

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Biotecnologia no Ensino Médio e os Indicadores de Alfabetização Científica

Gisele Maria Pedro Garcia

Itajubá, Abril de 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Gisele Maria Pedro Garcia

Biotecnologia no Ensino Médio e os Indicadores de Alfabetização Científica

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências em Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – Mestrado Profissional

Linha de Concentração: Ensino de Ciências

Orientador: Prof. Dr. Mikael Frank Rezende Júnior
Co-orientadora: Prof.^a Dra. Daniela Sachs

Abril de 2013

Itajubá

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Mauá
Bibliotecária Jacqueline Rodrigues de Oliveira Balducci- CRB_6/1698

G216b

Garcia, Gisele Maria Pedro

Biotecnologia no ensino médio e os indicadores de alfabetização científica / Gisele Maria Pedro Garcia. – Itajubá, (MG) : [s.n.], 2013.

148 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Mikael Frank Rezende Junior.

Co-orientador: Prof^a. Dr^a. Daniela Sachs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

1. Alfabetização Científica. 2. Argumentação. 3. Ensino de Ciências. 4. Biotecnologia. I. Rezende Junior, Mikael Frank, orient. II. Sachs, Daniela, co-orient. III. Universidade Federal de Itajubá. IV. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Gisele Maria Pedro Garcia

Biotecnologia no Ensino Médio e os Indicadores de Alfabetização Científica

Dissertação aprovada por banca examinadora em 18 de abril de 2013, conferindo ao autor o título de Mestre em Ensino Ciências – Mestrado Profissional.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Mikael Frank Rezende Junior (Orientador)

Prof.^a Dr.^a Daniela Sachs

Prof. Dr. Fabio Augusto Rodrigues e Silva

Prof.^a Dr.^a Rita C. Magalhães Trindade Stano

Itajubá

2013

*Dedico aos meus pais José Moises e Maria de Fátima e aos familiares
Zilmo, Dênis e Daniel.*

AGRADECIMENTOS

A cada minuto agradeço a Deus pelo dom da vida, por ter me iluminado, amparado e guiado durante essa caminhada.

Ao Prof. Mikael Frank Rezende Junior pelo privilégio de ter sido sua orientanda, pela sua paciência, pela divisão de conhecimentos, por ter acreditado em mim mesmo quando eu não acreditei. Meu muito obrigado pelas leituras criteriosas dos capítulos, pelas críticas construtivas, dedicação nas diversas etapas deste trabalho, pela amizade, pela confiança. Meu respeito e profunda admiração.

À Prof.^a Daniela Sachs minha co-orientadora pelo apoio, conselhos e incentivos durante as etapas da pesquisa.

À Prof.^a Rita de Cássia Magalhães Stano pelas aulas sempre “questionadoras” com ricas reflexões que me fizeram pensar sobre minha prática docente e por toda ajuda durante o mestrado. Isso foi muito importante para minha formação como professora e, sobretudo como pessoa. Obrigada por compartilhar seus conhecimentos através do blog “Esquinas e Pensares”, e pelo exemplo profissional a ser seguido.

Ao Prof. Agenor Pina da Silva por toda a ajuda e colaboração na qualificação, contribuição muito significativa para meus estudos.

Ao Prof. Luciano Fernandes Silva, coordenador do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (MPEC) que proporcionou relevantes discussões sobre as teorias da aprendizagem.

A todos os professores do MPEC pelas valiosas contribuições na construção desta dissertação. Aos funcionários da PRPPG pelo ótimo atendimento em todos os momentos. Aos amigos e companheiros de caminhada do Mestrado: Adriana, Aline, Cristina Macedo, Cristina Rezende, Janet, Luciene, Marília, Marcos, Patrícia, Romualdo e Rafael. Aos meus alunos e ex-alunos que muito contribuíram para minha formação profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Enfim, sou grata a todos que me estenderam a mão, que não me abandonaram, que acreditaram em mim. A todos que souberam me ouvir e me compreender também dedico meus agradecimentos. Aos que me fizeram críticas, sou imensamente grata, pois me fizeram pensar.

“Mulheres e homens, somos os únicos que, social e historicamente, nos tornamos capazes de aprender. Por isso, somos os únicos para quem aprender é uma aventura criadora. Algo, por isso mesmo, muito mais rico do que meramente repetir a lição dada. Aprender para nós é construir, reconstruir, constatar para mudar, o que não se faz sem abertura ao risco e à aventura do espírito.”

Paulo Freire

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo qualitativo planejado e realizado visando estudar a alfabetização Científica em Biologia a partir da temática Biotecnologia. Os dados de estudo foram coletados durante um Mini Curso de Biotecnologia aplicado para os alunos da 3ª série do ensino médio de uma escola pública estadual no Sul de Minas Gerais. São dados para a análise da pesquisa: as atividades elaboradas para o Mini Curso, a realização destas gravadas em vídeo e os textos produzidos pelos alunos. O trabalho apresenta a alfabetização científica a partir da revisão sobre o tema na literatura nacional e internacional. Por meio desta revisão foram encontrados eixos estruturantes da alfabetização científica propostos por Sasseron (2008). Os eixos propostos pela autora serviram para elaborar o conjunto de atividades do Mini Curso que contém um conteúdo sobre as aplicações da biotecnologia, atividades investigativas e experimentais. As atividades destes apresentam os conhecimentos científicos, as tecnologias a ele associadas e os impactos desses saberes na sociedade e meio ambiente. Os indicadores da alfabetização científica propostos por Sasseron (2008) também foram utilizados, uma vez que são considerados pela autora habilidades de ação e investigação, necessários de serem usados quando se busca construir conhecimentos sobre um tema qualquer. Desta forma, os indicadores encontrados nas argumentações dos alunos foram importantes para a análise feita, uma vez que houve uma qualificação destes na busca pelas evidências da alfabetização científica. Os alunos foram coparticipantes do Mini Curso de Biotecnologia e ainda atuaram como sujeito do processo de ensino-aprendizagem. Os principais resultados foram as argumentações dos alunos e as construções coletivas do conhecimento no aprendizado individual, uma vez que foi construído por eles um modelo explicativo buscando apontar suas compreensões sobre os problemas que envolvem a temática biotecnologia. Um CD-ROM com o Mini Curso de Biotecnologia encontra-se no final deste trabalho.

Palavras-chave: Alfabetização Científica; Argumentação, Biotecnologia; Ensino de Ciências.

ABSTRACT

This work presents a qualitative research designed and conducted to study the Scientific Literacy in Biology from the Biotechnology theme. A mini course was applied to students from the 3rd grade of high school in a public school at the south of Minas Gerais state, which provided the study data. The considered data used on the research analysis are: the activities established for the mini course, the performing video recording thereof and texts produced by the students. This work also presents the Scientific Literacy from the review of the topic in national and international literature. This review discloses the structural axes of the Scientific Literacy proposed by Sasseron (2008). Through the author proposal, the mini course set of activities was prepared with the content of biotech applications, investigative and experimental activities. Those present the scientific knowledge, the associated technologies and the impact of this knowledge on society and environment. The Scientific Literacy indicators proposed by Sasseron (2008) were also used, since these are considered action and investigation skills by the author and necessary to be used when building knowledge on any topic is desired. Therefore, the indicators found in the students' arguments were important to the analysis done, since a qualification stage was performed to search evidences of the Scientific Literacy on those arguments. Students were co-participants in the Mini Course on Biotechnology and also acted as the subject of the teaching-learning process. The main results were: the students' argumentation and collective constructions of knowledge on the individual learning, since they were able to build an explanatory model capable to identify their understanding of the issues surrounding the biotechnology topic. A CD-ROM with the Biotechnology Mini Course could be found at the end of this work.

Keywords: Scientific Literacy; Argumentation, Biotechnology; Science Teaching

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
INTRODUÇÃO.....	9
CAPÍTULO I – O ENSINO DE CIÊNCIAS E OS DESAFIOS PARA A DISCIPLINA BIOLOGIA	15
1.1 O ensino de biologia e a Alfabetização Científica.....	19
1.2 O desenvolvimento e as aplicações da biotecnologia como área de conhecimento	25
CAPÍTULO II – ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E O USO DO ARGUMENTO.....	31
2.1 O termo “Alfabetização Científica”.....	32
2.2 Quais habilidades devem possuir os alunos alfabetizados cientificamente?	37
2.3 A alfabetização Científica no currículo e na educação básica	40
2.4 Os eixos estruturantes da AC e as habilidades necessárias	43
2.5 Os indicadores da Alfabetização Científica	45
2.6 O uso do argumento	47
CAPÍTULO III – PROCEDIMENTOS DE PESQUISA	53
3.1 Os dados e sua análise	56
CAPÍTULO IV – O MINI CURSO DE BIOTECNOLOGIA	58
4.1 Alfabetização Científica e princípios norteadores de Mini Curso de Biotecnologia..	60
4.2 O planejamento das atividades	62
4.3 A estrutura do Mini Curso de Biotecnologia.....	63
4.4 Quadro de atividades do Mini Curso de Biotecnologia	63
4.5 A descrição das atividades do Mini Curso de Biotecnologia	68
4.6 Dinâmica do Mini Curso de Biotecnologia: descrições e análises das atividades	71
CAPÍTULO V – ANÁLISE DO MINI CURSO DE BIOTECNOLOGIA SOB A ÓTICA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	82
5.1 As relações entre as atividades e os Eixos Estruturantes da AC	82
5.2 Análise das discussões orais – 1ª Parte	85
5.2.1 - Episódio 1 – Extração da molécula do DNA do Morango	86
5.2.2 - Episódio 2 – Construção de modelo de molécula de DNA de Jujubas	88
5.2.3 - Episódio 3 – As oficinas práticas	91
5.2.4 - Comentários sobre as análises dos episódios: extração da molécula do DNA do morango, construção de modelo de molécula de DNA de jujubas e as oficinas investigativas.....	96
5.3 Análise das discussões orais – 2ª Parte – Debate dos alunos do 3º Ano A	99
5.3.1 - Episódio 1	100
5.3.2 - Episódio 2	102
5.4 Análise das discussões orais – 2ª Parte – Debate dos alunos do 3º Ano B	105
5.4.1 - Episódio 1	106
5.4.2 - Episódio 2	110
5.4.3 - Episódio 3	113
5.4.4 - Episódio 4	114
5.4.5 - Episódio 5	118
5.4.6 - Comentários sobre os episódios analisados do 3º ano B	119
5.5 Análise dos Registros Escritos	123

5.5.1 - Comentários sobre os registros escritos analisados.....	128
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	130
6.1 Indicativos para responder o problema de pesquisa.....	133
6.2 Síntese dos argumentos e indicadores encontrados nas análises.	136
6.3 Reflexões sobre o trabalho	139
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	142

APRESENTAÇÃO

Narrar história de forma escrita consiste em narrar a história para si mesmo, organizando diálogo interior com sua pessoa, tomando consciência sobre sua existência, compreendendo sua trajetória de vida pessoal e profissional. Dessa forma, as narrativas escritas têm efeito formador por si só porque transporta o narrador para o campo de reflexão sobre si mesmo (NASCIMENTO e IBIAPINA s/d, p.6).

Sou professora de Biologia e me formei há sete anos. Sempre fui apaixonada pela Biologia, a matéria que estuda a vida. Cursei quatro anos de Licenciatura em Biologia pela Universidade do Vale do Rio Verde de Três Corações – UNINCOR. Em 2005 tornei-me professora concursada e nomeada pelo estado de Minas Gerais e nesses sete anos de profissão procurei ser uma boa profissional. Apesar do fato da Biologia ser a disciplina que estuda a vida, nunca consegui dar vida às minhas aulas. Ingressei no curso de mestrado em 2011, buscando direcionamentos para entender teorias que fossem capazes de permitir uma reflexão, ou até mesmo a verdadeira compreensão do que seja ensinar. Aprendi que “(...) é preciso escolher. Porque o tempo foge. Não há tempo para tudo (...). É necessário aprender a arte de abrir mão a fim de nos dedicar a aquilo que é essencial” (Rubem Alves, 2002). Na busca de aulas de biologia mais interessantes, participativas e atraentes, encontrei na Alfabetização Científica um referencial teórico adequado para oferecer suporte à minha pesquisa. Ao longo da minha profissão, sempre busquei planejar um ensino que permitisse ao aluno ser crítico diante da sociedade em desenvolvimento.

Sem êxito na caminhada pela construção da criticidade dos alunos, encontrei nas palavras do autor Rubem Alves uma grande mensagem, talvez o maior aprendizado que o curso de mestrado profissional me revelou: “a pesquisa deve provocar a fome”. Refletindo sobre esse aprendizado e minha profissão, descobri que, como professora de biologia, devo provocar em meus alunos, a fome pela aprendizagem. Este é o segredo. Entendi que a pesquisa promove o confronto entre os dados e as evidências, as informações coletadas sobre determinado assunto e o conhecimento teórico acumulado a respeito dele. O papel do pesquisador é servir como veículo inteligente ativo entre esse conhecimento acumulado na área e as novas evidências que serão estabelecidas a partir da pesquisa. É pelo trabalho como pesquisador que o conhecimento específico do assunto vai crescer. Portanto, que nas minhas aulas de biologia eu sirva de veículo inteligente ativo para meus alunos.

Hoje, diante deste trabalho entendi, refleti e compreendi mais sobre a minha prática como professora. Ao me aventurar no universo da pesquisa e ao propor um Mini Curso de

Biotecnologia, pude enxergar mais claramente o cenário da escola em que trabalhei a vida toda.

Espero, como professora e pesquisadora, vasculhar outros lugares, olhar e pensar uma nova realidade e desfrutar de novas experiências. Enfim, ser acordada a ponto de entender que a “A educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas e pessoas transformam o mundo” (Paulo Freire).

INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, a preocupação com o nível de conhecimento sobre a ciência e tecnologia da população se intensificou no mundo todo e, de acordo com Krasilchik e Marandino (2007), essa preocupação desencadeou uma série de ações em nível institucional e governamental. Esses avanços científicos e tecnológicos vivenciados por toda a população exigem, cada vez mais, que a população esteja preparada para enfrentar e desfrutar de tais avanços.

Segundo Geraldo (2009), o conhecimento científico foi construído ao longo da evolução cultural do homem juntamente com as demais formas em que se apresenta o conhecimento humano. Porém, na fase atual das sociedades contemporâneas, o conhecimento científico tornou-se dominante em relação às outras formas de conhecimento, sendo elemento fundamental no conjunto das forças produtivas da humanidade. Ainda de acordo com o autor, esse conhecimento deve ser socializado para toda a população, como condição para formação do indivíduo e sua capacitação para a vida plena na sociedade contemporânea.

Deveria ser esperado, portanto, que a população estivesse ciente dos conhecimentos e aplicações da ciência e, que tivessem esclarecimentos da sua importância, bem como discernimentos suficientes para perceber, compreender e julgar as novidades científico-tecnológicas que tem acesso. No entanto “a linguagem científica tem crescentemente integrado nosso vocabulário; termos como DNA, cromossomo, genoma, clonagem, efeito estufa, transgênico não são completamente desconhecidos dos indivíduos minimamente informados”. (BRASIL, 2000, p.33)

Entende-se que a partir dos conhecimentos científicos, os estudantes possam ser preparados para que, diante de uma situação que envolva tais informações, consigam posicionar-se, ou pelo menos, mencionar suas opiniões de maneira fundamentada.

Nas escolas, percebe-se que os alunos convivem diariamente com uma grande quantidade de informações veiculadas pela mídia, cujo seu entendimento depende da compreensão ou do domínio dos conhecimentos científicos. Mas, como a disciplina de biologia pode contribuir para que os alunos entendam e façam uso de tais conhecimentos, diante desta situação em que os conhecimentos biológicos estão presentes em programas de televisão, jornais e revistas de grande circulação, dentre outros?

Antes de adentrar nesta questão, é necessário esclarecer que este trabalho utilizou o conceito de Alfabetização Científica (AC), pois se almejou preparar os alunos para uma

participação ativa na sociedade. De acordo com Sasseron e Carvalho (2010) a AC pode ser entendida atualmente como um dos objetivos que se pretende alcançar com as aulas de Ciências. Para as autoras, AC pode ser entendida “como elemento norteador na elaboração dos currículos para dar conta de promover um ensino capaz de levar os alunos a investigarem temas das Ciências e a discutirem suas inter-relações com a sociedade e ambiente”. (SASSERON e CARVALHO, 2010, p.2).

Desta forma, são relevantes os entendimentos de Griffiths et al. (2001) quando mencionam que os conhecimentos da genética têm-se tornado fundamentais para a compreensão de inúmeros aspectos dos interesses humanos. Com a descoberta da tecnologia do DNA recombinante e a utilização da biotecnologia presente nos produtos alimentícios e medicamentos, cresceu a necessidade da escola de oportunizar a discussão e os entendimentos desses assuntos presentes no cotidiano das pessoas.

Visando atingir tal objetivo a proposta baseou-se em buscar pelas ações, atitudes, argumentações e reações dos alunos durante a realização de um Mini Curso de Biotecnologia em uma escola pública mineira. Foi investigada e analisada a reação destes a partir de um conjunto de atividades, uma vez que para possibilitar a AC no ensino médio torna-se essencial proporcionar trabalhos em grupo, e investigativas.

Os alunos foram incentivados a discutir temas da ciência relacionados com a biotecnologia, apresentando seus entendimentos sobre os conceitos científicos, suas relações com a sociedade e o meio ambiente. O propósito foi de construir nos alunos um novo olhar sobre os conteúdos e atividades abordadas nas aulas de biologia, assim como os aspectos diversos da construção do conhecimento científico.

Em consonância com outros autores, acredita-se que um dos desafios da escola é possibilitar aos alunos uma AC que permita compreender os conhecimentos necessários para desenvolver uma consciência crítica e fazer escolhas de forma consciente diante dos avanços da Ciência e Tecnologia (CT). Desta maneira, acredita-se que a disciplina biologia pode contribuir, uma vez que para Klein (2011) esta trata de:

(...) conteúdos não absolutos, resultantes de uma história plural, contínua e social. Um exemplo são as questões que permeiam o tema da biotecnologia, um campo de conhecimento que envolve elementos científicos básicos ao mesmo tempo que integra técnicas e protocolos específicos para a obtenção de produtos do uso cotidiano. (KLEIN, 2011, p.22)

Além disso, entende-se que a disciplina biologia permite estudar o mundo onde vivem os seres vivos, seu funcionamento, os elementos que o compõem e como esses elementos interagem entre si. Ela permite ainda que os estudantes ampliem o entendimento sobre o

universo vivo. Os alunos podem perceber a singularidade da vida humana e especialmente sua capacidade de intervenção no meio ambiente.

Os conhecimentos biológicos estão assumindo importância cada vez maior na formação de todos, havendo necessidade crescente de serem compreendidos. Esses conceitos são fundamentais para os alunos, e como é enfatizado nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+) nos ciclos finais do ensino fundamental os alunos devem sistematizar concepções científicas mais estruturadas em relação aos seres vivos, ao uso dos produtos científicos e dos recursos tecnológicos pela sociedade. No ensino médio essa perspectiva deve ter continuidade.

A influência da ciência na vida cotidiana exige que os alunos sejam bem informados para acompanhar as descobertas científicas, avaliar seus aspectos sociais, políticos e éticos, bem como participar de forma esclarecida de decisões que dizem respeito a toda coletividade. Dominar conhecimentos biológicos para compreender os debates contemporâneos e deles participar, no entanto, constitui apenas uma das finalidades do estudo dessa ciência no âmbito escolar (BRASIL, 2000).

Entender o mundo onde se vive possibilita que os alunos façam escolhas mais conscientes sobre seu estilo de vida, sua conduta em relação aos conhecimentos provenientes da biotecnologia bem como as aplicações e implicações da engenharia genética.

Nesse sentido, são pertinentes os apontamentos feitos por Marandino *et al.* (2009), quando consideram que inúmeras críticas têm sido historicamente responsabilizadas aos professores atuantes nas disciplinas escolares de Ciências e Biologia. Suas práticas pedagógicas são acusadas de privilegiar a descrição e a memorização, além de que as aulas e avaliações têm sido muitas vezes percebidas como pouco significativas. Em muitos casos têm se valorizado conteúdos e métodos de ensino que devem ser aprendidos para que os estudantes apenas saibam os próprios conhecimentos biológicos, sem maiores conexões com finalidades de caráter mais pedagógico e/ou utilitários.

Além disso, para Marandino *et al.* (2009), a divulgação da CT adquiriu relevância universal a partir da segunda guerra mundial. Entre as questões contemporâneas ligadas à CT, encontra-se a Biotecnologia que necessita ser abordada sob diferentes enfoques, incluindo aspectos associados às questões sociais, políticas e éticas. Nesse sentido, é fundamental que o aluno receba esclarecimento sobre CT, pela grande interferência que causam na vida de todos os cidadãos.

Mediante tais considerações, entende-se que o conceito de Alfabetização Científica permite superar essa visão dicotômica do ensino de Biologia. São relevantes, portanto, as

considerações de Cachapuz *et al* 2011, uma vez que para os autores o objetivo da escola fundamental e média não é formar futuros cientistas, mas permitir que os alunos possam entender e participarem do mundo através de discussões e compreensões dos fenômenos científicos e tecnológicos.

Os Mestrados Profissionais enfatizam os estudos e técnicas que possam contribuir para a produção de conhecimento da área a partir da vivência dos profissionais que se encontram em sala de aula. As atividades do Mini Curso descritas no capítulo 4 podem ser utilizadas por outros professores¹. Estima-se que tal objetivo possa ser atingido por meio da integração da formação didático pedagógica e a formação específica da área que se dá, dentre outras razões, pelo aperfeiçoamento e atualização de conhecimentos científicos contemporâneos, aspectos teóricos, metodológicos e epistemológicos do Ensino de Ciências. (UNIFEI, 2012)

Desta forma, foi desenvolvido para esta pesquisa de mestrado um conjunto de atividades sobre Biotecnologia para alunos da 3ª série do ensino médio, o qual é considerado como Mini Curso que é uma sequência didática, pois de acordo com Fonseca (2005) baseado nos entendimentos de Zaballa (1998) as sequências didáticas:

(...) ou sequências de atividades de ensino aprendizagem são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que tem como princípio um fim conhecido tanto pelos professores como pelos alunos. (FONSECA, 2005, p.2).

É necessário mencionar que foi realizada uma revisão bibliográfica das publicações e eventos sobre Ensino de Ciências, a fim de obter uma visão geral do uso do conceito de Alfabetização Científica e da temática Biotecnologia utilizados em diversos trabalhos como teses e dissertações. Foram encontrados alguns trabalhos que versam tal conceito e autores que observam temas da genética, tais como: Andrade e Vainslein (2003), Silva e Trivelato (2011), Silva e Frenedo (2011), entre outros. No Capítulo 1, os referidos trabalhos serão apresentados com mais detalhes.

Os objetivos e as questões norteadoras deste trabalho foram elaborados considerando a importância do ensino de ciências, principalmente do ensino de biologia frente aos avanços da biotecnologia e suas aplicações na atualidade. Para tanto, os objetivos foram traçados frente às aplicações e implicações da biotecnologia, a partir do seguinte problema de pesquisa a ser investigado:

¹ Apresentado em CD-ROM no final desta dissertação.

Quais são os efeitos e as evidências da AC em um Mini Curso de Biotecnologia elaborado a partir das perspectivas da Alfabetização Científica na formação de estudantes do ensino médio?

Para resolver este problema, foi utilizada a AC como referencial teórico. Para um melhor desenvolvimento da pesquisa, foram estipulados alguns objetivos, sendo o principal, estudar a Alfabetização Científica em Biologia a partir da temática Biotecnologia por meio de um Mini Curso planejado e executado junto a uma turma de 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública mineira.

Os objetivos específicos são:

- 1) Produzir um Mini Curso de Biotecnologia para alunos da 3ª série do ensino médio da educação básica da escola pública, inserida no contexto da sociedade brasileira contemporânea, marcada por determinações históricas, visando a AC e uma educação para o exercício da cidadania;
- 2) Identificar os argumentos que os alunos utilizam perante a temática biotecnologia e
- 3) Relacionar este Mini Curso de Biotecnologia, as perspectivas da AC e uma educação comprometida com o exercício da cidadania.

O objetivo do Mini Curso de Biotecnologia foi de oportunizar aos alunos experiências em processos de produção de conhecimentos científicos onde pudessem debater e construir ideias em conjunto, bem como utilizar a linguagem matemática para expressarem situações do seu cotidiano.

Almejando alcançar os objetivos estipulados, foram elaboradas questões investigativas que pudessem orientar o trabalho:

- ✓ Quais são indicadores da AC que podem ser encontrados nas ações (atitudes, representações e argumentações) dos alunos durante a participação do Mini Curso de Biotecnologia?
- ✓ Quais concepções os alunos apresentam em relação à temática biotecnologia? Eles são capazes de relacionar os assuntos sobre as aplicações da biotecnologia presentes na mídia e os conceitos aprendidos no conteúdo de biologia?
- ✓ Que dificuldades apresentam os alunos da 3ª série do ensino médio na discussão, no estudo e na compreensão das aplicações da biotecnologia?
- ✓ Quais entendimentos podem ser encontrados em relação a AC? Que abordagens do ensino de ciências são necessárias e adequadas para o desenvolvimento da AC?

Desta forma, esse estudo é apresentado em capítulos, sendo que o primeiro menciona a relevância do ensino de biologia no contexto do ensino de ciências naturais. Além disso, o capítulo discorre sobre a disciplina biologia considerando os embasamentos teóricos que as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM) e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) atribuem para esta disciplina.

O capítulo ainda apresenta a educação para o exercício da cidadania no contexto de ensino de biologia, uma vez que se considera que a disciplina tem grande contribuição a respeito da formação do educando como cidadão com personalidade ética e crítica. Em seguida, são apresentados os avanços da biotecnologia como área de conhecimento.

O segundo capítulo aborda a AC como fundamentação teórica da pesquisa, uma vez que se encontram nas perspectivas da AC, suportes para enfrentar os desafios e contradições do ensino de Biologia. Em seguida, são apresentados os eixos estruturantes da AC propostos por Sasseron e Carvalho (2008). Por fim pode ser vista a argumentação proposta por Toulmin (2006) com o objetivo de compreender o discurso utilizado pelos alunos para expor suas ideias, opiniões e conclusões durante as atividades do Mini Curso de Biotecnologia.

O capítulo terceiro esboça os procedimentos de pesquisa, bem como os instrumentos utilizados para a coleta de dados e sua análise.

O quarto capítulo apresenta o Mini Curso de Biotecnologia, sua estrutura, o planejamento e o quadro das atividades. Neste capítulo encontra-se também o relato do Mini Curso realizado em uma escola pública, a fim de apresentar o cenário da pesquisa, bem como o contexto em que ela ocorreu.

As atividades do Mini Curso são: leituras, e atividades investigativas. Elas permitem que os alunos elaborem argumentos, discutam ideias em conjunto, procurem por evidências, interpretem textos, façam uso da linguagem matemática, elaborem textos, dentre outras ações.

O capítulo quinto é referente às análises da pesquisa sob a ótica da Alfabetização Científica. Neste, são apresentados os indicadores propostos por Sasseron (2008) encontrados nas atividades e a estrutura do argumento. Neste capítulo são encontrados também os comentários sobre as evidências da Alfabetização Científica.

Por fim, logo após o quinto capítulo, são encontradas as considerações finais. Neste tópico são apresentados os indicativos para responder o problema de pesquisa além das reflexões sobre o trabalho.

CAPÍTULO I – O ENSINO DE CIÊNCIAS E OS DESAFIOS PARA A DISCIPLINA BIOLOGIA

O capítulo é iniciado apresentando os entendimentos do pesquisador Fourez (2003, 2000) quando este propõe que os cursos de ciências na escola básica devem preparar os alunos para se envolverem com as ciências e suas tecnologias, mesmo que seus temas posteriormente sejam estudados de maneira mais restrita e sistemática em outras situações de ensino formal. Ele sugere, então, que a educação em ciências se dê por meio da Alfabetização Científica (AC).

Atualmente, vive-se em um mundo cheio de produtos oriundos da indagação científica e a AC converteu-se, de acordo com Cachapuz et. al. (2011), em uma necessidade para todos. Desta forma, a AC pode ser entendida como uma possibilidade das pessoas compreenderem e usarem a informação científica na tomada de decisões em que se deparam a cada dia.

Segundo Trivelato e Silva (2012) o ensino de Ciências tem passado por transformações. Para as autoras, basta lembrar de como eram aprendidas as Ciências na escola e perceber como são ensinadas atualmente. Ocorreram mudanças nos colégios, na formação de professores, nos recursos pedagógicos, nos livros didáticos, assim como no âmbito social em que todos estes aspectos estão imersos.

Para os alunos aprenderem ciências é necessário compreender as formas pelas quais elas se manifestam, além de conhecer e fazer uso do conhecimento a respeito destas.

São pertinentes as considerações de Sasseron (2008) em relação ao ensino de Ciências, quando a autora apresenta uma revisão no panorama nacional sobre este ensino. Pesquisando os autores Nascimento (2008), Rosa, Perez e Drum (2007), Teixeira (2006), Chaves e Shellard, (2005). Sasseron (2008) entende que:

(...) parece-nos necessário alterar a realidade que se vê hoje em nossas escolas e apresentar aos alunos, desde os primeiros anos do Ensino Fundamental, as disciplinas científicas integradas, debatendo um mesmo tema em que cada qual, com sua especificidade, traga seu olhar e seus fundamentos. Além disso, é importante apresentar as Ciências como uma construção humana em que debates e controvérsias são condições para o estabelecimento de um novo conhecimento (SASSERON, 2008, p.6)

É necessário acrescentar nesta discussão, as considerações que Bizzo (2002) faz em relação ao ensino de ciências, visto que, segundo o autor: “(...) ensinar ciências no mundo atual deve constituir uma das prioridades para todas as escolas, que devem investir na

edificação de uma população consciente e crítica diante das escolhas e decisões a serem tomadas (BIZZO, 2002, p.11).

Para Bizzo (2002), não se pode admitir que o ensino de ciências se limite a transmitir notícias sobre os produtos da ciência aos alunos. Para o autor, a ciência é muito mais uma postura, uma forma de planejar e coordenar o pensamento e ação diante do desconhecido. Além disso, propõe que o ensino de ciências deva oferecer a todos os estudantes a oportunidade de desenvolver capacidades que possam despertar uma inquietação diante do desconhecido, buscando explicações lógicas e razoáveis amparadas por elementos tangíveis.

Mediante essas considerações referentes ao ensino de ciências, Geraldo (2009), menciona que o ensino de ciências naturais deverá:

(...) possibilitar ao aluno o desenvolvimento de conceitos básicos em astronomia, geologia, biologia, física e química; da sua compreensão da natureza e das relações entre ciências, tecnologia e sociedade; visão da ciência do mundo, da sua criatividade, da sua autonomia intelectual e da sua preparação para o trabalho e a participação política e cultural na sociedade contemporânea (GERALDO, 2009, p.86).

O autor menciona ainda que os conhecimentos das ciências naturais (geologia, biologia, física e química) são uma parte importante dos conhecimentos disponíveis e necessários para a continuidade e desenvolvimento das atividades humanas contemporâneas. Portanto, a partir desse enfoque, é possível identificar uma primeira aproximação para uma delimitação de especificidade do ensino de ciências naturais nas escolas de formação básica.

A escola tem papel especial no ensino de ciências, mas será que ela tem possibilitado a transposição dos conteúdos formais na interpretação de situações que permeiam o cotidiano dos alunos?

Buscando esclarecer a questão levantada, é possível recorrer aos entendimentos do autor Bizzo (2004): “todos devem aprender ciências como parte de sua formação cidadã, que possibilite a atuação social responsável e com discernimento diante de um mundo cada dia mais complexo” (BIZZO, 2004, p.157).

Além disso, na educação básica, mais precisamente no ensino de biologia, encontra-se uma busca pela capacitação do educando para:

(...) “interpretar fatos e fenômenos, naturais ou não, sob a óptica da ciência, mais especificamente da Biologia, para que, simultaneamente, ocorra uma visão crítica que lhe permita tomar decisões usando sua instrução nessa área do conhecimento” (BRASIL, 2006, p.20).

Marandino *et al* (2009) discutem a maneira pela qual as Ciências Biológicas são apresentadas em espaços não formais de educação, uma vez que não apresentam os

conhecimentos científicos do modo como foram produzidos, mas reelaboram com fins específicos, procurando torná-los mais compreensíveis para os diversos públicos com os quais trabalham, entre eles o escolar. As Ciências Biológicas que são apresentadas nesses espaços são: “(...) também sócio historicamente produzidas, sendo influenciadas pelos contextos educacionais, culturais e científicos mais amplos e pela demanda das sociedades pela apropriação de conhecimentos em uma perspectiva de alfabetização científica”. (MARANDINO, *et al* 2009, p.24)

Ocorre um envolvimento dos estudantes com a ciência apresentada nestes espaços, produzida por diversas mídias como exposições, vídeos e imagens fotográficas. Além disso, os alunos envolvem-se também com os entendimentos sobre a própria ciência, cientistas e o ensino de biologia em um processo de construção e reconstrução de conhecimento. No entanto, tais entendimentos sofrem interferências de agentes sociais como: o professor, o monitor, o animador ou o guia turístico, entre outros, possibilitando o aumento do repertório de elementos culturais para a compreensão do mundo em que se vive.

Sendo assim, é possível entender que os autores Bizzo (2002, 2004), Sasseron (2008), Geraldo (2009), Marandino et. al. (2009), Cachapuz et. al. (2011), Trivelato e Silva (2012), estão em consonância com Fourez (1994), quando este propõe a necessidade de se renovar o ensino de ciências e de religá-lo ao seu contexto humano. Fourez (1994) entende esta renovação com a combinação de alguns eixos: o econômico, político, social e o humanista².

No âmbito legislativo, as OCNEM mencionam que o conteúdo e a metodologia para o ensino de biologia no ensino médio são voltados quase que exclusivamente para a preparação do aluno para exames vestibulares, uma vez que cumprem o detrimento atribuído pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) para a última etapa na educação básica.

Segundo as OCNEM, ultimamente o ensino de biologia tem se caracterizado em um ensino pautado na memorização de denominações e conceitos e pela reprodução de regras e processos contribuindo para “a descaracterização dessa disciplina enquanto ciência que se preocupa com diversos aspectos da vida no planeta e com a formação de uma visão do homem sobre si próprio e de seu papel no mundo” (BRASIL, 2006, p.15).

O ensino de biologia vem sendo marcado por uma visão dicotômica, já que, é possível encontrar discursos nos meios de comunicação relacionados a assuntos dos conhecimentos da Biologia, como os avanços da biotecnologia, por exemplo. Conseqüentemente, cabe ao professor apresentar esses assuntos aos estudantes possibilitando uma associação entre a atual

² Abordado mais detalhadamente no segundo capítulo.

realidade do conhecimento científico com os conceitos básicos da biologia e com o que é divulgado pela mídia.

Além disso, Marandino et al. (2009) consideram que existe uma complexidade na tarefa de ensinar Biologia na educação básica, uma vez que tal tarefa, embora se torne visível apenas em sala de aula, tem início bem antes dela e envolve uma série de processos de seleção, de organização e de transformação dos conhecimentos provenientes das Ciências Biológicas. Para os autores, os conhecimentos das Ciências biológicas:

(...) estão presentes no nosso cotidiano, presentes nos desenhos animados, nas propagandas, nas novelas, nos produtos que consumimos, por meio de imagens, termos, conceitos, ideias, representações. Povoam o imaginário das pessoas comuns mediante ideias como identificação da paternidade, alimentação sadia, solução de doenças. Também podem causar temor, incluindo as dúvidas a respeito dos efeitos dos alimentos transgênicos e do desenvolvimento de pesquisas com clonagem, por exemplo. (MARANDINO, *et al* 2009, p.135)

Desta forma percebe-se que há uma grande quantidade de informações que são veiculadas pela mídia referente aos conhecimentos científicos, principalmente os relacionados às aplicações da biotecnologia. Tais assuntos perpassam pelos muros acadêmicos e começam a serem discutidos por toda a população. Entretanto, como promover mediações entre os conhecimentos científicos e o senso comum, de acordo com as perspectivas da AC?

Antes de adentrar na questão proposta, é essencial fazer algumas considerações. Determinados temas que circulam na escola nas aulas de Ciências e Biologia, acabam sendo trazidos pelos próprios estudantes mobilizados pelo contato com a mídia, por interesses pessoais ou apresentados na forma de propostas introduzidas pelos docentes. No entanto, é válido lembrar que de acordo os PCNEM:

(...) é objeto de estudo da Biologia o fenômeno da vida em toda a sua diversidade de manifestações (...). O aprendizado da Biologia deve permitir a compreensão (...) dos limites dos diferentes sistemas explicativos (...) e a compreensão que a ciência não tem respostas definitivas (...) (BRASIL, 2002, p. 20).

O ensino de biologia deve possibilitar ao aluno participações, com raciocínio crítico, em debates contemporâneos que inspirem sólido conhecimento desta disciplina. Este ensino deve ainda nortear o posicionamento do aluno frente a temas polêmicos que possam interferir diretamente em suas condições de vida como o uso de transgênicos, a clonagem, a reprodução assistida, entre outros assuntos.

Através destes debates ocorre a socialização do conhecimento que, de acordo com Marandino e Krasilchik (2007), é uma prática social que provoca processos de tradução e de recontextualização para tornar os saberes produzidos acessíveis para todas as pessoas.

Deste modo, ocorre um diálogo entre os conhecimentos científicos e o senso comum. Nesse momento, há um processo de reorganização dos conhecimentos científicos e o senso comum convertendo-os para que haja sentido para a população. Isto traz desafios enormes para a educação escolar, devido à quantidade e complexidade de conhecimentos produzidos. Portanto, é preciso enfrentar tal desafio, uma vez que não se pode privilegiar somente a informação e submetê-la aos interesses pessoais.

Na atualidade, ao estimular o acesso ao saber científico e realizar a AC, é necessário considerar não apenas a informação, mas os indivíduos envolvidos e seus conhecimentos, concepções, entendimentos e necessidades para guiar as escolhas sobre como realizar a AC. No capítulo 2 será tratado detalhadamente o conceito de Alfabetização Científica e suas perspectivas no ensino de Ciências.

Assim sendo, é considerada significativa uma educação capaz de fornecer aos alunos não somente noções e conceitos científicos, mas um ensino que os possibilite conhecer e compreender os contextos científicos e tecnológicos que encontrem além dos muros da escola.

1.1 O ensino de biologia e a Alfabetização Científica

Tradicionalmente o ensino da Biologia tem sido organizado em torno de várias ciências da vida (...) e as situações de aprendizagem, não raramente, enfatizam apenas compreensões dessas ciências, de sua lógica interna, de seu instrumental analítico, de suas linguagens e conceitos, de seus métodos de trabalho, perdendo de vista o entendimento dos fenômenos biológicos propriamente ditos e as vivências práticas desses conhecimentos. Nessas circunstâncias, a ciência é pouco utilizada como instrumento para interpretar a realidade ou para nela intervir e os conhecimentos científicos acabam sendo abordados de modo descontextualizado (...). Com isso, deixam de ser desenvolvido saberes práticos importantes para o estudante exercer sua cidadania (BRASIL, 2000, p.35).

Mediante tais considerações é reconhecida a importância de tratar dos conteúdos de biologia mais acadêmicos e mais abstratos. Porém, é notável também a necessidade de abordar outros conteúdos de caráter mais utilitário, isto é, que sejam capazes de acatar as necessidades sociais e as questões que remetem ao mundo cotidiano dos alunos.

Além disso, é preciso considerar que nos dias de hoje existem muitos espaços sociais de educação que permitem a produção da informação e “conhecimentos necessários para a formação de cidadanias ativas na sociedade” (MARANDINO *et al*, 2009, p.133)

A cada dia surgem interesses e necessidades dos meios de comunicação em apresentar programas destinados à divulgação científica. De acordo com Trivelato e Silva (2012) a televisão e o cinema, além de outros meios de comunicação, fazem divulgação de temas ligados à ciência através de filmes, novelas, seriados e programas jornalísticos.

Desta forma, é notável a presença dos conhecimentos biológicos nos diferentes meios de comunicação e diversos espaços de divulgação científica como vídeos, museus, revistas e centros de ciências. Estes conhecimentos estão presentes no cotidiano e são trazidos pelos alunos para a sala, mobilizados pelo contato com a mídia ou por interesses pessoais. Desta forma, fazem com que o conhecimento biológico seja produzido e reproduzido com suas finalidades, sentidos e especialidades.

É indispensável repensar no papel dos conhecimentos a serem aprendidos na escola, principalmente os conhecimentos biológicos. Entende-se que estes precisam oferecer recursos aos alunos para que, diante de situações do cotidiano, possam tomar uma decisão, identificar e confrontar um problema, julgar ou elaborar um argumento.

