizar diferentes ferramentas, linguagens e tecnologias para a comunicação; interpretar, produzir e apresentar textos e materiais de divulgação científica; analisar e debater situações controversas e usos indevidos de conhecimentos científicos e se posicionar de maneira ética, crítica e responsável frente a essas questões; distinguir e analisar diferentes pontos de vista; analisar questões socioambientais, políticas e econômicas e propor soluções seguras e

sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano; compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais; identificar as necessidades locais e regionais, a fim de promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população. Em relação à avaliação pedagógica, considera-se um processo contínuo, portanto, cada etapa da SD deve ser avaliada de acordo com a participação dos estudantes e com a realização das atividades propostas.

A SD é submetida à avaliação por membros de um “Grupo de Pesquisa”, registrado no CNPq, na área de Educação, os quais são professores e pesquisadores em Linguagens em Ciências da Natureza e professores com formação em Ciências, Biologia ou Pedagogia, ambos com grande experiência em sala de aula. A avaliação se deu por meio das respostas a um questionário, com perguntas a respeito da qualidade, da apresentação e dos objetivos propostos pela SD. O instrumento utilizado para validação foi disponibilizado durante o mês de novembro de 2021, para um total de 15 membros do grupo, sendo que 11 deles participaram da pesquisa e cujas respostas constituem o *corpus* de análise. Quando mencionados, os sujeitos da pesquisa serão representados pelo termo “Docente” e uma letra em ordem alfabética (Docente A, Docente B, Docente C, e assim sucessivamente), a fim de respeitar o anonimato e questões éticas, às quais este estudo foi submetido.

O *corpus* de análise desta pesquisa será explorado e discutido por meio do referencial teórico-metodológico-analítico da Análise de Discurso Francesa (PÊCHEUX, 2012; ORLANDI, 2013). Nesta perspectiva, o que nos interessa não são as marcas em si, mas o funcionamento do discurso que procuraremos descrever e compreender. Desta forma, as etapas da análise mantêm correlação, sendo que, em um primeiro momento, é necessário que o analista passe da superfície linguística para o objeto discursivo e, em seguida, do objeto discursivo para o processo discursivo (ORLANDI, 2013), considerando que “não há discurso fechado em si mesmo, mas um processo discursivo do qual se podem recortar e analisar estados diferentes” (ORLANDI, 2013, p. 62).

4. A construção da Sequência Didática

A SD foi alinhada à perspectiva dos Três Momentos Pedagógicos, proposta por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018), sendo que, para cada aula, foram descritas as atividades de ensino articuladas com o enfoque CTS (AULER, 2007, SANTOS, 2008; SANTOS; MORTIMER, 2002).

O primeiro momento consiste na Problematização Inicial. Nessa etapa, são propostas algumas situações já conhecidas a fim de investigar e problematizar os conhecimentos prévios dos estudantes. Nesse sentido, cabe ao professor o papel de questionar os posicionamentos de modo a instigá-los e lançar dúvidas sobre o assunto proposto, para que eles sintam a necessidade de buscar novos conhecimentos que ainda não detêm (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018, p. 156).

O segundo momento consiste na Organização do Conhecimento. São abordados os conteúdos científicos e tecnológicos necessários para a compreensão e resolução do problema proposto inicialmente. Nesse momento, por meio das atividades propostas, são apropriados os

conhecimentos específicos necessários para a compreensão científica das situações problematizadas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018).

Por fim, o terceiro momento consiste na Aplicação do Conhecimento, no qual são propostas atividades para que o aluno compreenda não apenas o problema abordado em aula, mas que seja capaz de identificar e buscar soluções científicas e tecnológicas para situações reais do seu cotidiano. Para tanto, diversas atividades podem ser desenvolvidas buscando a utilização dos conceitos já debatidos e formulando novos problemas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018).

Entre as possíveis atividades que podem ser estruturadas nas SDs, estão os recursos audiovisuais, uma vez que estes possibilitam a expansão da percepção do aluno como espectador e muda a dinâmica conservadora em sala de aula (LAUTHARTTE; FRANCISCO JUNIOR, 2011). Além disso, existe uma ampla variedade e disponibilidade de audiovisuais de acesso livre e gratuito. Geralmente, apresentam uma curta duração e são excelentes para exemplificar ou explicar um conteúdo específico de forma direta, clara e didática (BERK; ROCHA, 2019; RAFALSKI, 2021). Não obstante, os vídeos educativos que abordam temas científicos, relacionados ao cotidiano, podem despertar o interesse dos alunos pelos assuntos científicos, tornando a aula menos expositiva.