Isto se impõe como um desafio, pois é necessário organizar o conhecimento a partir de aprendizagens que tenham sentido para o aluno e que lhe permitam utilizar tais conhecimentos para operar em diferentes contextos e, principalmente, em situações inéditas. Desta maneira, pode-se transformar o que tem sido:

“(...) a tradição de ensinar biologia como conhecimento descontextualizado, independentemente de vivências, de referências a práticas reais, e colocar essa ciência como meio para ampliar a compreensão sobre a realidade” (BRASIL, 2000, p.36).

É preciso ressaltar que se essas práticas reais forem realizadas sem planejamento podem levar a conclusões inadequadas por parte dos alunos. Portanto, o professor precisa saber lidar com os aspectos positivos e negativos das divulgações científicas feitas pela televisão, *internet*, cinema, dentre outros.

Considerando que as questões de genética, como as aplicações da biotecnologia surgem diariamente nos programas de televisão, jornais e revistas, para Primon e Rezende (2009) “isso demanda que o cidadão tenha certo grau de conhecimento científico na área para compreender as potencialidades e as limitações da ciência e da tecnologia para a participação responsável na sociedade moderna”. (PRIMON e REZENDE, 2009, p.2)

Para os autores, a necessidade desses conhecimentos para o exercício da cidadania é recomendado no Volume 3 dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias) quando o texto menciona que “(...) os conhecimentos biológicos devem ser bem compreendidos a ponto do estudante utilizar os conceitos em novas situações de aprendizado, no seu cotidiano”(BRASIL, 1999, p.16).

A partir desses entendimentos é proposta a seguinte questão: Quais abordagens do ensino de biologia podem propiciar o desenvolvimento do processo da AC?

São pertinentes os argumentos de Rodrigues (2004), quando o autor explica que falar de cidadania exige uma reflexão sobre o modelo de sociedade, de organização social, bem como de identidades históricas e projetos de futuro a que este modelo está condicionado. Nesse sentido Toti *et al* (2009) considera que “a ideia de cidadania não é exata e imutável, ao contrário, ela é condicionada historicamente e socialmente” (TOTI *et al* 2009, p.3).

Alguns conceitos de cidadania serão apontados para tornar mais clara e coesa esta discussão. Será considerado o artigo de Madrid e Scheid (2010) onde as autoras mencionam este conceito, embasadas nos seguintes autores: Béal (2002), Pinsky (1998), Krasilchik e Marandino (2004) e Manzini Covre (2001).

Madrid e Scheid (2010) consideram que ninguém nasce cidadão, mas se torna cidadão ao logo de sua jornada. O indivíduo se torna capaz de intervir na sua cidade, expondo seu ponto de vista sobre os fatos. Ainda para as autoras “cidadania é a capacidade construída para intervir, ou simplesmente, para ousar intervir, na cidade” (MADRID e SHEID, 2010, p. 4). Isso exige um grau de conhecimento do sujeito para fazer tais intervenções.

As autoras consideram que cidadania se aprende na escola e, portanto, esta deve fazer valer seu papel, pois, “se a cidadania começa na escola, a mesma deve instrumentalizar os indivíduos sobre os conhecimentos científicos, fazendo assim que estes exerçam seu papel na sociedade”. (MADRID e SHEID, 2010, p. 4).

Neste contexto é preciso apontar os avanços da CT, aonde não se pode mais permitir que o ensino de biologia não incorpore no currículo, nos aspectos sociais e pessoais dos estudantes. Contudo, ressalta-se nas OCNEM que a biologia tem grande contribuição a dar a respeito da formação do educando como cidadão, com personalidade ética e crítica. Este documento menciona a importância de procedimentos e estratégias que possibilitem ao aluno compreender o impacto que a CT causa na sua vida pessoal e social. A formação ética e o pensamento crítico podem ser estimulados:

(...) pela exposição do aluno a questões como: produzir ou não em larga escala organismos geneticamente modificados; quais são os riscos e benéficos da utilização de transgênicos; apoiar ou não lei que prevê o desmatamento de um trecho da Amazônia para a produção de alimentos e geração de empregos; apoiar ou não a destruição de uma área de mangue para a construção de casas populares; usar ou não, terapeuticamente, células-tronco embrionárias (BRASIL, 2006, p. 38).

Considerando que no contexto apresentado há indícios de que os alunos, diante de algumas situações do cotidiano, são explicitamente “obrigados a tomar decisões

fundamentadas em conhecimentos científicos e relacionadas aos seus valores pessoais ou sociais” (BRASIL, 2006, p.38 -39), é preciso considerar que os meios de comunicação têm um papel relevante na disseminação da ciência e podem gerar distorções. Como já mencionado anteriormente, algumas reflexões e dilemas sobre as aplicações da biotecnologia aparecem em filmes, programas de televisão, jornais e revistas de grande circulação. Portanto, alguns conceitos biológicos passam a fazer parte da linguagem do uso comum e acabam misturando-se em discussões presentes na sala de aula.

Entende-se que AC deve possibilitar ao aluno do ensino médio entender o mundo ao seu redor, sendo capaz de opinar e discutir temas ou questões atuais sobre o desenvolvimento científico e suas influências nas questões ambientais e socioeconômicas.

No âmbito legislativo, os PCNEM apontam que o “o conhecimento da Biologia deve subsidiar o julgamento de questões polêmicas” (BRASIL, 2002 p. 219). As OCNEM mencionam que, embasado em informações e conhecimentos, o cidadão deve construir suas decisões. Entretanto, segundo as OCEM o erro a ser evitado é a suposição de que apenas as informações científicas são suficientes para permitir a tomada de decisões e emissões de julgamentos. Nesse contexto, é necessário também um diálogo entre informações científicas, valores e crenças de cada educando, pois ora esses elementos caminharão juntos, ora contrapor-se-ão.

Desta maneira são pertinentes os argumentos que Toti *et al.*(2009) fazem de acordo com o trabalho de Mortimer e Santos (2001) sobre a formação para a cidadania. Nas considerações de Toti *et al.*(2009),

Santos e Mortimer (2001) argumentam sobre a importância de se procurar desenvolver a capacidade de tomada de decisões na formação para a cidadania, não bastando para isso acrescentar informações sobre questões de Ciência e Tecnologia na tentativa de engajamento dos estudantes em questões sociais. Ainda segundo os autores, também não basta ensinar passos para que os estudantes tomem decisões. Para os autores, a educação para a cidadania precisa ultrapassar o ensino conceitual chegando a uma educação comprometida com a ação social responsável, na qual figuram preocupações com a formação de atitudes e valores (TOTI *et al.* 2009, p.5)

Segundo os entendimentos de Mortimer (2002) alguns pesquisadores têm tentado problematizar a relevância dos conceitos científicos para solução de problemas cotidianos. Para o autor “o que está em questão é: em que extensão as pessoas empregam conceitos científicos para tomar decisões na vida cotidiana?”. (MORTIMER, 2002, p.28)

Sob esse enfoque, Mortimer (2002) afirma que o conhecimento científico é essencial para as decisões que são tomadas na vida cotidiana. O autor também questiona o fato dos

professores continuarem a ensinar química, física ou biologia que são relevantes apenas para os exames vestibulares. Portanto, ele levanta alguns questionamentos:

Seriam esses professores insensíveis aos apelos curriculares de ensinar ciência para a formação do cidadão? Ou estariam eles simplesmente diante de uma dificuldade real? Estariam apenas se rendendo às dificuldades imensas que se apresentam para quem se propõe a ensinar uma ciência que seja relevante para a vida cotidiana? (MORTIMER, 2002, p.29)

Diante desses questionamentos, Mortimer (2002) lembra: “situações cotidianas que a ciência poderia explicar são, na verdade, complexas e envolvem a articulação de vários conceitos científicos, algo a que o professor muitas vezes não está acostumado” (MORTIMER 2002, p.29). O autor ainda exemplifica o ensino de química que, segundo ele, “qualquer química do cotidiano é muito mais difícil de ser ensinada do que a química tradicional, propedêutica” (MORTIMER 2002, p.29).

As OCNEM mencionam que o domínio do conhecimento escolar deve ser estruturado de maneira a possibilitar o domínio do conhecimento científico sistematizado na educação formal, explorando sua relação com o cotidiano e as possibilidades do uso dos conhecimentos apreendidos em situações diferenciadas da vida. Sendo assim, para a concretização dessa sugestão deve existir uma mediação do professor entre o conhecimento sistematizado e o aluno, para que este transponha para o cotidiano os conteúdos apropriados em sala de aula.

Existem desafios a serem superados, relacionados com o ensino de Biologia, uma vez que este “deve servir como meio para ampliar a compreensão sobre a realidade, recursos graças aos quais os fenômenos biológicos podem ser percebidos e interpretados, instrumento para orientar decisões e intervenções” (BRASIL, 2006, p.21).

Desta maneira, é necessário recriar novas condições para o ensino da referida disciplina. Recriando as novas condições, será possível integrar os conhecimentos complexos e críticos que passam pelo ambiente escolar e pelo cotidiano dos alunos. Além disso, é preciso considerar as influências científicas e tecnológicas vivenciadas pela sociedade.

Vilches *et al* (2007) mencionam que é necessário o indivíduo ter um mínimo de formação para tornar possível a compreensão de questões científicas. Essas questões, portanto, podem e devem ser divulgadas em uma linguagem acessível para não ocorrer recusa por parte de outros indivíduos, para discutir problemas como, por exemplo, as mudanças climáticas ou a manipulação genética.

É relevante compreender que no caso da biologia não basta ensinar conceitos na busca de uma formação para a cidadania, porque conforme aponta Teixeira e Vale (2003), a questão da cidadania é muito mais ampla, engloba aspectos da estrutura e do modelo de organização

social, política e econômica. Segundo estes autores, essa é uma questão que precisa ser alvo de reflexão por parte dos docentes para não haver condenação do ensino desenvolvido nesta área. Além disso, são relevantes os apontamentos de Pereira *et al* (2005), quando afirma que:

(...) a importância do conhecimento biológico e a participação da sociedade no contexto do desenvolvimento científico e tecnológico que sofre a humanidade, constitui-se um fator indispensável para a formação de uma consciência crítica para que o indivíduo desenvolva sua cidadania (PEREIRA *et al*, 2005, p. 157)

Por fim, são relevantes os apontamentos de Krasilchik (1988) quando menciona que educar para a cidadania é a grande tarefa com que se defrontam hoje os professores de Ciências.

Em consonância com os autores mencionados pode-se afirmar que existem inúmeros impedimentos para que sejam desenvolvidos saberes práticos importantes para que os alunos exerçam sua cidadania, principalmente considerando os conhecimentos biológicos, embora “atravessamos um período no qual a Biologia está dentre a mais comentada ciências e a que ocupa maior espaço na mídia”(PRIMON e REZENDE, 2009, p. 2).

Desta maneira, esta disciplina e em especial o ensino de genética, tem sido considerado de acordo com Sardinha *et. al.*(2009) de extrema importância para a AC, uma vez que pode se utilizar de conhecimentos da biotecnologia, dentre outros, para oferecer exemplos que denotam fortes relações entre o conhecimento, suas aplicações e seus desdobramentos éticos, culturais, sociais, econômicos e políticos.

Os autores, ainda entendem que “o currículo deve sofrer constantes atualizações, necessários para formar cidadãos capazes de opinar sobre os problemas da sociedade contemporânea” (SARDINHA *et. al.*, 2009, p.2). Estes ressaltam também que o currículo deve respeitar o tempo de chegada destes conhecimentos aos professores e a seleção de conteúdos que acontece no âmbito escolar.

Desta forma, percebe-se a importância dos conhecimentos biotecnológicos, que mesmo inconscientemente estão presentes no cotidiano das pessoas sendo capaz de transformá-las. No próximo tópico serão apontadas as aplicações da biotecnologia que podem ser consideradas promissoras, uma vez que estão ligadas, com a qualidade de vida das pessoas.

1.2 O desenvolvimento e as aplicações da biotecnologia como área de conhecimento

A temática da biotecnologia está presente no cotidiano das pessoas e em evidência na mídia, mas o ser humano trabalha com os produtos biotecnológicos desde o início da humanidade. Contudo, na atualidade muitas questões são levantadas em relação às tecnologias de manipulação do material genético, os riscos e os benefícios dessas manipulações à saúde humana e ao meio ambiente.

O século XX foi determinante não apenas pelos diversos eventos históricos e políticos, mas também pelos avanços científicos e tecnológicos, principalmente os relacionados à genética. Pode-se citar a redescoberta das leis de Mendel, o Projeto Genoma Humano, Terapia Gênica, Transgênicos, dentre outros.

Ainda é preciso mencionar que existe uma provável insegurança quanto à utilização dos produtos biotecnológicos. Essa insegurança tenha sido causada, talvez, pela falta de conhecimento ou por distrações sobre os resultados dos conhecimentos produzidos e rapidamente divulgados pela mídia. Desta forma, trazem dúvidas também entre professores e alunos que precisam ser preparados para discutir e entender os conteúdos que envolvem o tema.

Reis (2003) considera que a biotecnologia constitui uma área interdisciplinar que envolve os conhecimentos e a cooperação de biólogos, químicos, biofísicos, bioquímicos, economistas entre outros profissionais. “As aplicações vão desde a fabricação de queijo, cerveja, pão e vinho, até ao tratamento de esgotos, controle da poluição, agricultura e produção de combustíveis alternativos e medicamentos.” (REIS, 2003, p.21).

Segundo Trivelato e Silva (2012) a palavra biotecnologia foi usada pela primeira vez em 1919 por um húngaro formado em Engenharia Agrícola. É possível verificar no Quadro 1.1 que as primeiras aplicações biotecnológicas pelo ser humano datam de 4.000 a 2.000 a.C., com o uso das leveduras.

Para as autoras, a biotecnologia consiste, nos sistemas produtivos atuais, na aplicação em grande escala ou transferência para indústria, dos avanços científicos e tecnológicos, resultantes de pesquisas em Ciências Biológicas. Além disso, “o desdobramento da terminologia implica a biotecnologia como sendo o uso de organismos vivos (ou células e moléculas) para a produção racionalizada de substâncias, gerando produtos comercializáveis”. (TRIVELATO e SILVA, 2012, p. 100).

Quadro 1.1 Aspectos históricos da biotecnologia

DATA	EVENTO
4000-2000 a.C.	Leveduras são usadas no Egito para aumentar o pão. Queijos e vinhos são feitos.
1796	Edward Jenner inoculou doses do vírus da varíola em uma criança. Uso da vacina viral contra a varíola.
1830	Descobrimto de proteínas.
1859	Charles Darwin publica sua teoria da evolução “Seleção Natural”. Em 20 anos isto influenciou criadores, com maior impacto em plantas e animais.
1865	Gregor Mendel determina regras de hereditariedade. Ele afirmou que as características eram passadas dos pais para o filho através dos genes.
1914	Bactéria é usada pela primeira vez para tratar esgoto em Manchester, Inglaterra.
1928	Alexander Fleming descobre a penicilina, o primeiro antibiótico.
1953	James Watson e Francis Crick descrevem a estrutura do DNA como uma dupla hélice.
1966	O código genético é descoberto. Uma sequência de três bases de nucleotídeos determina cada um dos 20 aminoácidos.
1969	Uma enzima é sintetizada <i>in vitro</i> pela primeira vez.
1972	Descobriu a similaridade da composição do DNA dos humanos e dos gorilas.
1973	Stanley Cohen e Herbert Boyer transferem DNA de um organismo para outro.
1974	Frederick Sanger desenvolveu um método para determinação da ordem dos nucleotídeos da fita do DNA (Sequenciamento).
1982	Uma síndrome que causa danos severos ao sistema imunológico é descoberta – AIDS.
1982	Insulina humana produzida por engenharia genética em bactéria para tratamentos de diabete torna-se o primeiro produto da biotecnologia moderna a ser aprovado pelos órgãos competentes nos Estados Unidos.
1984	A primeira vacina é desenvolvida pela engenharia genética.
1984	A impressão digital genética é desenvolvida para ligar com suspeitos ao um crime.
1986	Os primeiros testes de campo de plantas transgênicas são conduzidos nos Estados Unidos.
1990	A primeira terapia gênica em humanos é aprovada nos Estados Unidos para uma garota de quatro anos portadora de uma deficiência imunológica.
1990	Um esforço mútuo internacional para mapear todos os genes do corpo humano é anunciado sobre o nome de Projeto Genoma Humano.
1994	O primeiro milho geneticamente modificado é aprovado para a produção nos Estados Unidos.
1994	O tomate <i>Flavr savr</i> da Calgene, geneticamente modificado para resistir ao apodrecimento, é aprovado para plantio e comercialização nos Estados Unidos.
1997	Cientistas escoceses anunciam o nascimento da ovelha Dolly. O primeiro mamífero a ser clonado a partir de uma célula de um adulto. Este clone deu certo depois de 276 tentativas.
1999	A União Européia coloca uma moratória para a aprovação do comércio de novos cultivos alimentares de organismos geneticamente modificados.
2000	Cientistas do Estado de São Paulo revelam o código genético completo da bactéria <i>Xylella fastidiosa</i> . Isso corresponde à primeira bactéria fitopatogênica a ter o seu genoma decifrado, o que auxilia na busca de mecanismos para resolução de problemas relacionados à praga do amarelinho na agricultura.
2000	O arroz dourado é alterado geneticamente para conter altos níveis de vitamina para ajudar na preservação da cegueira.
2001	Embrapa produz a primeira vaca clonada.
2001	Anunciou-se nos Estados Unidos o primeiro esboço contendo a sequência de 3 bilhões de pares de bases, cerca de 90% quase completos do código genético humano, que oferece possibilidades futuras de melhorar o diagnóstico, o tratamento e a prevenção de doenças.
2002	O Projeto Genoma Humano é terminado.
2003	A união europeia implementa uma nova legislação com a aprovação da comercialização de cultivos com alimentos geneticamente modificados.
2003	Estudos de tratamento com células-tronco para cardiopatas.

Fonte: Adaptado do livro de Ensino de Ciências de Trivelato e Silva (2012) e do Núcleo de Difusão Biotecnológica www.bioinfo.ufpb.br/ndb. Acesso em março 2012

Para Trivelato e Silva (2012) quando há referência à biotecnologia, fala-se de uma história que não acabou, pois o processo científico nunca se encerra. Para as autoras, a história da humanidade está estreitamente vinculada à capacidade do homem de selecionar, cruzar e obter variedades de plantas que apresentem qualidades para melhorar a alimentação e adaptar as diferentes condições ecológicas, além de outros aspectos.

A Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) é encarregada de avaliar e autorizar as pesquisas que envolvem as aplicações da biotecnologia. Ele é responsável pela avaliação de todos os aspectos referentes aos riscos dos organismos geneticamente modificados, antes de liberar para consumo bem como plantio.

Além disso, Godefroid (2010) menciona que “no Brasil, as pesquisas relacionadas com a engenharia genética são regidas pelo art. 225 da Constituição Federal e pela Lei da biossegurança, Lei nº 8974/1995, revogada pela Lei nº 11.105/2005” (GODEFROID, 2010, p.25).

Reis (2003) entende que a biotecnologia não constitui um ramo recente da tecnologia. O início da biotecnologia moderna está associado, normalmente, à utilização de microrganismos na fabricação de glicerol, acetona, butanol e ácido cítrico para fins militares durante a Primeira Guerra Mundial e à descoberta e produção industrial da penicilina durante os anos quarenta.

A grande revolução nesta área ocorreu nos anos de 1980 com o desenvolvimento da tecnologia de recombinação do DNA que permite a combinação de sequências genéticas provenientes de seres diferentes.

Klein (2011), embasada nos trabalhos de Watson e Crik (1953) e Watson (2005), menciona que a proposta do modelo da estrutura da molécula do DNA abriu caminhos para novas pesquisas e para engenharia genética. Através da manipulação da molécula, ocorreu um avanço de inúmeras técnicas além da conquista de diversos produtos.

A autora considera que tais técnicas agora têm como principal alvo a molécula do DNA, que se constitui em uma estrutura química comum entre os seres vivos e “permite que a própria barreira da formação de espécies biológicas seja rompida, pois o DNA, como molécula fundamental portadora da informação gênica, codifica as mesmas proteínas em animais, plantas ou microrganismos” (KLEIN, 2011, p. 26).

Reis (2003) explica que no passado selecionavam-se as características desejáveis em plantas e animais através de cruzamentos cuidadosamente definidos ao longo de muitas gerações. Atualmente a alteração do material genético de uma espécie permite uma adulteração rápida e radical das suas características. O autor considera que:

(...) as técnicas de recombinação de material genético e o conhecimento crescente das funções de genes de vários seres vivos, incluindo o homem, provocam simultaneamente esperança e temor: esperança na possibilidade de inúmeras aplicações na agricultura e na pecuária e na eventual cura de centenas de doenças de origem genética; temor de eventuais desastres ambientais provocados pela proliferação incontrolada de seres vivos alterados geneticamente ou de uma hipotética manipulação abusiva do patrimônio genético do ser humano por ditadores e por oligarquias sem escrúpulos. Dilemas morais profundas e fascinantes acompanham estas proezas da biotecnologia particularmente as que envolvem a manipulação do genoma (REIS, 2003, p.21).

Desta maneira, a disciplina Biologia vem conquistando um papel de destaque sem precedentes na história. O grande fluxo de informações advindas das recentes descobertas científicas, principalmente nas áreas da biologia molecular e da genética, tem se expandido em todas as áreas. Este acelerado crescimento do conhecimento de biotecnologia durante as últimas décadas “tornou necessário repensar os conteúdos do currículo escolar e provocou uma consideração sobre a questão ética e social, relacionada ao uso de aplicações biotecnológicas” (KLEIN, 2011, p. 26-27).

Para Primon e Rezende (2009), a intensa divulgação e popularidade da biologia trazem novas responsabilidades especialmente para os professores do ensino médio. De acordo com os autores, o papel do professor é de extrema importância, uma vez que se deve considerar que os estudantes recebem informações das mais diversas fontes e estas nem sempre são cientificamente corretas. Portanto, “é nas escolas, por meio dos professores, que os jovens devem adquirir informações pautadas em fundamentos científicos que podem subsidiar discussões”. (PRIMON e REZENDE, 2009, p.2).

É importante chamar a atenção do aluno para as questões relacionadas à biotecnologia, uma vez que ela transforma o cotidiano e abre a possibilidade de discussões sobre a produção, comercialização e utilização dos produtos biotecnológicos.

Percebe-se também que a insegurança relacionada à utilização dos produtos provenientes dos avanços da biotecnologia provoca dilemas na população. No entanto, Klein (2011) menciona que existe um consenso entre os pesquisadores na área de ensino e aprendizagem de ciências sobre a importância e relevância da inclusão da biotecnologia no nível médio de ensino, portanto de acordo com a autora:

(...) Chen e Raffan (1999) em uma pesquisa com alunos ingleses indicam uma compreensão limitada do tema biotecnologia entre os alunos. Mas enfatizam que apesar disso o objetivo de ensino de biotecnologia deve ultrapassar o nível científico e discutir benefícios e riscos nos diversos campos de aplicação da biotecnologia. Dawson e Taylor (2000) afirmam que o ideal é formar alunos capazes de discutir as implicações éticas e sociais do uso de produtos obtidos a partir de técnicas de biotecnologia moderna. Schibeci (2000) sugere a importância de se compreender os impactos da biotecnologia na saúde, na economia e no ambiente (...). Goodrum *et al*, 2001; Dawson, Schibeci, 2003 sugerem que muitos alunos do ensino médio não

compreendem os processos ou implicações da biotecnologia moderna. Deve-se considerar que a prioridade da educação científica seja a formação da cidadania e auxilia o aluno do ensino médio a entender o mundo ao seu redor e seja capaz de opinar e discutir questões atuais sobre o desenvolvimento científico e suas implicações ambientais e socioeconômicas. (KLEIN, 2011, p. 32- 34)

Para Medeiros (2007), a principal fonte de informação de jovens sobre assuntos relacionados às aplicações da biotecnologia, especificamente clonagem e célula tronco é a televisão, seguida da escola.

Foi proposto neste trabalho desenvolver um Mini Curso de Biotecnologia, para alunos do 3º ano do ensino médio, oferecendo a estes um conjunto de atividades que envolvessem as aplicações da biotecnologia.

A escolha da temática biotecnologia, dentre várias razões já mencionadas, é que esta ciência ultrapassou muros acadêmicos e escolares, encontrando-se presente no cotidiano das pessoas, interferindo em questões sociais. O conhecimento nesta área tem avançado com uma rapidez sem precedentes na história e todos os dias os meios de comunicação divulgam notícias sobre tais conhecimentos.

As atividades do Mini Curso de Biotecnologia visaram permitir que os alunos trabalhassem em grupo, gerando a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levem ao entendimento dele.

Assim sendo, através do Mini Curso houve a possibilidade de buscar pelos indícios da AC, investigando como os alunos trabalham com um conjunto de atividades, entre elas, atividades práticas, discussões de temas relacionados à ciência, fornecendo elementos de como este processo acontece e quais são as evidências de que ele esteja, de fato, em desenvolvimento.

Desta forma, defende-se a necessidade de um ensino de ciências que possibilite aos alunos trabalharem e discutirem assuntos que envolvam as questões da ciência e da tecnologia, para que possam entendê-las como uma construção humana em que debates e controvérsias são características para o surgimento de um novo conhecimento.

O Mini Curso incorporou conteúdos de biologia molecular, o DNA foi o ponto de partida. Foi realizado um recorte no conteúdo de genética, para trabalhar biotecnologia, especificamente a engenharia genética na geração de organismos transgênicos e na identificação de pessoas a partir da análise do DNA.

Por fim, o Mini Curso de Biotecnologia, apresenta um conjunto de atividades que, relacionadas com essa temática e abrangendo os eixos estruturantes apresentados por Sasseron (2008), serão abordados com mais detalhes no próximo capítulo. Contudo, é preciso

mencionar que esses eixos perpassam por múltiplas esferas da ciência e dos saberes científicos, “estendendo-se desde a compreensão de como os cientistas realizam suas pesquisas e quais os passos e etapas que sucedem durante este trabalho até o conhecimento e percepção do uso destes pela sociedade” (SASSERON, 2008, p. 66).

CAPÍTULO II – ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E O USO DO ARGUMENTO

Neste capítulo será apresentada a AC e serão explicadas as razões pelas quais foi eleito o conceito de AC para abordagem neste trabalho. O objetivo foi estudar a AC em Biologia a partir da temática biotecnologia por meio de um Mini Curso planejado e executado junto a uma turma da 3ª série do ensino médio.

Foram observados elementos que forneceram evidências sobre o modo como as habilidades associadas à AC foram desenvolvidas nas atividades. Foi importante observar tanto o desempenho dos alunos durante o Mini Curso, como as interações que as atividades deste possibilitam.

Como já discutido no capítulo 1, as OCNEM mencionam que apesar dos fenômenos biológicos e das informações da biologia fazerem parte do cotidiano da população, o ensino dessa disciplina encontra-se tão distanciado da realidade que não permite aos alunos perceberem a ligação estreita existente entre o que é estudado na disciplina biologia e o cotidiano. Desta forma, “(...) essa visão dicotômica impossibilita ao aluno estabelecer relações entre a produção científica e o seu contexto, prejudicando a necessária visão holística que deve pautar o aprendizado sobre a Biologia”. (BRASIL, 2006, p.17)

Quando foram utilizadas as perspectivas de AC para tratar dos conhecimentos biológicos foi observada a possibilidade de abordagem dos conhecimentos CT, problematizando-os e permitindo não só que os alunos assimilem informações, mas que possam relacioná-las com questões ambientais e socioeconômicas utilizando-as para tomar decisões que se apresentam em sua vida.

Além disso, a AC é um processo contínuo e ultrapassa o período escolar. Portanto, há necessidade de uma aquisição constante de novos conhecimentos. É desejável que os alunos sejam preparados para buscar e interpretar os conhecimentos científicos de maneira crítica e ainda ser capaz de socializá-los para toda a população.

Foi encontrada na AC, a possibilidade de oferecer incentivos ao conhecimento científico, proporcionando oportunidades para que os alunos opinem sobre tais conhecimentos e os utilizem na resolução de problemas do cotidiano. Além disso, entende-se que para enfrentar:

(...) os desafios e contradições que encontra o ensino de Biologia, este deveria se pautar pela alfabetização científica (...) esse conceito implica três dimensões: a aquisição de um vocabulário básico de conceitos científicos, a compreensão da natureza do método científico e a compreensão sobre o impacto da ciência e da tecnologia sobre os indivíduos e sociedade (BRASIL, 2006, p.18)

Mas, como promover um Ensino de Ciências voltado aos preceitos da AC, considerando os diferentes conhecimentos e saberes que os alunos possuem? Antes de adentrar na questão proposta serão apresentadas compreensões sobre a AC a partir de uma breve revisão, a fim de tornar mais clara e coesa esta discussão diante dos objetivos que foram almejados.

2.1 O termo “Alfabetização Científica”

De acordo com Cachapuz *et al* (2011) o conceito de AC, hoje muito conhecido, é utilizado desde o final dos anos 50. Mas para os autores, essa expressão adquiriu, na última década, características de *slogan*, bastante utilizados por pesquisadores e professores de ciências.

Existe uma grande quantidade de trabalhos abordando o tema AC, portanto, de acordo com Marandino e Krasilchik (2007) ora esse termo tem o mesmo significado, ora aparece indicando diferentes dimensões de um mesmo processo. “Mas, para as autoras essa falta de consenso sobre o termo Alfabetização Científica indica o quanto a uma reflexão nesta área, que é, ainda, recente e, por esta razão, importante” (MARANDINO e KRASILCHIK, 2007, p.21).

Sasseron (2008) realizou uma revisão sobre o termo AC ao estudar a literatura estrangeira relacionada à Didática das Ciências. A autora notou que existe uma variação no uso do termo que defina o ensino de Ciências preocupado com a formação cidadã dos alunos para a ação e atuação em sociedade.

Desta forma, Sasseron (2008) exemplifica os autores de língua espanhola, Membiela, (2007), Díaz, Alonso e Mas, (2003), Cajas, (2001), Gil-Pérez e Vilches-Penã, (2001) que costumam utilizar a expressão “Alfabetización Científica” para designar o ensino em cujo objeto seria a promoção de capacidades e competências entre os estudantes capazes de permitir-lhes a participação nos processos de decisões do dia a dia.

Para Sasseron (2011) o conceito Alfabetização Científica deriva originalmente do termo inglês “scientific literacy” e foi utilizado pela primeira vez em 1958, por Hurd. Segundo a autora, Hurd é um estudioso do currículo de Ciências que defende a necessidade de aulas de ciências que ensinem o que está no cotidiano dos alunos. Para o autor, a sociedade

necessita dos conhecimentos cientificamente construídos, portanto, é preciso que esta mesma sociedade saiba mais sobre ciências e seus empreendimentos.

Sasseron (2008) menciona outros autores de publicações de língua inglesa como Norris e Phillips, (2003), Laugksch, (2000), Hurd, (1998), Bybee, (1995), Bingle e Gaskell, (1994), Bybee e Deboer, (1994) e usa o termo “Scientific Literacy” com o mesmo objetivo da língua espanhola e, nas publicações francesas os autores Fourez, (2000, 1994), Astolfi, (1995) usam a expressão “Alphabétisation Scientifique”.

Na língua portuguesa, o problema da definição do termo ganha novas proporções, uma vez que Sasseron (2008) menciona que na “tradução dos termos: a expressão inglesa vem sendo traduzida como Letramento Científico, enquanto as expressões francesas e espanholas, literalmente falando, significam Alfabetização Científica” (SASSERON, 2008, p.10).

De acordo a autora, os pesquisadores falantes de outras línguas sentem dificuldades na tradução do termo, como o pesquisador belga Gerard Fourez que utiliza a expressão “Alphabétisation Scientifique et Technique” traduzida para a Língua Portuguesa como Alfabetização Científica e Tecnológica.

De acordo Sasseron (2008) mediante a essa pluralidade semântica, pode-se notar que na pesquisa realizada com literatura brasileira sobre o ensino de ciências, são encontrados autores que utilizam outras expressões, sendo: Enculturação Científica como Carvalho e Tinoco, (2006), Mortimer e Machado, (1996). Letramento Científico como Mamede e Zimmermann, (2007), além de pesquisadores que utilizam o termo Alfabetização Científica, como Brandi e Gurgel, (2002), Auler e Delizoicov, (2001), Lorenzetti e Delizoicov, (2001), Chassot, (2000).

Em relação ao termo Enculturação Científica, Sasseron (2008), considera que esses autores utilizam com o objetivo de almejar a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida. Ainda de acordo a autora, os autores brasileiros que utilizam a expressão “enculturação científica” entendem que o ensino de ciências pode e deve promover condições para oferecer aos alunos a possibilidade de serem capazes de participar das discussões que envolvem diversos conhecimentos, obtendo informações e fazendo-se comunicar.

É importante esclarecer que o pesquisador nacional que se apoia no significado do termo Enculturação Científica, Soares (1998), aborda o termo como resultado da ação de ensinar ou aprender a ler e escrever. Ao mencionar sobre o processo de alfabetização, o autor considera que a leitura e a escrita “trazem consequências sociais e culturais, econômicas,

cognitivas, linguísticas, quer para o grupo social em que seja introduzida, quer para o indivíduo que aprenda a usá-la” (SOARES, 1998, p.7).

Outra abordagem que merece ser retomada é o termo “literacy” que, de acordo com Lorezenti e Delizoicov (2001), é traduzido como “alfabetização” no Brasil e em Portugal. Porém, para os autores, a tradução correta do termo deveria ser alfabetismo. Entretanto, os autores mantêm a tradução do termo em inglês “scientific literacy” como alfabetização científica porque julgam mais conveniente, uma vez que a alfabetização que eles defendem não supõe um estágio de término, e neste caso, consideram como uma atividade vitalícia.

Lorezenti e Delizoicov (2001) conceituam alfabetização científica nas séries iniciais, partindo do pressuposto que a AC tornará o indivíduo alfabetizado cientificamente nos assuntos que envolvem a CT, ultrapassando a mera reprodução de conceitos científicos, destituídos de significados, de sentidos e de aplicabilidade.

Mediante a tudo o que foi exposto, a opção eleita neste trabalho pelo termo “Alfabetização Científica”, ganha amparo nos argumentos de Fourez (1994) quando o autor menciona o termo Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) como uma promoção para a cultura científica e tecnológica. É importante lembrar que o objetivo desta discussão é estudar a AC em Biologia a partir da temática biotecnologia. Portanto, entende-se que o termo possibilita instrumentalizar os alunos para lidar com esse universo biotecnológico, possibilitando-os a compreender a maneira pela qual as ciências e a tecnologia foram produzidas ao longo da história.

Isso implica que os conhecimentos biotecnológicos fazem parte do cotidiano, apesar de, inconscientemente, algumas pessoas não perceberem que estão rodeadas por produtos e aplicações da biotecnologia. Portanto, agir e participar da sociedade tecno-natural da atualidade, requer entender que tais conhecimentos fazem parte de uma cultura, sendo capazes de fornecer possibilidades de compreensão do mundo.

De forma que, para Fourez (1994, 2003), o termo tecno-natural serve para mencionar o fato de que natureza e tecnologia são articuladas em um universo de finalidades, portanto, assim se apresentam no mundo moderno.

Além disso, a perspectiva da ACT “persegue geralmente três fins: a autonomia do indivíduo (componente pessoal), a comunicação com os demais (componente cultural, social, ético e teórico) e certo manejo do ambiente (componente econômico)” (FOUREZ, 1997, p. 16).

Somando estes fatores, compreende-se que é possível recordar o pensamento de Fourez (1997), uma vez abordada a temática biotecnologia relacionando-a com questões que

envolvem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente CTSA. A temática biotecnologia foi escolhida porque se entende que, através dela, é possível tratar os três eixos propostos por Fourez (1994) para renovar o ensino de ciências e religá-lo ao seu contexto humano. Desta forma, na abordagem desta temática visando a AC, entende-se que implica considerar tais eixos, sendo o primeiro associados às razões econômicas e políticas ressaltando a importância dos indivíduos entenderem e participarem da produção do mundo industrializado.

O segundo é o eixo social. Este serve como promoção da possibilidade de discussões, entendimentos e reflexões sobre os benefícios ou não, decorrentes das interações entre ciência e tecnologia. O último eixo proposto por Fourez (1994) é o lado humanista que busca permitir aos jovens a capacidade de participarem e situarem-se no universo científico e tecnológico. Além disso, Sasseron (2008) propõe que os estudantes devam desenvolver habilidade de receber, transmitir informações e julgamentos sobre CT.

Para Fourez (1994) a união destes três eixos quando do planejamento à aplicação de cursos de ciências, podem ajudar na concretização da AC. De acordo com Sasseron (2008), Fourez (1994) também se preocupa com a formação escolar dos cidadãos. Em seu livro chamado “Alphabétisation Scientifique et Technique – Essai sur les finalités de l’enseignement des sciences” (1994), o autor tece valiosos argumentos sobre a importância da Alfabetização Científica e Tecnológica além de comparar a relevância desta alfabetização no final do século XIX para aquela sociedade.

Deste modo, Fourez (1994) parte da ideia de que a AC é uma promoção de uma cultura científica e tecnológica. Segundo o autor, ela é necessária como fator de inserção dos cidadãos na sociedade atual. No entanto, para Sasseron (2008), o termo Alfabetização Científica,

(...) serve para designar as ideias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-lo e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cercada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científicos (SASSERON, 2008, p.12).

Partindo desse pressuposto, pode-se afirmar que para desenvolver o processo da AC são relevantes também os argumentos de Krasilchik (1992). Segundo a autora, AC corresponde a uma das grandes linhas de investigação no ensino de ciências. Este movimento relaciona-se às mudanças de objetivos, em sentido à formação geral da cidadania.

É válido mencionar que o foco do processo da AC, de acordo com Marandino e Krasilchik (2007), vem sendo alterado ao longo dos anos, de uma perspectiva centrada na

informação e na produção científica que ressalta a necessidade de conhecer cada vez mais as pessoas para quais se divulga. Desta forma, podem-se distinguir diferentes formas de entender a AC.

Lorezenti e Delizoicov (2001) mencionam um trabalho realizado por Hurd (1998), quando o autor considera que alguns aspectos de uma pessoa cientificamente instruída:

(...) não são ensinadas diretamente, mas estão embutidas no currículo escolar, em que os alunos são o laboratório de apoio e experiências de campo. Estas atividades são compreendidas como preparação para o exercício da cidadania (LORENZETTI e DELIZOICOV, 2001, p.3).

Entende-se que o processo da AC passa por etapas nos cursos escolares e que abrange muitas questões. Entretanto, para que os alunos tenham uma melhor compreensão sobre os conceitos científicos, torna-se necessário popularizar e desmistificar tais conceitos, uma vez que se espera que os estudantes possam utilizá-lo na sua vida cotidiana.

Além disso, se for considerada importante a participação deste na sociedade, principalmente em questões que envolvem a CT, é relevante, portanto, ampliar o nível da AC. Para Marandino e Krasilchik (2007) provocar nos estudantes e na população em geral a curiosidade, levá-los a entender a importância que a ciência tem em suas vidas, exige um trabalho em sala de aula, na escola e fora dela.

Desta forma, é imprescindível mencionar a ideia de alfabetização concebida por Freire (1980), uma vez que a opção para designação do termo alfabetização científica ganha amparo na ideia de alfabetização concebida pelo autor. Para Freire (1980):

(...) a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É domínio destas técnicas em termos conscientes (...). Implica numa autoformação de que possa resultar numa postura interferente do homem sobre seu contexto. (FREIRE, 1980, p.111)

A ideia de Alfabetização de Freire (1980) visa possibilitar a organização do pensamento de maneira lógica, além de ajudar os indivíduos a construir uma consciência mais crítica. Desta forma, entende-se que para o autor, quanto mais o aluno reflete sobre seu contexto, sobre sua realidade, mais se manifesta consciente e comprometido a intervir para modificá-la.

Nesse sentido, procurando responder a questão levantada, é preciso esclarecer que é possível diferenciar variadas formas de entender a AC a partir dos seus objetivos, conteúdos, sua forma, público-alvo e meios de disseminação.

É importante considerar que, embora seja necessário que os alunos adquiram um vocabulário básico, ele não é o suficiente. É preciso levar os estudantes a discutirem e

refletirem sobre as relações entre a CT, compreenderem que os conhecimentos científicos também estão implicados nas relações sociais, políticas, econômicas e ideológicas das sociedades.