5. Resultados e Discussões

A análise dos resultados e discussões da Sequência Didática serão apresentadas por meio de duas seções: a) Sequência Didática e seus momentos pedagógicos; b) Sequência Didática e suas reverberações, as quais passamos a examinar.

5. 1 A Sequência Didática e seus Momentos Pedagógicos

Como já mencionado, a SD completa (com texto, design, imagens, links, QRcodes, etc.) encontra-se disponível na íntegra na página de Recursos Educacionais Abertos da Universidade em que esta pesquisa faz parte, portanto, nesta seção, optamos por apresentá-la por meio da noção discursiva de recortes, entendendo que “o recorte é a unidade discursiva: fragmento correlacionado de linguagem – e – situação” (ORLANDI, 2011, p. 139).

O primeiro recorte refere-se à *Problematização Social da Biotecnologia*, pelo qual entendemos que, para mobilizar o Letramento Científico, é necessário compreender, interpretar e atuar frente aos problemas sociais e permitir que o aluno perceba os conteúdos e as relações interdisciplinares em um contexto concreto. Assim, os conteúdos devem ser tratados na escola: “de modo contextualizado, estabelecendo-se, entre eles, relações interdisciplinares e colocando sob suspeita tanto a rigidez com que tradicionalmente se apresentam quanto o estatuto de verdade atemporal dado a eles” (ARROIO, 2013, p. 166).

Dessa forma, as atividades propostas na SD, nos momentos de problematização, têm o intuito de questionar e refletir sobre os aspectos científicos, culturais, ambientais, tecnológicos, políticos e econômicos que fundamentam a sociedade. Para exemplificar, ilustramos o momento de problematização proposto para a Aula 1, denominada “O que é Biotecnologia e quais as suas implicações?”:

A biotecnologia é uma ferramenta antiga que desde seus primórdios tem contribuído com o avanço científico. Pensando nisso, qual a importância da genética e da biotecnologia para o desenvolvimento social, científico e tecnológico da sociedade? Quais suas áreas de atuação? Quais as premissas básicas dessas tecnologias e quais as suas implicações sociais? A partir desses questionamentos o professor estimulará o debate e a reflexão sobre os temas. O vídeo 1 e as leituras indicadas no material de apoio poderão ser utilizadas para enriquecer a discussão (Recorte de Problematização, p. 7).

Com base nesse excerto, recomenda-se que todas as aulas se iniciem com a reflexão sobre esses aspectos sociais do conhecimento científico-tecnológico acerca da Biotecnologia. Para isso, recomenda-se a utilização de vídeos, notícias e imagens que despertem a curiosidade, a discussão em sala de aula e a busca por respostas às questões instigadoras e não meramente a apresentação de um conteúdo já lapidado. Nessa perspectiva, acreditamos que há a possibilidade de discutir assuntos polêmicos, éticos e em ampla discussão na sociedade, ensejando a compreensão das diferentes opiniões e estimulando o posicionamento crítico frente às questões científicas. Na perspectiva discursiva, diríamos que “o sujeito é constituído por gestos de interpretação que concernem a sua posição. O sujeito é a interpretação. Fazendo significar, ele significa” (ORLANDI, 2012, p. 22).

De acordo com Santos (2007), para discutir a função social do conhecimento científico, é necessária a compreensão do seu conteúdo e, para isso, a contextualização do seu caráter social é fundamental. Assim, espera-se que um cidadão letrado participe das decisões democráticas sobre ciência e tecnologia; questione a ideologia dominante; e compreenda as implicações sociais da ciência. Dessa forma, o aluno passa a compreender a ciência como atividade humana e não como uma atividade neutra distante dos problemas sociais (SANTOS, 2007).

Sendo assim, a inclusão de aspectos sociocientíficos sobre biotecnologia, tais como questões ambientais, econômicas, sociais, éticas e culturais possibilita que os alunos relacionem o ensino de Ciências com os problemas de seu cotidiano de forma a desenvolver responsabilidade social. Além disso, desperta maior interesse pelo estudo de Ciências e promove a capacidade de argumentação, comunicação e compreensão dos conhecimentos científicos (RATCLIFFE, 1998).

O segundo recorte é condizente às atividades que conduzem a prática educativa para a *Organização do Conhecimento Científico sobre Biotecnologia*, como destaca o recorte a seguir, da Aula 5, “As vacinas podem ser obtidas por meio da biotecnologia?”:

Discussão sobre os principais aspectos da produção de vacinas, como as diferentes possibilidades e tipos de vacinas que existem atualmente, principalmente as vacinas desenvolvidas para o combate do SARS-CoV-2, de que forma são realizados os estudos clínicos até a sua aprovação, como elas atuam e sua importância para o sistema imunológico e o impacto da vacinação na saúde. Para isso, são sugeridas leituras e materiais complementares como base para construção de uma apresentação de slides (Recorte de Organização, p. 19).

No que diz respeito a esse excerto, a aula preconiza a discussão e sistematização dos conhecimentos científicos sobre as vacinas, sugerindo leituras e materiais complementares, os

quais permitem o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, por meio da interpretação dos diferentes estudos envolvendo a biotecnologia, de acordo com a sua realidade.

Neste aspecto, Fourez (1995) discute que um indivíduo autônomo deixa de depender de manuais prontos para sua compreensão e adquire a capacidade de tomar decisões e negociar em diferentes cenários sem depender de um especialista ou de um manual. Para isso, o professor passa a atuar na mediação e sistematização do conhecimento, auxiliando nas dúvidas e proporcionando discussões mais aprofundadas e específicas da área científica. A SD também possibilita a autonomia do docente, já que ele pode escolher a melhor maneira de trabalhar com os materiais recomendados e utilizá-los de acordo com as necessidades de seus discentes.

Portanto, as atividades propostas na SD envolvendo a organização do conhecimento podem contribuir para esses processos, uma vez que têm como objetivo principal facilitar a compreensão sobre o papel social da Ciência. Uma pessoa letrada desenvolve a capacidade de utilizar termos técnicos, aplicar conceitos científicos, avaliar argumentos com base em evidências e estabelecer conclusões apropriadas (BROWN; REVELES, KELLY, 2005; SANTOS, 2007). Para fazer uso social da ciência, é necessário saber ler e interpretar informações difundidas na mídia, extrair informações de textos científicos e fazer inferências, compreender a construção das teorias e reconhecer as múltiplas possibilidades de interpretações, e compreender as limitações impostas (NORRIS; PHILLIPS, 2003; SANTOS, 2007).

O terceiro recorte reúne as atividades da SD envolvendo *Aplicação dos Conhecimentos Tecnológicos sobre a Biotecnologia* e pode ser exemplificado pelo momento pedagógico da Aula 7, “Quais as aplicações da Biotecnologia na indústria e no meio ambiente?”. Nesta aula, sugere-se que os alunos desenvolvam um projeto de pesquisa:

Elaboração de um projeto de pesquisa para a obtenção de um produto biotecnológico a fim de solucionar um problema, investigado pelo estudante. O projeto terá uma breve introdução, a justificativa da escolha do tema, a finalidade da pesquisa, as hipóteses, a metodologia, os resultados esperados e a conclusão contendo possíveis implicações sociais de acordo com a literatura já existente (Recorte de Aplicação, p. 26).

Com base nesse excerto, recomenda-se que os alunos apresentem um projeto de estudo e investigação que leve à aplicação dos conhecimentos mobilizados ao longo das aulas. Esta proposta contemplada na SD visa favorecer o protagonismo e a autonomia dos estudantes, a fim de possibilitar a investigação de novos conhecimentos a partir das reflexões e discussões realizadas nas aulas visando à resolução de problemas. Além disso, um cidadão letrado cientificamente deve apropriar-se das linguagens específicas da área científica, o que implica no desenvolvimento de habilidades de comunicação, de análises de dados, apresentação de resultados e divulgação científica.

Para Shamos (1995), não basta saber ler o vocabulário científico, é necessário desenvolver a capacidade de conversar, discutir, ler, criticar e escrever com coerência em um contexto não técnico, e de forma significativa. Isso envolve a compreensão dos impactos científicos e tecnológicos sobre a sociedade.

Nessa perspectiva, as atividades propostas nos momentos de aplicação do conhecimento tecnológico, como a leitura e interpretação de textos, a análise de notícias, as discussões e debates éticos, as análises de vídeos e conceitos científicos, a identificação das implicações sociais e ambientais decorrentes do avanço técnico-científico, além da produção de materiais didáticos, audiovisual e projeto científico, instigam o desenvolvimento de habilidades, o posicionamento crítico frente a diferentes contextos e a formação para a cidadania.