Em outra perspectiva encontram-se três noções diferentes da expressão Alfabetização Científica, onde, as autoras Krasilchik e Marandino (2007) mencionam que:

(...) a alfabetização científica prática permite que o indivíduo esteja apto a resolver, de forma imediata, problemas básicos, relacionados seu dia a dia. A alfabetização científica cívica torna o cidadão mais atento à ciência e seus impactos, comprometendo-se assim com a formação para a tomada de decisões mais bem informada. Já a alfabetização científica cultural é, em geral, destinada à pequena parcela da população que se interessa por saber sobre ciência de maneira mais aprofundada (KRASILCHIK e MARANDINO, 2007, p.24).

Desta forma, entende-se que a AC prática deveria estar acessível para todas as pessoas, podendo contribuir para que elas resolvam problemas básicos e imediatos que afetam a sua vida relacionada com as necessidades humanas mais básicas.

A AC cívica é aquela capaz de tornar o indivíduo mais atencioso em relação à ciência e seus problemas, permitindo que as pessoas possam estar melhores informadas para tomar suas decisões. Segundo Delizoicov e Lorenzetti (2001), a partir desta concepção, os indivíduos podem participar mais intensamente no processo democrático de uma sociedade crescentemente tecnológica. No entanto, é um processo mais demorado se comparado com a AC prática.

A AC cultural se encontra em nível de elaboração cognitiva e intelectual. Geralmente são sujeitos que desejam saber algo sobre ciência de maneira mais aprofundada, portanto são os profissionais não pertencentes à área científica que se interessam por um assunto científico, leem e assinam revistas específicas para aprimorar seu conhecimento. Portanto, a AC cultural está disponível para um número muito pequeno de pessoas e pode exercer influência significativa sobre opiniões atuais e futuras.

Desta forma, a AC na perspectiva em que foi sendo apresentada, objetiva que os assuntos científicos sejam conhecidos, discutidos, compreendidos e aplicados no cotidiano das pessoas.

2.2 Quais habilidades devem possuir os alunos alfabetizados cientificamente?

Para Fourez (1994), desde o final da década de 1980, surge um caminho para buscar um ensino de ciências que capacite os alunos na teorização para uma melhor comunicação

com o mundo e com os outros, ou seja, para dar-lhes certa autonomia na tomada de decisões acerca de assuntos científico-tecnológicos.

Deste modo, Fourez (1997) defende a importância de o aluno compreender o conhecimento científico como uma construção humana que visa solucionar problemas específicos.

A globalização confere novas realidades à educação. Durante a abordagem deste assunto, encontra-se uma forte compreensão da ciência como construção humana, social e historicamente localizada, havendo assim, uma preocupação com o papel do sujeito na construção das ciências, evidenciando os aspectos epistemológicos, socioeconômicos, democráticos e humanistas.

Fourez (1994) considera alguém alfabetizado cientificamente e tecnologicamente, quando seus saberes procuram certa autonomia (possibilidade de negociar suas decisões frente às pressões naturais ou sociais), certa capacidade de comunicar (encontrar as maneiras de “dizer”), e certo domínio e responsabilidade frente a situações concretas.

Em relação à Alfabetização Científica, Fourez (1994) cita e analisa os critérios que a “National Science Teacher Association dos Estados Unidos” (NSTA) estabelece para que uma pessoa seja considerada alfabetizada cientificamente e tecnicamente. Assim sendo, neste trabalho serão apontados alguns desses critérios e análises:

1. *“Utilizar conceitos científicos e integrar valores e conhecimentos para tomar decisões responsáveis na vida cotidiana” (FOUREZ, 1994, P. 25;)* Sob esse enfoque, a explicitação desta habilidade refere-se à educação dos cidadãos objetivando a tomada de decisões políticas ou éticas sobre assuntos que envolvem as ciências e suas tecnologias.
2. *“Compreender que a sociedade exerce um controle sobre as ciências e as tecnologias, do mesmo modo que as ciências e tecnologias o fazem marcando a sociedade” (FOUREZ, 1994, p. 26;).* A sociedade entendendo e reconhecendo seu papel deveria exercer sua função no controle mediante o uso das consequências da ciência e da tecnologia.
3. *“Compreender que a sociedade exerce um controle sobre as ciências e as tecnologias pelos canais das subvenções que ela lhes concede” (FOUREZ, 1994, p. 26;).*

Considerando que a sociedade é que mantém as atividades dos cientistas, Fourez

reconhece que uma habilidade do alfabetizado cientificamente é controlar o uso dos conhecimentos científicos e tecnológicos.

4. *“Reconhecer tanto os limites como as utilidades das ciências e das tecnologias para o progresso do bem estar humano” (FOUREZ, 1994, p. 27;).* Aqui, Fourez explicita a necessidade de que a ciência e seus empreendimentos sejam conferidos pelos benefícios que podem ofertar à sociedade. Entretanto, o autor lembra que as ciências e suas tecnologias podem ser usadas como instrumentos de tirania. O autor defende a necessidade de “um ensino que desenvolva a criticidade” nos alunos com “o objetivo de que sejam capazes de perceber os benefícios e malefícios provenientes das inovações científicas e tecnológicas e, na medida do possível, estabeleçam julgamentos quanto a estes” (SASSERON, 2008, p. 28).
5. *“Conhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e ser capaz de aplicá-los” (FOUREZ, 1994, P. 28;).* De acordo com Sasseron (2008) esta preposição estabelecida por Fourez, se propõe a discutir os principais conceitos e teorias científicas que sejam capazes de entender as necessidades em dois sentidos: instrumental e cultural, ou seja, possibilitar a pessoa a falar de ciências e seus princípios e proporcionar conhecimentos que levem a pessoa a encontrar as implicações de uma teoria.
6. *“Apreciar as ciências e as tecnologias pela estimulação intelectual que elas suscitam” (FOUREZ, 1994, p. 30;).* Este critério pode se relacionar tanto com o sentido instrumental quanto com o cultural, portanto, “reflete o prazer intelectual frente a um desafio científico; seja este prazer advindo da investigação prática de um fenômeno, seja a discussão sobre o universo e seus entes” (SASSERON, 2008, p 29).
7. *“Compreender que a produção do conhecimento científico depende dos processos de investigação e dos conceitos teóricos” (FOUREZ, 1994, p. 30).* Este critério possibilita “trabalhar o caráter humano e social do fazer científico, seja na tomada de decisões quanto a métodos de trabalho e investigação, seja na necessidade de se levantar recursos e fontes de fomento para as pesquisas” (SASSERON, 2008, p.29).

8. “*Saber reconhecer a diferença entre os resultados científicos e as opiniões pessoais*” (FOUREZ, 1994, p. 31;). Este critério expõe a polaridade existente entre opiniões pessoais, logo, subjetivas, e as proposições objetivas próprias das ciências. De acordo Sasseron (2008), é importante “lembrar que mesmo as proposições científicas não são imutáveis, pois advêm da construção por uma comunidade específica, logo, imersa em um conjunto próprio de práticas, regras e valores” (SASSERON, 2008, p.29).

De acordo com a NSTA, para uma pessoa ser considerada alfabetizada cientificamente e tecnologicamente deve reconhecer a origem e compreender que o saber científico é provisório e sujeito a mudanças a depender do acúmulo de resultados; compreender as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas nestas utilizações; possuir suficientes saberes e experiências para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico; extrair da formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante; conhecer as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorrer a eles quando diante de situações e tomada de decisões; ter certa compreensão da maneira como as ciências e as tecnologias foram produzidas ao longo da história.

Diante de tantos critérios estabelecendo as habilidades necessárias de se considerar alguém como alfabetizado cientificamente, Sasseron (2008) menciona que o grande problema é pensar e planejar o ensino de ciências de modo que, cada uma destas habilidades vá se tornando uma habilidade dos estudantes. Sob esse enfoque e julgando que AC está em constante transformação, há conhecimento de que esse objetivo não é fácil de ser alcançado, portanto, serão apresentados entendimentos sobre AC no currículo de educação básica.

2.3 A alfabetização Científica no currículo e na educação básica

Diante do que foi exposto é necessário discutir como a AC pode ser considerada no currículo de Ciências. A organização da escola bem como os fundamentos que a compõem não permite que os alunos vejam como as disciplinas se relacionam e suas afinidades com a vida.

Para Bybee e DeBoer (1994) há necessidade de um currículo de ciências em que esteja incorporada a formação pessoal, buscando fornecer base para que as pessoas possam acompanhar as mudanças sócio-históricas.

Mediante esse contexto, Sasseron (2011) menciona a importância da escola em não apenas fornecer conteúdos aos estudantes, mas que também possa desenvolver entre eles uma

racionalidade crítica, oferecendo condições de localizar socialmente os problemas científicos, bem como permitir-lhes participar de discussões referentes a problemas de seu entorno.

Desta forma Sasseron (2008) baseada nos entendimentos de Bybee e Deboer (1994) afirma que:

O currículo de ciências deve ser relevante para a vida de todos os estudantes, e não só para aqueles que pretendem seguir carreiras científicas, e os métodos de instrução devem demonstrar cuidados para a diversidade de habilidades e interesses dos estudantes (SASSERON, 2008, p.21).

Além disso, a autora defende a ideia de que o alfabetizado cientificamente não precisa saber tudo sobre as ciências, porém, deve ter conhecimentos suficientes de vários campos delas e saber sobre como estes estudos se transformam em adventos para a sociedade. Portanto, “o foco deixa de estar somente sobre o ensino de ciências e métodos das ciências, mas também sobre a natureza das ciências e suas implicações mútuas com a sociedade e o ambiente” (SASSERON, 2008, p.21).

Para Krasilchik e Marandino (2007) existe uma dificuldade em delinear limites entre a AC e o ensino de ciências. Foram encontrados autores que defendem a ideia da impossibilidade de que há um único modelo para a execução prática da AC em salas de aula, uma vez que, os objetivos mais específicos variam de acordo com o contexto sociocultural em que os alunos estão imersos.

Diante deste pressuposto, Sasseron (2008) afirma que os motivos desta impossibilidade seriam os socioeconômicos, culturais, cívicos e práticos imersos nas decisões a serem tomadas pelos alunos no dia a dia. Portanto, a autora, baseada nos trabalhos de Diaz, Alonso e Mas (2003), considera que:

(...) a alfabetização científica é a finalidade mais importante do ensino de Ciências. Estas razões se baseiam em benefícios **práticos pessoais, práticos sociais, para a própria cultura e para a humanidade**, os quais se obtêm por meio da combinação de duas escolas binárias: individual/grupal e prática/conceitual, dando lugar aos quatro domínios indicados (SASSERON, 2008, p.22, grifo do autor).

Jiménez-Aleixandre (2004) aborda em seu trabalho a mesma ideia de buscar relacionar a aprendizagem no contexto social, concebendo a AC como sendo importante para a participação na prática social. De acordo com Sasseron (2008), a autora Jiménez-Aleixandre (2004), propõe que o ensino de Ciências dê condições para que os alunos entrem em contato com os conhecimentos científicos com o propósito de criar condições para que estes estudantes participem das decisões referentes a problemas que os afligem.

Deste modo, a autora Jiménez-Aleixandre (2004), aponta, pois,

“(...) por um currículo de Ciências como um organismo mais do que uma justaposição de elementos rompendo com a ideia de disciplinas engessadas que não dialogam entre si, e almejando, com isso, a aprendizagem como participação social” (SASSERON, 2008, p. 22).

Outra questão que merece ser discutida, além dos currículos de ciências, é a função da escola no contexto da AC, uma vez que ela sozinha não consegue alfabetizar cientificamente seus alunos. Mas, de que maneira os espaços não formais de educação podem contribuir com a escola para promover a AC?

Sobre essas questões são pertinentes os argumentos de Lorenzetti e Delizoicov (2001): “as escolas não têm condições de proporcionar à sociedade todas as informações científicas que os alunos necessitam para compreender o mundo em mudanças” (LORENZETTI e DELIZOICOV, 2001, p.6).

Entretanto, para esses autores, se a escola não pode proporcionar todas as informações científicas que os estudantes necessitam, ela deverá proporcionar ao longo da escolarização, iniciativas para que eles possam saber como e onde buscar os conhecimentos que necessitam durante sua vida.

Os espaços não formais abordados no capítulo1, sendo eles: zoológicos, jardins botânicos, museus, parques, fábricas, além daqueles formais, tais como bibliotecas escolares e públicas, constituem fontes que podem provocar uma ampliação dos conhecimentos dos alunos.

Sendo assim, espera-se que a ação conjunta de espaços não formais e estabelecimentos de ensino promova a AC na sociedade, fortalecendo e ajudando a escola. Ainda para Lorenzetti e Delizoicov (2001) as atividades pedagógicas poderão propiciar uma aprendizagem contribuindo para um ganho cognitivo se desenvolvidas nestes espaços, com aulas práticas, saídas a campo, feiras de ciências, dentre outros.

Para as autoras Krasilchik e Marandino (2007) a escola tem papel fundamental de preparar os indivíduos sobre os conhecimentos científicos básicos. Entretanto, para Lorenzetti e Delizoicov (2001), os estudantes não são ensinados como fazer conexões críticas entre os conhecimentos sistematizados pela escola com assunto do seu cotidiano. “Os educadores deveriam propiciar aos alunos a visão de que a Ciência, como as outras áreas, é parte de seu mundo e não um conteúdo separado, dissociado da sua realidade” (LORENZETTI e DELIZOICOV, 2001, p.7).

Tomando como base a revisão AC realizada por Sasseron e Carvalho (2008), percebe-se que diferentes autores listam diversas habilidades classificadas como necessárias de serem encontradas entre os alfabetizados cientificamente. Entretanto, para Sasseron (2011):

Podemos notar que os objetivos pleiteados com a alfabetização científica condizem com os propósitos almejados pelos PCNs e pela LDB em relação a um ensino capaz de trabalhar as disciplinas de maneira integrada no currículo, contextualizando os temas e debates com a realidade dos estudantes a fim de que seja possível desenvolver saberes e habilidades que eles utilizaram em diferentes contextos de suas vidas, e não apenas no contexto escolar (SASSERON, 2011, p.15-16).

As autoras Sasseron e Carvalho (2008) agrupam estas convergências em três blocos que englobam todas as habilidades listadas pelos diversos autores em eixos estruturantes da alfabetização científica, sendo eles: compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, compreensão da natureza, da ciência e dos fatores éticos e políticos envolvidos em sua prática e ainda, o entendimento da relação existente entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Portanto, será dada ênfase às essas convergências no próximo tópico.

2.4 Os eixos estruturantes da AC e as habilidades necessárias

Buscando entender os efeitos de um Mini Curso de Biotecnologia entre os alunos da 3ª série do ensino médio, serão utilizados como instrumentos os eixos estruturantes da AC propostos por Sasseron (2008). Como já mencionado, constatou-se que diferentes autores listam diversas habilidades classificadas como necessárias a serem encontradas entre os alfabetizados cientificamente. Sasseron (2008) utiliza esse argumento como ponto de partida para compreender de que modo o ensino deve se estruturar, quando se tem por finalidade o início do processo de AC entre os alunos do ensino fundamental.

Embora haja diferentes listas sobre tais habilidades, os pontos discutidos nos trabalhos de revisão de Sasseron (2008), em seu âmago, explicitam informações comuns que permitem afirmar a existência de convergências entre as diversas classificações. Tais classificações podem ser agrupadas de acordo com a autora em três blocos que englobam todas as habilidades listadas pelos diversos autores anteriormente.

Neste trabalho, os Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica propostos por Sasseron (2008) foram utilizados para planejar o conjunto de atividades do Mini Curso de Biotecnologia. A autora agrupa tais eixos em três blocos sendo eles “capazes de fornecer bases suficientes e necessárias de serem consideradas no momento da elaboração e planejamento de aulas e propostas de aulas visando à Alfabetização Científica” (SASSERON, 2008, p. 64).

De acordo com a autora, o primeiro refere-se à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, portanto:

(...) concerne na possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia a dia. Sua importância reside ainda na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceito-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia a dia (SASSERON, 2008, p. 65)

O segundo eixo refere-se à compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática, portanto:

(...) reporta-se, pois, à ideia de ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de aquisição e análise dos dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes. Com vista para a sala de aula, nos iniciais do Ensino Fundamental, este eixo fornece-nos subsídio para que o caráter humano e social inerentes às investigações científicas seja colocado em pauta. Além disso, deve trazer contribuições para o comportamento assumido por alunos e professores sempre que defrontados com informações e conjunto de novas circunstâncias que exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de tomar uma decisão (SASSERON, 2008, p. 65).

O terceiro eixo estruturante da AC compreende o entendimento das relações existentes entre a ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, portanto:

(...) trata-se da identificação do entrelaçamento entre estas esferas e, portanto, da consideração de que a solução imediata para um problema em uma destas áreas pode representar, mais tarde, o aparecimento de outro associado. Assim, este eixo denota a necessidade de se compreender as aplicações dos saberes construídos pelas ciências considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos. O trabalho como este eixo deve ser garantido na escola quando se tem em mente o desejo de um futuro sustentável para a sociedade e o planeta. (SASSERON, 2008, p. 65)

De acordo com Sasseron (2008), as propostas didáticas que forem elaboradas respeitando estes três eixos devem ser capazes de promover o início da AC, pois esta proposta dá oportunidades para tratar problemas que envolvem a sociedade e o meio ambiente, discute os fenômenos do mundo natural associados, a construção do entendimento sobre estes fenômenos e os empreendimentos gerados a partir de tal conhecimento. Além disso, a autora chama a atenção pelo fato que estes três eixos estruturantes da AC, possibilitam “encontrar evidências de como se desenvolve a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levam ao entendimento dele” (SASSERON, 2008, p. 66).

Sasseron (2011) considera, ainda que os três eixos sejam competências próprias das ciências e do fazer científico que podem auxiliar a desenvolver, entre os alunos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, uma prerrogativa para a sua alfabetização científica.

No próximo tópico serão apresentados os indicadores da AC, propostos por Sasseron (2008), uma vez que autora entende que estes são capazes de apresentar evidências sobre

como os alunos trabalham durante a investigação de um problema e a discussão das ciências fornecendo elementos para afirmar que a AC está em processo de desenvolvimento.

2.5 Os indicadores da Alfabetização Científica

De acordo com Sasseron (2008), a AC deve estar em constante construção como a própria ciência, em contínuo estado de modificações. Portanto, os indicadores da alfabetização científica são capazes de fornecer evidências sobre “como os estudantes trabalham durante a investigação de um problema e a discussão de temas das ciências fornecendo elementos para afirmar que a Alfabetização Científica está em processo de desenvolvimento” (SASSERON, 2008, p. 66).

São indicadores da AC: a seriação de informação, organização de informação, a classificação de informação, o raciocínio lógico e proporcional, o levantamento de hipóteses, o teste de hipóteses, a justificativa, a previsão e a explicação. Os primeiros citados (seriação, organização e classificação), segundo a autora, estão ligados com os dados empíricos ou com as bases por meio das quais se compreende um assunto ou situação.

A **seriação de informações** está ligada a estrutura de bases para a ação investigativa. “Não prevê, necessariamente, uma ordem que deva ser estabelecida para as informações: pode ser uma lista ou uma relação dos dados trabalhados ou com os quais se vá trabalhar” (SASSERON, 2008, p. 67). A **organização de informações** aparece “quando se procura preparar os dados existentes sobre o problema investigado. Este indicador pode ser encontrado durante o arranjo das informações novas ou já elencado anteriormente” (SASSERON, 2008, p. 67). Além disso, ocorre tanto no início da proposição de um tema, bem como na retomada de uma questão, quando ideias são lembradas.

A **classificação de informações** aparece quando se procura estabelecer características para os dados obtidos. “Por vezes, ao se classificar as informações, elas podem ser apresentadas conforme uma hierarquia, mas o aparecimento desta hierarquia não é condição *sine qua non* para a classificação de informações” (SASSERON, 2008, p. 67). Segundo a autora, este indicador está voltado para a ordenação dos elementos com os quais se trabalha.

É um indicador também, o raciocínio lógico que, de acordo com Sasseron (2008) compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas, relacionando diretamente com a forma que o pensamento é exposto. Além disso, há também:

(...) o raciocínio proporcional que, como o raciocínio lógico, dá conta de mostrar o modo que se estrutura o pensamento, além de se referir também à maneira como as

variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas. (SASSERON, 2008, p. 67)

O **levantamento de hipóteses** é um indicador da AC que aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema, e ainda, pode surgir tanto como uma afirmação quanto sob a forma de uma pergunta. O teste de hipóteses aborda as etapas em que as suposições anteriormente levantadas são colocadas à prova. “Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores” (SASSERON, 2008, p. 68).

Os três últimos indicadores propostos por Sasseron (2008), são a justificativa, a previsão e a explicação, que estão fortemente imbricados entre si. Portanto, a autora considera que a completude da análise de um problema se dá quando é possível construir afirmações que mostram relações entre eles, pois, deste modo, ocorre uma elaboração de uma ideia capaz de explicitar um padrão de comportamento que pode ser estendido para outras situações. Sendo assim, esta ideia, se bem estruturada, deve permitir:

(...) a percepção de relações entre os fenômenos do mundo natural e as ações humanas sobre ele. Caso isso ocorra, estaremos defrontes a outra habilidade importante para o desenvolvimento da AC: a construção de modelo explicativo capaz de tornar clara a compreensão que se tem de um problema qualquer e as relações que se pode construir entre este conhecimento e outras esferas da ação humana (SASSERON, 2008, p. 68 - 69).

A **justificativa** surge, pois, quando em uma afirmação qualquer proferida, lança-se mão de uma garantia para o que é proposto. Portanto, Sasseron (2008) menciona que isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura. A **previsão** é um indicador explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que ocorre depois de certos acontecimentos. Neste trabalho, entende-se que o indicador de previsão serve também para confirmar alguma informação que o aluno tem em mente a partir de seus conhecimentos. Portanto, o indicador estrutura um argumento a partir de um conhecimento básico.

A **explicação** aparece quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Segundo Sasseron (2008), normalmente a explicação é acompanhada de uma justificativa e de uma previsão. Porém, é possível encontrar explicações que não recebam estas garantias. Indica-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões.

No próximo tópico será apresentada a argumentação. Nela, podem ser encontrados os indicadores da AC. A linguagem oral é um dos elementos a serem considerados quando os

alunos discorrem sobre qualquer assunto, portanto, haverá uma atenção maior tanto nas falas quanto nas questões respondidas por eles durante o Mini Curso de Biotecnologia.

2.6 O uso do argumento

São relevantes os incentivos à participação dos alunos em discussões sobre temas científicos que serão estudados, a realização de trabalhos em grupos que permitam uma aprendizagem a partir da convivência com os colegas, respeitando as formas de pensar, bem como o desenvolvimento da autoconfiança para defesa de seu ponto de vista.

De acordo com Trivelato e Silva(2012) a aprendizagem de Ciências envolve uma socialização dos alunos nas práticas e linguagens da comunidade científica. Um dos processos mais intensos desta prática é a argumentação. As autoras mencionam que o professor pode facilitar o processo de produção de escrita dos alunos mediante o uso de dados empíricos.

É importante o desenvolvimento da argumentação como legitimação do conhecimento científico. A argumentação “é importante para a educação científica, uma vez que a investigação científica tem como objetivo a geração e justificação de novas afirmações de conhecimento da Ciência” (TRIVELATO e SILVA, 2012, p.77).

Além disso, a argumentação possibilita realizar análises de como são construídas as explicações e os significados. Desta maneira, almeja-se alcançar os objetivos pleiteados com AC, uma vez que se pode buscar por indícios de como os alunos elaboram suas conclusões e tomam decisões embasadas em evidências. Capecchi e Carvalho (2000) apontam que:

No contexto de ensino de Ciências esta troca de ideias entre os alunos e a elaboração de explicações coletivas possibilita o contato com um aspecto importante para a formação de uma visão da Ciência como uma construção de uma comunidade, cujas teorias estão em constante processo de avaliação. (...) a visão de Ciências que é veiculada na escola é aquela de um conhecimento estático, através da apresentação de teorias acabadas, inquestionáveis (CAPECCHI e CARVALHO, 2000, p. 172).

Segundo Capecchi e Carvalho (2000), a argumentação geralmente é reconhecida sob três formas: analítica, dialética e retórica. Para os autores, as duas primeiras são baseadas na apresentação de evidências, enquanto a última sustenta-se na utilização de técnicas discursivas para a persuasão de uma plateia a partir dos conhecimentos apresentados pela mesma. Os autores mencionam que, no contexto da aula de Ciências, é importante o desenvolvimento de argumentação baseada na apresentação de evidências, uma vez que elas são tipicamente valiosas para a comunidade científica. Sendo assim, os autores acreditam que:

(...) a argumentação dos alunos deve ser estudada do ponto de vista estrutural, através da identificação de componentes presentes nos enunciados isolados quanto do ponto de vista da interação entre os locutores, observando a presença de

diferentes ideias e a busca de sínteses na enunciação como um todo (CAPECCHI e CARVALHO, 2000, P.173).

Sasseron (2008) cita vários autores como Jiménez-Aleixandre e Díaz de Bustamante que centram sua atenção nos processos por meio dos quais os discursos são construídos, defendem um ensino de Ciências não somente voltado para a exploração de fenômenos, bem como um ensino que possibilite desencadear argumentações em aula. Os trabalhos de Jiménez-Aleixandre e Díaz de Bustamante propõem, com relação à argumentação, que:

Na aula de Ciências, e no ensino em geral, a expressão oral é decisiva entre outras razões, porque a instrução procede, em grande medida, através da linguagem falada e porque a aprendizagem se demonstra, em grande medida, também através dela (SASSERON, 2008, p. 51).

Segundo Sasseron (2008) “por argumentação entende-se a capacidade de relacionar dados e conclusões, de avaliar enunciados teóricos à luz dos dados empíricos ou procedimentos de outras fontes” (SASSERON, 2008, p.52). Portanto, a argumentação é uma estratégia de raciocínio em que dados, evidências, crenças e saberes anteriores, bem como a construção do conhecimento científico são as bases que levam a aprendizagem.

Desta forma, pode-se entender, de acordo com Sasseron (2008), que a argumentação é todo e qualquer discurso em que o aluno apresenta sua opinião em sala de aula, descrevendo ideias, opiniões, apresentando hipóteses e evidências, justificando ações e conclusões a que tenha chegado explicitando resultados alcançados. Ainda, “que diferentemente do que considera o senso comum, a construção de significados em sala não se dá somente por meio da linguagem” (SASSERON, 2008, p.47).

É também importante considerar o padrão de argumento proposto por Toulmin (2006). O autor expõe pela primeira vez suas opiniões para essas questões. Neste livro, ele reage com veemência sobre o modo “estrito” com que a lógica silogística e moderna compreende os argumentos mais comuns. O autor propõe a semelhança do que já aconteceu na ciência do direito, uma noção de validade processual não formal. De acordo com Toulmin (2006):

(...) é possível discernir certos elementos (campos-invariáveis) nos modos de desenvolvimento da argumentação, ao mesmo tempo em que, em todos os casos, evidenciam-se também alguns elementos variáveis (campos-dependentes) que determinam como os elementos devem ser julgados (TOULMIN, 2006, p.3).

O estudo do argumento tem sido empregado como forma de análise das bases em que o aluno se ampara para fazer suas conclusões. Toulmin (2006) afirma que a argumentação se dá principalmente em questões em que se pede a justificação de algum fato, dado ou atitude e ainda permite a criação de uma divisão entre os elementos que compõem.

Para Toulmin (2006) um argumento é como um organismo: tem sua estrutura bruta, anatômica e outra mais fina, a parte fisiológica. Neste nível (fisiológico), é que a validade dos argumentos tem de ser estabelecida ou refutada. O autor preocupa-se em estabelecer uma interpretação estrutural a fim de perceber a validade ou invalidade que está relacionada dentro de um argumento.

O modelo de Toulmin (2006) configura-se como uma importante ferramenta de análise dos argumentos. O objetivo é mostrar que nem todos os argumentos podem ser enquadrados na forma “das premissas às conclusões”. Nesse sentido, o autor propõe a seguinte questão: “O que, então, está envolvido no processo de estabelecer conclusões mediante a produção de argumentos?” (TOULMIN, 2006, p. 139). Para responder a questão, o autor apresenta elementos básicos da argumentação e as relações existentes entre esses elementos.

Sassaron (2008) apresenta o padrão que confere uma forma ao argumento quando menciona em seu trabalho que Toulmin parte da ideia de que uma asserção defende uma alegação, portanto os fatos que apoiam essa alegação são os dados (D) e os fundamentos com os quais se constrói o suporte à conclusão (C) a ser apresentada. Nesse sentido, é preciso entender que somente os dados não são suficientes para validar a conclusão, tornam-se importantes informações adicionais a fim de relacionar D e C.

Estas informações adicionais são as garantias (W) e possibilitam compreender como um argumento passa dos dados à conclusão. Sassaron (2008) menciona que as garantias podem ser regras ou princípios, mas não devem ser informações novas. Para a autora, garantias são afirmações gerais, hipotéticas.

Segundo Toulmin (2006) existem casos em que o dado, garantia e conclusão não são suficientes para tornar o argumento aceito. Segundo Sassaron (2008) o autor Toulmin (2006) apresenta,

(...) um qualificador modal (Q) que surge e se torna a força que a garantia empresta à conclusão. Segundo Toulmin, o qualificador modal é, via de regra, um advérbio que dá aval à conclusão obtida. No viés oposto, as condições de exceção ou refutação (R) fazem com que a garantia perca força e contestam as suposições criadas. (SASSERON, 2006, p. 54)

O último elemento apresentado por Toulmin (2006) que dá aval e autoridade às garantias: é o conhecimento básico (B) que apoia a garantia do argumento. Dessa maneira, será apresentado um *layout* do argumento (Fig.2.1) segundo Toulmin (2006), extraído da Tese de Sassaron (2008), “Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula”.



Figura 1.1 Padrão de Argumento completo proposto por Toulmin (2006). Fonte: Sasseron (2008)

Neste trabalho será exposta uma apresentação básica possível do argumento conforme o padrão de Toulmin onde D (Dados) assim Q (qualificadores), C (conclusão), já que W (garantia), considerando que B (conhecimento), a menos que R (condições de exceção ou refutação). A estrutura do argumento é algo bastante complexo e apurado, portanto, será considerado que “ao se construir conhecimento científico a partir de dados empíricos (ou mesmo hipotéticos), a explanação pode se apresentar de maneira semelhante (ainda que não seguindo a ordem proposta)” (SASSERON, 2008, p.55).

Silva *et al* (2009), mencionam também que, em atividades investigativas de sala de aula, os alunos são capazes de formular argumentos que apresentam os elementos mais complexos como refutações e qualificadores. Para Silva *et al* (2006), os alunos têm como tipo de dado os fatos, ou seja, se utilizam de dados empíricos para construir conclusões e as garantias para os apoios que são majoritariamente explícitos, o que representa o aporte de conhecimentos pelos alunos. Para os autores temos:

A partir de um fato ou dado (D), uma pessoa constrói uma conclusão (C), relacionando esses dois elementos a partir de uma garantia (W) que possibilita essa passagem. Tal garantia se apóia em conteúdos relacionados a ela (B), mas não necessariamente ligados diretamente à conclusão elaborada em cada caso. Este argumento pode ainda constar elementos que modulam sua força, dando caráter de certeza ou probabilidade àquela conclusão (Q) e também elementos que explicitam situações em que aquela conclusão não se aplica (R) (SILVA *et al* 2009, p. 3)

Dessa forma, é possível chegar ao seguinte *layout* do argumento (Fig.2.2), segundo Toulmin (2006), extraído do artigo de Silva *et al.* (2009), “Análise da argumentação em uma atividade investigativa de biologia no ensino médio”:

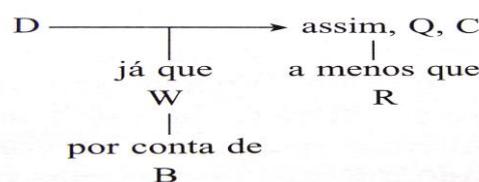


Figura 2.2 O *layout* do argumento segundo Toulmin (2006), Fonte: Silva *et al* (2009)

São também relacionados os entendimentos de Capecchi e Carvalho (2000), quando os autores mencionam que o modelo de Toulmin “é uma ferramenta poderosa para a compreensão do papel da argumentação no pensamento científico” (CAPECCHI e CARVALHO, 2000, p. 175). Desta forma os autores mencionam que o papel da argumentação no pensamento científico:

Além de mostrar o papel das evidências na elaboração de afirmações, relacionando dados e conclusões através de justificativas de caráter hipotético, também realça as limitações de uma dada teoria, bem como sua sustentação em outras teorias. O uso de qualificadores ou de refutações indica uma compreensão clara do papel dos modelos na ciência e a capacidade de ponderar diante de diferentes teorias a partir das evidências apresentadas por cada uma delas (CAPECCHI e CARVALHO, 2000, p. 175).

Desta maneira, em consonância com os autores Capecchi e Carvalho (2000), Sasseron (2008), Silva *et. al.* (2009), uma vez que esta análise procura associar observações e evidências mostrando a maneira como os alunos estruturam seus argumentos, elaboram explicações sobre como o espaço cedido para argumentação revelou-se como uma oportunidade para que os alunos se tornassem coparticipantes e sujeitos do processo de ensino-aprendizagem. Os autores apoiam-se em Trivelato e Silva (2012) que afirmam:

Dados são os fatos envolvidos no argumento que dão suporte à conclusão. Conclusão: é a afirmação cujo mérito está sendo estabelecido. Garantia é a formação pelas regras, princípios e razões, sendo proposta para justificar a conexão entre os dados e a conclusão. Apoio, ou conhecimento básico é o conhecimento teórico básico que dá apoio à garantia dada. Leis, conceitos, teorias são utilizados para elaborar esse componente. Qualificadores são formados por condições específicas que tornam a conclusão verdadeira, representado as suas limitações. Refutações são as condições específicas que tornam as conclusões inválidas, as exceções Grifo dos autores (TRIVELATO e SILVA, 2012, p.77-78).

Além disso, foram utilizadas nas análises as categorias desenvolvidas por Driver e Newton (1997). Os autores, baseados no padrão de Toulmin, consideram o papel do desenvolvimento de habilidades de argumentação como um mecanismo para conferir qualidade aos discursos da comunidade científica.

Estas argumentações devem ser desencadeadas por meio de investigações na resolução de problemas em que o uso de ferramentas científicas seja efetivado, pois desta forma será possível chegar ao entendimento de explicações ou modelos que mostrem a relação entre hipóteses levantadas, testes executados e resultados encontrados.

Segundo Capecchi e Carvalho (2000), os níveis atribuídos em tais categorias são baseados na complexidade dos argumentos utilizados, assim como na interação entre diferentes ideias. Portanto, para os autores,

O uso de qualificadores ou refutações (nível 3) só é necessário quando há afirmações competindo (nível 2); um argumento que não sofre nenhum questionamento pode ser incompleto (nível 1). Fazer julgamento integrando diferentes argumentos (nível 4) indica uma compreensão elevada da natureza do conhecimento científico. (CAPECCHI e CARVALHO, 2000, p. 175).

Pode-se afirmar que, para os autores, os alunos buscam uma síntese na discussão sobre determinado fenômeno, bem como temas relacionados à ciência, ou seja, estão buscando modelos explicativos mais abrangentes, portanto elaborando argumentos mais completos. Driver e Newton (1997) propõem, por meio das ideias do padrão de Toulmin (2006), um modelo hierárquico para a qualificação do argumento, conforme a tabela abaixo:

Tabela 2.1 - Categorias desenvolvidas por Driver e Newton (1997) para a análise da argumentação dos alunos a partir do modelo de argumento de Toulmin. Fonte: Capecchi e Carvalho (2009)

Tipo de Argumento	Nível
Afirmação isolada sem justificativa	0
Afirmações competindo sem justificativas	0
Afirmação isolada com justificativa	1
Afirmações competindo com justificativas	2
Afirmações competindo com justificativas e qualificadores	3
Afirmações competindo com justificativas respondendo por refutação	3
Fazer julgamento integrando diferentes argumentos	4

Segundo Sasseron (2008) os autores Driver e Newton (1997) consideram importante não só perceber como estes argumentos são elaborados e explicitados, mas também a qualidade de cada um deles. A autora menciona que a qualidade de uma argumentação tende a crescer ao longo das discussões, uma vez que novos elementos podem ser trazidos à tona e incorporados à argumentação conferindo coesão.

No capítulo V, o uso do argumento será exemplificado de uma maneira mais ampla. Este poderá ser observado através das falas transcritas e registros escritos dos alunos. A seguir, serão apresentados os procedimentos de pesquisa e os instrumentos utilizados tanto para a coleta de dados quanto para a análise.

CAPÍTULO III – PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Neste trabalho, a partir de um conjunto de atividades elaboradas para os alunos da 3ª série do ensino médio, diferentes momentos e situações foram estabelecidos para que ocorressem discussões e argumentações sobre a temática biotecnologia. No entanto, antes de aprofundar na metodologia utilizada, serão apresentados os entendimentos de Duarte (2012) em relação à pesquisa. Nas palavras do autor:

Uma pesquisa é sempre, de alguma forma, um relato de longa viagem empreendida por um sujeito cujo olhar vasculha lugares muitas vezes já visitados. Nada de absolutamente original, portanto, mas um modo diferente de olhar e pensar determinada realidade a partir de uma experiência e de uma apropriação do conhecimento que são, aí sim, bastante pessoais (DUARTE, 2002, p.140).

No Mini Curso de Biotecnologia, procurou-se perceber, juntamente com as investigações dessa dissertação, de que modo as habilidades associadas à AC foram desenvolvidas nas atividades. Elas foram elaboradas para que os alunos tivessem a oportunidade de desenvolver consciência de suas ações, podendo refletir sobre as mesmas e elaborando explicações, o que implica na apresentação de argumentos.

Para tanto, um dos elementos considerados foi a linguagem oral utilizada pelos alunos quando discorrem sobre as atividades. Foram analisados os registros escritos a fim de encontrar os indicadores da AC explicitados em seus textos. Segundo Sasseron (2008) o discurso escrito é uma das possíveis formas de argumentação.

Foram utilizados na análise, referenciais que possibilitaram estudar a estrutura e a qualidade dos argumentos criados pelos alunos. Foram considerados os indicadores da AC proposto por Sasseron (2008), os trabalhos de Toulmin (2006) e de Driver e Newton (1997), além de serem identificados os principais elementos presentes nos argumentos de Toulmin (2006). Foram atribuídos níveis de qualidade para os mesmos de acordo com as interações estabelecidas durante a discussão de Driver e Newton (1997).

O objetivo, durante as discussões, foi observar os argumentos elaborados pelos alunos visando a construção e explicações coletivas para determinadas atividades, uma vez que o trabalho também se baseia em Capecchi e Carvalho (2000). Os autores afirmam que, através da argumentação, os alunos podem experimentar a linguagem como um meio para a conversação sobre ideias, não apenas para receber a verdade, mas para retrabalhar ideias científicas e praticar o uso das mesmas em argumentos e decisões.

Desta forma, com o objetivo de analisar a estrutura e os elementos utilizados pelos alunos, foram utilizadas as linguagens, opiniões e ideias que os estudantes apresentavam durante as atividades do Mini Curso a fim de verificar a estrutura do argumento e sua qualidade.

São relevantes os entendimentos de Sasseron (2008) quando considera que “a pesquisa sobre qualquer problema educacional exige que se estendam as fronteiras e olhar para o todo ao mesmo tempo em que a atenção esteja focada em uma única parte” (SASSERON, 2008, p.70).

A partir destas considerações, serão apresentados alguns pressupostos teóricos e metodológicos, uma vez que deseja-se entender os efeitos do Mini Curso de Biotecnologia, a partir de um conjunto de atividades planejadas, e determinar reações (atitudes, representações, argumentações) e o modo que elas se estabelecem e propiciam discussões, bem como debates acerca das ciências, suas tecnologias e os impactos de ambas na sociedade e no meio ambiente.

Neste trabalho, as abordagens qualitativas apresentaram-se como as mais adequadas para essa investigação, pois os dados a serem analisados devem apresentar a reação de um grupo de alunos da 3ª série do ensino médio frente a determinados problemas elencados a partir da temática biotecnologia. Segundo André (2001), entende-se por pesquisa qualitativa:

(...) um conjunto heterogêneo de perspectivas, de métodos, de técnicas e de análises, compreendendo desde estudos do tipo etnográfico, pesquisa participante, estudo de caso, pesquisa-ação, até análises de discurso e de narrativas, estudos de memória, histórias de vida e história oral (ANDRÉ, 2001, 54).

Ludke e André (2008) apresentam cinco características básicas que configurariam esse tipo de estudo: 1) A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como principal instrumento; 2) Os dados coletados são predominantemente descritivos, 3) A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto; 4) O significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador; 5) A análise dos dados tende a seguir um produto indutivo.

De maneira complementar, para Moreira (2011) a pesquisa qualitativa no ensino é um movimento atual que se preocupa mais com a compreensão dos fenômenos sociais através da participação na vida dos atores pesquisados. Desta forma, em um estudo qualitativo observador, segundo o autor, o pesquisador procura desenvolver hipóteses. Portanto, este parte de suposições e tentativas sobre o fenômeno a ser investigado. Para Moreira (2011):

O pesquisador qualitativo também transforma dados e eventualmente faz uso de sumários, classificações e tabelas, mas a estatística que usa é predominante descritiva. Ele não está preocupado em fazer inferências estatísticas, seu enfoque é descritivo e interpretativo ao invés de explanatório ou preditivo. Interpretação dos dados é o aspecto crucial do domínio metodológico da pesquisa qualitativa. Interpretação do ponto de vista de significados. Significados do pesquisador e significados dos sujeitos (...). Nessa etapa assume outra faceta da pesquisa qualitativa: a narrativa. (MOREIRA, 2011, p.50)

A pesquisa apresentada neste trabalho foi elaborada para que os dados fossem retirados de uma situação educacional e, portanto, entendeu-se que os elementos participantes desse contexto necessitavam ser considerados para ser realizada uma análise mais ampla.

Deste modo, um dos elementos considerados é a proposta do Mini Curso de Biotecnologia, apresentada com mais detalhes no próximo capítulo, que engloba um conjunto de atividades sobre o tema biotecnologia e suas aplicações. A proposta apresenta as possibilidades e potencialidades para o envolvimento dos alunos da 3ª série do ensino médio com as questões que envolvem ciências e tecnologia, bem como a sociedade e o meio ambiente.

Foi preciso considerar também os caminhos utilizados pelos alunos para a resolução de atividades experimentais, investigativas, bem como as explicações das mesmas, assim como a apresentação de suas ideias por meio de discussões e argumentos.

As considerações de Sasseron (2008) são pertinentes, quando afirma que “a pesquisa qualitativa em educação é especialmente apropriada quando se pretende outros pontos, identificar as nuances do entendimento subjetivo que motiva os vários participantes” (SASSERON, 2008, p. 72)

Este trabalho assume o caráter de estudo de caso, pois está em conformidade com Moreira (2011) quando o autor menciona que:

(...) fazer uma pesquisa do tipo estudo de caso, isto é, para entender o caso, para compreender e descobrir como as coisas ocorrem e por que ocorrem, para talvez prever algo a partir de um único exemplo ou para obter indicadores que possam ser usados em outros estudos (talvez quantitativos), é necessária uma profunda análise das interdependências das partes e dos padrões que se emergem. O que requer é um estudo de padrões, não de variáveis isoladas. Para tudo isso, as técnicas de pesquisa qualitativa são frequentemente as mais adequadas. (MOREIRA, 2011, p. 86)

Além disso, houve objetivos estabelecidos para não perder o foco da pesquisa diante de outros aspectos que não harmonizam com as intenções deste trabalho. Portanto, foram acrescentadas as considerações de Ludke e André (2008), uma vez que os autores apontam características ou princípios fundamentais associados ao estudo de caso qualitativo, entre elas, destacam-se: 1) visam à descoberta, 2) enfatizam a interpretação de um contexto, 3) buscam retratar a realidade de forma completa e profunda, 4) usam uma variedade de fontes de

informação, 5) revelam experiência vicária e permitem generalizações naturalísticas, 6) procuram representar os diferentes e às vezes conflitantes pontos de vista presentes numa situação social e 7) Os relatos utilizam uma linguagem e uma forma mais acessível do que os outros relatórios de pesquisa.

É relevante esclarecer que a classificação desta pesquisa como um estudo de caso pressupõe, baseado no trabalho de Sasseron (2008), “a necessidade de buscar dados em fontes diferentes para que ocorra uma triangulação das informações obtidas” (SASSERON, 2008, p.72).

De acordo com Moreira (2011) entende-se por triangulação a possibilidade de envolver o uso de diferentes fontes de dados, perspectivas ou teorias, diferentes pesquisadores ou métodos. Portanto, a triangulação é o emprego e combinação de várias metodologias de pesquisa no estudo de um mesmo fenômeno.

Ressalta-se a importância em se considerar o contexto envolvido no conjunto de atividades do Mini Curso de Biotecnologia, pois as interações e argumentações promovidas no Mini Curso, com o auxílio do conjunto de atividades “são de extrema importância dentro da perspectiva deste trabalho, transparecendo as conexões entre os elementos e evidenciando a complexidade existente nas relações em que se baseiam as situações investigadas”. (SASSERON, 2008, p. 72)

3.1 Os dados e sua análise

As fontes de dados para esta análise foram: o conjunto de atividades propostas para o Mini Curso de Biotecnologia, a gravação em vídeo das discussões, as reações estabelecidas durante o Mini Curso e os registros escritos produzidos durante as atividades.

O Mini Curso foi aplicado entre Abril e Maio de 2012 para 37 alunos da 3ª série do ensino médio de uma escola pública da educação básica no Sul de Minas Gerais. Antes de iniciar o Mini Curso e conseqüentemente, a gravação das atividades, os alunos foram comunicados sobre o porquê das atividades serem gravadas e foram solicitados com relação à concessão de imagens e sons para o uso exclusivo dos dados da pesquisa. Com o objetivo de manter preservada a identidade dos alunos, foram utilizados códigos durante a transcrição dos dados.

Para a realização desta pesquisa foram feitas três reuniões com a direção da escola, a fim de discutir as atividades e encaminhamento do Mini Curso de Biotecnologia.

Os dados relevantes serão apresentados juntamente às análises. Além disso, todo o material que serviu como dado bem como toda a estrutura do Mini Curso de Biotecnologia

será apresentada no capítulo 4. Em relação à transcrição no corpo do texto para a análise, foram reproduzidos os episódios selecionados e eles serão apresentados em forma de tabelas no capítulo 5.

Por fim, como este trabalho propõe a triangulação de dados, a análise destes é feita em três etapas:

- A primeira etapa é a análise do conjunto das atividades (Mini Curso de Biotecnologia). Foram considerados os eixos estruturantes da AC nas quais elas estão embasadas e que se buscou trabalhar durante a aplicação do Mini Curso;
- A segunda etapa é a análise das discussões orais, uma vez que foram analisadas considerando os indicadores da AC, propostos por Sasseron (2008), explicitados nas falas dos alunos. Foram analisadas também, as estruturas dos argumentos apresentados durante as - atividade 10 - Oficina Debate.
- Na terceira etapa é apresentada a análise dos registros produzidos pelos alunos, uma vez que, nesta análise procurou-se pelos indicadores AC e como se relacionam na elaboração do entendimento enunciado.

No próximo capítulo é apresentado o Mini Curso de Biotecnologia, sua estrutura, o conjunto de atividades, a relação das atividades com os eixos estruturantes da AC, bem como um breve relatório que apresentará o cenário e o contexto da pesquisa.

CAPÍTULO IV – O MINI CURSO DE BIOTECNOLOGIA

A temática biotecnologia já foi vista no capítulo 1, mas antes de introduzir a descrição das atividades no Mini Curso é necessário esclarecer alguns aspectos. Tradicionalmente, a Biotecnologia escolar faz parte do conteúdo de Genética, e esta é considerada uma das áreas da Biologia que mais tem se destacado atualmente. Segundo Godefroid (2010) a biotecnologia utiliza conhecimentos originários da genética, da microbiologia, da biologia celular, da biologia molecular, da embriologia, entre outras ciências, com o objetivo de ampliar a compreensão sobre o organismo estudado. Para o autor, esses conhecimentos são úteis para várias áreas, como por exemplo, a comercialização.

Pelczar Jr. et. al. (1997) entende que a biotecnologia, em definição mais simples é a:

(...) aplicação da tecnologia em sistemas vivos. Qualquer técnica que utiliza um organismo vivo para sintetizar um produto útil ou uma reação química desejável é um exemplo de biotecnologia. Contudo, atualmente a biotecnologia tem sido amplamente expandida por meio da exploração da tecnologia do DNA recombinante, para “construir” microrganismos que sintetizam novos produtos valiosos. (PELCZAR JR. et. al., 1997, p.398)

Segundo o autor, a aplicação industrial de microrganismos é um aspecto da biotecnologia. Além disso, Godefroid (2010) menciona que, a partir da década de 1960, esta ciência obteve maior avanço com os estudos sobre a síntese de DNA, a manipulação genética de organismos e o desenvolvimento da engenharia genética.

É necessário esclarecer que este trabalho, baseado em Godefroid (2010) entende que “a engenharia genética pode ser definida como o processo que permite a manipulação do genoma de microrganismo através da utilização da técnica de DNA recombinante” (GODEFROID, 2010, p. 23).

No Mini Curso, para uma melhor aprendizagem dos alunos, foram criados vínculos entre os aspectos da engenharia genética e pontos da biologia molecular como conteúdos da hereditariedade, dando maior ênfase à molécula de DNA, sua estrutura química, seus processos e modos de atuação.

É válido lembrar que, como os alunos participantes do Mini Curso estavam cursando o 3º ano do Ensino Médio, foram incorporados aos conteúdos alguns temas de biologia molecular, uma vez que o DNA foi o ponto de partida para abordar outros temas da

biotecnologia. Foi realizado um recorte no conteúdo de genética para trabalhar biotecnologia, especificamente a engenharia genética na geração de transgênicos e na identificação de pessoas a partir da análise do DNA. Portanto, foram apresentados temas que abordam as aplicações da biotecnologia e da engenharia genética no cotidiano, pois:

Essas técnicas são muito promissoras, uma vez que melhoram a qualidade de vida e aumentam a expectativa de vida dos seres humanos. Isso porque permite o aumento da produção de alimentos, o desenvolvimento de medicamentos, a produção de plásticos biodegradáveis,(...) entre outras formas de emprego (GODEFROID, 2010, p.25).

Entretanto, o autor menciona que é preciso estar em alerta para o fato de que se mal direcionadas, tais técnicas podem trazer prejuízos ao patrimônio genético de plantas e animais. Diante disso, torna-se necessário esclarecer que, ao abordar o tema sobre transgênicos, este foi levado aos alunos de maneira a tratar dos aspectos favoráveis e desfavoráveis sobre utilização destes organismos.

Entende-se, com base em Godefroid (2010) “que todo o organismo que tem seu código alterado pela inserção de genes originados de outro tipo de ser vivo é denominado de transgênico ou geneticamente modificado (OGM)” (GODEFROID, 2010, p.28).

Os assuntos relacionados com a biotecnologia como os transgênicos, por exemplo, passam despercebidos pelos alunos, uma vez que são pouco contextualizados pelos professores. Segundo Pinton (2009), somente no século XXI o livro didático começou a apresentar o tema Biotecnologia com um enfoque molecular, passando a ser abordado em sala de aula.

De acordo com a autora, a abordagem desses temas antes do estudo da genética consiste em uma importante preparação do educando para realizar este estudo com mais significados práticos e contextualizados com as aplicações atuais. Entretanto, entende-se de acordo com Kato e Kawasaki (2011) que contextualizar:

(...) no ensino significa trazer a própria realidade do aluno, não apenas como ponto de partida para o processo de ensino e aprendizagem, para o próprio contexto de ensino. (...) Assim, trazer os contextos de vivência dos alunos para contextos de aprendizagem torna-se um importante fator de aprendizagem, pois dá sentido aos conhecimentos aprendidos. Ao professor cabe o papel de apresentar, aos estudantes, uma forma de ler, interpretar e intervir neste conjunto de vivências e no mundo em que vivem. (KATO e KAWASAKI, 2011, p.37)

Deste modo, foi proposto conciliar no Mini Curso, os conteúdos de biologia molecular, biotecnologia e suas aplicações com as perspectivas da AC.

4.1 Alfabetização Científica e princípios norteadores de Mini Curso de Biotecnologia

Buscando encontrar os indicadores da AC no desempenho dos alunos, os princípios norteadores do Mini Curso foram: a temática biotecnologia, o conjunto de atividades e os eixos estruturantes da AC propostos por Sasseron (2008).

As atividades desse Mini Curso foram elaboradas considerando a necessidade de trabalhar habilidades que levassem os alunos a se depararem com situações que representassem seu cotidiano. Portanto, elas foram contextualizadas, uma vez que foram consideradas situações que promoveriam oportunidades para que os alunos trabalhassem juntos na tentativa de compreenderem os conceitos inseridos em cada uma das atividades.

É importante ressaltar que a contextualização das atividades teve os seguintes objetivos:

(...) 1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; 2) auxiliar na aprendizagem de conteúdos científicos e de aspectos relativos à natureza das ciências; 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com os problemas do cotidiano (SANTOS, 2007, p. 5)

Este trabalho encontra-se em conformidade com Sasseron (2008), quando a autora considera que devem ser trabalhados no ensino de ciências, em qualquer nível escolar, habilidades que permitam a realização de investigações sobre problemas naturais para os quais sejam necessários criar hipóteses, testar ideias planejadas e construir conclusões sobre os resultados alcançados e seus vínculos com a sociedade e o meio-ambiente.

Foi fornecido aos alunos oportunidades com as quais eles pudessem relacionar os temas de biologia molecular e biotecnologia com situações do cotidiano. No entanto, os conceitos foram desenvolvidos para que todos pudessem participar permitindo a cada um encontrar explicações, fazer julgamentos, realizar testes, montagens, testar experimentos, refletir, trocar ideias, bem como trazer novos elementos para que se possa repensar e discutir situações realçando a vida contemporânea.

Foram considerados também, os entendimentos de Reis (2003):

Vivemos numa sociedade polêmica marcada por desenvolvimentos científicos e tecnológicos controversos e caracterizada por tensões sociais: tensões entre direitos individuais e objetivos sociais, prioridades políticas e valores ambientais, interesses econômicos e preocupações relativamente à saúde. (Reis, 2003, p.21).

Como já mencionado no capítulo 1, a temática biotecnologia está presente no cotidiano das pessoas e provoca discussões relacionadas com as tecnologias de manipulação

do material genético. Desta forma, pode-se considerar que “entre as tecnologias mais polêmicas, a biotecnologia assume relevo especial” (Reis, 2003, p.21).

Mediante essas considerações, ressalta-se que foi encontrada, nas perspectivas da AC, uma fundamentação teórica capaz de fornecer embasamento para o planejamento do Mini Curso que permitiu aos alunos interagir com uma nova cultura como nova forma de ver o mundo, podendo modificá-lo e ao mesmo tempo modificando a si próprio através da prática consciente de saberes e noções do conhecimento científico, além das habilidades do fazer científico.

As autoras Krasilchik e Marandino (2007) discutem sobre a AC e o ensino de biologia e mencionam que existem variadas formas de entender e distinguir a AC. Na literatura, autores preocupados com a AC, em biologia, admitem que esse processo se desenrola em quatro estágios, sendo eles: nominal, funcional, estrutural e multifuncional

De acordo com as autoras, “admite-se que o processo de AC passa por esses estágios nos cursos escolares e, nesse sentido, é comum atingir a fase de alfabetização funcional de um conceito, mas muito raramente a fase multifuncional” (KRASILCHIK e MARANDINO, 2007, p.24).

Ainda de acordo com Krasilchik e Marandino (2007), entende-se que não é possível ignorar a necessidade de ampliar a AC se for considerada fundamental a participação da sociedade na elaboração de políticas públicas que envolvam a Ciência e a Tecnologia. Portanto, na elaboração do planejamento das atividades do Mini Curso, considerou-se que as atividades propostas auxiliariam os alunos a opinar e a tomar decisões que se apresentem em suas vidas com uma fundamentação científica válida.

Desta forma, as atividades do Mini Curso de Biotecnologia foram estruturadas segundo eixos estruturantes da AC propostos por Sasseron (2008), uma vez que, a autora considera, conforme já mencionado, que estes eixos são capazes de fornecer bases suficientes e necessárias a serem consideradas no momento da elaboração e planejamento e propostas de aulas visando à AC.

Acrescenta-se a essas considerações o fato de que a educação científica pode contribuir, junto a outros fundamentos, na preparação dos alunos para uma participação social. Entretanto, “existe um conjunto de conhecimentos que são necessários ao aluno para que ele compreenda a sua realidade e possa nela intervir com autonomia e competência” (BRASIL, 2006, p.19).

4.2 O planejamento das atividades

As atividades do Mini Curso de Biotecnologia foram planejadas considerando que “a escola possui papel fundamental para instrumentalizar os indivíduos sobre os conhecimentos científicos básicos” (KRASILCHIK e MARANDINO, 2007, p.31), porém, o que se percebe é que existe um distanciamento entre o que é ensinado nas escolas e o que, de fato, é vivenciado pelos estudantes. Verifica-se que existe uma necessidade de ampliação de diferentes iniciativas da AC e de implementação de uma proposta pedagógica que possibilite a aquisição dos conhecimentos científicos do âmbito da biologia com o que é ensinado na escola formal.

Foram considerados, ao propor cada uma das atividades do Mini Curso, além das perspectivas da AC, os conceitos de Fourez (1994) quando o autor sugere uma estratégia pedagógica e epistemológica para tratar o ensino de ciências. Fourez (1994) considera que AC é definida por um contexto no qual os saberes científicos procuram gerar alguma autonomia, possibilitando que o aprendiz tenha capacidade para negociar suas decisões, alguma capacidade de comunicação (encontrar maneira de dizer), algum domínio e responsabilização em face de situações concretas.

Sasseron (2008) menciona que existem muitas proposições que apontam as habilidades necessárias para compreender alguém como alfabetizado cientificamente. No entanto, o grande problema é pensar e planejar o ensino de ciências de modo que, gradativamente, cada uma destas habilidades vá se tornando uma habilidade dos estudantes. Para a autora, esta meta não é fácil de ser atingida e a AC está em constante transformação.

As atividades foram estruturadas a partir dos entendimentos das autoras Krasilchik e Marandino (2007), uma vez que mencionam que nas atividades de ciências “deve-se provocar nos estudantes, e também na população em geral, a curiosidade e levá-los a se dar conta do papel que as ciências tem suas vidas, exige trabalho em classe, na escola e fora dela” (KRASILCHIK e MARANDINO, 2007, p.24).

Foram planejadas atividades capazes de esboçar, conforme mencionam Klosouski e Reali (2008), uma situação futura a partir de situação atual, buscando garantir a objetividade, funcionalidade, continuidade, produtividade, bem como a eficácia das ações planejadas, visando um ensino produtivo e uma aprendizagem garantida.

Para atingir os objetivos e encontrar os indicadores da AC, considerou-se relevante ouvir as explicações dos alunos e estabelecer critérios de plausibilidade, coerência, consistência, entre outros. Estes critérios devem estar presentes no raciocínio e nas argumentações dos mesmos.

4.3 A estrutura do Mini Curso de Biotecnologia

Através das atividades procurou-se conduzir os alunos à análise sistemática dos problemas, para que estes pudessem expor suas ideias, reflexões e conclusões. As atividades foram planejadas para que os educandos analisassem e focassem as questões considerando diferentes facetas em que estas apresentam.

Além disso, por meio destas atividades procurou-se provocar uma interação entre alunos. Buscou-se ainda, verificar suas compreensões sobre cada atividade, procurando mobilizá-los no desenvolvimento de cada uma delas. Essas atividades serão detalhadas no tópico 4.5.

O Mini Curso de Biotecnologia teve duração de 10 horas e foi dividido em duas partes: a primeira foi realizada com um total de 8 horas divididos em 2 dias, e a segunda com total de 2 horas. Destaca-se que para facilitar o planejamento, cada atividade do Mini Curso possui uma previsão do tempo necessário para a sua realização.

Alguns objetivos foram elencados para o Mini Curso, sendo eles:

- 1) Permitir aos alunos estabelecerem um vínculo estreito entre o que é estudado no conteúdo de biologia molecular e biotecnologia (conceitos científicos) com o seu cotidiano;
- 2) Trabalhar os conceitos científicos presentes na temática biologia molecular e biotecnologia, para que haja possibilidade de aquisição e certo domínio do vocabulário básico desses conceitos científicos;
- 3) Possibilitar ao aluno participar de debates da atualidade que exijam conhecimentos da biologia contemporânea, bem como uma educação para o exercício da cidadania.

Os procedimentos descrevem uma orientação para ser seguida no desenvolvimento da atividade. Os recursos servem de suporte para alcançar os objetivos pretendidos. Deste modo apresenta-se abaixo o quadro do Mini Curso de Biotecnologia. O objetivo foi a aquisição pelos alunos dos conhecimentos científicos para os alunos considerando as múltiplas relações entre CT juntamente com as questões presentes nas implicações sociais e nas situações as quais os sujeitos são chamados a dar sua opinião.

4.4 Quadro de atividades do Mini Curso de Biotecnologia

O quadro abaixo mostra um conjunto de atividades e apresenta uma estrutura que foi desenvolvida na 3ª série do Ensino Médio. Estão expostos de forma resumida: O tema e as

atividades, bem como os objetivos, conceitos relevantes e procedimentos utilizados para sua realização. A duração das atividades aconteceu como planejado.

Quadro 4.1 Quadro de atividades do Mini Curso de Biotecnologia

OBJETIVOS	TEMA	PROCEDIMENTOS	RECURSOS	Duração
<p>*Discutir e levantar pré concepções sobre biologia molecular, biotecnologia, engenharia genética, etc.</p> <p>*Buscar por justificativas, e explicações/modelos explicativos que sejam capazes descrever biotecnologia, engenharia genética e transgênicos.</p>	<p>ATIVIDADE 1</p> <p>Sondagem</p> <p>Diálogo sobre biologia molecular, biotecnologia, engenharia genética (Transgênicos).</p> <p>Atividade 1A: sondagem</p> <p>Atividade 1B: reportagens</p>	<p>1-Sondagem</p> <p>2- Proporcionou um contato amplo dos alunos com temas de estudo, através de diálogo (motivador).</p> <p>3- Foram apresentadas reportagens que utilizaram a biologia molecular e a eng. genética</p> <p>4- Discutiram-se as reportagens.</p> <p>5- Foram exploradas porcentagens, bem como, os gráficos presentes nas reportagens.</p>	<p>*Utilização de reportagens atuais de revistas, jornais, internet sobre temas de engenharia genética e Biologia Molecular.</p> <p>*Utilização imagens e ilustrações como recurso</p>	50 min
<p>Identificar a relação entre a Engenharia Genética e a Biotecnologia.</p> <p>Apresentar o tema biotecnologia e suas aplicações, discutindo alguns avanços do conhecimento genético, assim como dúvidas e conflitos que os novos conhecimentos trazem à sociedade contemporânea.</p>	<p>ATIVIDADE 2</p> <p>Tema:</p> <p>Biotecnologia</p>	<p>1-Foram compreendidas as áreas de atuação da engenharia genética e da biotecnologia, a fim de proporcionar o aprofundamento conceitual.</p> <p>2- Foram fornecidos textos em quadrinhos de DNA e Biotecnologia para leitura</p>	<p>Apresentação em slides (texto e figuras sobre biotecnologia), segundo de uma discussão do tema. Exemplo: (como surgiu, a importância na atualidade, quais as divulgações na mídia, relação com os conteúdos estudados e por que compreender biotecnologia e suas aplicações).</p> <p>Vídeo: Biotecnologia</p>	40 min

<p>A) Visualizar macroscopicamente o aspecto DNA presente nesses vegetais.</p> <p>B) Construir um modelo de molécula de DNA para compreensão das bases nitrogenadas (A, T, G, C) e como de como elas estão presentes na dupla hélice do DNA.</p>	<p>ATIVIDADE 3</p> <p>1ª Oficina</p> <p>A) Extração da molécula do DNA da banana, do Morango, do kiwi.</p> <p>B) Construção de modelo de molécula de DNA de Jujubas</p>	<p>Permitiu o aprofundamento conceitual por meio de diálogo motivador em um processo mediado pelo professor.</p> <p>Discussão em grupo</p> <p>Essa atividade foi realizada em grupo para que os alunos interagissem.</p>	<p>Agrupamento dos alunos (5 pessoas) para interação entre os participantes no desenvolvimento das oficinas. Utilização das propostas nas oficinas e as balas (jujubas) para tomar as oficinas mais atraentes e participativas.</p>	<p>1 hora e 30 min</p>
<p>Discutir as oficinas, ouvindo a reconstrução oral das atividades, os entendimentos e as conclusões dos alunos.</p> <p>Retomar as ideias já discutidas, para uma melhor compreensão.</p>	<p>ATIVIDADE 4</p> <p>Tema:</p> <p>Diálogo sobre a oficina</p>	<p>Todos sentaram formando um círculo. Realizou-se uma discussão com o grupo e o professor organizou-a para permitir explicações coerentes.</p> <p>Debate</p>	<p>Diálogo para descobrir as compreensões e principais dúvidas e entendimento dos alunos.</p>	<p>30 min</p>
<p>*Conhecer a estrutura da molécula de DNA e compreender a maneira pela qual ela armazena informação genética.</p> <p>*Compreender que a duplicação semiconservativa do DNA permite a transmissão rigorosa das informações genéticas ao longo das gerações</p>	<p>* ATIVIDADE 5</p> <p>Tema:</p> <p>Biologia Molecular:</p>	<p>Compreensão sobre os tópicos de biologia molecular referente ao DNA, gene, sua estrutura, aplicação, atuação e expressão. Proporcionar aprofundamento conceitual.</p>	<p>Aula expositiva</p> <p>Apresentação através de slides e vídeos animados,</p> <p>Promoveu um aprofundamento conceitual sobre os conceitos abordados.</p> <p>OBS. Vídeos curtos (3 a 5 minutos)</p> <p>Vídeos sobre DNA, gene, cromossomos.</p>	<p>40 min</p>

<p>Simular e comparar os segmentos de DNA de pessoas diferentes, aproveitando o interesse dos alunos para uma melhor apropriação dos conceitos genéticos.</p>	<p>ATIVIDADE 6 2ª Oficinas Investigativas C) Quem é o criminoso? D) Quem é o pai da criança?</p>	<p>Trabalho em grupo</p>	<p>Agrupamento dos alunos (5 pessoas) para que interação entre os participantes no desenvolvimento das oficinas.</p>	<p>1 hora 30 min</p>
<p>Discutir as oficinas, ouvindo a reconstrução oral das atividades para serem suas conclusões e seus entendimentos. Retomar as ideias já discutidas Ouvir as experiências</p>	<p>ATIVIDADE 7 Tema: Diálogo sobre a oficina</p>	<p>Uma discussão com o grupo e organização em explicações coerentes.</p>	<p>Formação de um círculo e conversa com os alunos sobre as atividades, foi ouvido cada participante, para saber suas compreensões e principais dúvidas.</p>	<p>30 min</p>
<p>* Conhecer os princípios básicos da manipulação genética e algumas de suas aplicações. * Conhecer o que são transgênicos</p>	<p>ATIVIDADE 8 Tema: Engenharia genética (Transgênicos)</p>	<p>Aula expositiva Dialogada O professor conduziu essa atividade pra que compreensão de pontos de biologia molecular referentes ao DNA, gene sua estrutura, sua aplicação, atuação e expressão. Permitiu um diálogo para possibilitar uma formação de opinião a respeito de temas polêmicos, que envolvem a aplicação de conhecimentos genéticos.</p>	<p>Apresentação em slides sobre o tema. Utilização de vídeos de curta duração sobre engenharia genética e transgênicos. Textos em quadrinhos sobre Biotecnologia e Transgênicos.</p>	<p>40 min</p>
<p>Avaliar a importância do aspecto econômico envolvido na utilização de melhoramento genético (transgênicos). Comparar diferentes posicionamentos de cientistas sobre assuntos ligados a</p>	<p>ATIVIDADE 9 Tema: Clonagem Molecular do DNA e Transgênicos</p>	<p>Permitiu uma compreensão dos tópicos de biologia molecular referentes ao DNA, gene sua estrutura, sua aplicação, atuação e expressão. Proporcionou um aprofundamento conceitual além de abordar os conteúdos, apresentar os temas</p>	<p>Apresentação de slides e vídeos animados. Exposição embalagens de produtos de transgênicos. Vídeos curtos de transgênicos (animais e plantas)</p>	<p>40 min</p>

<p>engenharia genética, avaliando a consistência dos argumentos e a fundamentação teórica .</p>		<p>transgênicos e provocar uma discussão sobre questões éticas, morais, fatores econômicos e etc.</p> <p>Promoveu o aprofundamento conceitual permitindo o contato dos alunos com o tema.</p>		
<p>Testar o senso crítico dos alunos solicitando a eles que julguem argumentos favoráveis e contrários à criação e a produção de alimentos transgênicos.</p> <p>Confrontar as interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas</p>	<p>ATIVIDADE 10</p> <p>3ª Oficina</p> <p>DEBATE</p>	<p>A proposta de debate foi retirada do livro Ensino de Ciências e Cidadania de Myriam Krasilchik e Martha Marandino, (2007).</p> <p>Os alunos organizaram o debate. Não ocorreu influência do professor na elaboração. Eles conduziram o debate.</p> <p>Os alunos montaram o enredo do debate.</p>		<p>1 hora e 30 min</p>
<p>Discutir os temas apresentados, a fim de verificar as concepções dos alunos e se houve compreensão da aplicação da biotecnologia.</p> <p>*Procurar levantar argumentos favoráveis e contrários sobre cada tema.</p>	<p>ENCERRAMENTO</p> <p>Diálogo sobre o debate e encerramento do Mini Curso.</p>	<p>Todos do grupo sentaram em círculo e cada integrante do Mini Curso expôs o que compreendeu sobre a Biologia Molecular e engenharia genética na obtenção de transgênicos</p> <p>Discussão em grupo</p>	<p>Foi feito um círculo para o diálogo.</p> <p>OBS: Todos deram opinião a respeito e deixaram claros os pontos relevantes</p>	<p>30 min</p>

Os objetivos das atividades foram baseados nos autores Amabis e Martho (2010). Houve um intervalo de 15 minutos nos dois dias da 1ª etapa do Mini Curso de Biotecnologia.

4.5 A descrição das atividades do Mini Curso de Biotecnologia

Será realizada neste tópico uma breve descrição das atividades do Mini Curso de Biotecnologia. As atividades foram desenvolvidas partindo do pressuposto que “nos dias de hoje ensinar ciências é também ter atenção para as questões ligadas a hábitos, costumes, crenças, tradições, que não são deixados pelo aluno do lado de fora da sala de aula” (OLIVEIRA, 2001, p.121).

A atividade 1A teve como objetivo realizar uma sondagem nos alunos com relação aos conhecimentos sobre biologia molecular e biotecnologia. O objetivo dessa atividade foi levantar questionamentos, bem como desafiar os alunos a expor seus entendimentos em relação aos avanços da biotecnologia. Portanto, esperou-se despertar nos estudantes explicações sobre o assunto em questão, localizando as limitações e lacunas do conhecimento.

Na atividade 1 B foram apresentadas algumas reportagens sobre biotecnologia e engenharia genética, para que os alunos tivessem um amplo contato com o tema, o que não seria possível se abordassem uma única reportagem. Além disso, foram expostos gráficos sobre a temática, para uma melhor compreensão por parte dos estudantes.

Nas atividades 2, 5, 8 e 9 sobre biotecnologia, biologia molecular, engenharia genética, clonagem molecular e transgênico, foram abordadas as aplicações da biotecnologia, principalmente as relacionadas à engenharia genética na produção de organismos transgênicos, portanto, foram incluídas situações que permitissem reflexões sobre algumas aplicações e possíveis consequências de manipulação do material genético.

Com essas atividades era esperado que os alunos buscassem pela compreensão da relação entre biologia molecular e engenharia genética, bem como levantassem dúvidas sobre os conflitos que os novos conhecimentos trazem à sociedade contemporânea.

Era esperada também uma busca pela compreensão dos tópicos de biologia molecular referentes ao DNA e ao gene, sua estrutura, atuação e expressão. No entanto, com relação à terminologia científica, são importantes os entendimentos de Bizzo (2002). Segundo o autor, ela:

Deve ser entendida dentro de seu contexto, com seus significados compreendidos, e deve ser utilizada de forma correta, mesmo que de forma simplificada – mas nunca distorcida – para ser acessível aos estudantes de diferentes idades. O professor deve utilizar termos científicos progressivamente, verificando que sua correta compreensão esteja sempre presente (BIZZO, 2002, p.60).

Além disso, buscou-se oferecer uma ênfase maior nos conhecimentos da biologia molecular, tal como os conhecimentos dos princípios básicos da manipulação genética e

algumas de suas aplicações. Através da explicação dos conceitos, era desejado permitir a manifestação de questionamentos, levantamento de hipóteses e dúvidas referentes a tópicos de biologia molecular. Foram utilizados, no decorrer das atividades do Mini Curso, vídeos sobre biotecnologia e aplicações da engenharia genética. Este recurso serviu como solução didática sendo utilizado para introduzir o tema, esclarecer e facilitar a compreensão sobre o assunto.

Trivelato e Silva (2012) destacam que no ensino de Biologia os filmes são insubstituíveis em determinadas situações de aprendizagem, como por exemplo, no uso de experimento que necessitam de equipamentos muito sofisticados. Além disso, as autoras mencionam que as mídias audiovisuais podem ser utilizadas para apresentar conceitos novos ou já estudados no sentido de motivar e despertar a curiosidade no aluno, apresentar conceitos e imagens que dificilmente poderiam ser visualizadas de outra forma.

Nessas atividades foram encontrados alguns conceitos relevantes e através deles era esperado que os alunos pudessem compreender e desempenhar as atividades com sucesso. Desejava-se ainda que os estudantes procurassem entender que existe uma rede de conceitos que envolvem biologia molecular, engenharia genética e uma série de aspectos relacionados com a produção e aplicabilidade do conhecimento biológico.

Sabe-se que esses conceitos permanecem implícitos durante a ação dos alunos. Portanto, foram utilizados textos e imagens para uma melhor compreensão. Segundo Bizzo (2002), quando é selecionada uma variedade de textos e imagens adequadas aos alunos deve-se considerar que:

O trabalho com os conhecimentos científicos está muito ligado a textos informativos, figuras e imagens. Deve se planejar a passagem do mundo das fábulas ao mundo da descrição, da dissertação, procurando apresentar o aluno ao contexto típico do mundo científico. Isso não significa, no entanto, que os textos devam ser áridos e cheios de nomes incompreensíveis (BIZZO, 2002, p.67).

As atividades 3 e 6 foram referentes às oficinas e à parte prática do Mini Curso. Nessas atividades era esperado que as aulas práticas, conforme aponta a autora Krasilchik (1986), fossem capazes de “despertar e manter o interesse dos alunos, envolver os estudantes em investigações científicas, desenvolver a capacidade de resolver problemas, compreender conceitos básicos e desenvolver habilidades” (KRASILCHIK, 1986, p.65).

As primeiras oficinas visaram o aprofundamento conceitual, sendo elas: construção da molécula de DNA de jujuba (A) e extração da molécula do DNA do morango, da banana e do Kiwi (B), ambas com a finalidade de tornar visíveis uma massa de DNA e, desta forma, propiciar as dimensões conceituais e processuais dessa molécula. Com a utilização de

experimentos práticos, era esperado que ocorresse uma observação direta do fenômeno e uma melhor compreensão dos conceitos e conteúdos relacionados com as propostas.

A segunda oficina (atividade 6), também visava o aprofundamento conceitual, sendo elas: Quem é o criminoso? (C) e Quem é o pai da criança? (D). Em ambas, era desejado que os alunos fizessem uma investigação e ainda desenvolvessem uma comparação dos segmentos de DNA de pessoas diferentes, aproveitando o interesse dos estudantes para uma melhor apropriação dos conhecimentos científicos.

Nas atividades 4 e 7 ocorreu um diálogo sobre as oficinas. Houve uma reconstrução oral sobre as atividades. Era esperado que, através do trabalho em equipe, ocorresse uma interação entre os alunos com suas argumentações e explicações sobre o conhecimento científico. Estimava-se um aprofundamento conceitual individual e do grupo todo em relação ao tema das oficinas. Com relação às argumentações e as atividades, as autoras Sasseron e Carvalho (2008) consideram que:

(...) é necessário, pois, a nosso ver, desenvolver atividades que, em sala de aula, permitam as argumentações entre alunos e professor em diferentes momentos da investigação e do trabalho envolvido. Assim, as discussões devem propiciar que os alunos levantem hipóteses, construam argumentos para dar credibilidade a tais hipóteses, justifiquem suas afirmações e busquem reunir argumentos capazes de conferir consistência a uma explicação para o tema sobre o qual se investiga (SASSERON e CARVALHO 2008, p.73).

A atividade 10 foi referente ao debate “Organismos geneticamente modificados - Quem controla?”, baseada nas atividades de ação pedagógica propostas por Krasilchik e Marandino (2007), no livro “Ensino de ciências e cidadania (2007)”.

Essa foi uma das últimas atividades realizadas do Mini Curso, após a primeira etapa. Neste segundo momento do debate era esperado que os alunos se organizassem para lidar com os conhecimentos das ciências.

Para que ocorresse a participação de todos os alunos nesta segunda parte do Mini Curso, foram explorados os personagens do debate. Almejava-se que houvesse uma discussão e que os estudantes argumentassem de acordo com sua personagem, mesmo que não concordassem com o papel de sua personagem na comunidade.

O encerramento ocorreu com a última atividade proposta, a fim de verificar, baseado nos entendimentos de Sasseron e Carvalho (2008), se os alunos vivenciaram processos de produção de conhecimentos científicos, se debateram e construíram ideias em conjunto, se fizeram o uso da linguagem matemática para descrever ideias e se as transportaram para outros contextos.

Durante as atividades do Mini Curso os alunos responderam algumas questões referentes às atividades. Neste momento, todos os alunos foram convidados a registrarem seus entendimentos em forma de texto, os quais foram recolhidos para análise.

4.6 Dinâmica do Mini Curso de Biotecnologia: descrições e análises das atividades

A escola em que o Mini Curso de Biotecnologia foi aplicado fica localizada no município que faz parte do Circuito das Águas, no sul de Minas Gerais. A escola é a única na cidade que possui ensino fundamental (6º ano ao 9º ano) e ensino médio (1ºano ao 3º ano), possuindo em média 500 alunos divididos em três turnos. A escola encontra-se em uma região em que os alunos não têm contato com nenhuma universidade próxima, portanto, a direção da instituição considera que toda pesquisa desenvolvida na escola, bem como qualquer recurso ou auxílio que venha de uma universidade é considerado de extrema importância, o que sinaliza um ambiente favorável.

Estavam presentes no Mini Curso de Biotecnologia 37 alunos da 3ª série do ensino médio. Como a escola possuía duas turmas de 3º ano, a primeira turma do Mini Curso foi o 3º ano B, composta de 14 alunos e a segunda turma foi o 3º ano A, composta de 23 alunos. Os alunos participantes reuniram-se e realizaram as atividades individuais e em grupo. As atividades foram seguidas de acordo com o planejamento do Mini Curso.

O Mini Curso foi realizado no período matutino durante o horário regular de aula, começando às 07h30min e terminando às 11h30min nos dias 10/04 e 11/04/2012 com a turma do 3º ano B e com a turma do 3º ano A nos dias 17/04 e 18/04/2012. É importante ressaltar que os alunos ficaram à disposição das atividades, ou seja, a escola juntamente com os professores, cedeu suas aulas para a realização desse Mini Curso. A segunda etapa foi realizada dia 08/05/2012 para as duas turmas, durante duas aulas de Português.

O ambiente escolhido foi a sala de laboratório da escola, com um espaço físico amplo e arejado, com cinco mesas grandes, nas quais os alunos se acomodaram formando grupos de cinco pessoas. O laboratório foi o local ideal para a realização das , bem como para o desenvolvimento de outras atividades do Mini Curso. No início das atividades os alunos foram incentivados a expor suas opiniões sobre o tema biotecnologia. O objetivo era ouvir suas principais ideias ou compreensões sobre o assunto.

As modalidades didáticas presentes no Mini Curso, foram baseadas nas modalidades didáticas propostas por Krasilchik (1986) classificadas, de acordo com vários critérios, que podem ser agrupadas de acordo com as atividades que “os professores desenvolvem, tais

como: falam – aulas expositivas, discussões, debates; fazem – simulações, aulas práticas, jogos, projetos e mostram – demonstrações, filmes, etc.” (KRASILCHIK, 1986, p.55). Ainda segundo a autora, foi possível utilizar as seguintes modalidades didáticas para que os objetivos do ensino de biologia sejam atingidos, como:

(...) transmissão de informações: aulas expositivas, demonstrações; para vivenciar o método científico: aulas práticas, projetos; para analisar as causas e implicações do desenvolvimento da biologia, simulações e trabalhos em grupo. (KRASILCHIK, 1986, p.56).