Portanto, para tensionar o discurso pedagógico autoritário, “deve-se questionar os implícitos, os locutores, o conteúdo, a finalidade, o sentido dado ao ensino pelo Discurso Pedagógico do poder” e, também, “fazer a mesma coisa com o discurso que nos reproduzimos internamente no trabalho pedagógico. Isto é, questionar as condições de produção desses discursos” (ORLANDI, 2011, p. 35).

Nota-se que estes três recortes, orientados pelos Três Momentos Pedagógicos, são inter-relacionadas e interdependentes. Além disso, relacionam-se com a educação CTS ao evidenciar as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Não obstante a isso, Hodson (2004; 2011) discute quatro etapas de desenvolvimento que podem levar o estudante ao Letramento Científico, as quais estão intimamente relacionadas à educação CTS e à proposta desenvolvida. A primeira etapa é a capacidade de identificar impactos sociais da ciência e da tecnologia e a influência cultural sobre elas; a segunda é a capacidade de relacionar o desenvolvimento científico e tecnológico com as desigualdades sociais; já a terceira, refere-se à capacidade de avaliar e estabelecer posicionamentos críticos; e, por fim, a quarta etapa é a capacidade de tomar decisões e atitudes para a resolução de problemas socioambientais.

Desta forma, a Sequência Didática permite vislumbrar como os sentidos podem ser formulados e constituídos em sala de aula, promovendo a reversibilidade da participação do aluno, quer dizer, fomentando a interação em sala de aula e a apropriação das condições de significação sobre as questões Biotecnológicas entre professor e alunos, já que: “O sentido é intervalar. Não está em um interlocutor, não está em outro: está no espaço discursivo (intervalo) criado(constituído) pelos/nos dois interlocutores” (ORLANDI, 2011, p. 160).

5.2. A Sequência Didática e suas reverberações

Segundo Méheut (2010), a validação é um processo que permite avaliar a SD tanto na perspectiva do aluno como do professor. Neste estudo, a intenção inicial era que a SD fosse avaliada por estudantes e professores do Ensino Médio, mas, devido à pandemia de Covid-19, nos anos de 2020 e 2021, isso não foi possível. Mesmo assim, a SD passou por um processo de avaliação, por onze professores com grande expertise em sala de aula e que atuaram e/ou atuam na Educação Básica, sendo doravante analisados seus dizeres. Considera-se que, para a Análise de Discurso, “os dizeres não são apenas mensagens a serem decodificadas. São efeitos de sentidos que são produzidos em condições determinadas e que estão de alguma forma presentes no modo como se diz, deixando vestígios que o analista tem de aprender” (ORLANDI, 2013, p. 30).

Assim, de acordo com as respostas ao questionário, 100% dos avaliadores apontaram que a SD está de acordo com os documentos normativos atuais do Ensino Médio; 90,9% indicaram que ela apresenta um bom planejamento e estruturação, relação com a Educação CTS; que os

materiais de apoio fornecidos são suficientes para auxiliar na aplicação da SD; e que o produto elaborado pode ser um material didático útil para os professores de Biologia. Além disso, a grande maioria dos professores (90,9%) afirma que utilizaria a SD nas suas aulas.

Quanto ao conteúdo da SD, 81,8% dos avaliadores responderam que ele está de acordo com o que é ensinado no Ensino Médio, enquanto 18,2%, acreditam que o conteúdo está muito complexo. No entanto, todos os conteúdos planejados nesta SD são indicados na BNCC (BRASIL, 2018) e no Itinerário Formativo para Ciências da Natureza do Estado do Paraná (PARANÁ, 2021), portanto, os conteúdos estão alinhados com o que deve ser ensinado nesta etapa de ensino.

Com relação à possibilidade de a SD contribuir para tensionar a metodologia tradicional de ensino, 72,7% acreditam que sim, 9,1% acreditam que não, e 18,2% responderam “talvez”. Considerando que a metodologia tradicional consiste na exposição teórica dos conteúdos “clássicos” por parte do professor e assimilação passiva das informações pelos estudantes, a SD certamente impactaria o modelo de ensino tradicional, já que toda sua fundamentação e orientação para o uso indica a necessidade de estimular a participação ativa dos estudantes em todos os momentos pedagógicos e favorecer o diálogo.

Em complemento, gostaríamos de salientar que o desenvolvimento desta sequência didática pode ser um caminho para uma compreensão holística do processo de Letramento Científico, desde que se pensado em um contexto real de problematização, em que assente as relações sociais pautadas no diálogo, na construção e mobilização de conhecimentos.

No que diz respeito às respostas discursivas, a seguir, apresentamos uma análise da questão sobre a possibilidade de a SD promover o Letramento Científico. Optamos aqui por reunir as respostas de acordo com as regularidades de sentidos manifestadas em recortes que, por sua vez, expressam sentidos para determinados efeitos de interpretação. Assim, considerando o discurso como “efeito de sentidos entre locutores” (ORLANDI, 2013, p. 21), entendemos que o discurso é um processo contínuo que não se encerra em uma situação particular, outros sentidos já foram ditos e outros serão ditos depois, o que temos são estados do processo discursivo.

O primeiro recorte reúne os dizeres sobre a SD que conduzem os sentidos do Letramento Científico para o que chamamos *efeito de possibilidade*.

A sequência apresentada possibilita ao aluno a compreensão de conceitos científicos e oportuniza a aplicação desses conceitos em sala de aula, levando-o a pensar em uma perspectiva científica (Docente A).

Acredito que a Sequência Didática em questão pode proporcionar o Letramento Científico por fazer os alunos reconhecerem a ciência no cotidiano, além de criar problematizações na mente dos alunos, faz com que estes necessitem organizar seu pensamento, encaixando os conceitos da biotecnologia tanto para escreverem quanto para falarem durante a arguição de forma argumentativa (Docente B).

A proposta parte de uma grande temática (biotecnologia) na qual serão explicados os conteúdos, os fundamentos teóricos e as implicações no cotidiano, por exemplo. O aluno ao entrar em contato com essas informações e durante as atividades propostas, poderá

formular explicações para as questões, discutir dados, compreender a ciência e utilizá-la como base para a solução de algum problema (Docente C).

Por meio destes dizeres, reverberam sentidos de que a sequência possibilita aos alunos a aplicação de conceitos relacionados à biotecnologia em sala de aula (Docente A), a reconhecer a ciência no cotidiano e utilizar a linguagem de forma argumentativa (Docente B) ou de forma explicativa (Docente C). Esta perspectiva tensiona o discurso pedagógico autoritário, ao promover uma maior interação entre os sujeitos, numa perspectiva de letramento científico sobre os conhecimentos biotecnológicos. Assim, acreditamos que a proposta contribui para tecer relações entre Ciência e Tecnologia, por meio dos debates de temas científicos, problematizados numa perspectiva de prática social (SANTOS, 2007).

No próximo recorte, as respostas dos avaliadores produzem *efeito de praticidade*.

A Sequência estimula a argumentação sobre temas sociocientíficos a partir de: a) conhecimentos escolares; b) interpretação de dados; c) interpretação da realidade posta científica e socialmente; d) avança no sentido da conscientização; e) aborda temas relevantes para a atualidade (Docente D).

A Sequência Didática em questão explora diversas linguagens em uma abordagem CTS, assim conecta vários temas, perspectivas e materialidades significantes sobre biotecnologia que, a meu ver, são potencialmente favoráveis ao Letramento Científico (Docente E).

Pensando o Letramento Científico como a compreensão de conceitos científicos e a capacidade de aplicar esses conceitos na intenção de pensar sob uma perspectiva científica, a sequência didática apresenta esse objetivo. A utilização dos três momentos pedagógicos é uma abordagem interessante para o tema (Docente F).

Com base nestes dizeres, percebemos que a sequência também assume sentidos práticos, como estimular a argumentação (Docente D), explorar diferentes linguagens (Docente E), e aplicar conceitos científicos (Docente F) – sentidos que assumem a perspectiva de trabalhar com os aspectos metodológicos de produção da ciência. Neste interim, entendemos que, para desenvolver o Letramento Científico, é importante a discussão e a análise crítica dos conteúdos procedimentais, para que o estudante possa se posicionar e utilizar os conceitos científicos em sua vida cotidiana, uma vez que, de acordo com Arroio (2013), aprender Ciências não significa apenas aprender os conteúdos científicos, mas também seus métodos de investigação e sua dinâmica com a sociedade, política e economia.

Neste recorte, observamos que os dizeres dos docentes sobre o Letramento Científico produzem *efeito de historicidade*.

A sequência apresenta o ensino de Ciências contextualizado buscando desenvolver aspectos críticos (Docente G).