Nas primeiras atividades do Mini Curso, conforme apresentado no quadro de atividades, os alunos não souberam associar biotecnologia com contexto ou com as situações do cotidiano, uma vez que se notou certa passividade dos alunos com relação ao tema proposto. Embora estes fossem estimulados e questionados com relação ao tema neste primeiro momento, eles pouco falaram sobre biotecnologia. Estavam inseguros e pouco participativos no Mini Curso.

Essa insegurança é justificada, pois a “participação na aula é sempre um processo traumático porque está ligada, comumente, à cobrança de conhecimentos, obrigando um indivíduo a expor publicamente sua eventual ignorância”. (KRASILCHIK, 1986, p.32). Para a autora Krasilchik (1986), a participação na aula, principalmente, as perguntas produzem uma reação de medo.

De acordo com Krasilchik (1987), uma das causas da passividade dos alunos é devido ao mau ensino das Ciências, principalmente, quando ensina de forma expositiva, autoritária, livresca, mantendo os estudantes inativos, tanto intelectualmente como fisicamente. A autora ainda considera como outro problema do ensino das Ciências, o fato que têm se ensinado as Ciências como uma coleção de fatos, descrição de fenômenos, enunciados de teorias a decorar. “Assim, para muitos alunos, aprender Ciências é decorar um conjunto de nomes, fórmulas, descrições de instrumentos ou substâncias, enunciados de leis” (KRASILCHIK, 1987, p.52).

O Mini Curso foi desenvolvido considerando a possibilidade dos alunos interagirem entre si. Houve um cuidado para não se tornar uma aula expositiva, sendo os alunos estimulados a discutirem, trocar ideias por meio de comunicação oral, escrita e visual.

De acordo com Krasilchik (1986), a aula expositiva é uma modalidade didática mais comum no ensino de biologia, pois ela tem a função de informar os alunos. Os professores transmitem suas ideias, enfatizando aspectos que consideram importantes. Para Krasilchik (1986) este tipo de modalidade pode causar a passividade dos alunos, e isso representa uma

das grandes desvantagens, pois gera uma série de inconvenientes como a retenção de informações, que é pequena porque há um decréscimo de atenção dos ouvintes durante a aula. Outro problema das aulas expositivas é a falta de interação entre professor-aluno e o fato dos expositores não ficarem atentos à reação dos estudantes.

As atividades que mais motivaram os alunos foram as atividades práticas e as demonstrações, porque de acordo com Krasilchik (1986), “as aulas de demonstrações em biologia servem, principalmente, para apresentarem à classe técnicas, fenômenos, espécimes, etc.” (KRASILCHIK, 1986, p.64).

Segundo Carvalho (2011) a demonstração não deve apresentar o fenômeno em si, mas criar oportunidade para a construção científica de dado conceito associado a esse fenômeno. Para a autora, os professores, nas aulas de demonstrações, não devem apresentá-los de maneira autoritária esquecendo-se da argumentação científica relativa a construções conceituais. Eles devem criar situações para que, por meio de questionamentos intermediários, levem pouco a pouco os alunos a expressarem uma linguagem científica se quiserem que os estudantes construam conhecimentos científicos.

À medida que as atividades do Mini Curso foram sendo realizadas como a apresentação das reportagens, exibição dos vídeos e demonstrações das atividades práticas notou-se um aumento considerável no interesse dos alunos pelo tema biotecnologia.

As oficinas desenvolvidas no Mini Curso tiveram a participação de todos os alunos de maneira organizada, uma vez que houve uma grande interação entre eles na realização das atividades em grupo e individual. Apesar de alguns alunos terem dificuldades, cada um fez o seu modelo de molécula de DNA, conforme apresentado no quadro de atividades.

Na atividade de extração do DNA dos frutos, os alunos se organizaram na execução dos procedimentos. Entretanto, o tempo gasto nas oficinas foi superior ao estimado no planejamento do Mini Curso. Ao final das oficinas, os alunos apresentaram o DNA de jujubas e o DNA extraído nestas atividades.

Durante essa apresentação os alunos foram estimulados a sistematizarem o conhecimento para que houvesse um aprofundamento do assunto. Para Lorenzetti e Delizoicov (2011),

A sistematização dos conhecimentos é, portanto, uma das tarefas fundamentais na escola e da atuação docente para que este processo de alfabetização ocorra de modo a propiciar significado e sentido ao conhecimento que está sendo apropriado pelo aluno. (LORENZETTI e DELIZOICOV, 2001, p. 9).

Nas oficinas desenvolvidas no Mini Curso houve grande envolvimento dos alunos, uma vez que eles assistiram aos vídeos sobre os procedimentos para extração do DNA do morango e para a construção do modelo de moléculas de DNA de jujubas. Com relação à oficina, simulando uma técnica para identificar pessoas pelo DNA, utilizou-se um texto que informava o procedimento.

Para Krasilchik (1986), vários sistemas têm sido elaborados para classificarem os exercícios que visem à confirmação de uma teoria ou como objeto de pesquisa. Estes critérios são classificados de acordo com a liberdade concedida aos alunos para a execução de atividades. São reconhecidos quatro graus de liberdade:

(...) no primeiro nível, o tipo mais diretivo, o professor apresenta um problema, dá instruções para sua execução e os resultados esperados. No segundo nível, os alunos recebem o problema e as instruções sobre como proceder. No terceiro nível é proposto apenas um problema e os alunos devem escolher o procedimento, coletar dados e interpretá-los e no quarto nível os alunos devem identificar algum problema que desejam investigar, planejar o experimento, executá-lo e chegar até as interpretações dos resultados” (KRASILCHIK, 1986, p.66).

Considerando a classificação de liberdade concedida aos alunos, proposta por Krasilchik (1986), a oficina de extração da molécula de DNA, se enquadra no segundo nível proposto pela autora. Esperava-se que os alunos conseguissem extrair a molécula do DNA e a visualizassem. Por isso, houve instrução para os estudantes por meio de um vídeo de como proceder durante a atividade. Na execução da atividade investigativa ocorreu uma participação ativa dos alunos, houve discussão e troca de ideias, elaboração e testes de hipóteses investigativas. Esta atividade se enquadra no terceiro nível proposto Krasilchik (1986).

É importante mencionar que este trabalho encontra-se em consonância com Trivelato e Silva (2012), quando as autoras informam que, para uma atividade experimental ser considerada de investigação, “a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de observação e manipulação, devendo conter características do trabalho científico, ou seja, reflexões, relatos, discussões, ponderações, entre outras”. (TRIVELATO e SILVA, 2012, p.74).

São pertinentes, também os entendimentos de Lorenzetti e Delizoicov (2001) quando mencionam que a atividade prática não deve ser vista como uma receita, repetindo uma sequência de passos determinada pelo professor, ficando para o aluno simplesmente a observação e acompanhamento das atividades.

De acordo com as autoras, as aulas que utilizam o laboratório têm lugar insubstituível nas aulas de biologia, pois desempenham funções únicas possibilitando aos alunos um contato

direto com os fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos e observando os organismos. Além disso, para a autora, somente nas aulas práticas os alunos enfrentam os resultados não previstos, portanto sua interpretação desafia sua imaginação e raciocínio.

Notou-se que muitos alunos tiveram dificuldades com relação ao conteúdo de biologia molecular, especificamente com relação à molécula de DNA. Muitos alegaram não se lembrar do conteúdo estudado no 1º ano do ensino médio, mas se mostraram interessados e participativos no momento em que foi proposta uma revisão do conteúdo. Essa revisão foi necessária para dar continuidade ao Mini Curso, permitindo assim, sanar as eventuais dúvidas que os alunos tinham naquele momento sobre o assunto da atividade proposta.

No decorrer das oficinas do Mini Curso, os estudantes mostraram-se participativos e questionadores em relação ao material utilizado. Isso foi um ponto positivo, pois os alunos já não se mostraram passivos como no início. No entanto, muitos se mostraram dependentes da explicação da professora e no desenvolvimento das oficinas tiveram dificuldades de realizarem em grupo a atividade proposta.

Outro recurso utilizado foram textos em forma de quadrinhos sobre biotecnologia e aplicações da engenharia genética, uma vez que, estes textos contêm os conceitos de biologia molecular e genética. Houve uma preocupação para não se utilizar os termos técnicos em excesso. As leituras desses textos proporcionaram “familiarizá-los com as estruturas linguísticas e estilos de apresentação típicos da Biologia” (KRASILCHIK, 1986, p.43).

Os textos foram a base para a discussão durante o Mini Curso. Eles foram introduzidos visando propiciar o desenvolvimento cognitivo dos alunos e uma conversa sobre outras atividades cotidianas, bem como desenvolver a capacidade crítica destes não sendo apenas fontes de informações inertes. O papel do texto, nas atividades do Mini Curso, foi o de se transformar em um eixo estruturador, buscando suscitar explicações, introduzindo questões, fornecendo informações para serem trabalhadas e desenvolvidas no decorrer do Mini Curso.

Segundo Lorenzetti e Delizoicov (2001), baseado em Morais (1996) a leitura permite:

(...) estabelecer associações esclarecedoras entre a experiência dos outros e a sua própria estrutura de história contada, pelas questões e comentários que ela sugere, pelos resumos que provoca, ela ensina a compreender melhor os fatos e atos, a melhor organizar e reter informações, a melhor elaborar os roteiros e esquemas mentais (LORENZETTI e DELIZOICOV, 2001, p.10)

É relevante ressaltar que as leituras dos textos foram fundamentais para motivar os alunos com relação às questões colocadas para a reflexão durante o Mini Curso de Biotecnologia. Outro fator importante foram as mediações estabelecidas entre professor e alunos, sendo possível estabelecer relações com o cotidiano. Há indícios que essas mediações

permitiram ampliar o universo dos alunos ressaltando aspectos da natureza da prática científica.

Em relação às imagens utilizadas no Mini Curso, elas foram consideradas imprescindíveis na explicação de alguns conceitos. A utilização desses recursos foi importante nas abordagens de biologia molecular e das aplicações da Biotecnologia. Os alunos puderam visualizar com detalhes os processos das aplicações da engenharia genética, bem como as estruturas da molécula de DNA. Com relação ao uso de imagens e de conceitos Silva *et al.*, (2003) baseado em Carneiro (1997), considera que:

Embora nem todos os conceitos se estabeleçam a partir da sua própria representação teórica, a compreensão de conceitos e fenômenos pode ser em muitos casos, potencializada pelos aspectos atribuídos às imagens e às ideias que estas podem comunicar. Uma imagem pode ajudar a aprendizagem por sua capacidade de mobilização, ainda que ela sozinha não leve obrigatoriamente à compreensão do conceito (Carneiro, 1997). A compreensão das imagens não é imediata, e seu uso no contexto pedagógico da sala de aula exige que o professor saiba como fazê-lo, ou seja, ele pode ajudar o aluno a perceber, entre outros aspectos, os elementos constitutivos da imagem em questão (SILVA *et. al.* 2003, p.220).

Além disso, os alunos fizeram uso de tabelas e gráficos durante os textos, uma vez que estes são considerados imprescindíveis no processo da AC. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) também recomendam o uso destas ferramentas. Entende-se como relevante a capacidade de compreender, construir e interpretar tabelas e gráficos de vários tipos, principalmente durante a abordagem do tema Transgênico. Com a utilização destes, os alunos puderam interpretar e explorar os dados abordados na leitura.

É relevante mencionar que os vídeos utilizados no Mini Curso foram importantes para executar as atividades propostas. Eles foram empregados nas apresentações das reportagens, oficinas e aplicações da engenharia genética. Os vídeos utilizados no Mini Curso foram de curta duração, sendo em média de três minutos de exibição.

Os vídeos apresentavam os assuntos científicos com clareza, profundidade e criatividade para que pudessem ter completa atenção de todos os participantes. Após cada apresentação ocorria um diálogo com os alunos para saber suas dúvidas e entendimentos. Segundo Morán (1995) a utilização de vídeos proporciona os seguintes sentidos:

O vídeo é sensorial, visual, linguagem falada, linguagem musical e escrita. Linguagens que interagem superpostas, interligadas, somadas, não-separadas. Daí a sua força. Somos atingidos por todos os sentidos e de todas as maneiras. O vídeo nos seduz, informa, entretém, projeta em outras realidades (no imaginário), em outros tempos e espaços (MORÁN, 1995, p. 28).

De acordo com Morán (1995), o uso de vídeo ajuda o professor a atrair os alunos e “ (...) aproxima a sala de aula do cotidiano, das linguagens, de aprendizagem e comunicação da

sociedade urbana, também introduz novas questões no processo educacional” (MORÁN, 1995, 27).

Ao final de cada atividade os alunos discorreram sobre os pontos mais relevantes, como por exemplo: a maneira que fizeram para obter sucesso na execução das atividades, o tempo gasto, a relação dos materiais utilizados, as principais dúvidas com relação à oficina, seus entendimentos e suas possíveis falhas na execução das mesmas. Cada grupo apresentou sua atividade mencionando os momentos mais importantes na execução destas.

As atividades que envolviam a aplicação da engenharia genética foram pouco desenvolvidas no Mini Curso e o tempo estimado para execução não foi suficiente. Essa foi a parte mais delicada em que os alunos pouco sabiam sobre transgênicos. Foi preciso incorporar no planejamento do Mini Curso uma parte explicativa sobre essa temática para uma melhor compreensão de todos, sendo necessário, trabalhar a parte conceitual e utilizar vídeos explicativos com mais detalhes sobre transgênicos. Desta maneira, o tempo para essa atividade foi superior ao estipulado.

A atividade de debate foi proposta para ser desenvolvida em tempo posterior. Portanto, 27 dias após o Mini Curso os alunos apresentaram uma simulação de debate. Tal proposta foi retirada do livro Ensino de Ciências e Cidadania de Myriam Krasilchik e Martha Marandino (2007).

Desta forma os objetivos do debate foram: testar o senso crítico dos alunos solicitando a eles que julguem argumentos favoráveis e contrários à criação e a produção de alimentos transgênicos; confrontar as interpretações científicas com explicações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas. Entretanto é preciso esclarecer o que é debater. Para Cristovão *et al.* (2003):

(...) Debater é construir, pela linguagem, intervenções que ganham o estatuto de argumentações de vários tipos, por meio de comparações, por concessão, por recurso à autoridade, por exemplificação, por justificativa, por recorrer a diferentes formas de flutuação, por analogias, descrições, relatos, negociação de conflitos, formas especiais de transmissão das palavras alheias, etc., que em seu conjunto, englobam capacidades discursivas que, segundo Schneuwly e Dolz (1998) devemos desenvolver em nossos alunos (CRISTOVÃO *et al* 2003, p.02).

Os alunos do 3º ano A e 3º ano B seguiram as orientações propostas para o debate e ainda se caracterizaram com as personagens que deveriam estar presentes na discussão. O debate aconteceu no mesmo local do Mini Curso, o laboratório da escola. Esta atividade contou com a parceira da professora de português para que avaliasse o debate. A avaliação seria fator de motivação para que os alunos realizassem um debate de qualidade.

No debate os alunos deveriam argumentar sobre o uso de transgênicos, a liberação da pesquisa e a responsabilidade social do pesquisador. É importante ressaltar que os alunos deveriam elaborar coletivamente o enredo deste, bem como conceituar e definir suas argumentações.

No debate realizado pelos alunos do 3º ano A, foi verificado que os alunos fizeram uma pesquisa para tratar o tema. Cada aluno possuía uma fala baseada em suas personagens. Os participantes apresentaram suas falas sem se preocupar em debater ou questionar os argumentos dos colegas. Eles sentaram-se em frente a uma mesa e apenas preocuparam-se em apresentar as falas de suas personagens.

Os alunos limitaram-se apenas em apresentar os argumentos a favor da utilização dos transgênicos e os resultados a favor da pesquisa para melhora da qualidade de vida, bem como os argumentos contrários invocando os perigos potenciais para a saúde de seus consumidores e as dúvidas sobre o impacto ambiental desses seres modificados. No entanto, essa turma seguiu a proposta debate por Krasilchik e Marandino (2007), mas não criaram um enredo mais participativo para a temática.

A turma do 3ºano B, também fez uma pesquisa sobre o tema transgênico, porém eles interagiram durante a apresentação do debate, ocorrendo uma discussão entre os personagens. Houve maior intervenção dos participantes. A turma do 3ª ano B, conseguiu proporcionar um debate onde todos os alunos participaram, ouvindo os colegas, refletindo as falas e argumentos colocados em discussão. Observou-se também que houve reformulação diante das tomadas de posição com relação à liberação ou não dos organismos transgênicos.

Após a apresentação dos debates ocorreu uma conversa com os participantes para alguns esclarecimentos. Foram feitas perguntas com relação à elaboração destes. Eles responderam que a fonte de pesquisa que utilizaram para elaborar o debate foi a internet. Os alunos não utilizaram o livro didático de biologia e construíram o enredo do debate coletivamente. Além disso, os estudantes disseram que não houve ajuda dos professores na pesquisa.

É importante esclarecer que há várias tipologias do gênero debate. De acordo com Cristovão *et al* (2003):

Encontramos várias tipologias do gênero debate (Perelman, 1997, distingue as condições que permitem o desenvolvimento da argumentação), mas para a transposição didática Dolz, Schneuwly & Pietro (1998), apontam três formas de debate que podem ser trabalhadas em sala de aula: o debate de opinião sobre fundo controverso (a favor ou contra determinada da questão, como por exemplo, a maioria dos jovens a partir dos 16 anos); o debate para deliberação (argumentação para a tomada de decisões como, por exemplo, o que se vai fazer

para comemorar a formatura) e o debate para a resolução de problemas (CRISTOVÃO *et al* 2003, p.02).

O debate proposto para os alunos do 3º ano foi o de opinião sobre o fundo controverso. Os alunos deveriam argumentar sobre o uso de transgênicos, a liberação da pesquisa e a responsabilidade social do pesquisador.

É preciso esclarecer que, de fato, o que interessa nesse debate não é o tema do debate “Organismos geneticamente modificados – Quem controla?” e nem como se organizam as personagens do debate (cientista 1, cientista 2, consumidor, representantes de instituições que defendem os consumidores, representantes de órgãos e entidades de registro e fiscalização, representantes de comissões internas de segurança, empresários e indústrias, agricultores, políticos, ambientalistas, jornalistas e representantes de instituições internacionais). O que se desejava, através das argumentações dos alunos, era encontrar os indicadores da AC nos argumentos, avaliar os efeitos que o Mini Curso lhes proporcionou com relação à temática Biotecnologia a fim de saber suas compreensões sobre o papel da ciência e sua relação com a sociedade.

Ainda que não seja objetivo desta pesquisa, comparando as duas turmas na apresentação do debate, foi verificado que, com a turma do 3ºano B os alunos fizeram uma pesquisa sobre o tema transgênico para compreenderem melhor o tema, interagiram durante a apresentação do debate, proporcionando uma discussão entre os personagens. Sendo assim, houve maior intervenção dos participantes. Com relação às intervenções Cristovão *et al* (2003), aponta:

As intervenções dos participantes do debate vão se sucedendo e fornecendo esclarecimentos a uma questão controversa, em um processo de produção discursiva poligerada, pois, mesmo representando diferentes papéis, constroem coletivamente o sentido. Tal processo exige dos participantes a atenção voltada para a escuta, reflexão e apreensão dos discursos que antecedem o que pode levar os debatedores à transformação da posição inicial. Os debatedores se escutam, discutem as tomadas de posição uns dos outros, retomando e reformulando o já-dito por si próprios ou pelo outro e recorrendo a modalizações que dão nuanças às tomadas de posição (CRISTOVÃO *et al* 2003, p.02).

A turma do 3ª ano B conseguiu proporcionar um debate onde todos os alunos participaram. Observaram-se as capacidades discursivas dos alunos e os posicionamentos destes ao abordar o tema transgênico. Foi possível verificar em suas falas a influência da mídia, uma vez que estes citam marcas de produtos transgênicos. Segundo Pedrancini *et al* (2007), tomando como referência o ensino de biologia,

(...) as pesquisas sobre a formação de conceitos têm demonstrado que estudantes da etapa final da educação básica apresentam dificuldades na construção do

pensamento biológico, mantendo idéias alternativas em relação aos conteúdos básicos desta disciplina, tratados em diferentes níveis de complexidade no ensino fundamental e médio (PEDRANCINI *et al* 2008, p.300).

Após a apresentação dos debates, como já mencionado, houve uma conversa com os participantes para alguns esclarecimentos. Foram feitas perguntas com relação à elaboração do debate. Uma das perguntas que merece destaque nesta discussão foi feita em relação aos conceitos de biologia molecular e engenharia genética.

Como resposta, pode-se entender que apesar dos alunos terem estudados os conceitos básicos referentes à biologia molecular e engenharia genética, os termos DNA, gene, cromossomos, ficaram confusos ao responder pergunta. Entretanto verificou-se que os alunos utilizam esses termos durante o debate com muita naturalidade, uma vez que fazem parte do conteúdo do Mini Curso que eles tiveram e do conteúdo escolar, bem como de algumas reportagens vinculadas pelas mídias sobre engenharia genética.

Segundo Pedrancini *et al* (2007), “quando o sujeito se apropria de uma palavra, não significa que se apropriou do conceito que esta palavra expressa, ele pode utilizar o mesmo termo, por exemplo, material genético, porém, com significados diferentes” (PEDRANCINI *et al* 2007, p.303). De acordo com o autor, um ensino centrado em definições, algumas vezes, “pode resultar numa pseudo-aprendizagem, uma vez que o aluno se apropriou da palavra, mas não necessariamente do conceito” (PEDRANCINI *et al* 2007, p.304).

Apesar da dificuldade em utilizar conceitos como DNA, Gene, cromossomos e código genético, os alunos realizaram um debate em que foram chamados a refletir e a opinar sobre os riscos, benefícios, as questões éticas, morais e sociais provenientes das pesquisas de biotecnologia.

Sob esse enfoque, entretanto, é necessário considerar de acordo com Pedrancini *et al* (2007), que:

A apropriação de conceitos como DNA, cromossomos e gene são fundamentais para a compreensão de questões, muitas vezes, polêmicas presentes no dia a dia das pessoas. Falar sobre elas, emitir opiniões exige o conhecimento dos conceitos que as envolvem. Quando o conteúdo escolar não consegue ultrapassar a sala de aula nos deparamos com sujeitos “escolarizados”, cujo conhecimento não lhe permite analisar fenômenos científicos, além do imediato. Este fato pode ser observado nas concepções e opiniões dos estudantes na relação aos organismos transgênicos. (PEDRANCINI *et al* 2007, p.306).

É importante mencionar que apesar dos alunos participarem do Mini Curso e da realização do debate, notou-se que eles possuem ideias evasivas e distorcidas sobre o assunto. Mesmo durante o debate, ao apresentarem argumentações sobre as vantagens e desvantagens

dos transgênicos, observou-se que os estudantes apresentavam respostas influenciadas pela mídia e pelas reportagens que articulam sobre estes assuntos.

CAPÍTULO V – ANÁLISE DO MINI CURSO DE BIOTECNOLOGIA SOB A ÓTICA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Nesta análise as atenções são voltadas para as argumentações ocorridas durante o Mini Curso de Biotecnologia, uma vez que o propósito nesta parte do trabalho é buscar pelas demonstrações, opiniões, ideias e hipóteses levantadas pelos alunos. Serão analisadas as falas e a produção escrita dos estudantes, pois se entende que é por meio delas que as noções e os conceitos podem ser construídos e explicitados.

A análise foi dividida em três partes: a primeira apresenta as relações entre as atividades propostas para o Mini Curso e os eixos estruturantes da AC.

A segunda etapa é a análise das discussões orais em que são apresentados os indicadores da AC propostos por Sasseron (2008), explicitados nas falas dos alunos. Será atribuída uma qualificação para os argumentos apresentados, conforme propõe Driver e Newton (1997). Essa etapa da análise foi dividida em duas partes, sendo a primeira sobre as falas proferidas durante as atividades investigativas e experimentais. A segunda apresenta as argumentações proferidas durante a atividade do debate. Será buscada a estrutura dos argumentos apresentados durante as atividades experimentais e investigativas assim como também durante a atividade do debate.

Na terceira etapa será apresentada a análise dos registros produzidos pelos alunos. Nestes registros foi procurada a presença de indicadores AC e como estes relacionam na elaboração de respostas para questões sobre a temática biotecnologia.

5.1 As relações entre as atividades e os Eixos Estruturantes da AC

Ressalta-se, para análise das relações entre as atividades e os eixos estruturantes propostos por Sasseron (2008), três questões são essenciais:

- 1º Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais;
- 2º Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática;
- 3º Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Durante o planejamento das atividades do Mini Curso foi estipulado um tempo de duração das atividades. Sabe-se, no entanto, que esse tempo pode variar dependendo da turma e da rotina da escola. Dessa maneira, as atividades são expostas procurando tecer as relações entre elas e os eixos estruturantes da AC.

a) Descrição das atividades: Sondagem sobre biologia molecular, biotecnologia e engenharia genética.

O uso desta atividade correspondeu a um objetivo duplo: uma atividade para sondar os conhecimentos dos alunos sobre a temática biotecnologia e possibilitar uma discussão. Deste modo, foi possível despertar o interesse dos alunos para o primeiro eixo estruturante que é a compreensão básica de conceitos científicos. Nesta atividade, os alunos puderam levantar hipóteses e questionamentos, expondo seus entendimentos em relação às aplicações da biotecnologia. Há indícios de que os aspectos da natureza das ciências e os fatores éticos e políticos que circundam sua prática podem ser trabalhados entre os alunos, representando mais um dos eixos estruturantes da AC.

b) Descrição das atividades: Biotecnologia, Biologia Molecular, Engenharia Genética, Clonagem Molecular e Transgênicos

Estas atividades possibilitaram contato com os conceitos e situações que permitem reflexões sobre algumas aplicações da biotecnologia relacionadas com a manipulação do material genético. Foi esperada a compreensão da relação entre biologia molecular e engenharia genética, bem como o esclarecimento de algumas dúvidas e conflitos que os novos conhecimentos trazem à sociedade contemporânea. Nesta etapa, almejou-se que a compreensão desses conceitos permitisse a construção de explicações para as atividades. Dessa forma, ocorreu a compreensão básica de conceitos científicos, o primeiro eixo estruturante da AC. No final dessa atividade, os alunos foram incentivados a dar suas opiniões e discutirem sobre a temática. Os estudantes foram também convidados a responderem algumas questões e registrarem suas impressões.

c) Descrição das atividades: As oficinas do Mini Curso de Biotecnologia

A primeira oficina do Mini Curso de Biotecnologia visou o aprofundamento conceitual, uma vez que na construção da molécula de DNA de jujubas e na oficina de extração de DNA os alunos puderam desempenhar atitudes e características semelhantes ao

trabalho do cientista. Essas atividades buscaram proporcionar aos estudantes o contato com a natureza das ciências, segundo eixo estruturante da AC. Nesse sentido, as atividades permitiram o contato com o primeiro eixo estruturante, a compreensão básica de conceitos científicos uma vez que, para construir o modelo de molécula de DNA de jujubas e ao extrair o DNA os alunos procuraram construir explicações para execução da atividade realizada em grupo. Eles puderam organizar estas informações oriundas da discussão, buscando uma argumentação lógica e consistente, permitindo que suas ideias fossem justificadas e hipóteses levantadas para explicarem a realização da atividade.

Na segunda oficina do Mini Curso de Biotecnologia os alunos procuraram desempenhar atitudes de trabalho investigativo uma vez que puderam trabalhar com as descobertas na oficina investigativa. Essa atividade buscou proporcionar aos estudantes contato com a natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundaram sua prática, segundo eixo estruturante da AC, pois os alunos organizaram suas informações e argumentaram sobre sua realização podendo apontar explicações e previsões para o problema colocado em questão.

d) Descrição das atividades: Diálogo sobre as oficinas

Essas atividades possibilitaram uma discussão geral. Os alunos foram estimulados a esclarecer como eles realizaram as atividades de construção e extração da molécula de DNA. Eles puderam explicar como desvendaram questões investigativas das oficinas, sendo incentivados a dar opiniões e explicações sobre os problemas colocados em questão. Nessa etapa, houve possibilidade de colocar os alunos novamente em contato com a natureza das ciências, pois a discussão buscou possibilitar explicações para a realização das atividades. Durante essa discussão, os alunos foram levados a perceber a compreensão básica de conceitos científicos, explicando seus entendimentos através das hipóteses levantadas sobre o tema em questão. Desta forma, puderam tecer argumentos que permitiram explicar suas ideias, principalmente sobre como e porquê de terem conseguido resolver o problema. Dois eixos estruturantes foram utilizados, o primeiro e o segundo, uma vez que foram retomados os passos realizados por eles ao longo da resolução das atividades.

Os alunos buscaram trabalhar com as informações próprias da construção do conhecimento científico apresentando informações seriadas, organizando e classificando tais informações. Hipóteses foram construídas e testadas; justificativas e previsões estavam presentes na busca de explicações capazes de confirmar o problema investigado. O raciocínio

lógico procurou estruturar essas argumentações e este indicador compreende o modo como as ideias foram desenvolvidas e apresentadas.

e) Descrição das atividades: Simulação do Debate

Essa atividade buscou focar o papel da ciência, sua relação com a qualidade de vida e como a sociedade se organiza para não fazer uma análise ingênua e simplista do papel das ciências, dando aos consumidores o direito de estarem bem informados. A atividade procurou levar os alunos a perceberem as relações existentes entre os conhecimentos da ciência e como estes são vistos pela sociedade, ou seja, foi possível trabalhar as relações entre ciência e sociedade, o terceiro eixo estruturante da AC. Esse debate possibilitou a elaboração de argumentos sobre a possibilidade da liberação ou não de produtos transgênicos. Desta forma, os alunos levantaram hipóteses e construíram justificativas sobre essa temática. Além das relações entre a ciência e sociedade, puderam ser evidenciadas algumas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Portanto, ao debaterem sobre a liberação de transgênicos os alunos fizeram uso do primeiro eixo estruturante para compreensão sobre conceitos e termos científicos, uma vez que lhes possibilitou a oportunidade de construir um modelo explicativo sobre a compreensão que se tem do problema. Os alunos elaboraram coletivamente o enredo do debate, organizando suas informações a fim de uma solução plausível e estruturada para problema colocado em questão.

5.2 Análise das discussões orais – 1ª Parte

A análise é apresentada a partir das falas dos alunos que se dispuseram a comentar sobre as questões propostas. Deste modo, participaram alguns alunos do 3º ano uma vez que eles se mostraram mais abertos a comentar as atividades. No entanto, no registro escrito, a maioria dos alunos escreveu sobre seus entendimentos e entregaram os seus textos no final das atividades. Neste caso, serão analisados os registros escritos tanto dos alunos do 3º ano B quanto do 3º ano A.

Foram selecionados para essa análise alguns momentos das atividades 4, e 7, chamadas de Diálogo sobre Oficina e Oficinas Investigativas. Essa escolha foi baseada nos seguintes critérios: são atividades capazes de “despertar e manter o interesse dos alunos, envolver os estudantes em investigações científicas, desenvolver a capacidade de resolver problemas, compreender conceitos básicos e desenvolver habilidades” (KRASILCHIK, 1986, p.65). Portanto, esperou-se que nessas atividades os alunos discutissem e construíssem ideias

em conjunto para resolverem as atividades investigativas. Foram selecionados episódios da atividade 6 – Oficinas práticas.

A análise inicia-se pelas transcrições das argumentações ocorridas durante a atividade 4, quando se procurou ouvir os entendimentos sobre a extração da molécula do DNA. As transcrições abaixo representam um momento do diálogo no dia posterior à realização da oficina “Extração de molécula de DNA” e na construção de modelo de molécula de DNA de jujubas.

É possível perceber que o diálogo pode ser considerado como uma estratégia utilizada para que os alunos relembrem dos pontos discutidos durante a realização das atividades experimentais retomando a compreensão dos tópicos de biologia molecular referentes ao DNA e ao gene, sua estrutura, atuação e expressão. Além disso, foram colocadas algumas questões para os alunos para provocar os comentários sobre as atividades.

A seguir é exposta a apresentação da transcrição das falas das alunas do 3º ano B. As alunas são identificadas como: Na3B, Ma3B e Ke3B, na análise sobre a realização da atividade 3, oficina 1ª, A) Extração da molécula do DNA. Apenas alguns momentos foram selecionados para a análise, portanto, estes momentos serão chamados de episódios. Logo após a transcrição e análises será apresentado um comentário geral sobre os episódios selecionados.

5.2.1 - Episódio 1 – Extração da molécula do DNA do Morango

O quadro abaixo apresenta as falas transcritas dos entrevistados, bem como os indicadores encontrados na atividade extração da molécula de DNA do Morango, conforme pode ser verificado:

Quadro 5.1 - Descrição do Episódio 1

	Falas	Análise	Indicadores da AC
Prof.	Como foi extrair o DNA dos vegetais? Como vocês realizaram a atividade? O que fizeram?	Uma pergunta para ouvir os alunos.	
Aluno	Na3B: A gente colocou o morango no saquinho depois a gente colocou detergente e sal e um pouquinho de água e macetou assim, depois colocou mais um pouquinho de água.	Argumentação Nível: 0	Seriação de informação Organização de informação Classificação da informação
Aluno	Ma3B: Depois a gente coou naqueles paninhos, as gases.		
Aluno	Na3B: a gente colocou um pouquinho de álcool e conseguiu extrair o DNA do morango		
Prof.	Como foi fazer essa experiência?		
Alunos	Ma3B: Muito interessante Na3B: Cem por cento		

	Ke3B: Legal		
--	-------------	--	--

O trecho iniciou-se com uma pergunta acerca da realização da atividade com os alunos do 3º ano B e foram encontradas respostas que demonstram cuidado em apresentar a realização da oficina, ordenando e elencando os procedimentos utilizados com afirmações simples, sem justificativas, podendo ser classificadas como argumentações do nível 0, conforme Driver e Newton (1997).

A primeira afirmação nesta situação foi a fala da aluna Na3B:

A gente colocou o morango no saquinho depois a gente colocou detergente e sal e um pouquinho de água e macetou assim, depois colocou mais um pouquinho de água.

Sua fala sugere a organização de informações. Logo, vai apresentando os procedimentos trabalhados na realização da oficina e o material utilizado. A aluna Ma3B completa a informação de Na3B quando afirma que:

Depois a gente coou naqueles paninhos, as gases

Ma3B continua apresentando o procedimento relacionando a função do material utilizado, classificando as informações, uma vez que permanece uma ordenação dos elementos com os quais se trabalha e ainda estabelece uma característica para estes. A aluna Na3B completa essa classificação quando menciona:

A gente colocou um pouquinho de álcool e conseguiu extrair o DNA do morango

As alunas dão evidências, no decorrer do diálogo, que procuram classificar tais informações baseadas na ordem em que utilizaram os materiais e na função que estes desempenharam. Nas afirmações das alunas nota-se que elas tiveram cuidado para retirar o DNA do morango. Além disso, é importante que as alunas descrevam essa atividade para que possam ter ideias bem claras sobre o DNA e sua localização na célula, uma vez que esta permite que elas visualizem massa que é identificada como DNA.

Dando sequencia à discussão e com objetivo de entender melhor como as alunas realizaram a oficina foi feita a seguinte pergunta: “Como foi fazer essa experiência?” As alunas Ma3B, Na3B e Ke3B responderam:

muito interessante cem por cento legal

É possível perceber que elas se interessaram por essa atividade. Sendo assim, nessa oficina foram encontrados os seguintes indicadores: seriação de informação, organização de informação, classificação da informação.



Figura 5.1 Atividade 3 – Extração do DNA

5.2.2 - Episódio 2 – Construção de modelo de molécula de DNA de Jujubas

Nessa atividade os alunos construíram um modelo de molécula de DNA com o objetivo de compreender como as bases nitrogenadas (A, T, G, C) estão presentes na dupla hélice do DNA, associando uma base púrica com uma pirimídica, conforme pode ser verificado na figura 5.2.

Foram selecionados momentos da discussão estabelecida no dia seguinte, durante a atividade 4. As alunas descreveram suas opiniões sobre a realização da oficina. A seguir, o quadro 5.2 expõe as transcrições das falas das alunas do 3º ano B, aqui identificadas como: He3B, Ma3B, Ed3B e Lu3B. Serão apresentados os indicadores encontrados na discussão do grupo, bem como o nível do argumento.

Quadro 5.2: Descrição do Episódio 2

	Falas	Análise	Indicadores propostos por Sasseron (2008)
Prof.	Como foi fazer o DNA de jujubas?	Uma pergunta para ouvir a opinião dos alunos.	
Aluno	He3B: Foi bem interessante porque nós colocamos cada base de uma cor...		Seriação de informações Organização da informação Classificação de informação
Aluno	Ma3B: Por exemplo, a adenina ligando a timina e a citosina ligando a guanina a gente usou balas de cores diferentes, por exemplo, a laranja por exemplo para a adenina, verde para a timina,	Argumentação Nível 1 Justificativa	

	amarela para a guanina e roxa para a citosina. Assim não dá para confundir as bases.		Teste de hipóteses Justificativa Explicação Previsão
Prof.	Ficou parecido com o modelo de molécula de DNA?	Argumentação Nível 1 Justificativas	
Aluno	Ficou (Todos responderam)		
Prof.	Vocês conseguem guardar o nome das bases? Entendem como elas se ligam uma com a outra? Conseguem associar as bases?		
Aluno	Sim Ed3B: Foi interessante, mas o meu não conseguia parar em pé, ficou bonitinho, perfeitozinho, mas não parava em pé.		
Prof.	Vocês conseguem associar as bases?		
Aluno	Ed3B: Sim, a adenina com a timina e citosina com a guanina.		
Aluno	Lu3B: Eu achei interessante a gente faz o experimento e depois tem as coisas que acontecem de engraçada a gente lembra disso, a gente lembra dessas ligações porque foi interessante, foi uma experiência boa, como se tivesse tudo conectado.		

Essa atividade inicia-se com a seguinte pergunta: *Como foi fazer o DNA de jujubas?* A aluna He3B inicia o diálogo fazendo uma seriação de informações quando menciona:

Foi bem interessante porque nós colocamos cada base de uma cor

A aluna inicia sua fala estabelecendo uma base para a ação investigativa quando associa as bases nitrogenadas do DNA e as cores das jujubas (balas) utilizadas na construção do modelo da molécula do DNA. A aluna Ma3B faz uma organização da informação lembrando os procedimentos utilizados e fazendo um arranjo das informações elencadas durante a construção do modelo de molécula de DNA, sendo:

Por exemplo, a adenina ligando a timina e a citosina ligando a guanina a gente usou balas de cores diferentes, por exemplo, a laranja por exemplo para a adenina, verde para a timina, amarela para a guanina e roxa para a citosina. Assim não dá para confundir as bases.

Nesta fala percebe-se o cuidado com esta organização da informação: a aluna associa as bases nitrogenadas do DNA com as cores das balas. Ela ainda apresenta e justifica as cores diferentes utilizadas primeiramente. Nesse sentido, entende-se que a aluna também faz, ao longo de sua fala, uma classificação de informação, uma vez que apresenta uma característica associando as bases nitrogenadas e as cores. Ma3B faz uma ordenação dos elementos com os quais se trabalha. Devido à presença de justificativas, a afirmação de Ma3B pode ser classificada no nível 1 de argumentação.

Em seguida, algumas questões são levantadas para verificar se de fato houve entendimento dos alunos com relação à oficina, sendo elas: *Ficou parecido com o modelo de molécula de DNA? Vocês conseguem guardar o nome das bases? Entendem como elas se ligam uma com a outra? Conseguem associar as bases?* A aluna Ed3B menciona que achou interessante a construção do modelo de DNA de jujubas e explica:

Foi interessante, mas o meu não conseguia parar em pé, ficou bonitinho, perfeitozinho, mas não parava em pé.

A aluna está se referindo ao modelo de uma molécula de DNA construído. Explica que achou interessante, mas menciona o fato de que apesar da construção de maneira correta: *ficou bonitinho, perfeitozinho*, a construção do modelo de molécula de DNA que ela produziu não parava de se movimentar. Porém, quando questionada se conseguia associar as bases nitrogenadas do DNA ela respondeu:

Sim, a adenina com a timina e citosina com a guanina.

A aluna faz, na afirmação acima, um teste de hipóteses, uma vez que informou as ligações das bases nitrogenadas através da associação das jujubas coloridas que a aluna Ma3B menciona no início do diálogo. O teste de hipótese é confirmado quando a aluna mencionou que: *ficou (...), perfeitozinho*. Portanto, há indícios de que a aluna consegue associar as ligações das bases nitrogenadas do DNA através das jujubas coloridas por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.



Figura 5.2 Atividade 3: Construção de modelo de molécula de DNA de Jujubas

Além disso, a aluna Lu3B também confirma este teste de hipótese quando apresenta uma justificativa para o entendimento da oficina, uma vez que menciona:

Eu achei interessante a gente faz o experimento e depois tem as coisas que acontecem engraçadas a gente lembra disso, a gente lembra dessas ligações porque foi interessante, foi uma experiência boa, como se tivesse tudo conectado.