Com toda certeza o instrumento produzido permite atingirmos aquilo que mais se necessita para o ensino-aprendizagem do aluno, isto é, a sequência didática permite que utilizemos todo o potencial presente no aluno, aproximando-o da realidade e permitindo que o conteúdo tenha um sentido horizontal com sua vida (Docente H).

A sequência contribuiria para isso, mas ela por si só não promoveria o letramento. Letramento Científico é um processo longo, demanda tempo e muitas atividades (Docente I).

Do exposto, alguns professores vislumbram sentidos históricos relacionados ao aprendizado do contexto do ensino de Ciências de forma crítica (Docente G), a aproximação com a realidade e a vida dos estudantes (Docente H), e da relação processual (Docente I) que a prática educativa pode desencadear. A partir destes dizeres, ampliamos a noção de processo histórico do letramento científico para a noção de funcionamento, ou seja, o entendemos como *“atividade estruturante de um discurso determinado, por um falante determinado para um interlocutor determinado, com finalidades determinadas”* (ORLANDI, 2011, p. 61, grifos no original). Ou seja, a Sequência aqui produzida produz um funcionamento específico, que é o funcionamento didático, com a finalidade de romper com um discurso pedagógico autoritário.

Dessa forma, é preciso pensar a formação dos alunos com autonomia intelectual, sendo importante reverberar a reversibilidade da palavra, criar um clima para instaurar o diálogo, como busca pelo conhecimento, para formação de jovens comprometidos com a sociedade. Ao dirigir nosso olhar para o funcionamento, as atividades devem ser desenvolvidas para o ensino baseado no Letramento Científico. Para isso, é importante pensarmos em aulas centradas na construção do conhecimento, didática estimulante, conteúdos apresentados de formas instigantes, aulas dinâmicas e tendo o aluno como protagonista de sua aprendizagem. Em suma, é importante estabelecer uma configuração para o discurso em que não se absolutizem sentidos, sendo a verdade imposta por um locutor, mas de uma configuração em que o funcionamento ocorra na própria interação.

Resta, enfim, ressaltar que o estudo aqui abordado possa contribuir para instigar discussões a respeito de temas complexos como a Biotecnologia e das mudanças culturais e normativas necessárias e direcionadas para valorizar o que entendemos por Letramento Científico. Almejamos também que este trabalho desperte um maior interesse de outros professores e pesquisadores da área de ensino para discussões envolvendo a prática educativa de forma discursiva.

6. Considerações Finais

Ao longo do texto, deu-se destaque às necessidades de romper com um discurso pedagógico autoritário e, assim, esclarecendo como nossa proposta pode instaurar um discurso dialógico e que leve ao Letramento Científico.

Quando falamos em Letramento Científico, devemos pontuar algumas interrogações, como: Que finalidades de Letramento Científico os documentos normativos propõem? Qual é o papel do professor na prática educativa que favoreça este letramento? Portanto, conscientes destas questões, gera-se uma forte necessidade de formação e de esclarecimento dos alunos que queremos formar no contexto escolar, uma vez que as escolas são colocadas em xeque por políticas externas ao sistema educacional de “(re)normatização” que, muitas vezes, aumentam o distanciamento entre as condições ideais e as reais de trabalho do professor.

A escola é o local privilegiado onde os alunos constroem seus conhecimentos sobre a Ciência e a Tecnologia. Portanto, quando a Educação em Ciências oportuniza uma perspectiva de formação cidadã, o letramento enquanto prática social torna-se uma chave para a leitura do mundo. Para tanto, é relevante que o professor olhe criticamente para o próprio campo de atuação e seu entorno, visando problematizar os conhecimentos locais e escolares.

Na perspectiva de prática social que defendemos, o professor valoriza os sentidos pré-construídos (PÊCHEUX, 2012) dos alunos, visando problematizar o conhecimento; fazer uso de formas diversificadas para organizar o conhecimento e de avaliar; propor e estimular questionamentos sobre os assuntos abordados; preocupar-se com os desdobramentos que levam à aplicação do conhecimento; bem como despertar o interesse dos alunos pelos conteúdos ministrados.

Há de se destacar também a necessidade de maiores problematizações envolvendo a relação biotecnologia e cidadania, levando a uma consciência crítica sobre os conteúdos a serem ministrados na escola. Ora, isso só é possível, prático e histórico por meio de um discurso dialógico, em que o professor seja um agente mediador de políticas normativas, e uma prática educativa que fomente oportunidades para que os alunos possam se expressar e usar a linguagem da ciência e tecnologia, o que é a base para o funcionamento didático do Letramento Científico.