Lu3B elabora uma justificativa para a compreensão da estrutura do DNA, uma vez que considera: *Eu achei interessante a gente faz o experimento e depois tem as coisas que acontecem de engraçados, a gente lembra disso*. Há indícios que a aluna achou engraçado o fato de utilizar jujubas para montar as bases nitrogenadas do DNA e afirma que lembrará esse fato. Além disso, pode-se confirmar este argumento quando ela elabora uma explicação: *a gente lembra dessas ligações porque foi interessante, foi uma experiência boa*. Logo em seguida Lu3B aponta uma previsão quando menciona: *como se tivesse tudo conectado*. Deste modo, sua afirmação insere no nível 1 de argumentação.

5.2.3 - Episódio 3 – As oficinas práticas

Essas atividades visam permitir a comparação de segmentos de DNA de pessoas diferentes, aproveitando o interesse dos alunos para uma melhor apropriação dos conceitos genéticos, conforme pode ser verificado nas figuras 5.3 e 5.4.

Serão apresentadas as situações escolhidas que aconteceram logo após a realização da oficina, atividade 6. As falas transcritas são dos alunos identificados como: Ch3B, Ca3B, Lu3B, Ed3B, Ma3B e He3B e em apenas algumas delas são encontrados os indicadores.

Quadro 5.3 Descrição do Episódio 3

	Falas	Análise	Indicadores propostos por Sasseron (2008)
Prof.	Quem é o pai da criança e quem é o criminoso?	Uma pergunta para ouvir os alunos	
Aluno	Ch3B: É a pessoa dois, porque nas bandas do DNA comparando as que mais bate é esse, o P2 aqui. O que eu contei que tem mais haver aqui (mostra o seu esquema) ... é esse!	Argumentação: Nível 1	Teste hipótese, raciocínio lógico, previsão, justificativa, explicação e conclusão
Prof.	O P2 é o criminoso?		
Aluno	Ch3B: é ,na minha opinião		
Aluno	Ca3B: Eu acho que é o dois ... está tudo igual ... as bases e o pai é a pessoa 1		Justificativa Explicação
Aluno	Lu3B: O criminoso é o P2 também		
Prof.	Por quê?		
Aluno	Lu3B: Porque está tudo igual		
Prof.	O que você fez para descobrir que está tudo igual?		
Aluno	Lu3B: A gente fez o procedimento igual às enzimas lá, as restritivas, cortou tudo e a gente passou para o papel, cortou tudo e coloriu, cortou e comparou.		
Prof.	Você cortou o que?		
Aluno	Lu3B: eu cortei os filamentos aqui, a gente cortou e depois contou. A gente contou um, dois, três, quatrovinte, vinte um, vai lá no P	Argumentação: Nível 2	Raciocínio lógico, previsão justificativa e explicação.

	1 colori o vinte um se tiver outro vinte um não vai precisa colorir porque já está colorido, então vou contando e colorindo.		
Prof.	Quem é o criminoso?		
Aluno	Ed3B: É o P2.		
Prof.	Como você descobriu?		
Aluno	Ed3B: está igual ao P5. Eu contei e colori as bandas do DNA.		
Aluno	Ma3B: o suspeito é o P2 e o Pai o P1. O suspeito é o P2 porque ele está mais compatível com o P5. E o pai é o P1 está mais compatível com P4.	Argumentação: Nível:3	Raciocínio lógico, Explicação Previsão Justificativa
Prof.	Mais o suspeito é o P2, por quê?		
Aluno	Ma3B: Porque ele está mais compatível com o P5, porque está mais compatível com o filho		Levantamento de hipótese, previsão, justificativa
Prof.	Como vocês contaram?		
Aluno:	He3B: Eu contei assim, fui comparando as barrinhas coloridas com o P5 e o P2, mas é o P1.		Justificativa e explicação
Aluno:	Ca3B: É o P1, é mais compatível em minha opinião. O Filho é 4... herdou esses dois do pai, mais esse dois aqui 10 e 11 parece que está mais compatível. O meu é o P1.	Argumentação Nível :2	Levantamento de hipótese, previsão, justificativa e explicação
Aluno	Ch3B: O meu é o P2.		
Prof.	Por que é o P2 e não o P1?		
Aluno	Ch3B: Eu gostei do P2		
Prof.	Você gostou? Como assim?		
Aluno	Ele pode ser o ladrão e pode ser o pai da criança		
Aluno	Lu3B: Eu desconfio que seja o P1... não tenho certeza não... Bom eu acho que é o P2		Levantamento de hipóteses
Aluno	Ed3B: é o P2		
Prof.	Por que você desconfia que seja o P1?		
Aluno	Lu3B: é esse (apontando para o P2) ele não tem nada da mãe dele não (ri)		Justificativa

Esse trecho começa com a pergunta “*quem é o pai da criança e quem é o criminoso?*” Vale ressaltar que essa é uma atividade investigativa que faz parte da Atividade 6. Dessa maneira, nas falas dos alunos do 3ºano B, foram encontradas respostas que demonstram essencialmente o cuidado que eles tiveram em elencar os procedimentos utilizados na atividade investigativa para descobrir o pai da criança e o criminoso. Sendo assim, o aluno Ch3B responde:

É a pessoa dois, porque nas bandas do DNA comparando as que mais bate é esse, o P2 aqui. O que eu contei que tem mais haver aqui é esse!

Logo no início dessa situação percebe-se que a fala de Ch3B inicia-se com a afirmação de um teste de hipótese apresentado em seguida de uma previsão para a situação: primeiro, o teste: *é a pessoa dois, porque nas bandas do DNA comparando as que mais bate é esse, o P2 aqui.* Em decorrência, ele traz um novo dado que faz referência direta de constatação de

quem é o criminoso, quando diz o *que eu contei que tem mais haver aqui é esse!* Deste modo, Ch3B estabelece uma justificativa para desvendar o crime. Pensando no modelo de argumentação proposto por Toulmin (2006) nota-se que Ch3B apresenta seu dado ao afirmar que: *É a pessoa dois, porque nas bandas do DNA comparando as que mais bate é esse, o P2 aqui.* Com esta alegação, ele estabelece uma conclusão para a situação pensada: *... é esse!*. Nessa conclusão construída por Ch3B há uma garantia que confere valor à sua colocação: o *que eu contei que tem mais haver aqui.*

Por meio desta análise percebe-se o uso de quatro indicadores da AC: o raciocínio lógico, dando estrutura e coerência à apresentação das ideias, o teste de hipótese sobre uma dada situação, o estabelecimento de previsão para o crime e a justificativa do porquê de suas ideias.

A fala de Ch3B pode ser classificada no nível 1 de argumentação, pois há presença de afirmação utilizada para explicar suas colocações e contém uma justificativa garantindo a ideia apresentada.



Figura 5.3 – Atividade 6 – Oficinas Investigativas

Quando Ch3B foi perguntado se o P2 era o criminoso ele responde: *é, na minha opinião.* Neste momento percebe-se que o aluno deixa espaço para que outros alunos opinem. Deste modo o aluno Ca3B entra na discussão e afirma que:

Eu acho que é o dois ... está tudo igual ... as bases e o pai é a pessoa 1

Utilizando as afirmações de Ca3B, percebe-se que há uma explicação para a solução do crime, uma vez que é marcante a presença de uma justificativa: *está tudo igual ... as bases.* Além disso, o aluno deixa claro que descobriu quem era o pai da criança: *e o pai é a pessoa 1.*

Dando continuidade a essa discussão, a aluna Lu3B menciona que *o criminoso é o P2 também.* Quando a aluna foi perguntada sobre o porquê da sua afirmação ela responde: *por*

que está tudo igual. Deste modo, ainda questionada sobre o que fez para descobrir que as bases estavam todas iguais, ela responde:

A gente fez o procedimento igual às enzimas lá, as restritivas, cortou tudo e a gente passou para o papel, cortou tudo e coloriu, cortou e comparou.

Ainda, questionada sobre o que cortou, a aluna responde:

Eu cortei os filamentos aqui, a gente cortou e depois contou. A gente contou um, dois, três, quatrovinte, vinte um, vai lá no P 1 colori o vinte um se tiver outro vinte um não vai precisa colorir porque já está colorido, então vou contando e colorindo.

Pensando no padrão de argumentação de Toulmin (2006), da alegação que Lu3B apresenta para desenvolver sua explicação afirmando que o criminoso é o P2: *Eu cortei os filamentos aqui, a gente cortou e depois contou. A gente contou um, dois, três, quatro... vinte, vinte um, vai lá no P1 colori o vinte um se tiver outro vinte um não vai precisa colorir porque já está colorido, então vou contando e colorindo* deriva uma conclusão quando a aluna explica que: *porque está tudo igual.* Tendo como garantia a afirmação: *“a gente fez o procedimento igual às enzimas lá, as restritivas, cortou tudo e a gente passou para o papel, cortou tudo e coloriu, cortou e comparou”*.

Identifica-se assim, o uso de quatro indicadores da AC em sua fala: o raciocínio lógico explicitado pela construção estruturada e coerente de suas ideias, a explicação da resolução do problema proposto, o uso de justificativa conferindo significado à sua colocação e o estabelecimento de uma previsão para a situação.

Além disso, a fala de Lu3B pode ser classificada no nível 2 de argumentação como proposto por Driver e Newton (1997), pois há afirmações competindo com justificativas garantindo a ideia apresentada.

Dando sequência a esta análise e perguntando aos demais alunos quem era o criminoso a aluna Ed3B respondeu: *É o P2.* Deste modo, quando a aluna foi perguntada sobre como descobriu ela responde: *está igual ao P5. Eu contei e colori as bandas do DNA.* E a aluna Ma3B completa a fala de Ed3B quando menciona,

O suspeito é o P2 e o Pai o P1. O suspeito é o P2 porque ele está mais compatível com o P5. E o pai é o P1 está mais compatível com P4

No entanto, quando pergunta por que o suspeito é o P2, a aluna responde:

Porque ele está mais compatível com o P5, porque está mais compatível com o filho

Refletindo no padrão de argumentação de Toulmin, o dado do qual Ma3B parte para desenvolver sua explicação, está contido na fala da Ed3B: *está igual ao P5. Eu contei e coloridas as bandas do DNA*. Deste dado deriva uma conclusão para a resolução da atividade investigativa, uma vez que a aluna descobre quem é o criminoso e quem é pai da criança. Neste caso, ela menciona: *o suspeito é o P2 e o Pai o P1* que tem como garantia a afirmação: *o suspeito é o P2 porque ele está mais compatível com o P5. E o pai é o P1 que está mais compatível com P4*. Além disso, a aluna também completa a sua ideia que ganha autenticidade quando justifica a sua conclusão apontando que o suspeito é o P2, portanto, ela afirma: *porque ele está mais compatível com o P5, porque está mais compatível com o filho*.

As alunas Ma3B e Ed3B podem ser classificadas no nível 3 de argumentação, pois há presença de afirmações competindo com justificativas respondendo refutação.

Quando os alunos foram perguntados sobre como contaram a sequência dos genes, a aluna He3B diz: *Eu contei assim, fui comparando as barrinhas coloridas como o P5 e o P2 mais que o P1*. O aluno Ca3B completa a fala de He3B, levantando uma hipótese:

É o P1, é mais compatível em minha opinião. O Filho é 4... herdou esses dois do pai, mais esse dois aqui 10 e 11 parece que está mais compatível. O meu é o P1”.

Verifica-se que em sua fala, Ca3B inicia com uma hipótese para a sua situação: *é o P1*. Como decorrência, apresenta uma previsão para a sua hipótese: *é mais compatível em minha opinião*. Junto a isso, ele faz uma conclusão: *o Filho é 4... herdou esses dois do pai, mais esse dois aqui 10 e 11 parece que está mais compatível*.

Percebe-se, a partir do dado do qual Ca3B parte para desenvolver sua explicação, que está contida também na fala da He3B: *Eu contei assim, fui comparando as barrinhas coloridas com o P5 e o P2, mas é o P1*. Deste modo, He3B propõe uma evidência quando mostra as bandas coloridas no esquema de eletroforese. Com essa alegação, ele estabelece uma conclusão para desvendar o pai da criança: *o meu é o P1*. Contida nessa conclusão está a garantia que confere valor à sua constatação: *o Filho é 4... herdou esses dois do pai, mais esse dois aqui 10 e 11 parece que está mais compatível*. Além disso, a fala dos alunos He3B e Ca3B podem ser classificadas no nível 2 de argumentação, pois há presença de afirmações competindo com justificativas garantindo a ideia apresentada.

Dando continuidade a essa discussão, é possível compreender que o aluno Ch3B discorda dos colegas levantando outra hipótese para desvendar quem é o pai da criança e quem é o criminoso, portanto ele afirma: *O meu é o P2*. Quando questionado, o aluno menciona que *eu gostei do P2*. Nesse sentido, mais uma vez questionado, o aluno afirma que

ele pode ser o ladrão e pode ser o pai da criança. Percebe-se que o aluno levanta hipóteses para a situação. Em decorrência disso, a aluna Lu3B completa a fala de Ch3B alegando que:

Eu desconfio que seja o P1... não tenho certeza não... Bom, eu acho que é P2.

Dando continuidade ao diálogo a seguinte pergunta foi feita para Lu3B: *Por que você desconfia que seja o P1?* A aluna responde:

É esse (apontando para o P2) ele não tem nada da mãe dele não.

Nota-se que a aluna Lu3B apresenta seu dado quando considera a afirmação de Ch3B *ele pode ser o ladrão e pode ser o pai da criança.* Neste caso, a aluna levanta uma hipótese que, logo após alguns segundos de reflexão, vira uma conclusão: *Bom eu acho que é o P2.* Sendo assim, ganha valor essa conclusão quando a aluna Ed3B afirma: *é o P2.* Contida nessa conclusão está a garantia que confere valor à sua colocação. Quando questionada a aluna Lu3B afirma: *é esse (apontando para o P2) ele não tem nada da mãe dele não.*

Além disso, a fala de Lu3B pode ser classificada no nível 2 de argumentação proposto por Driver e Newton, (1997), pois há afirmações competindo com justificativas garantindo a ideia apresentada.

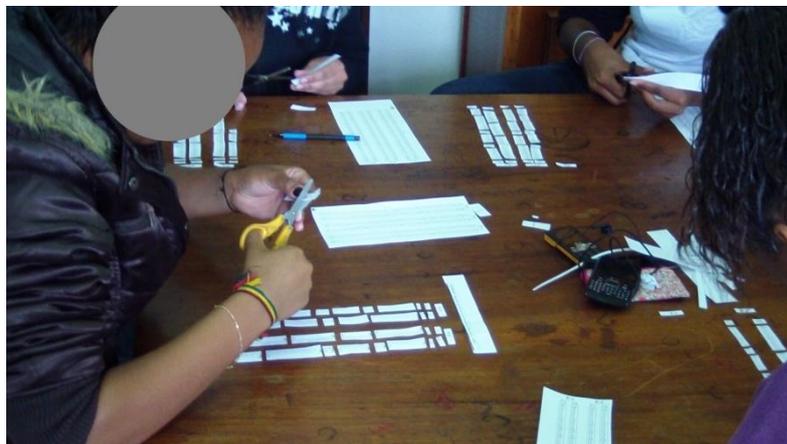


Figura 5.4: Atividade 6 - Oficinas Investigativas

5.2.4 - Comentários sobre as análises dos episódios: extração da molécula do DNA do morango, construção de modelo de molécula de DNA de jujubas e as oficinas investigativas.

Até este momento já foram vistos os episódios selecionados das atividades 4 e 7 (Diálogo sobre as oficinas e Oficinas Investigativas). Serão apresentados então, alguns

comentários sobre as evidências encontradas nessas análises. É relevante a forma com que os alunos teceram suas argumentações, pois desenvolveram um trabalho em conjunto para a realização das atividades, bem como as explicações da mesma.

Na primeira parte das análises observou-se que os estudantes fizeram uma discussão centrada em informações fornecidas pelos textos utilizados durante o Mini Curso. Nesse sentido, ao explicarem sobre a realização das oficinas “Extração da molécula do DNA (Fig. 5.5 e 5.6)” e “Construindo o modelo de molécula de DNA de jujubas (Fig. 5.7)”, os alunos trabalharam a compreensão básica dos conceitos e termos científicos, uma vez que apresentaram conceitos importantes ao lembrarem da realização das oficinas. Dessa maneira, entende-se que os conceitos apresentados nos textos foram importantes e fizeram parte da construção de conhecimentos dos alunos ao explicarem a atividade realizada, uma vez que eles ordenaram e seriarão as informações explicando a realização da oficina.



Figura 5.5 – Atividade 3 – Extração da molécula de DNA

Isso é confirmado pelos indicadores da Alfabetização Científica encontrados na discussão da atividade 4. Nessa discussão, encontra-se a seriação de informações, organização de informação, classificação da informação. Os alunos lembraram a execução das oficinas, uma vez que foram fornecidas oportunidades para discussões, ocasionando o aparecimento de outros indicadores da AC nas falas deles. Os indicadores encontrados foram: o teste de hipóteses, as justificativas, explicação e a previsão.

Nos episódios da oficina 6 – Oficinas – Atividades Práticas (Quem é o criminoso e quem é o pai da criança?), conforme pode ser visualizado na figura 5.7, as discussões concentram-se nas hipóteses levantadas para desvendar o pai e o criminoso. Para tanto, os alunos apresentaram seus argumentos baseados na compreensão de conceitos e termos científicos, uma vez que, ao elaborarem suas explicações utilizaram os conhecimentos fornecidos pelos textos e pela explicação de conceitos apresentados durante as outras

atividades do Mini Curso. Esses conceitos são referentes a biologia molecular e a engenharia genética.



Figura 5.6 – Atividade 3 – Extração da Molécula de DNA

Durante a realização desta análise, observou-se que os alunos utilizaram alguns indicadores da AC, entre eles: levantamento de hipóteses, raciocínio lógico, previsão, justificativa e explicação. Foi possível ainda notar que na busca para resolver o problema, muitos alunos apresentavam suas argumentações a partir das falas dos colegas, ou seja, aproveitavam as argumentações dos outros estudantes para construir suas explicações, desenvolvendo assim um trabalho coletivo para desvendar o problema.

É válido lembrar que a atividade de extração de DNA da banana, morango, kiwi e a atividade de construção de modelo DNA de jujubas tratam de atividades práticas. Na atividade da oficina 6 os alunos tiveram que desvendar quem é o pai da criança e quem é o criminoso. Portanto, em ambas as turmas (3^aA e 3^aB) os alunos levaram cerca de duas horas para realizarem a atividade. Os alunos trabalharam aspectos da natureza das ciências nessas duas oficinas.



Figura 5.7 – Atividade 6 – Oficinas Investigativas

É preciso lembrar que os participantes das oficinas foram estimulados a expor suas argumentações por meio de algumas perguntas que foram elaboradas com o propósito de provocar a dúvida. Nesse sentido, observou-se como se desenvolveram as argumentações entre os alunos, uma vez que eles partiram das informações disponibilizadas pelas demais atividades do Mini Curso, aproveitaram as discussões com os colegas na realização das oficinas, além de fazerem uso das informações contidas nos textos utilizados no Mini Curso. Os estudantes elaboraram suas justificativas, previsões e explicações apresentando também informações de outros contextos. Nesse sentido, essas justificativas e previsões aparecem como garantias, dão credibilidade e ao mesmo tempo confiança às ideias propostas, uma vez que utilizaram tanto os conceitos apresentados no Mini Curso quanto outros, adquiridos de outros contextos.

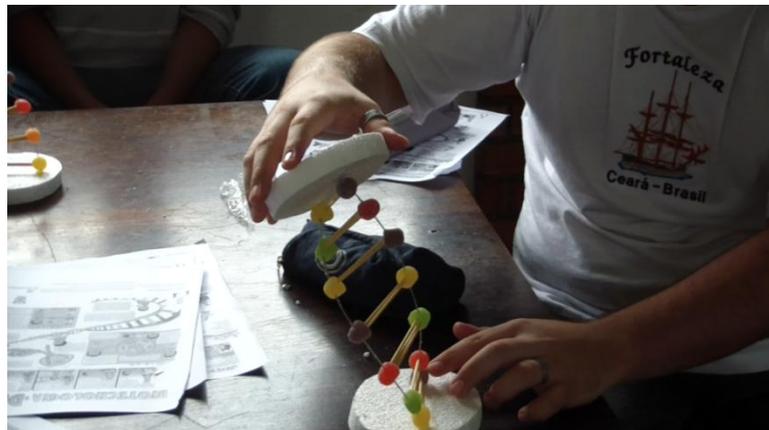


Figura 5.8 – Atividade 3 – Construção de modelo de molécula de DNA de jujubas

Por fim, as argumentações induzem a observar que os alunos tiveram a oportunidade de vivenciar a compreensão básica de conceitos e termos científicos presentes na execução das atividades, principalmente nas atividades 4 e 7. Além disso, com a discussão da realização das oficinas e relembrando informações presentes nos textos, os estudantes puderam observar as características próprias da natureza das ciências ao apresentarem suas ideias, falas e argumentações. Durante a realização desta oficina e pela maneira que a discussão foi conduzida, notou-se também que houve algumas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

5.3 Análise das discussões orais – 2ª Parte – Debate dos alunos do 3º Ano A

Nesta análise, antes de apresentar os episódios selecionados, é importante ressaltar que os alunos utilizaram diferentes facetas para apresentarem seus argumentos relacionados às perspectivas da ciência e da tecnologia, principalmente na geração de produtos transgênicos.

5.3.1 - Episódio 1

O quadro abaixo apresenta as falas transcritas do episódio 1 do debate dos alunos da 3ª Série A. Este debate durou aproximadamente cinco minutos (Fig. 5.9). Os alunos apresentaram seus argumentos a partir de uma visão geral do tema, buscando apresentar explicações fundamentadas e criteriosas.

Optou-se por apresentar as falas dos alunos de acordo com seus personagens para alcançar uma visão dos argumentos no contexto de discussão. Portanto, nessa análise não serão apontados os indicadores da AC e nem a estrutura dos argumentos.

Ao transcrever as falas foram notados indícios, conforme mencionam Marandino e Krasilchik (2007), que os estudantes procuram desfazer as rígidas fronteiras que separam os clássicos componentes curriculares, apresentando e vivenciando situações que demonstram como a vida atual é amplamente dependente da ciência e da tecnologia. Abaixo o quadro com as falas transcritas.

Quadro 5.4 – Transcrição das falas do episódio 1 do debate do 3º ano

Debate do 3º ano A
Jornalista 1 - Aluna Ke3A
Bom dia! Para começo de conversa eu tenho a obrigação de semear a discussão entre povos e autoridades. O que está em disputa com os transgênicos na sociedade brasileira é muito mais do que a liberação de uma semente de soja. A sociedade deve decidir nos próximos anos que vai controlar a produção de alimentos no Brasil produtos orgânicos ou produtos transgênicos?
Cientista 1 - Aluna Da3A
Os transgênicos são nada mais que do a transferência e a mudança de um gene de um ser vivo. Com o propósito de torná-lo mais produtivo, mais saudável e mais resistente às pragas e às bactérias. Agora cabe ao senado decidir se eles vão ou não para a mesa dos consumidores.
Político - Aluna Am3A
O projeto de lei existente no senado não é contrário a liberação dos transgênicos e muito menos limita a quantidade de pesquisas sobre os mesmos.
Consumidores 1 - Aluna Dai3A
Será mesmo se o senado se importa com a minha saúde ou com a minha opinião?
Representante das instituições - Aluna Ra3A
Eu como representante das instituições que devem os consumidores tenho obrigação de defendê-lo. Então não se preocupe eu investigo rigorosamente os produtos transgênicos antes de irem para as prateleiras
Representante de órgãos e entidades - Aluna Ja3A
Já eu como representantes de órgãos e entidades de registro e fiscalização só posso dizer, meu caro consumidor, como tudo na vida tem seu benefício e seu malefício com os transgênicos não é diferente. Ele nos beneficia com o aumento da produtividade, com o aumento do potencial nutricional e com a redução dos produtos agrotóxicos. Mas também nos traz como malefícios alterações no ecossistema e danos às espécies não alvos entre outros riscos que corremos é lógico ao produzi-lo. Portanto, são dois pesos e duas medidas. Cabe a nós a decisão de consumi-lo ou não?
Segurança alimentar – Aluna Ka3A
Como sou responsável pela segurança alimentar das pessoas e uma das consequências são as alergias que são provocadas pelos produtos geneticamente modificados. Eu acho que só os cientistas estão capacitados a responder.
Cientista 2 - Aluna Gi3A
Os transgênicos, entre outras tecnologias, podem sim ajudar na alimentação mundial. Mas só as políticas

públicas não vão dar conta de, sozinhas, conseguir alimentar a população inteira, tanto agora quanto no futuro. Porém eu considero que a liberação dos transgênicos no Brasil, neste momento, seria precipitada.
Jornalista 1 - Aluna Ke3A
Se os estudos ainda não foram confirmados como você já tem sua opinião formada?
Cientista 2 Aluna GI3A
Estes estudos, ainda que tenham desenvolvidos, não são suficientes para assegurar os efeitos dos transgênicos sobre a saúde humana e sobre o e meio ambiente.
Ambientalista Aula Ia3A
Os organismos geneticamente modificados podem trazer mudanças sérias e irreversíveis à natureza. Os transgênicos devem ser avaliados a partir do ponto de vista com o meio ambiente que serão afetados se algo de errado acontecer e não com interesses econômicos E que fique bem claro que eu sou totalmente contra os transgênicos.
Agricultor- Aluno KI3A
Nós agricultores defendemos os transgênicos que é melhor maneira econômica de se lutar no mercado hoje. Estão aqui os empresários que não me deixa mentir
Empresário - Aluno Jo3A
Ta certo que não devemos priorizar o lucro. Sabemos que este produto é maior fonte rentável no momento. Mas devemos dar uma atenção maior a segurança e ao bem estar de toda a população e também do meio ambiente.
Agricultor - Aluno KI3A
Sou a favor e não retiro minha opinião, pois são elas que me trazem um maior lucro econômico
Consumidor 1 - Aluna Dai3A
Vocês estão preocupados apenas com os lucros e não com o bem estar social?
Consumidor 2 - Aluna Dal3A
Será mesmo que as informações são confiáveis? O que temos que saber é que os transgênicos e imprevisíveis.
Jornalista 1 - Aluna Ke3A
Uma pergunta para você político. Quando ainda candidato o Lula deu maior definição sobre a posição do seu governo, na questão dos transgênicos, liberar é burrice. O que se passa com o governo para que um presidente volte a atrás no que chamou de burrice?
Político - Aluna Am3A
Realmente, ao responder a essa pergunta o Lula teve uma atitude muito precipitada. Pois a final ele tomou um atitude contrária ao que ele havia dito. Mas os estudos de antigamente não são tão evoluídos como os estudos dos dias de hoje.
Cientista 1- Aluna Da3A
Por isso que eu digo é de responsabilidade das autoridades decidirem se os transgênicos vão ou não ser usados pela sociedade. A minha função é pesquisar e eu defendo ela com toda força.
Jornalista - Aluna Ke3A
E aí vocês o que acham da modificação genética?

Notou-se que os estudantes buscaram analisar sistematicamente os problemas oriundos dos produtos transgênicos, expondo suas ideias, reflexões e considerações a partir das interlocuções. Foi observado ainda, que os alunos apontaram algumas questões relacionadas ao consumo de transgênicos, considerando diferentes facetas e pontos de vista. Eles procuraram apresentar seus argumentos, seus conhecimentos e suas opiniões de modo claro e racional.

Os alunos fizeram uma pesquisa para expor suas ideias. Pelas falas transcritas percebe-se que eles preocuparam-se em coletar informações, organizá-las de acordo com os personagens e ainda de acordo com o tema proposto para debate.



Figura 5.9 – Atividade 10 – Debate – Alunos do 3º ano A

Pelas falas apresentadas há indícios de que os alunos apresentam situações baseadas em seu cotidiano, demonstrando como esta é ampla e depende da ciência e tecnologia. No entanto observou-se, pelos argumentos apresentados que, naquele momento, houve uma sensibilização, uma avaliação e até mesmo uma tomada de posição dos alunos, em relação aos produtos oriundos a Ciência e da Tecnologia.

5.3.2 - Episódio 2

O quadro abaixo apresenta as falas transcritas do episódio 2. Este debate durou aproximadamente quatro minutos (Fig.5.10). Observou-se que os alunos apresentaram seus argumentos mencionando a importância da ciência e da tecnologia como instrumentos capazes de fornecer uma vida melhor.

Optou-se também por apresentar as falas dos alunos de acordo com seus personagens para trazer uma visão geral dos argumentos no contexto de discussão. Portanto, nessa análise não serão apontados os indicadores da AC e nem a estrutura dos argumentos.

Foi observado, nos argumentos apresentados, que os estudantes procuram mencionar os conhecimentos científicos relacionando-os com a população, com contextos do dia a dia, apontando os possíveis impactos e as consequências da liberação dos transgênicos.

Pelas falas transcritas no quadro abaixo e pelos argumentos apresentados, há indícios de que os alunos percebem a importância da aprendizagem da ciência e da tecnologia em seu cotidiano.

Quadro 5.5 - Transcrição das falas do episódio 2 do debate do 3º ano

Debate do 3º Ano A	
Consumidor – Aluno Ni3A	
	Eu como consumidor tenho todo o direito e o dever de saber quais são os benefícios na área da saúde, da economia, da agricultura e também os riscos na área da saúde, da economia da agricultura, também dos

produtos transgênicos, pois toda vez que vou ao mercado encontro vários produtos destes nas prateleiras. E eu quero saber se isso faz bem ou faz mal e como isso funciona na minha vida.
Jornalista – Aluna EI3B
Isso mesmo os consumidores tem todo o direito de saber sobre isso. E eu como jornalista tenho o dever de transmitir a informação. Senhora cientista o que a senhora tem a dizer sobre os benefícios dos transgênicos?
Cientista 1 – Aluna Ma3A
Na área da saúde podem ser produzidos alimentos com melhores características nutricionais do que as espécies nacionais, ou melhor, naturais Na economia são conseguidos variedades de cultivos mais resistentes as pragas, secas, geadas garantindo a produção.
Jornalista – Aluna EI3A
E os riscos?
Cientista 2 – Aluna Pa3A
Para a saúde esses produtos podem causar alergias às pessoas suscetíveis e podem causar resistências a antibióticos utilizados por seres humanos. Já na economia esses produtos são os preferidos dos agricultores gerando uma dependência das empresas multinacionais que os comercializam.
Agricultor – Aluna Lu3A
Eu como agricultor já estou ciente que isso é uma transformação genética feita para modificar plantas e animais e também para aumentar a produtividade de criações e plantas. Mas isso ainda não tem uma pesquisa certa para saber se pode ser usado na saúde humana e no meio ambiente.
Ambientalista - Aluna Ra3A
Nos representantes dos ambientalistas e consumidores queremos que o governo ache e defina (...) uma forma de defesa para os consumidores. Alegamos, também, que (...) se o uso dos transgênicos for liberado o Brasil perderá muito.
Representante dos consumidores – Aluna Ha3A
Meu interesse é outro. O meio ambiente não me interessa. Quero mais é saber dos lucros que os transgênicos podem trazer com aumento da produção de produtos mais duráveis.
Representante das empresas – Aluno Je3A
Antes de esses produtos chegarem aos consumidores devem ser analisados os riscos que trazem a saúde dos consumidores, pois é um risco se traz a saúde dos consumidores.
Representantes da fiscalização – Aluna EI3A
Esses produtos devem ser fiscalizados e registrados pelos órgãos responsáveis e só serem aceitos se não causarem danos a saúde das pessoas.
Representantes de segurança – Aluna La3A
Alguns produtos não são tão seguros é preciso que os órgãos competentes possam verificar para realmente ver se podem ser liberados.
Político – Aluno Joa3A
A sociedade precisa urgentemente ver um modo que de jeito na grande massa pessoas que passam fome. E a solução são os transgênicos. É a grande esperança.
Representante Internacional - Aluno Le3A
Como disse o senhor político os transgênicos é a grande esperança para acabar com a fome que assola países subdesenvolvidos como os países da África. E será um grande passo se realmente acabar com a fome no mundo.

Através das falas transcritas pode-se observar que os alunos são capazes de reconhecerem e se valerem dos conhecimentos básicos sobre as aplicações da biotecnologia para orientar seus argumentos e elaborar suas previsões e explicações.



Figura 5.10 – Atividade 10 – Debate – Alunos do 3º ano A

Os alunos apontaram a importância do papel que a ciência e a tecnologia têm no dia a dia, mencionando os direitos que uma sociedade democrática tem de conhecê-los e até de usufruí-los. Durante o debate os alunos se envolveram na discussão proposta, dando significado aos conceitos apresentados e opinando durante as situações que foram colocadas para a discussão. Em suas argumentações notou-se que, em alguns momentos os estudantes apresentaram os argumentos apoiados no conhecimento básico. É válido lembrar que eles também pesquisaram o tema transgênico, portanto, isso justifica o fato de que em alguns momentos eles procuraram apresentar uma visão ampla do tema proposto para o debate. É pertinente mencionar que não houve preocupação em corrigir e nem apontar os conceitos científicos apresentados pelos alunos. Algumas vezes, tais conceitos se apresentaram bastante instáveis. Foi observado que eles tiveram dificuldades na construção do pensamento científico, mantendo ideias evasivas e em alguns casos, distorcidas.

Promover o desenvolvimento conceitual é importante, mas este não era o objetivo desta atividade. Não deveria haver interferência por parte dos professores na discussão. É preciso lembrar que durante as outras atividades do Mini Curso procurou-se esclarecer as eventuais dúvidas apresentadas pelos alunos. Quando estes mencionavam os argumentos destituídos de significados ou com ideias distorcidas foi buscado esclarecê-las e ao mesmo tempo auxiliá-los em busca de um melhor entendimento.

Durante as análises das falas apresentadas, há sinais de que os alunos construíram explicações um pouco equivocadas a partir de palavras ou conceitos como: DNA, transgênicos, genes e cromossomos que são fundamentais para o entendimento de questões polêmicas presentes no dia a dia.

Averiguou-se também que o conteúdo biotecnológico abordado durante o Mini Curso foi utilizado nas argumentações dos alunos. Nesse caso, eles empregaram esses conhecimentos em algumas situações durante a discussão de maneira equivocada. Isso pode

ser notado nas argumentações e opiniões dos alunos durante a discussão que envolvia transgênicos.

O enredo do debate foi construído pelos alunos. Constatou-se que durante a apresentação dos argumentos, eles utilizaram informações oriundas de revistas, jornais, telejornais, dentre outros. Nas argumentações apresentadas foi notado que eles elaboraram argumentos a partir de seus entendimentos influenciados pelo senso comum ou pela mídia.

A influência da mídia é vista principalmente no momento em que os alunos procuraram explicar vantagens e desvantagens dos transgênicos, uso de herbicidas, maior produtividade, maior lucro para produtor, empresas e indústrias no geral.

Os alunos organizaram e gerenciaram o fluxo da discussão, muitas vezes sendo mobilizados a encontrar soluções para as questões colocadas. Os estudantes encontraram equilíbrio entre a apresentação dos argumentos, uma vez que, todos os envolvidos no debate, respeitaram as formas de pensar dos colegas ao defenderem seus pontos de vista. Portanto, as intervenções durante o debate aconteceram sem perda de rumo estabelecido. Assim, buscou-se construir coletivamente sentido para a questão colocada em discussão.

Os alunos participantes envolveram-se plenamente nas discussões. Eles escutaram as questões colocadas, refletiram sobre os argumentos que estavam sendo discutidos e reformularam tais argumentos em busca de explicações coerentes.

Por fim, observou-se que os alunos vivenciaram processos de produção de conhecimentos científicos, debateram e construíram ideias em conjunto, utilizando a linguagem matemática para descreverem suas ideias, transpondo-as para outros contextos. Sendo assim, foram encontrados os indicadores da Alfabetização Científica, tanto nas exemplificações quanto nas justificativas apresentadas.

Diante de tudo o que foi exposto, serão apontados os episódios selecionados juntamente com um comentário geral a respeito das análises.

5.4 Análise das discussões orais – 2ª Parte – Debate dos alunos do 3º Ano B

Nesta turma foram selecionados para a análise do debate cinco episódios. Estes casos foram escolhidos para serem transcritos pois envolvem algumas capacidades discursivas propostas por Cristovão *et al* (2003) em uma situação de debate realizada por alunos, sendo: justificativas, comparação, argumentação pelo exemplo, negociação de conflito, sustentação de opinião, consideração do discurso do outro para confirmação ou para refutação, afirmação com marcas de responsabilização e identificação de controvérsias.

Este debate durou aproximadamente cinquenta minutos. Os episódios selecionados apresentam situações relevantes em que foi possível encontrar os indicadores da AC e analisar a estrutura do argumento proposto por Toulmin (2006).

5.4.1 - Episódio 1

O quadro abaixo apresenta o primeiro episódio selecionado com as falas transcritas, os personagens envolvidos na discussão, os argumentos encontrados, bem como os indicadores. O episódio pode ser visualizado na figura 5.11.

Quadro 5.6 - Transcrição das falas do episódio 1 do debate do 3º ano B

Alunos e seus personagens	Trechos das falas	Análise: Indicadores da AC e estrutura do argumento
He3B (Jornalista1)	No debate de hoje nos vamos falar sobre transgênicos. Quem é favor ou quem é contra.	Classificação da informação
Na3B (Cientista 1)	Eu sou a cientista que sou favor dos transgênicos e vou expor minhas ideias aqui. E a gente vai construir um debate, aqui... Eu sou a favor dos transgênicos que podem ajudar muito as populações, principalmente aquela que precisa de vitamina A. Os transgênicos podem ajudar todos de qualquer forma.	Levantamento de hipótese, previsão, justificativa e raciocínio lógico. Argumentação: Nível 1
Am3B (Cientista 2)	Eu sou contra essa ideia, pois o homem não pode com a natureza. O que precisamos fazer é viver em harmonia com o nosso meio ambiente. Os transgênicos podem trazer desequilíbrio. Só quem pega a fruta direta do próprio pé ou a verdura da própria horta sabe qual o sabor que é intensamente maior do que os transgênicos. Os alimentos transgênicos agridem a natureza. Pensem no futuro, seus filhos, netos, como eles sobreviverão? A Terra pede socorro. Sociedade abre os olhos o que essas pessoas que são a favor dos transgênicos querem é fazer vocês de cobaias. É fazer vocês ratinhos de laboratórios delas. Elas pensam no futuro, no lucro.	Raciocínio lógico, explicação, levantamento de hipótese, justificativas e previsão Argumentação: Nível3
Ma3B (fiscalização)	Posso fazer uma pergunta? No seu trabalho você diz que é ruim para os produtores e para os consumidores? Como você me explicaria?	Organização de informação
Am3B (Cientista 2)	Para os produtores é ruim porque os transgênicos aumentam as bactérias das plantas. Também aumentam as daninhas que são aqueles matinhos E com isso o uso do randap ... que será maior.	Explicação
Ca3B (Produtor)	Mas, eu como produtor discordo de você. Eu acho que os transgênicos “dá” uma garantia maior da plantação que eu estou fazendo. O que eu plantava com o milho comum hoje com os transgênicos em um hectare eu consigo produzir muito mais e em menos tempo. Eu consigo gerar mais emprego. Como eu emprego bastante gente eu tenho três a quatro safras de milho. Por exemplo, o milho que eu vendo eu preciso do caminhão pra poder puxar, é emprego direto... fora o cara que trabalha no maquinário, na manutenção. Isso gera economia. Os transgênicos, eu acho que só tem a somar. Eu acho que... nada, nada ... ainda não vi falar nada que foi provado cientificamente que os transgênicos pode levar ao câncer, outros tipos... diversos tipos de doenças.	Explicação Levantamento de hipótese, organização e classificação das informações, previsão, justificativa e raciocínio lógico. Argumentação: Nível 4

Este episódio apresenta o início do debate onde se percebe claramente que os alunos apresentam suas explicações em relação à questão proposta. A primeira fala destacada mostra uma ideia proposta pelos personagens sobre a liberação dos transgênicos. Foram encontrados os seguintes indicadores: levantamento de hipótese, previsão, justificativa e raciocínio lógico.