Finalmente, esperamos que esta proposta possa ser provocativa para o desenvolvimento de mais estudos e produtos envolvendo sequências didáticas para o ensino de Ciências da Natureza, sobretudo ao que toca a aos itinerários do ensino médio.

7. REFERÊNCIAS

- AULAR, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: Pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, p.1-20, nov. 2007
- ARAUJO, A. B.; GUSMÃO, F. A. F. As principais dificuldades encontradas no ensino de genética na educação básica brasileira. In: Encontro Internacional de Formação de Professores, 10.; Fórum Permanente de Inovação Educacional, 11., 2017. Aracaju. **Anais [...]**. Aracaju: Universidade Tiradentes, 2017.
- ARROIO, A. **O ensino de Ciências da natureza**. São Paulo: Xamã, 2012.
- ARROIO, A. O ensino de Ciências da natureza para uma sociedade contemporânea. In: CARVALHO, A. M. P (org.). **Formação de professores: múltiplos enfoques**. São Paulo: Sarandi, 2013.
- BASTOS, M. R.; SILVA-PIRES, F. E. S.; FREITAS, C. A. V.; TRAJANO, V. S. A utilização de sequências didáticas em biologia: revisão de artigos publicados de 2000 a 2016. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
- BAHAR, M., JOHNSTONE, A. H. e HANSELL, M. H. Revisiting learning difficulties in biology. **Journal of Biological Education**, v. 33(2), p. 84-86, 1999.

BERK, A.; ROCHA, M. O uso de recursos audiovisuais no ensino de Ciências: uma análise em periódicos da área. **Revista Contexto Educação**, Ijuí, v. 34, n. 107, p. 72-87, 2019.

BERTOLDI, A. Alfabetização científica versus Letramento Científico: um problema de denominação ou uma diferença conceitual? **Revista Brasileira de Educação**, v. 25, 2020.

BONZANINI, T. K.; BASTOS, F. Temas da Genética contemporânea e o ensino de: que materiais são produzidos pelas pesquisas e que materiais os professores utilizam? In: **VIII ENPEC**, 2011.

BORÉM, A.; ALMEIDA, M. R.; SANTOS, F. R. **Biotecnologia de A a Z**. Viçosa: Editora UFV, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. **Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA): Matriz de Avaliação de Ciências**. Brasília: Inep, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BROWN, B. A.; REVELES, J. M.; KELLY, G. J. Scientific literacy and discursive identity: a theoretical framework for understanding science learning. **Science Education**, v. 89, n. 5, p. 779-802, 2005.

CHAVES, E. J. F.; CAMAROTTI, M. F. Livros didáticos de biologia do ensino médio: uma análise de conteúdo dos temas de biotecnologia e engenharia genética. **Congresso Ibero-Americano de Investigação Qualitativa**, v. 2, 2015.

CORTE, V. B.; SANTOS, C. R.; SILVA, R. H. W.; RODRIGUES FILHO, J.; ARAÚJO, M. P. M. Uma abordagem interdisciplinar no estudo da vida marinha e meio ambiente. In: CORTE, V. B.; ARAÚJO, P. M.; SANTOS, C. R. **Sequências didáticas para o ensino de Ciências e Biologia**. Curitiba: CRV, 2020. p. 49-69.

CUNHA, R. B. O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 1, p. 27-41, 2018.

DAVEL, M. A. N. Alfabetização científica ou Letramento Científico? Entre elos e duelos na educação científica com enfoque CTS. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. p. 1-9.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.; PERNAMBUCO, M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

FONSECA, V. B.; BOBROWSKI, V. L. Biotecnologia na escola: a inserção do tema nos livros didáticos de biologia. **Acta Scientiae**, v. 17, n. 2, 2015.

FOUREZ, G. **A construção das Ciências: introdução à filosofia e à ética das Ciências**. São Paulo: Editora da Unesp, 1995.

GRIFFITHS, A. J. F.; GELBART, W. M.; MILLER, J. H.; LEWONTIN, R. C. **Genética moderna**. São Paulo: Guanabara Koogan, 2001.

HODSON, D. Going beyond STS: towards a curriculum for sociopolitical action. **The Science Education Review**, v. 3, v. 1, p. 2-7, 2004.

HODSON, D. Looking to the future: building a curriculum for social activism. **Sense Publishers**, 2011.