Logo no início, He3B faz uma apresentação na busca de classificação da informação. Em seguida, a aluna Na3B expõe sua hipótese para a questão ao dizer: (...) *Eu sou a favor dos transgênicos que podem ajudar muito as populações, principalmente aquela que precisa de vitamina A.* A partir da concepção desta hipótese, o aluno faz uma previsão para a utilização dos transgênicos: *Os transgênicos podem ajudar todos de qualquer forma.* Sua previsão está intimamente ligada e dependente da justificativa que ela apresenta dentro da hipótese: *principalmente aquela que precisa de vitamina A.*

Seu argumento está logicamente construído e pode-se observar isso pela sua estrutura, condizente com o padrão de argumentação proposto por Toulmin (2006). Seu dado é explicitado da seguinte forma: *Eu sou a favor dos transgênicos que podem ajudar muito as populações* e, por meio dela, Na3B pretende defender a seguinte conclusão: *Os transgênicos podem ajudar todos de qualquer forma.* Para dar confirmação a sua ideia, ela apresenta uma garantia: *principalmente aquela que precisa de vitamina A.*

É possível afirmar que a aluna Na3B utilizou quatro indicadores da AC: o levantamento de hipótese para expor suas ideias, uma previsão associada a esta ideia, a justificativa e o uso do raciocínio lógico na elaboração e divulgação de seus argumentos.

Entendeu-se que a fala de Na3B pode ser classificada como pertencente ao nível 1 de argumentação, uma vez que apresenta uma afirmação que possui justificativa. Analisando a fala de Am3B é possível encontrar a construção de uma explicação. Ela elabora seus argumentos considerando o discurso da aluna Am3B, portanto, será apresentada a fala da aluna: *Eu sou contra essa ideia, pois o homem não pode com a natureza. O que precisamos fazer é viver em harmonia com o nosso meio ambiente. Os transgênicos podem trazer desequilíbrio. Só quem pega a fruta direta do próprio pé ou a verdura da própria horta sabe qual o sabor que é intensamente maior do que os transgênicos. Os alimentos transgênicos agredem a natureza. Pensem no futuro, seus filhos, netos, como eles sobreviveram? A Terra pede socorro. Sociedade abre os olhos o que essas pessoas que são a favor dos transgênicos querem é fazer vocês de cobaias. É fazer vocês ratinhos de laboratórios delas. Elas pensam no futuro, no lucro.*

Esta explicação começa com a exposição de uma hipótese para a situação, em sua narração: *Eu sou contra essa ideia, pois o homem não pode com a natureza. O que precisamos fazer é viver em harmonia com o nosso meio ambiente.* Associada a esta hipótese, Am3B estabelece uma justificativa que lhe fornece autenticidade para impor seus argumentos, sendo: *Só quem pega a fruta direta do próprio pé ou a verdura da própria horta sabe qual o sabor que é intensamente maior do que os transgênicos.*

Entre essa justificativa a aluna relaciona uma previsão: *Os transgênicos podem trazer desequilíbrio (...) Os alimentos transgênicos agridem a natureza* seguida de outras justificativas: *Pensem no futuro, seus filhos, netos, como eles sobreviveram? A Terra pede socorro. (...).* Contida nestas justificativas encontra-se uma que refuta a possível utilização de transgênicos: *Sociedade abre os olhos o que essas pessoas que são a favor dos transgênicos querem é fazer vocês de cobaias. Elas pensam no futuro, no lucro.*

Constatou-se que a aluna Am3B construiu seus argumentos de forma lógica e isso fica evidente quando a situação é encaixada no padrão de argumentos propostos por Toulmin (2006).

Em relação à estrutura de sua fala, nota-se que sua alegação, ou seja, seu dado é explicitado da seguinte forma: *Eu sou contra essa ideia, pois o homem não pode com a natureza. O que precisamos fazer é viver em harmonia com o nosso meio ambiente.* Por meio dela, Am3B pretende defender a seguinte conclusão: *Os transgênicos podem trazer desequilíbrio. (...). Os alimentos transgênicos agridem a natureza,* mas essa conclusão não funcionaria para o caso em que apresenta uma condição de refutação que ela expressa ao dizer: *Sociedade abre os olhos o que essas pessoas que são a favor dos transgênicos querem é fazer vocês de cobaias. Elas pensam no futuro, no lucro.*

Pode-se afirmar que a aluna Am3B utilizou quatro indicadores da AC: o raciocínio lógico para estruturar as ideias explicitadas e seus entendimentos, levantamento de hipótese para expor suas ideias, justificativas para dar autenticidade às colocações e uma previsão que vem dos pensamentos e entendimentos expostos.

Entende-se que a fala de Am3B pode ser classificada como pertencente ao nível 3 de argumentação, uma vez que apresenta uma afirmação que possui justificativas respondendo por refutação.

Continuando esta análise foi encontrada nas falas da aluna Ma3B uma tentativa provocar novas discussões. Logo em seguida, a aluna Am3B responde as questões colocadas para discussão, elaborando uma explicação.

Os argumentos colocados pelo aluno Ca3B representam o personagem produtor. Ele diz: *Mas, eu como produtor discordo de você. Eu acho que os transgênicos “dá” uma garantia maior da plantação que eu estou fazendo. O que eu plantava com o milho comum hoje com os transgênicos em um hectare eu consigo produzir muito mais e em menos tempo. Eu consigo gerar mais emprego. Como eu emprego bastante gente eu tenho três a quatro safras de milho. Por exemplo, o milho que eu vendo eu preciso do caminhão pra poder puxar, é emprego direto... fora o cara que trabalha no maquinário, na manutenção. Isso gera economia. Os transgênicos, eu acho que só tem a somar. Eu acho que... nada, nada... ainda não vi falar nada que foi provado cientificamente que os transgênicos pode levar ao câncer, outros tipos... diversos tipos de doenças.*

O aluno Ca3B constrói uma explicação para expor seus entendimentos que começam com a exposição de uma hipótese expressa na sentença: *Mas, eu como produtor discordo de você. Eu acho que os transgênicos “dá” uma garantia maior da plantação que eu estou fazendo.* Em seguida, para melhor compreensão de seu ponto de vista, o aluno Ca3B exemplifica seus argumentos organizando e classificando suas informações que considera relevantes para estruturar seu ponto de vista. Logo, ele aponta justificativas procurando fornecer autenticidade para seus argumentos. O aluno busca dar sustentação à sua opinião, afirmando com marcas de responsabilização, sendo: *O que eu plantava com o milho comum hoje com os transgênicos em um hectare eu consigo produzir muito mais e em menos tempo. Eu consigo gerar mais emprego. Como eu emprego bastante gente eu tenho três a quatro safras de milho. Por exemplo o milho que eu vendo eu preciso do caminhão pra poder puxar, é emprego direto... fora o cara que trabalha no maquinário, na manutenção.*

Para dar continuidade ao seu argumento o aluno apresenta uma previsão: *Isso gera economia. Os transgênicos, eu acho que só tem a somar.* Contida nesta hipótese encontramos uma justificativa: *Eu acho que... nada, nada... ainda não vi falar nada que foi provado cientificamente que os transgênicos pode levar ao câncer, outros tipos... diversos tipos de doenças.*

Seu argumento está logicamente construído e pode-se observar isso pela sua estrutura, condizente com o padrão de argumentação. Sua alegação, é explicitada da seguinte forma: *Eu acho que os transgênicos “dá” uma garantia maior da plantação que eu estou fazendo* e, por meio dela, Ca3B pretende defender a seguinte conclusão: *Isso gera economia. Os transgênicos, eu acho que só tem a somar.* Para dar confirmar a sua ideia, ele apresenta uma garantia: *(...) ainda não vi falar nada que foi provado cientificamente que os transgênicos pode levar (...). diversos tipos de doenças.*

O aluno Ca3B apresenta então, um qualificador modal para seu argumento quando diz: (...) *pode levar (...) diversos tipos de doenças*, pois o verbo poder lhe confere uma condição à proposição, ou seja, provavelmente os transgênicos não levariam as pessoas a desenvolverem doenças.

Pode-se afirmar que o aluno Ca3B utilizou seis indicadores da AC: raciocínio lógico, na construção de suas ideias, organização e classificação das informações; o estabelecimento de uma explicação para a utilização dos transgênicos; a proposição de uma justificativa para tornar seu argumento mais coerente e a apresentação de uma previsão para utilização dos produtos transgênicos.

Com esta sua colocação, Ca3B emprega vários elementos da discussão como qualificadores e impondo julgamentos que permite classificar esta sua fala no nível 4 de argumentação.



Figura 5.11 - Foto da Atividade 10 – Debate alunos do 3º Ano

5.4.2 - Episódio 2

Neste segundo episódio que foi selecionado os alunos do 3º ano B discutem sobre as vantagens e desvantagens do uso dos transgênicos. Foram encontrados vários indicadores da AC. Alguns momentos relevantes foram selecionados para serem apontados no quadro abaixo.

Serão apresentadas as discussões estabelecidas entre os personagens, a fim de expor o comportamento discursivo, a força de certos argumentos e a coerência argumentativa. Observou-se nas falas transcritas que em alguns casos os alunos ficaram em dúvidas ao expor seus argumentos, mas houve casos em que os estudantes desenvolveram estratégias para mencionarem suas opiniões.

As intervenções dos alunos acontecem em uma construção coletiva na busca de esclarecimento para uma questão controversa. Este segundo episódio selecionado representa,

baseado em Cristovão *et al* (2003), o processo de produção discursiva proliferada, pois mesmo representando diferentes papéis, os participantes constroem coletivamente a aprendizagem.

Pode-se observar que os alunos fazem um levantamento de ideias e os indicadores encontrados nas afirmações revelam cuidados com o trato dos dados e ideias que dispõem. No quadro abaixo, foram selecionadas apenas algumas falas para apresentação. Há também a presença dos indicadores e a estrutura do argumento.

Quadro 5.7 - Transcrição das falas do episódio 2 do debate do 3º ano B

Alunos e seus personagens	Falas transcritas do debate	Indicadores da AC e estrutura do argumento
Am3B(Cientista 2)	Mas hoje o acesso é produtivo, você já pensou no futuro? Pois tantos transgênicos, tantos agrotóxicos, será que na sua Terra vai crescer alguma coisa muito melhor?	Levantamento de hipótese.
Ca3B (Produtor)	Será que realmente os transgênicos vão atrapalhar? Você acha que modifica o ambiente? Quem vai sofrer uma mutação? (...) Por exemplo, por isso não vai ter mais plantação de milho, de soja ... É provado cientificamente isso?	Levantamento de hipóteses
Am3B (Cientista 2)	Cientificamente não é provado. Mas com meus estudos sei que você usa o transgênico na plantação ... que já é um transgênico ... você vai aplicar mais randap, mais veneno para matar os matos ... os bichos ... com isso a Terra vai ficar muito ruim.	Justificativa
Ca3B (Produtor)	Claro, Claro que sim Tudo tem um preço, eu acho. Como a população aumentou demais, eu acho que é necessário. É indispensável ... o uso da sementes transgênicos porque a produção é muito maior em menor espaço de espaço de Terra. Então como vai abastecer o mundo inteiro se a gente produzir pouco? Eu acho que os transgênicos auxiliam nessa parte.	Raciocínio lógico Explicação Justificativa Previsão Argumentação: Nível 1
Lu3B (Representante das indústrias)	Concordo plenamente. Inclusive nas minhas indústrias, nas minhas empresas dando muito lucro eu posso ter mais trabalhadores Eu sei que ta garantido ali o salário. Que eu vou pagar para eles. Os transgênicos que a gente faz dá muito e dá muito dinheiro. Eu vou poder pagar eles ... e o dinheiro para eles “ta” garantido ali.	Raciocínio lógico
Am3B (Cientista 2)	Mas será que daqui cinco anos essa Terra terá essa mesma produção?	Levantamento de hipóteses
Lu3B (Representante das indústrias)	Não sei ... provavelmente não. Não “ta” provado, ainda que os transgênicos fazem mal a Terra	
Am3B (Cientista 2)	Nem que fazem bem ...	
Lu3B (Representante das indústrias)	Então ...	
Ed3B (Político)	Fica essa dúvida no ar... Como eu vou ...	
Ca3B (Produtor)	Eu “to” provando que os transgênicos fazem bem	
Am3B(Cientista 2)	Eu “to” provando que os transgênicos fazem mal	
Ca3B (Produtor)	Eu “to” provando que os transgênicos fazem bem. Se eu produzo muito mais com os transgênicos porque eu vou produzir ou plantar com outra semente?	
Am3B(Cientista 2)	Para você garantir um futuro melhor ...	
Ca3B (Produtor)	Você está deduzindo que possa acontecer alguma coisa ... Você não está provando. Eu estou te provando ... Que os	

	transgênicos tem a somar ,..	
Lu3B (Representante das indústrias)	Logicamente, se você não vai pegar um produto que não é transgênico, você “ta” plantando, plantando não nasce, não sai uma coisa boa pra que você vai continuar plantando isso? Fazendo isso? Se você pega um transgênico, você “ta” produzindo bem, você “ta” tendo lucro, você ta pagando todo mundo, ta tudo certo para que trocar? ... Você vai trocar?	Justificativas
Ed3B (Político)	Eu como político me preocupo com os meus eleitores ... Talvez eles não pediram para comer comida transgênica. Porque tudo que a gente tem, com certeza tem algum dedinho de transgênicos. Ruim isso (....) E as pessoas? E a saúde das pessoas? Vocês se preocupam com isso? E os filhos de vocês consomem, os netos, os bisnetos e assim vai. Um dia vocês vão plantar milho na pedra e vai nascer, com certeza ... Isso eu garanto.	Levantamento de hipóteses
Am3B(Cientista 2)	O cumulo do absurdo, “né”? ...	
Ca3B (Produtor)	Você acha que isso não é uma evolução boa? Se plantar o milho na pedra e ele nascer?	Levantamento de hipóteses
Ed3B (Político)	Dependendo, “né”?	
Ca3B (Produtor)	Como a população ta aumentando demais é preciso que evolua mesmo. Você acha que se não fosse os transgênicos, talvez “tava” faltando alimento na casa de cada um dos seus eleitores. Você não pensa nisso?	Justificativas
Ed3B (Político)	Pensar eu penso. Consumindo de uma forma adequada. Antes as pessoas não morriam fácil ... Plantavam a cana ,,,	
Am3B(Cientista 2)	Plantavam no seu próprio terreno e de lá colhiam. Sem transgênicos, sem nada...	
Ed3B (Político)	Não tinham essas doenças. Agora ta surgindo umas doenças que os cientistas mesmos não conseguem desvendar...	
Am3B(Cientista 2)	Quem é a favor dos transgênicos só pensam no lucro ... Não pensam no futuro do planeta.	
Lu3B (Representante das indústrias)	Tudo bem... Tudo bem ...Pode fazer mal e tudo e tal. Mas a nossa obrigação é produzir. Nossas empresas precisam de dinheiro. Nós precisamos produtos. A gente precisa de matéria prima. Ele (apontando para o produtor) de dinheiro para dar lucro na fazenda dele, a gente precisa. Se o povo ta comprando, se dá dando dinheiro para nós porque a gente vai parar e deixar de vender?	Organização das informações Explicação

Observa-se que os debatedores se escutam, discutem as posições uns dos outros, retomando e reformulando suas argumentações ou a dos colegas, fazendo comparações por exemplificações ou justificativas, recorrendo a diferentes formas de refutação por descrições ou analogias. O trecho abaixo foi selecionado para a análise da fala do aluno Ca3B:

Claro, Claro que sim Tudo tem um preço, eu acho. Como a população aumentou demais, eu acho que é necessário. É indispensável ... o uso da sementes transgênicos porque a produção é muito maior em menor espaço de espaço de Terra. Então como vai abastecer o mundo inteiro se a gente produzir pouco? Eu acho que os transgênicos auxiliam nessa parte.

Logo no início verificou-se que o aluno faz uma explicação: (..) *Tudo na vida tem um preço, acho.* Fornecendo uma garantia ao que foi dito, ele insere uma justificativa em sua fala ao afirmar que: *É indispensável ... o uso da sementes transgênicos porque a produção é muito*

maior em menor espaço de espaço de Terra. Estes dois elementos permitem que ele mostre a previsão quando menciona que: *Eu acho que os transgênicos auxiliam nessa parte,* seguida de uma conclusão: *Então como vai abastecer o mundo inteiro se a gente produzir pouco.*

Verificando a estrutura do argumento pode-se afirmar que é exposta uma explicação como forma de tornar claras suas ideias. É realizado o uso de uma justificativa que promove legitimidade à sua colocação e estabelece uma garantia que leva a uma conclusão. Esta argumentação é classificada no nível 1 de argumentação (Driver e Newton, 1997).

5.4.3 - Episódio 3

Foi selecionada esta sequência da discussão apresentada no quadro abaixo, para mostrar os indicadores, bem como a estrutura do argumento que as alunas Ma3B, Lu3B e Ed3B fizeram para apresentar uma possível explicação para o fato das pessoas não distinguirem os produtos transgênicos nos supermercados, conforme mostra a figura 5.12. Portanto, as falas são analisadas em um contexto de discussão.

Quadro 5.8 - Transcrição das falas do episódio 3 do debate do 3º ano B

Alunos e seus personagens	Falas transcritas do debate	Indicadores da AC
Ma3B (Representante dos consumidores)	Eu defendo os consumidores aqui hoje. Assim ... eu acho que a maioria das pessoas não tem essa mania de ler se é transgênicos ou se não é. Isso foi perguntado as pessoas que consomem? Se elas aceitam o não os alimentos transgênicos?	Organização das informações Levantamento de hipótese
Lu3B (Representante das indústrias)	Se tivesse o senso ético de ler, daí saberia o que está acontecendo	Levantamento de hipóteses Previsão
Ma3B (Representante dos consumidores)	A maioria dos supermercados e das indústrias não mostra. Não tem cartazes falando que os alimentos deles são transgênicos. Mas os nossos produtos que a gente vende tá lá. Escrito direitinho. Tem uma tabela lá direitinha. Falando que é produto originado de um transgênico. É só as pessoas lerem e procurarem saber o que está acontecendo.	Explicação Raciocínio lógico Argumentação: Nível 1
Ed3B (Político)	As pessoas só querem consumir	

Neste pequeno episódio selecionado, verifica-se que as alunas apresentam argumentos que buscam unir as discussões até agora travadas em relação ao consumo de transgênicos pela população. Percebe-se, no início deste episódio, que a aluna Ma3B começa apresentando uma breve sistematização das ideias que estavam sendo discutidas. Imediatamente ela busca a confirmação dos demais colegas para o que apresentou como forma de organizar as informações que estão na pauta da discussão. A aluna logo lança a questão fazendo o seguinte levantamento de hipótese:

Isso foi perguntado às pessoas que consomem? Se elas aceitam ou não os alimentos transgênicos?

Buscando responder as questões a aluna Lu3B faz outro levantamento de hipótese ao apresentar seus argumentos: *Se tivesse o senso ético de ler, daí saberia o que está acontecendo.* Logo em seguida, a aluna Ma3B apresenta uma explicação quando diz: *A maioria dos supermercados e das indústrias não mostra. Não tem cartazes falando que os alimentos deles são transgênicos. Mas os nossos produtos que a gente vende tá lá. Escrito direitinho. Tem uma tabela lá direitinha. Falando que é produto originado de um transgênico. É só as pessoas lerem e procurarem saber o que está acontecendo.* Contida nesta explicação encontra-se uma previsão: *É só as pessoas lerem e procurarem saber o que está acontecendo,* seguida de uma justificativa: *As pessoas só querem consumir.*

Ao final deste episódio pode-se perceber a estrutura do raciocínio lógico para o fato das pessoas consumirem os produtos transgênicos sem saberem. Pode ser notada, portanto, a presença de quatro indicadores: a organização de informações, o levantamento de hipótese, explicação, justificativa, previsão, e o raciocínio lógico.

A argumentação da aluna Ma3B pode ser classificada no nível 1.



Figura 5.12 - Foto da Atividade 10 – Debate alunos do 3º Ano B

5.4.4 - Episódio 4

Neste episódio são selecionadas algumas falas dos alunos Lu3B e Ca3B para análise dos indicadores e estrutura dos argumentos. No entanto, no quadro abaixo se apresenta todo o contexto da discussão, para que os argumentos possam ser melhores analisados.

Quadro 5.9 - Transcrição das falas do episódio 4 do debate do 3º ano B

Alunos e seus personagens	Falas transcritas do debate	Indicadores da AC
Lu3B (Representante das indústrias)	(...) Se você pegar uma coisa natural e tentar plantar pra vê se sai igual ao transgênico, não tem o mesmo resultado. Eu to falando se você pegar um milho naturalmente sem nenhum	Organização das informações Justificativa

	tipo de transgênicos, não vai nascer, não vai ficar uma espiga de milho, boa. Uma espiga igual a dos transgênicos.(...) A gente ta facilitando a vida de vocês.	Previsão Explicação Raciocínio lógico
Ed3B (Político)	Então quer dizer que vocês falam que quando Deus fez essas coisas ... Deus tava, errado. Fazer os próprios produtos “natural”	
Lu3B (Representante das indústrias)	Não põe Deus no meio. Deus não tem nada haver com isso.	
Ca3B (Produtor)	Que isso Deus não. Nossa discussão não essa.	
Lu3B (Representante das indústrias)	Não (...) Só estou falando se você quiser plantar normalmente sem nada de transgênicos no meio ... plante. Mais se você ta querendo lucro. Não adianta plantar. Melhor vocês pegarem os transgênicos e plantar ai vocês vão ver o resultado daquilo. Vocês vão ver como vai ficar bom.	
Am3B(Cientista 2)	Mais pensa comigo se você plantasse um produto transgênicos teria mais sabor ... Ele não traria lucro para a empresa?	
Lu3B (Representante das indústrias)	Lógico... muito mais sabor. Mas como você vai garantir ... Os transgênicos você planta uma roça de milho ou do que for, oh... você planta aquilo fica uma beleza. Você planta do milho normal, sem transgênicos você tem garantia daquilo que vai nascer? Com os transgênicos você sabe, que ali tem um adubo ... você sabe que ali vai crescer, vai dar milho no final, você vai ter dinheiro. O normal você não sabe que se ele vai nascer.	
Ca3B (Produtor)	Os transgênicos têm uma adaptação ao solo. É praticamente uma semente inteligente que em qualquer solo que você planta você tem certeza que você vai colher ... Agora a semente comum vai ficar naquela dúvida ... Você pode perder todo o investimento ... Eu sou totalmente a favor dos transgênicos.	Organização das informações Explicação Justificativa Previsão Raciocínio lógico
Am3B(Cientista 2)	Para acabar com a dúvida porque não planta na época certa?	
Ca3B (Produtor)	Mas é justamente por causa da necessidade da população ... Hoje são bilhões, seis quase sete bilhões de pessoas no mundo. Uma hora vai chegar... que ... não vai ter alimento pra todo o mundo. E os transgênicos podem auxiliar nisso. Os transgênicos tem um aproveitamento muito maior daquilo que você planta ... daquilo que você colhe. Com a semente comum você planta ... se você plantasse com a semente dos transgênicos você colheria muito mais. Então, por isso os transgênicos ajudam.	Organização das informações Explicação Justificativa Previsão Levantamento de hipótese Teste de hipótese Raciocínio lógico Argumentação: Nível 4
Am3B(Cientista 2)	Uma coisa sem sabor, sem qualidade. A gente não sabe nem o que vocês aplicam ai porque podem aplicar bactérias, vírus, essas coisas ...	
Pr3B(Ambientalista)	A transferência de genes de uma espécie para outra podem provocar a contaminação do ecossistema e comprometer a biodiversidade. E eu acuso os patrocinadores dos transgênicos de não ter providenciado os testes suficientes para comprovar ou não os possíveis os perigos dos transgênicos na manipulação dos alimentos, na saúde das pessoas e no meio ambiente	
Na3B (Cientista 1)	Ta todo mundo aqui falando ... que faz mal, fazem isso, fazem aquilo. Não somos cobaias de transgênicos. Primeiramente eles são testados em laboratórios, muito bem preparados por profissionais muito bons. Os transgênicos não só alimentos, são medicamentos também. Temos como exemplo o arroz dourado. Ele é transgênico. Mas ele não é usado em plantios. Ele é usado para reduzir a necessidade de vitamina A em lugares bem precários. Em que a população se alimenta principalmente de arroz.	

O episódio começa com a presença da organização das informações com a aluna Lu3B, quando menciona: *Se você pegar uma coisa natural e tentar plantar pra vê se sai igual ao transgênico, não tem o mesmo resultado.* A organização das informações ganha consistência, pois carrega consigo uma justificativa expressa pela sentença: *não tem o mesmo resultado.* Em seguida, a aluna Lu3B estabelece uma explicação: *Eu to falando se você pegar um milho naturalmente sem nenhum tipo de transgênicos, não vai nascer, não vai ficar uma espiga de milho, boa. Uma espiga igual a dos transgênicos.* Intrinsecamente relacionada à essa explicação, encontra-se uma previsão: *não vai nascer, não vai ficar uma espiga de milho, boa. Uma espiga igual a dos transgênicos.*

Para apresentar seus argumentos, a aluna Lu3B faz organização das informações, com a qual apresenta sua ideia. Essa ideia tem uma justificativa que confere valor à explicação elaborada, bem como permite o estabelecimento de previsão para o milho transgênico. Seu argumento é bastante coerente e mostra-se elaborado dentro de uma estrutura coesa, que dá evidências de que o raciocínio lógico foi utilizado.

Os argumentos de Lu3B podem ser classificados como um argumento do nível 1, uma vez que sua afirmação segue uma justificativa para o que é dito. A aluna realiza uma dedução do que pode ocorrer se as pessoas não plantarem milho transgênico.

Percebe-se, nas argumentações do aluno Ca3B, que ele inicia sua fala com uma afirmação buscando organizar suas ideias a partir das colocações feitas pelos colegas durante a discussão. Toda a fala do aluno é uma explicação a favor dos produtos transgênicos.

Para expor sua explicação, Ca3B parte de uma afirmação: *Os transgênicos têm uma adaptação ao solo*, organizando as informações existentes e relevantes para o momento. Com base neste conhecimento, ele formula uma explicação. Encontra-se contida nesta explicação, uma previsão e uma justificativa. Sendo a explicação: *É praticamente uma semente inteligente que em qualquer solo que você planta você tem certeza que você vai colher (...) Agora a semente comum vai ficar naquela dúvida ... Você pode perder todo o investimento (...). Eu sou totalmente a favor dos transgênicos.* E sendo a previsão: *Você pode perder todo o investimento* e a justificativa: *Eu sou totalmente a favor dos transgênicos.* Desta maneira é possível observar claramente o padrão de argumentação

Logo no início, Ca3B apresenta um dado – *Os transgênicos têm uma adaptação ao solo*, ou seja, o aluno afirma que os transgênicos têm mecanismos de adaptação ao solo. Esse dado ganha força com a garantia associada: *É praticamente uma semente inteligente que em*

qualquer solo que você planta você tem certeza que você vai colher. Ca3B apresenta, então, um qualificador modal o para seu argumento quando diz: *pode perder todo o investimento.* O verbo poder, confere uma condição à proposição, ou seja, provavelmente os produtores perderão os investimentos. Como conclusão para seu argumento, ele diz: *Eu sou totalmente a favor dos transgênicos.*

Ao fim da fala é possível dizer que Ca3B faz uso de cinco indicadores da AC: o raciocínio lógico na construção de suas ideias, a organização das informações, o estabelecimento de uma explicação para seus argumentos; a proposição de uma justificativa e a apresentação de uma previsão para acontecimentos que poderão acontecer.

Com esta sua colocação, Ca3B entrega vários elementos da discussão e funda um julgamento, o que permite classificar esta sua fala no nível 4 de argumentação.

Analisando outra fala do aluno Ca3B é possível perceber que ele apresenta uma explicação para a pergunta da Aluna Am3B referente ao cultivo de transgênicos. O aluno elabora uma explicação que ganha validade com o uso da justificativa: *Mas é justamente por causa da necessidade da população (...) Hoje (...) são bilhões, seis, quase sete bilhões de pessoas no mundo.* Ca3B então levanta uma hipótese: *Uma hora vai chegar (...) que (...) não vai ter alimento pra todo o mundo* e, com a garantia daquela justificativa já apresentada, ele estabelece uma previsão para a questão colocada em discussão, seguida de uma conclusão: *E os transgênicos podem auxiliar nisso. Os transgênicos tem um aproveitamento muito maior daquilo que você planta ... daquilo que você colhe. Com a semente comum você planta (...) se você plantasse com a semente dos transgênicos você colheria muito mais.* A conclusão para a questão ele apresenta com a seguinte frase: *Então, por isso os transgênicos ajudam.*

A exposição de Ca3B pode ser classificada como pertencente ao nível 4 de argumentação (Driver e Newton, 2007). Além disso, percebe-se que o aluno utilizou sete indicadores da AC em sua explanação: o raciocínio lógico seguido do raciocínio proporcional como forma de estruturar suas ideias, assim, ele constrói uma explicação para o problema proposto, conferindo uma justificativa para a afirmação feita. O estabelecimento de hipótese e seu teste são os elementos que possibilitam que a explicação seja transposta para outras situações, ou seja, o aluno consegue definir uma previsão para novas situações semelhantes ao que foi analisado.

5.4.5 - Episódio 5

Neste episódio não será apontada a estrutura dos argumentos. Optou-se por apresentar a fala do aluno Ca3B, que utiliza os indicadores de raciocínio lógico e raciocínio proporcional para expor seus argumentos de maneira fundamentada, utilizando o conhecimento básico buscando ser coerente com os valores apresentados, conforme pode ser visualizado na figura 5.13.

Sendo assim, foi apontada a linguagem matemática presente nas falas do aluno Ca3B, sendo seu personagem o produtor conforme se pode observar nas falas presentes no quadro abaixo.

Quadro 5.9 - Transcrição das falas do episódio 5 do debate do 3º ano

Alunos e seus personagens	Falas transcritas do debate
Ca3B (Produtor)	É claro que se todo mundo pudesse plantar sua horta, plantar sempre aquilo que vai comer, claro que seria ótimo. Mas as pessoas precisam trabalhar ... Hoje não existe plantação sem química, sem agrotóxico. Sei lá ... menos de 5% ... não sei assim por números. Mas é assim praticamente impossível. Não a tempo, não a tempo de você plantar sem agrotóxico. Como você planta 500 hectares de soja? Você vai capinar?
Ca3B (Produtor)	(...) Em 1970 o Brasil tinha aproximadamente 90 milhões de habitantes. Agora 40 anos, apenas 40 anos depois já tem 190 quase 200 milhões de habitantes. Você não está colocando, você não ta considerando isso. A população mais que dobrou, entendeu?
Ca3B (Produtor)	Não é todos os países que tem faixas de terras enormes como o Brasil. Por exemplo, o Japão. Os transgênicos por Japão é uma coisa muito boa. Eles têm pouca terra para produzir. Então os transgênicos para eles é uma das melhores invenções que vieram.

O aluno faz uso da linguagem matemática para expor suas ideias, identificando questões relevantes para o uso de transgênicos, buscando expor, através de números, as limitações e as perspectivas para o uso deste.

A referida linguagem está presente no cotidiano dos alunos, uma vez que a cada dia a sociedade está mais repleta de informações numéricas e gráficas. Quando o aluno Ca3B, utiliza desta para construir seus argumentos são observados indícios que este tem habilidades de ler esse tipo de informação e interpretá-la buscando coerência em seus argumentos.



Figura 5.13 - Foto da Atividade 10 – Debate alunos do 3º Ano B

5.4.6 - Comentários sobre os episódios analisados do 3º ano B

Nessa parte do trabalho foi necessário tecer os comentários a partir da ideia de alfabetização científica concebida por Sasseron (2008) apud Fourez (1994), para aprofundar os entendimentos. Portanto, nas palavras de Sasseron (2008):

...a Alfabetização Científica e Tecnológica é mais do que a aprendizagem de receitas ou mesmo de comportamentos intelectuais em face de ciência e a tecnologia: ela implica uma visão crítica e humanista da forma como as tecnologias (e mesmo as tecnologias intelectuais, que são as ciências) moldam nossa maneira de pensar, de nos organizar e de agir. (SASSERON, 2008)

Pode-se observar, através da estrutura do argumento e dos indicadores encontrados, que os alunos da 3ª série do ensino médio trabalharam juntos na tentativa de resolver problemas elencados durante a atividade. Foi possível compreender que eles procuraram estabelecer uma construção coletiva em que debates e controvérsias foram condições para se constituir o conhecimento.

Pela estrutura dos argumentos analisados percebe-se que os alunos buscaram por um conhecimento básico a partir da pesquisa que realizaram. Esta, segundo os alunos, foi importante para que eles tivessem uma visão ampla das interfaces entre os conhecimentos das ciências e de suas tecnologias. A partir desta pesquisa os alunos puderam construir seus argumentos e contra-argumentos.

Foi possível perceber também que na atividade do debate os alunos tornaram-se mais ativos e participativos ao apresentarem suas opiniões. Eles fizeram levantamentos de hipóteses, apresentaram dados e até estabeleceram conclusões para os problemas elencados durante a discussão. Sob a ótica da alfabetização científica mencionada por Sasseron (2008) há indícios de que naquele momento os alunos buscaram por uma auto formação, uma vez que apresentaram certo domínio de seus conhecimentos para construírem suas explicações.

Ressalta-se, pelos indicadores encontrados, que os alunos souberam identificar uma controvérsia, usaram o raciocínio lógico e proporcional para a apresentação de seus argumentos evitando impasses que poderiam desestruturar as explicações apresentadas. O grau de liberdade concedida aos alunos pode ter sido um fator significativo para apresentarem seus argumentos com criatividade.

Ao observar o processo AC na turma de ensino médio há indícios, pelos indicadores e pela estrutura dos argumentos encontrados, que estes foram significativos para compreender que estes alunos são capazes de criar um problema, trabalhar com dados e com processos de investigação, construindo explicações coerentes para seus entendimentos.

Ainda é importante mencionar que os alunos desenvolveram uma postura crítica em relação às falas colocadas pelos colegas durante a discussão do debate. Pode-se concluir, pelas falas transcritas, que os alunos buscaram construir argumentos de acordo com o bem-estar da sociedade e do meio ambiente.

Ao longo da análise do debate foi possível perceber, também pelos indicadores encontrados e pela estrutura do argumento apresentada pelos alunos, que há sinais que os estudantes reconhecem a ciência como construção humana, sujeita a debates e controvérsias aberta a modificações.

O processo de AC nestes alunos faz com que seja necessário entender a importância da linguagem matemática na apresentação de argumentos. Observou-se que os estudantes utilizaram a linguagem para expressarem situações do cotidiano, valorizando e exemplificando seus argumentos. Com relação à temática biotecnologia, notou-se que os alunos desenvolveram conceitos científicos estabelecendo uma participação crítica e fundamentada na sociedade repensando e discutindo as aplicações desta.

Foi possível observar que os alunos entenderam que a biotecnologia e que suas aplicações estão presentes no cotidiano de diferentes maneiras. Ainda há indícios que os estudantes entenderam que apesar da biotecnologia ser uma área antiga da ciência, o desenvolvimento da engenharia genética impulsionou o desenvolvimento desta temática nas últimas décadas.

Nos argumentos apresentados, há sinais de que os alunos utilizaram as informações da mídia, notícias de jornais e revistas apresentando informações oriundas dos estudos biotecnológicos. Além disso, questões relacionadas aos impactos causados ao meio ambiente e pelos produtos transgênicos, estiveram presentes no contexto das discussões estabelecidas pelos alunos.

É preciso destacar que os estudantes utilizaram situações do cotidiano para exemplificarem seus argumentos e valorizarem suas opiniões. Isto foi um fator significativo que motivou o debate, uma vez que pelas falas analisadas, há indícios de que os alunos se sentiram como sujeitos capazes de utilizar os conhecimentos científicos para estruturarem seus argumentos.

Dentro deste contexto percebe-se também que os alunos apresentaram durante a exposição de seus argumentos, alguns conceitos de biologia, apesar de que a maioria dos argumentos estabelecidos durante o debate teve base em questões do cotidiano. Os alunos apresentaram em suas falas o emprego de técnicas de manipulação genética resultantes dos avanços das pesquisas na área de biotecnologia e de engenharia genética, que estão inseridas no seu cotidiano.

Para que o processo da AC realmente aconteça, é necessário que os alunos busquem por justificativas a partir das questões colocadas para discussão, relacionem as ideias apresentadas e até retomem ideias já discutidas, fazendo uma relação entre ciências, tecnologias, sociedade e ambiente (CTSA).

Isso aconteceu no debate apresentado pelos alunos, uma vez que eles foram capazes de elaborar um debate e produzir argumentos que sugerem a tomada de decisões diante de situações que envolvem CTSA. Portanto, os alunos produziram argumentos a partir da temática transgênicos e suas implicações com a sociedade.

É importante mencionar que os alunos escreveram o enredo do debate elaborando uma produção textual. Em um contexto que visa possibilitar o processo de AC, é importante que os alunos ultrapassem a passividade, dentre outros.

Há sinais de que esta produção textual favoreceu a construção de argumentos, pois no processo de AC também é importante que os alunos façam uso dos conhecimentos científicos na elaboração de textos próprios. Desta forma, para elaborar tais textos é importante que estes façam várias pesquisas e leituras.

É necessário esclarecer que os indicadores da AC encontrados nas falas dos alunos assinalam que existe uma articulação entre o processo de AC que se inicia no ensino fundamental e continua durante os anos finais da educação básica. Isto foi observado quando os alunos fazem uso do conhecimento básico. Desta forma, com base em Carneiro (2012), pode-se afirmar que no ensino fundamental o aluno adquiriu meios para interpretar as linguagens básicas e no ensino médio, ele consegue aprofundar esses meios para interpretar os conteúdos tecnológicos básicos.

Os dados encontrados sugerem que o indicador de raciocínio lógico e proporcional é capaz de ilustrar o modo como as ideias dos alunos são desenvolvidas e apresentadas. Nesse caso, há indícios de que os estudantes desenvolveram naquele momento, alguma capacidade intelectual para se posicionarem frente a certas questões que envolveram algum conhecimento científico, colocadas durante a discussão.

Observou-se que os alunos procuram associar os conhecimentos estudados com as questões do cotidiano. Os dados encontrados sugerem que, quando os estudantes apresentam suas ideias, discutem e as constroem em conjunto, é possível encontrar os indicadores da AC, uma vez que ficam em evidência na busca de organizar, seriar e classificar as informações.

Há indícios de que os alunos do ensino médio foram capazes de fundamentar seus argumentos, naquele momento, no conhecimento básico presente em algumas pesquisas ou informações sobre os assuntos biotecnológicos. Sendo assim, ao defenderem seus argumentos, os dados sugeriram que os participantes do Mini Curso desempenhassem capacidades de ação e intervenção ao exporem seus conhecimentos.

Os indicadores de justificativa, previsão e explicação dão evidências de que os alunos são capazes de construir um modelo explicativo para expor seus entendimentos. E ainda, são capazes de apresentar um problema qualquer e tecer relações entre estes conhecimentos com outros contextos presentes no cotidiano.

Observou-se que, para os alunos construírem a estrutura dos seus argumentos, houve uma troca de saberes entre eles. Portanto, ao levantarem e testarem suas hipóteses eles se apresentaram como interlocutores expondo seus entendimentos sendo capazes de respeitar as diferentes formas de pensar dos colegas.

Apontar os indicadores da AC em turma de ensino médio, a partir da análise de um debate, exige compreender que este processo inicia-se nos anos iniciais, mas requer por parte do professor, fornecer e apresentar condições para que eles possam ser explorados e trabalhados, principalmente quando se tem por finalidade possibilitar uma alfabetização científica para a tomada de decisões e para o desenvolvimento de uma postura crítica dos alunos, em relação aos problemas que perpassam o cotidiano e que envolvem relações entre CTSA.

Ao explorar o processo da AC nos alunos do ensino médio, os dados sugerem que as atividades possam, também, despertar o interesse por outras matérias científicas. Após o que foi exposto e pelos dados encontrados, há indícios de que nos alunos o processo de AC despertou, naquele momento, interesses pelos conhecimentos da ciência, principalmente as aplicações da biotecnologia. Nos argumentos analisados percebe-se que os alunos

mencionaram as aplicações do conhecimento científico utilizando tanto exemplos de situações reais quanto de simulações.

O desenvolvimento científico, bem como os produtos da ciência, também estiveram presentes nos argumentos dos estudantes. Eles mostraram compreender alguns procedimentos da ciência bem como o desenvolvimento de produtos transgênicos.

É importante mencionar que alguns problemas oriundos das aplicações da biotecnologia foram citados por estes alunos, uma vez eles apresentaram argumentos relacionados à proliferação dos transgênicos.

Por fim, as argumentações dos alunos também apresentaram questões sócio-econômico-políticas e ético-morais, envolvendo as interações ciências e tecnologias. Abordando problemas práticos provocados pelos avanços das pesquisas sobre biotecnologia, os estudantes foram capazes de tecer relações com os dilemas ou dúvidas que tais pesquisas provocam na população.