KRASILCHIK, M. **Práticas de ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da USP, 2011.

LAUTHARTTE, L. C.; FRANCISCO JUNIOR, W. E. Bulas de medicamentos, vídeo educativo e biopirataria: uma experiência didática na Amazônia. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 3, p. 178-184, 2011.

LORENZINI, N. M. P.; ANJOS, C. R. Teoria de modelos e o ensino de biologia: o diálogo entre teoria e prática. In: Encontro "Perspectivas do Ensino de Biologia, 9. 2004, Campinas. **Anais [...]**. Campinas, São Paulo: Graf. FE, 2004.

LOPES, S. M. C. Genetics Education in High School: challenges and new perspectives for quality of learning. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, p. e7912139422, 2023.

MARQUES, N. N. C. F.; RIBEIRO, R. P. Uma análise dos conteúdos de biotecnologia nas provas do exame nacional do Ensino Médio (Enem). **Pesquisa em foco**, v. 21, n. 2, 2017.

MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: BOERSMA, K.; GOEDHART, M.; JONG, O.; EIJELHOF, H. (eds.). **Research and quality of Science Education**. Holanda: Springer, 2010. p. 195-207.

ANTUNES MENDES, A.; GONÇALVES MÜLLER, M.; REYES MARQUES, N. L. A perspectiva CTS no ensino de ciências: uma revisão da literatura de trabalhos publicados entre 2000 e 2019. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 12, n. 1, p. 104-118, 29 mar. 2022.

MORAES, F. N.; MONTALVÃO NETO, A. L.; MORAIS, W. R. A biotecnologia no ensino: o não lugar, silenciamentos e a escassez de materialidade histórica. In: BONFIM, D. A.; SCHÜTZ, J. A.; MAYER, L. (orgs.). **Diálogos plurais em educação**. Cruz Alta: Ilustração, 2020. p. 35-52.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. **Infor, Inovação e Formação, Revista do Instituto de Educação e Pesquisa em Práticas Pedagógicas da Unesp**, São Paulo, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016. ISSN 2525-3476.

NORRIS, S. P.; PHILLIPS, L. M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science Education**, v. 87, n. 2, p. 224-240, 2003.

ORLANDI, E. **A linguagem e seu funcionamento**: as formas do discurso. 6. ed. Campinas: Pontes, 2011.

ORLANDI, E. **Discurso e texto**: formulação e circulação de sentidos. 4. ed. Campinas: Pontes, 2012.

ORLANDI, E. **Análise de discurso**: princípios e procedimentos. 11. ed. Campinas: Pontes, 2013.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Referencial curricular para o Ensino Médio do Paraná**. Curitiba: SEED/PR, 2021.

PÊCHEUX, M. **Discurso**: estrutura ou acontecimento. 6. ed. Campinas: Pontes, 2012.

RAFALSKI, C., ALVES MARTINS, S., LIÉGE NUNES GONÇALVES, K., DE REZENDE RAMOS, A. (2021). Utilização de vídeo educativo sobre clonagem no ensino de ciências. **Ensino De Ciências E Tecnologia Em Revista – ENCITEC**, 11(3), 119-131.

RATCLIFFE, M. Discussing socio-scientific issues in science lessons: pupils' actions and the teacher's role. **School Science Review**, v. 79, n. 288, p. 55-59, 1998.

SANTOS, D. F.; PRUDÊNCIO, C. A. V. O uso de sequências didáticas no ensino sobre microrganismos: uma revisão da literatura em periódicos e eventos nacionais. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 3, p. 577-600, 2020.

SANTOS, A. T. P.; SPESSOTO, D. R.; PERDOMO, I. C.; GANDOLFO, J. V.; OLIVEIRA, P. M. R.; CAVALHEIRO, S. B.; MACIEL, W. C.; CARVALHO, E. M.; SIMIONATTO, S. Difusão do conhecimento sobre biotecnologia e biossegurança em escolas públicas de Dourados, MS. **Realização – Revista Online de Extensão e Cultura**, v. 2, n. 4, p. 38-44, 2015.

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, set./dez. 2007.

SANTOS, W. L. P. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2002.

SHAMOS, M. H. **The myth of scientific literacy**. New Brunswick: Rutgers University Press, 1995.

SILVA, A. F.; FERREIRA, J. H.; VIEIRA, C. A. O ensino de Ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. **Revista Exitus**, Santarém, PA, v. 7, n. 2, p. 283-304, 2017.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.