5.5 Análise dos Registros Escritos

Nesta terceira parte da análise serão buscados nos registros escritos produzidos pelos alunos, os indicadores AC, além de compreender ações, atitudes, argumentações, e enfim, a reação dos alunos frente à temática Biotecnologia e suas aplicações.

Este registro escrito foi produzido pelos alunos no final do Mini Curso de Biotecnologia, no momento do encerramento. Vale ressaltar que a maioria dos alunos que participaram do Mini Curso escreveram sobre seus entendimentos e entregaram os textos. Portanto, foram selecionados para a análise alguns registros escritos tanto dos alunos do 3º ano B quanto do 3º ano A.

Além disso, essa análise conta com os mesmos referenciais utilizados no discurso oral e tem como referência os trabalhos de Toulmin (2006) e de Driver e Newton (1997), pois o discurso escrito é uma das possíveis formas de argumentação. Vale destacar que foram selecionados alguns registros considerando as respostas dos alunos com relação a duas questões:

1- Por que é importante estudar e compreender a biotecnologia e discutir sobre esse tema com a sociedade?

2- O cidadão não pode opinar sobre os interesses das pesquisas científicas. Você concorda ou discorda? (Questão retirada do livro de Krasilchik e Marandino, 2007).

Apenas alguns registros foram eleitos para fazer parte deste trabalho dentre os 30 que foram entregues no final do Mini Curso, pois, de maneira geral, os textos das atividades dos alunos são muito semelhantes, já que alguns elaboraram seus textos em grupo.

Ressalta-se, também, que se buscou nas respostas analisadas os indicadores da AC. A transcrição e análise foram iniciadas pela questão 1, apresentando as respostas das alunas Ke3A, Ja3A e Lu3A do 3º ano A. São analisadas as três produções em conjunto porque as alunas fizeram todas as atividades também em conjunto.

Para nos tornarmos mais críticos com relação ao assunto e compreender os benefícios que a biotecnologia nos traz. Estudar a biotecnologia nos ajuda a ter conhecimento sobre ela e discuti-la nos faz ter o entendimento e sua compreensão. (Ke3A – 3ºano A)

Para nos tornamos mais críticos sobre o assunto e em consequência disso formar uma visão mais crítica. Além de tudo temos que estar inteirados, pois está será a ciência do futuro. (Ja3A – 3º ano A)

É importante discutir para tirar nossas dúvidas, estudar para aumentar nossos conhecimentos e compreender para sermos mais inteligentes. (Lu3A – 3º ano A)

Os registros escritos sugerem que as alunas entendem que estudar, compreender e discutir biotecnologia é um fator importante para se tornarem críticos em relações às aplicações destas. Elas constroem uma explicação para relevância da biotecnologia na atualidade. Vale notar que a aluna Ke3A aponta como possível esclarecimento: *os benefícios que a biotecnologia traz*, e ainda menciona o fato que *discuti-la nos faz ter o entendimento e sua compreensão*. A aluna Lu3A considera a biotecnologia importante para *tirar nossas dúvidas, aumentar nossos conhecimentos* e para *sermos mais inteligentes*. Já a aluna Ja3A considera em seu texto uma justificativa para a importância de discutir, estudar, compreender a biotecnologia, uma vez que menciona *para nos tornamos mais críticos sobre o assunto e em consequência disso formar uma visão mais crítica* seguida de uma explicação *além de tudo temos que estar inteirados, pois está será a ciência do futuro*. A aluna Ra3A do 3º ano A, apresenta uma previsão em seu texto, quando afirma:

“Porque na biotecnologia existem vários pontos positivos e importantes na sociedade, mas também tem pontos negativos no qual também é visto pela sociedade, não aceitando modificações genéticas”.

Logo no começo de seu texto, Ra3A elabora uma previsão quando menciona: *porque na biotecnologia existem vários pontos positivos importantes na sociedade, mas também tem pontos negativos no qual é visto também pela sociedade*. É interessante notar que a aluna cita os “pontos positivos” da biotecnologia como sendo importantes para a sociedade, mas também afirma que a sociedade observa os “pontos negativos”. Em seguida, a aluna aponta

uma justificativa para os pontos negativos: *não aceitando modificações genéticas* – com relação à sociedade. Seu texto apresenta uma explicação para o fato de a sociedade encontrar “pontos negativos” com relação à biotecnologia.

A aluna Dal3A do 3º ano A apresenta em seu texto algumas indicadores da AC, uma vez que busca justificar e explicar a importância de discutir, estudar e compreender biotecnologia.

Para que possamos melhorar a vida no mundo de hoje e no mundo daqui a cem anos, pois a biotecnologia nos ajuda em muitas coisas principalmente na área da saúde, onde cada vez mais estão salvando vidas e assim diminuindo a taxa de mortalidade em todo o mundo e devemos estudar para que cada vez mais tenham pessoas capacitadas e que importam em melhorar a vida no planeta e se compreendermos poderemos opinar se queremos ou não isso para a nossa vida. Pois, dependendo de que se trata, as mudanças podem ser imensas e também podem ser para melhorar ou também podem piorar, levando a extinção da raça humana.

Sendo assim, a aluna apresenta explicações quando menciona: *para que possamos melhorar a vida no mundo de hoje e no mundo daqui a cem anos, (...) pois a biotecnologia nos ajuda em muitas coisas principalmente na área da saúde*, logo em seguida dá uma previsão em decorrência da sua afirmação para a importância da biotecnologia, quando afirma: *onde cada vez mais estão salvando vidas e assim diminuindo a taxa de mortalidade em todo o mundo*. Depois, sua previsão recebe uma justificativa quando se refere ao fato: *e devemos estudar para que cada vez mais tenham pessoas capacitadas e que importam em melhorar a vida no planeta*. No final da fala, a aluna levanta uma hipótese para a questão analisada quando afirma: *e se compreendermos poderemos opinar se queremos ou não isso para a nossa vida*. Além disso, apresenta uma explicação para a hipótese levantada ao mencionar: *pois, dependendo de que se trata, as mudanças podem ser imensas e também podem ser para melhorar ou também podem piorar, levando a extinção da raça humana*.

Observam-se nesta análise, cinco indicadores da AC: o levantamento de hipótese, a justificativa para os argumentos apresentados, a possibilidade da previsão em suas colocações para a importância de se discutir, estudar e compreender a biotecnologia, e o uso do raciocínio lógico conferindo estrutura coerente à sua exposição e, então, a construção de explicações no texto baseadas em seus argumentos para a importância da biotecnologia.

A explicação da aluna Dal3A pode ser classificada no nível 2 de argumentação, pois há presença de afirmações competindo com justificativas garantindo a ideia apresentada.

Ao analisar o texto do aluno Ca3B percebe-se que sua argumentação não apresenta uma estrutura lógica, uma vez que ele afirma:

É importante porque envolve um leque de coisas que a minoria das pessoas sabem, e que são muito valiosas para o desenvolvimento da ciência

Nesse sentido, o aluno levanta uma explicação quando menciona: *É importante porque envolve um leque de coisas que a minoria das pessoas sabe*. Como forma de organizar suas informações ele cita: *e que são muito valiosas para o desenvolvimento da ciência*. No entanto, Ca3B não apresenta uma estrutura lógica e sua argumentação apresenta apenas informações simples.

A explicação de Ca3B pode ser classificada no nível 0 de argumentação (Driver e Newton), pois há afirmações competindo sem justificativas.

Já a aluna Dan3A do 3º ano A, apresenta em seu texto os seguintes indicadores da AC: levantamento de hipóteses, explicação, previsão e justificativa:

A biotecnologia tem varias questões para serem colocadas em debate, há várias questões que podem ser discutidas. Como o combustível do mundo é a tecnologia, é essencial que se estude e entenda a biotecnologia, através de tecnologia creio que há um grande avanço nos estudos e projetos da biologia. Na biotecnologia existem vários pontos positivos, em que todos são à favor, mas como tudo na vida tem seu lado bom e ruim, a biotecnologia não é diferente, nem todos são à favor de alimentos e animais geneticamente modificados.

A aluna começa levantando uma hipótese quando afirma: *A biotecnologia tem varias questões para serem colocadas em debate, há várias questões que podem ser discutidas*, logo em seguida apresenta uma explicação para a hipótese levantada quando cita: *como o combustível do mundo é a tecnologia, é essencial que se estude e entenda a biotecnologia, através de tecnologia*. A estudante apresenta a primeira justificativa, afirmando: *creio que há um grande avanço nos estudos e projetos da biologia*. Além disso, apresenta uma previsão em suas argumentações quando garante: *Na biotecnologia existem vários pontos positivos, em que todos são à favor mas como tudo na vida tem seu lado bom e ruim, a biotecnologia não é diferente*. Em seguida apresenta mais uma justificativa para a previsão capaz de validar suas argumentações: *nem todos são a favor de alimentos e animais geneticamente modificados*.

Observaram-se, nesta análise, cinco indicadores da AC: o levantamento de hipótese, a justificativa para os argumentos apresentados, a possibilidade da previsão em suas colocações para a importância de se discutir, estudar e compreender a biotecnologia, e o uso do raciocínio lógico conferindo estrutura coerente à sua exposição. É possível notar a construção de explicações no texto baseadas em seus argumentos para a importância da biotecnologia. Além disso, o registro escrito da aluna Dan3A pode ser classificado no nível 2 de argumentação (Driver e Newton, 1997), pois há afirmações competindo com justificativas garantindo a ideia apresentada. A aluna Lu3B menciona em seu registro:

Pois a biotecnologia é para mim o estudo avançado da vida e dos seres vivos. Estudar a biotecnologia é praticamente estudar a vida e suas transformações.

Nesse sentido, a aluna levanta explicações: *Pois a biotecnologia é para mim o estudo avançado da vida e dos seres vivos.* Em sua segunda fala: *Estudar a biotecnologia é praticamente estudar a vida e suas transformações,* a aluna também levanta explicações. Portanto, Lu3B não apresenta uma estrutura lógica e sua argumentação apresenta apenas informações simples.

Além disso, a explicação de Lu3B pode ser classificada no nível 0 de argumentação pois há afirmações competindo sem justificativas.

Na questão 2 optou-se por apenas apresentar alguns argumentos dos alunos com relação à seguinte questão:

O cidadão não pode opinar sobre os interesses das pesquisas científicas. Você concorda ou discorda? (Questão retirada do livro *Ensino de Ciências e Cidadania* de Krasilchik e Marandino 2007).

O objetivo é apontar os indicadores, além do posicionamento dos alunos perante a questão. São transcritos alguns registros escritos dos alunos do 3º ano A e B:

Discordo. O cidadão tem o direito de ter sua a opinião, se quer ser contra ou à favor (Dan3A – 3º ano A)

Discordo. É um direito que deveríamos ter, mas não sei se temos “(Ca3B – 3º ano B)

Discordo. Deve opinar sim, pois pode haver alguma coisa que esteja em dúvida, ou queira saber mais sobre dado assunto (Lu3B– 3º ano B)

Discordo. Pois todos devemos ter o direito de opinar sobre qualquer coisa que nos envolve (Dal3A – 3ª ano A)

Discordo. O cidadão “deve” opinar, pois de qualquer forma as pesquisas científicas geralmente são utilizadas para suprimir as necessidades do cidadão e se não opinarem vão procriar de forma melhor ou pior sem o alcance da sociedade (Ra3A – 3º ano A)

Concordo. Eles são os cientistas e sabem o que estão fazendo. (Lu3A – 3ª ano A)

Discordo. Porque as pesquisas vão ser direcionadas aos cidadãos (Ja3A – 3º ano A)

Discordo. Porque as pesquisas vão ser direcionadas para o cidadão. (Ke3A – 3º ano A)

Foram encontrados alguns indicadores da AC como: levantamento de hipótese, previsão, justificativa e explicação. A aluna Ra3A do 3º ano A, apresenta uma explicação: *Discordo. O cidadão “deve” opinar, pois de qualquer forma as pesquisas científicas geralmente são utilizadas para suprimir as necessidades do cidadão,* em seguida, ela faz um levantamento de hipótese: *se não opinarem vão procriar de forma melhor ou pior sem o*

alcance da sociedade. O mesmo levantamento de hipótese acontece nos registros de Dan3A do 3º ano A: Discordo. O cidadão tem o direito de ter sua opinião, se quer ser contra ou a favor. Outro levantamento de hipótese pode ser reconhecido na fala de Lu3B do 3º ano B: Discordo. Deve opinar sim, pois pode haver alguma coisa que esteja em dúvida, ou queira saber mais sobre dado assunto.

Algumas justificativas puderam ser encontradas nos registros de Lu3A, Ja3A e Ke3A, ambas do 3º ano A: *Concordo. Eles são os cientistas e sabem o que estão fazendo, Discordo. Porque as pesquisas vão ser direcionadas aos cidadãos e Discordo. Porque as pesquisas vão ser direcionadas para o cidadão.* Um indicador de previsão seguido de um levantamento de hipótese foram encontrados nos registros escritos de Ca3B do 3º ano B. O primeiro pode ser observado nesta frase do aluno: *Discordo. É um direito que deveríamos ter,* e um levantamento de hipótese quando afirma: *mas não sei se temos.* Dal3A do 3º ano B apresenta uma previsão: *Discordo. Pois todos devemos ter o direito de opinar sobre qualquer coisa que nos envolve.*

5.5.1 - Comentários sobre os registros escritos analisados

O registro escrito forneceu evidências de como as ideias dos alunos foram reorganizadas perante a temática biotecnologia. Observou-se que os registros buscaram apresentar os entendimentos dos alunos sobre o assunto em questão. Foram encontrados nestes registros os indicadores da AC como: explicação, justificativas, previsão, levantamento de hipóteses e raciocínio lógico.

Os alunos fizeram os registros escritos em grupo, conforme pode ser visualizado na fig.5.14. Durante a realização desta atividade os estudantes discutiram em conjunto as questões, antes de anotarem seus entendimentos. Eles fazem o uso de indicadores para apresentarem suas compreensões organizando suas ideias no texto.

Com relação à escrita, ela pode ser uma ferramenta para organizar e consolidar ideias em conhecimentos mais coerentes e bem estruturados. Segundo Trivelato e Silva (2012), pesquisadores têm ressaltado a importância da discussão e da escrita no trabalho prático das aulas de Ciências, uma vez que a linguagem científica aparece como instrumento fundamental nas atividades de Ciência. Além disso, de acordo com Silva et al (2009) o uso da escrita como instrumento de aprendizagem realça a construção pessoal do conhecimento.

Desta forma, este trabalho encontra-se em consonância com os autores, pois observou-se que para elaborar os registros, os alunos organizaram suas ideias aproveitando as falas dos

colegas, lembrando das discussões anteriores e reformulando-as em forma de texto escrito. Portanto, observou-se que os estudantes buscaram apresentar nestes textos seus conhecimentos, fazendo uso de conceitos científicos.



Figura 5.14 - Foto do Encerramento – Alunos fazendo o registro escrito

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi abordada a temática biotecnologia a partir das perspectivas da AC através da elaboração de um Mini Curso de Biotecnologia para os alunos da 3ª série do ensino médio, visando uma educação para o exercício da cidadania. Com este objetivo, foram elaboradas as perguntas que definiram o problema de pesquisa:

Quais são os efeitos e as evidências da AC em um Mini Curso de Biotecnologia elaborado a partir das perspectivas da Alfabetização Científica na formação de estudantes do ensino médio?

Foi feita uma revisão sobre os trabalhos que utilizaram a “Alfabetização Científica” das mais diversas formas. Foram encontrados artigos, dissertações e teses que abordam a AC. Buscou-se a definição, os objetivos e as perspectivas da AC. Além disso, foram encontrados os eixos estruturantes e os indicadores da AC propostos por Sasseron (2008). No entanto, é necessário mencionar que houve alguns obstáculos em relação à definição do conceito de AC, uma vez que existe uma falta de consenso por parte dos autores estudados relacionados a esta definição. Percebe-se que distintos autores listam diferentes expressões para designar a mesma ideia em relação a AC. Como já mencionado, existe uma pluralidade de objetivos pleiteados com a AC.

Optou-se, neste trabalho, por utilizar o termo AC amparado nos argumentos de ACT concebido por Fourez (1994) e por Sasseron (2008). Desta forma entende-se que este termo está de acordo com os objetivos deste trabalho:

Planejar um ensino de Ciências capaz de levar os alunos ao conhecimento da cultura científica e de suas especialidades para que possam utilizá-los durante a resolução e a tomada de decisões relacionadas aos empreendimentos das ciências e das tecnologias que afetam seu dia a dia (SASSERON, 2008, p. 252).

Entende-se que a disciplina biologia tem grande contribuição acerca da formação do educando como cidadão com personalidade ética e crítica. Por este motivo, foi planejada uma série de atividades para o Mini Curso de Biotecnologia que pudesse auxiliar uma educação para o exercício da cidadania.

Para responder o problema de pesquisa é necessário lembrar que as atividades do Mini Curso de Biotecnologia foram elaboradas de acordo com os três eixos estruturantes propostos por Sasseron (2008): “a compreensão dos conceitos e termos básicos das ciências, da natureza

das ciências e das relações entre os conhecimentos das ciências, suas tecnologias, a sociedade e o meio ambiente” (SASSERON, 2008,).

Estes podem “servir como um referencial a ser considerando no planejamento de propostas de ensino que visem a AC nos diversos níveis de escolarização” (SASSERON, 2008, p. 252). A autora ainda considera que “tais eixos, do conhecimento dos professores, podem servir também como referência para o trabalho dele ao aplicar as atividades de uma sequência de ensino” (SASSERON, 2008, p. 252), que, no caso deste material foi o Mini Curso.

Através da realização das atividades dos estudantes, observou-se que os conceitos científicos foram utilizados, uma vez que durante as discussões houve indícios de que os alunos utilizaram tais conceitos para estruturar suas argumentações. Houve incentivo da professora por meio de perguntas, para que ocorressem tais discussões e argumentações, visto que buscou-se encontrar alguns indicadores da AC durante a execução das atividades.

Os indicadores de AC propostos por Sasseron (2008),

“Foram pensados levando em consideração as habilidades utilizadas pelos cientistas durante seu trabalho de investigação, e assim, mostram o encaminhamento de ações rumo resolução de um problema envolvendo temas científicos” (SASSERON, 2008, p. 253).

Os indicadores ajudaram a compreender o desenvolvimento do processo de AC, uma vez que se buscou verificar como os participantes do Mini Curso se comprometeram na construção de seus conhecimentos, de que forma procuraram resolver as oficinas investigativas, como elaboraram hipóteses, entre outros.

Sendo assim, durante a execução das atividades experimentais e investigativas notou-se que os alunos teceram suas argumentações baseadas no trabalho em conjunto que fizeram durante a realização das mesmas, no momento de construção de conhecimento por parte de todos envolvidos. Ainda assim, será preciso continuar nesse processo investigativo a fim de avaliar mais profundamente as premissas deste trabalho.

Após a análise das argumentações dos estudantes durante as atividades práticas e de alguns registros escritos, foram observados indícios de que os indicadores da AC são organizados e reorganizados durante as explicações e justificativas das oficinas.

Notou-se que os alunos construíram um modelo explicativo, buscando tornar clara a sua compreensão sobre os problemas que envolvem as aplicações da biotecnologia.

Além disso, é evidente que durante as explicações, bem como na elaboração de justificativas, ocorre o levantamento de hipóteses ou uma busca por algum tipo de garantia

para as ideias apresentadas. Segundo Sasseron (2008) essas garantias podem ser justificativas à aquilo que foi dito e estudado ou como uma previsão para a situação apresentada nas atividades.

As análises sugerem que podem ser encontradas evidências da AC nos registros analisados, nas argumentações e discussões apresentadas. É pertinente esclarecer que os alunos participantes do Mini Curso estão na etapa final da educação básica, como define a LDB e que as funções dessa etapa, segundo Carneiro (2012) são:

i) Consolidar e aprofundar conhecimentos anteriormente adquiridos; ii) preparar o cidadão produtivo, iii) potencializar a cidadania do aluno, iv) instrumentalizá-lo para a mudança; v) implementar a autonomia intelectual e a formação ética ; vi) torná-lo sujeito da aprendizagem, capacitando-o a articular teoria e prática, vii) contextualizar os conhecimentos; e viii) por fim, habilitá-lo a entender os processos produtivos, seja operando-os, seja captando suas tendências. (CARNEIRO, 2012, p. 204)

Mediante tais esclarecimentos e visando uma educação para o exercício da cidadania, as atividades do Mini Curso buscaram oferecer aos seus participantes uma reflexão a partir dos conteúdos elencados. Nesse sentido, pode-se afirmar, com apoio nos trabalhos de Madrid e Sheid (2010) que a cidadania não deve apenas abranger o ensino fundamental, visto que deve se estender pelo ensino médio, onde os alunos terão maior capacidade de interferir na sociedade.

Sob esse enfoque, os estudantes foram instigados a participar das atividades, principalmente a atividade 10 - Debate, atuando de forma crítica e reflexiva, visto que estes se deparam com as questões da biotecnologia no seu dia a dia.

A partir da aplicação do Mini Curso e de algumas atividades analisadas, observaram-se sinais de que a escola pode contribuir para uma educação em favor do exercício da cidadania, podendo este ser construído junto com a disciplina biologia, dentre outras, a partir de conteúdos que auxiliem a promoção e a construção desta educação.

Neste caso, a biotecnologia está presente no dia a dia das pessoas, seja pelos produtos que oferece ou pelas controvérsias geradas por suas inovações. O ensino e aprendizagem deste tema recebe destaque na disciplina biologia, visto que envolvem questões que vão desde o cotidiano até os campos da ética, moral e religião. Devido a tal abrangência, os conhecimentos científicos são fundamentais na compreensão dos mecanismos de manipulação genética, além de serem importantes na formação de cidadãos críticos e conscientes.

É pertinente ressaltar que durante a aplicação da atividade do Mini Curso, os alunos não foram tratados como espectadores que apenas recebiam as informações. Eles foram convidados a realizar as atividades em grupo, a discutir com colegas questões relacionadas à

temática biotecnologia, a escrever seus entendimentos, a analisar gráficos e tabelas, a compreender o significado de alguns conceitos.

Isso implica entender que ensinar biologia é mais do que conhecer os principais conceitos, pois exige que aconteçam discussões, que hipóteses sejam consideradas e testadas, que haja investigações, dentre outros aspectos. Desta forma, é preciso considerar também neste ensino as relações CTSA, seja no estabelecimento de ensino ou no mundo fora da escola.

Por fim, as análises realizadas após o curso dão indícios do processo da AC nos alunos da 3ª série do ensino médio. Observou-se que, a partir das atividades elaboradas segundo os três eixos estruturantes de Sasseron (2008), pelos indicadores encontrados nos registros escritos e nas falas analisadas dos participantes do Mini Curso durante as atividades, os resultados encontrados sugerem que os estudantes possam ser estimulados a utilizar conceitos e atitudes científicas no seu dia a dia, principalmente na tomada de decisão sobre fatos que possam atingi-los direta ou indiretamente.

6.1 Indicativos para responder o problema de pesquisa

Este trabalho foi iniciado esclarecendo a importância da argumentação nesta pesquisa, uma vez foi possível observar como os alunos da 3ª série do ensino médio utilizam o argumento para expor suas ideias, suas opiniões e seus entendimentos. De acordo com Carvalho (2011), “a linguagem das Ciências é argumentativa, sendo necessário apresentar uma argumentação como justificativa para transformar fatos em evidências”. (CARVALHO, 2011, p.59).

Pelas análises realizadas, há evidências de que os alunos foram capazes de utilizar os indicadores da Alfabetização Científica para elaborar seus argumentos a partir do tema biotecnologia. Através das discussões estabelecidas durante o Mini Curso, observou-se que eles teceram relações entre as aplicações da biotecnologia e seu cotidiano, uma vez que usufruíram dessa relação ao apresentarem seus argumentos.

Os alunos apontaram as vantagens e desvantagens do uso dos transgênicos aproveitando os dilemas dessa temática presente no dia a dia da população. Estes dilemas proporcionam certa insegurança na sociedade e isso foi identificado nas falas dos alunos. Mencionaram que, entre as razões para tal insegurança, está a falta conhecimento ou não acompanhamento das pesquisas nesta área que são rapidamente divulgadas pela mídia.

Há indícios, nas análises realizadas, que os estudantes se preocupam com as aplicações da biotecnologia, pois estes apontam os riscos possíveis para o meio ambiente, para a saúde humana, para agricultura - dentre outros assuntos - que tais aplicações podem trazer.

Muitos benefícios relacionados às aplicações da biotecnologia também foram lembrados. Os alunos mencionaram a redução dos herbicidas e pesticidas, bem como a possibilidade de tal aplicação auxiliar na diminuição da fome no mundo.

Foram encontradas evidências nas análises em que os alunos apontam a tecnologia como um fator a ser considerado quando se discute sobre os transgênicos. No entanto, eles buscaram expor suas opiniões considerando também o papel da ciência e do cidadão.

Mencionar os efeitos deste Mini Curso requer considerar os objetivos elencados durante a proposta deste. No entanto, os indicadores da Alfabetização Científica dão evidências de que cada aluno, no tempo oportuno, foi capaz de (re)organizar suas ideias e seus entendimentos sobre os problemas investigados.

Desta forma, entende-se que houve um efeito positivo do Mini Curso, pois a maioria dos alunos se envolveu nas atividades estabelecidas. Eles foram capazes de elaborar argumentos bem fundamentados para esclarecerem seus entendimentos.

É fato que a reação dos alunos frente ao Mini Curso não pode ser medida apenas pelos indicadores encontrados durante a realização deste e nem pela estrutura do argumento. A maioria das atividades do Mini Curso possibilitou que os alunos fossem coparticipantes e sujeitos do processo de ensino-aprendizagem. A partir da convivência com os colegas, eles tiveram a oportunidade de desenvolver sua autoconfiança para colocarem seu ponto de vista.

Os estudantes foram capazes de elaborar argumentos próprios de maneira coerente, fazendo usos dos conhecimentos científicos nas explicações de suas ideias. Contudo, entende-se que isso também não é suficiente para medir os efeitos do Mini Curso. Quando foi tratada a argumentação, algumas dúvidas surgiram e ficaram para ser esclarecidas como: O que de fato conta como dado, justificativa, explicação e conclusão para os alunos? Que entendimentos eles possuem para associarem os dados, suas justificativas, suas explicações, suas conclusões com o conhecimento básico? Quando o problema a ser investigado já estiver resolvido que mecanismos eles utilizariam para argumentar ou explicar essa resolução?

Além disso, é preciso olhar para outros contextos que fazem interfaces com este problema de pesquisa. Portanto, há uma necessidade de buscar outras referências que tragam algum tipo de garantia dessas interfaces com os objetivos propostos no Mini Curso.

Uma dessas interfaces é o papel do professor que também precisa ser considerado neste contexto. Entende-se que o professor tem um grande papel no processo da AC, já que para Demo (2010) a Alfabetização Científica sinaliza a capacidade de saber pensar na teoria e na prática. Portanto,

o aluno é o centro das atenções, mas sua aprendizagem depende sobremaneira da aprendizagem do professor. A Alfabetização Científica começa na formação original docente, do que segue a necessidade de mudar radicalmente pedagogia e licenciatura. (DEMO, 2010, p. 70).

Os materiais didáticos também são como uma interface a ser considerada, pois precisam ser dotados de qualidade científica com uma linguagem de caráter científico e adequado para os alunos, e não de materiais que contenham receitas prontas. O ambiente escolar também precisa ser considerado, uma vez que deve ter um local adequado para a realização das atividades experimentais e para a educação científica.

Com relação às evidências da AC, as análises sugerem que estas se encontrem nas argumentações e na estrutura dos argumentos apresentados. No entanto, ainda há importantes considerações a fazer com relação às evidências da AC, uma vez que é “importante levar os alunos a perceberem as dimensões históricas, sociais e culturais embutidas na construção dos conhecimentos nas ciências” (SASSERON, 2011, p.24)

Sasseron (2011) concebe, pois, a AC como um estado de constantes modificações e construções, pois todas as vezes que novos conhecimentos são estabelecidos, novas relações precisam surgir, tornando a AC cada vez mais complexa e coesa.

Segundo Demo (2010), o desafio da alfabetização científica torna-se urgente e cogente, assim, é possível entender também, que é preciso fazer conexões com outros contextos quando se busca por tais evidências.

Um desses contextos seria a produção do conhecimento pelo aluno. Nesse sentido, compreende-se que os estudantes necessitam pesquisar, dentre outros aspectos, para produzir conhecimentos partindo dos já existentes. No entanto, quais evidências da AC estariam relacionadas com esta produção de conhecimento, uma vez que se busca também pela aprendizagem significativa dos alunos?

O professor de biologia, dentre outros, precisa preparar os alunos para uma época em que os problemas da Medicina, Biologia e Ciência exigem posicionamentos diante de situações novas e complexas (KRASILCHIK, 2004). Há sinais de que não é mais possível tratar tais assuntos somente com uma aula expositiva. É preciso ter uma base de conhecimentos, além de que os alunos precisam estar imersos em atividades que permitam sua participação. Desta forma, entende-se que pontos de vistas de outras disciplinas escolares podem ajudar a envolver valores e outras dimensões além dos conhecimentos conceituais relacionados com temas, como a biotecnologia, por exemplo.

6.2 Síntese dos argumentos e indicadores encontrados nas análises.

Sobre a realização da análise, ressalta-se que os participantes da pesquisa se envolveram nas atividades propostas. Há nítidas evidências que os argumentos apresentados foram elaborados durante a observação e/ou manipulação dos objetos utilizados nas oficinas. No entanto, para elaborar e estruturar tais argumentos os alunos apoiaram-se nos conhecimentos básicos.

É necessário esclarecer que os referidos conhecimentos podem ser considerados como “um conhecimento teórico básico que dá apoio à garantia dada. Leis, conceitos, teorias são utilizados para elaborar esse componente” (TRIVELATO e SILVA, 2012, 77). São incluídos ainda os conceitos abordados no Mini Curso de Biotecnologia.

A atividade 3 do Mini Curso pode estimular a argumentação dos alunos e despertar o interesse para as demais atividades. Quando os estudantes comentaram sobre a extração molécula da DNA foram identificados os seguintes indicadores: seriação, organização e classificação de informação. Os indicadores, conforme Sasseron (2011) sugeriram que durante a realização da oficina, os alunos comentaram sobre os materiais e os procedimentos que utilizaram estabelecendo assim bases para a ação investigativa. Discutiram ainda, o modo como a oficina foi realizada, ordenando os elementos usados. Foi possível observar uma busca por um arranjo das informações apresentadas. No entanto, há presença de informações sem justificativa (nível 0).

Na oficina em que os estudantes construíram um modelo de molécula de DNA, novos elementos foram incorporados o que pode tornar a discussão mais coesa, com presença de justificativa (nível 1).

O teste de hipótese, previsão, justificativa e explicação foram alguns dos indicadores encontrados nesta atividade. De acordo com Sasseron (2011) o teste “pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades cognitivas com base em conhecimentos anteriores” (SASSERON, 2011, p.20). Ao manipularem os objetos das oficinas os alunos realizaram tal teste quando associaram as bases nitrogenadas do DNA com as jujubas coloridas. Os outros indicadores encontrados ainda sugeriram que, ao longo da discussão, os argumentos foram ganhando maior autenticidade.

Nas oficinas investigativas (atividade 6), a qualidade do argumento foi aumentando à medida que os alunos discutiam e elaboravam hipóteses para solucionar a atividade. Na

tentativa de desvendar a proposta (o crime), houveram evidências em que se podem encontrar afirmações competindo com justificativas (nível 2), além de afirmações competindo justificativas respondendo por refutação (nível 3). O problema proposto para investigação estimulou-os a utilizarem-se de variações para solucioná-lo. Na atividade houve uma oscilação no nível do argumento que ficaram entre 2 e 3. Foi constatado que os alunos estavam atentos às falas dos colegas, portanto, completavam aquelas que eram colocadas na discussão. Além disso, algumas informações foram refutadas para “ser entendidas como condições específicas que tornam as conclusões inválidas, as exceções”. (TRIVELATO e SILVA, 2012, p.78).

O levantamento de hipótese foi também um dos indicadores encontrados. Segundo Sasseron (2011) o indicador “aponta instantes que são alçadas suposições acerca de certo tema (...) pode surgir tanto em forma de afirmação quanto de uma pergunta” (SASSERON, 2011, p. 20). Foi observado também um empenho dos alunos em buscar justificativas para confirmar as suposições levantadas.

O incentivo para a participação dos alunos nas atividades se configura como um fator importante, pois as perguntas feitas pela professora puderam estimulá-los a relacionar as falas proferidas pelos colegas, retomar as discussões e refletir sobre os dados apresentados. Foi possível perceber que para construir suas explicações os alunos utilizaram os conceitos científicos em suas justificativas. Há nítidas evidências de que é possível encontrar afirmações competindo, além de opiniões sendo reformuladas na tentativa de resolver o problema proposto. Portanto, os indicadores da AC como o raciocínio lógico e proporcional foram também encontrados nestas argumentações.

Segundo Sasseron (2011) tais indicadores compreendem o modo que as ideias são desenvolvidas e apresentadas, além de se referir à maneira como variáveis relacionam entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas. Isso pode ser notado quando os alunos consideram as falas dos colegas para elaborarem seus argumentos. Estas falas serviram para garantir as ideias colocadas na discussão ou para refutá-las.

Durante a discussão do debate observou-se também que a qualidade do argumento foi aumentando à medida que os alunos ouviam as falas dos colegas procurando complementá-las ou refutá-las. Este fato coloca este trabalho em consonância com os autores Driver e Newton (1997), quando mencionam que é importante não só perceber como os argumentos são elaborados e explicitados, mas também a qualidade deles que tende a crescer ao longo das discussões quando os elementos podem ser trazidos à tona e incorporados.

Ao longo do debate as informações apresentadas com justificativas (nível 1) foram reformuladas, pois novos dados foram sendo apresentados. O que permitiu que os alunos fizessem um julgamento sobre o uso de transgênicos utilizando afirmações competindo com justificativas e qualificadores, bem como justificativas respondendo por refutação. Portanto, fizeram um julgamento integrando diferentes argumentos (nível 4). Os qualificadores “são formados por condições específicas que tornam a conclusão verdadeira, representando as suas limitações” (TRIVELATO e SILVA, 2012, p. 78).

O debate iniciou-se com as argumentações no nível 1. No entanto, quando os alunos levantaram as hipóteses e essas foram testadas a partir de seus conhecimentos básicos, algumas conclusões foram apresentadas por estes. Com isso, várias informações competitivas apareceram aumentando a qualidade do argumento.

Essa atividade buscou ainda proporcionar uma oportunidade para que os conhecimentos e as informações se configurassem como aspectos importantes para a elaboração de argumentos por parte dos alunos. As ideias apresentadas e a discussão destas tornaram-se um dado relevante, pois os alunos expuseram diferentes pontos de vista sobre o mesmo assunto. Sendo assim, estes construíram um “modelo explicativo capaz de tornar clara a compreensão que se tem do problema qualquer” (Sasseron, 2011, p.21).

Observou-se que para elaborarem tal modelo, os estudantes buscaram apresentar as relações existentes entre os fenômenos naturais e as ações humanas sobre ele, conforme menciona Sasseron (2011). Isso foi evidenciado quando os alunos construíram e apresentaram o debate sobre “Organismos geneticamente modificados – Quem controla?”. Neste momento, há evidências que houve uma busca em estruturar os argumentos, com relação à liberação dos transgênicos, embasados nas relações entre o conhecimento e outras esferas da ação humana.

Desta forma observou-se que os alunos refletiram sobre suas ideias, reformulando-as ou refutando-as tendo como apoio as falas dos colegas, bem como os conhecimentos básicos tornando seus argumentos mais coesos e complexos.

Por fim, é importante citar que a linguagem matemática foi detectada durante as discussões das atividades. Este fato coloca este trabalho em consonância com Sasseron (2011) quando esta menciona que “saber utilizar bem o raciocínio proporcional demonstra que mais um passo está sendo dado para se compreender como podemos descrever e entender os fenômenos naturais” (SASSERON, 2011, p.22), ainda que o público tenha sido o ensino médio.

6.3 Reflexões sobre o trabalho

Ao refletir sobre a prática docente entende-se que o papel do professor precisa ser considerado quando se busca desenvolver o processo de AC nos estudantes. Este assume um papel importante neste processo, cabendo ao professor propor problemas, acompanhar as atividades, as discussões, propiciar oportunidades de reflexão, estimular a participação de todos os alunos bem como desafiá-los a exporem suas opiniões.

Foi possível perceber que o ensino de ciências também possibilita que o professor questione sua própria prática docente. Ao elaborar um conjunto de atividades para seus alunos, o educador deve considerar algumas questões como: O que ensinar? Como ensinar? O que se aprende? Como se aprende? Quais conhecimentos são necessários para ensinar quando se busca também tratar as questões científicas e tecnológicas presentes na sociedade?

Estas questões, dentre outras, precisam ser consideradas também no ensino de biologia, no ensino médio. Este ensino é marcado pela fragmentação e descontextualização dos conceitos. Desta forma é preciso considerar, que “a aprendizagem escolar não é uma recepção passiva do conhecimento, e sim processo ativo de reelaboração” (TRIVELATO e SILVA 2011, p.99). Cabe ao professor buscar formas de proporcionar oportunidades de discussão sobre assuntos que perpassam o cotidiano dos alunos.

O docente necessita refletir sobre tais questões ao propor atividades investigativas ou problemas que permitam aos alunos apontarem uma previsão, uma explicação ou um levantamento de hipótese baseadas no conhecimento científico disponível. O professor deve considerar também que os alunos podem planejar alguns procedimentos para a resolução do problema, observando e transformando essa observação em dados e/ou interpretação.

Desta forma, os estudantes constroem explicações comparando dados e previsões a partir de seus conhecimentos. No entanto, há a necessidade que os professores sejam preparados para esta situação, pois ela pode exigir uma mediação entre o conhecimento científico e as diferentes formas de como ele é representado.

É importante que os alunos utilizem suas observações e entendimentos para construir suas conclusões, afinal, os apoios e as garantias são claramente declarados por eles, o que pode representar o registro do conhecimento biológico pelo aluno.

Trivelato e Silva (2012) mencionam que os recursos audiovisuais como: DVDs, televisão, cinema, dentre outros, devem estar sempre articulados com o planejamento da aula. O professor não pode utilizar tais recursos sem um planejamento adequado, como um complemento ou um passatempo esporádico. Estes recursos devem ser encarados como parte

do processo educativo, uma vez que podem servir como mediação entre o conteúdo científico a ser ensinado e as diferentes formas como é representado na sociedade.

Quando o professor utiliza as perspectivas de AC, é necessário oferecer oportunidades e possibilidades para que os alunos sejam apresentados aos conceitos científicos e com eles possam trabalhar, investigando um problema. Eles devem construir relações de seu cotidiano com as novas informações que a escola proporciona sendo capaz de “mesclar, de maneira bastante intensa, o mundo escolar e o mundo extra escolar, permitindo que conhecimentos de um e de outro sejam utilizados em ambos os universos” (SASSERON, 2011, p. 22).

Sendo assim, quando o docente planeja as atividades visando as perspectivas da AC precisa incluir, além dos conceitos, o conhecimento das formas de construção e representação do conhecimento científico. As atividades devem permitir aos estudantes a possibilidade de sugerir, bem como resolver problemas e explicações baseadas em evidências. Portanto, o professor deve ser um mediador da aprendizagem, uma vez que ciente da presença dos indicadores da AC nas argumentações dos alunos, ele deve ajudá-los a compreender o saber científico.

Como um mediador, o professor pode ajudar o aluno a perceber que a disciplina biologia é “viva” e não um conjunto de nomenclatura esvaziada de significados. Desta forma, é possível buscar romper com a perspectiva de transmissão e recepção de conceitos que tem marcado o ensino de biologia nas últimas décadas.

Os alunos participaram das atividades como coparticipantes e sujeitos do processo de ensino – aprendizagem. O estudante como sujeito deste processo foi visto como um autor do seu próprio conhecimento, uma vez que pode (re)fazer suas atividades e experiências buscando novos conhecimentos.

Durante a aplicação do Mini Curso, considerou-se relevante o incentivo à participação dos alunos em discussões sobre temas científicos que seriam estudados, a realização de trabalhos em grupos que permitissem uma aprendizagem a partir da convivência com os colegas, respeitando as formas de pensar, bem como o desenvolvimento da autoconfiança para a defesa de seu ponto de vista. Entretanto, para Capecchi e Carvalho (2000) é preciso que as discussões sejam conduzidas sem a perda do rumo estabelecido, não bastando deixar que os alunos falem livremente.

Para os autores é preciso encontrar um equilíbrio entre a livre apresentação das ideias e a atenção às questões já discutidas. A presença do professor é fundamental para solicitar esclarecimentos quando necessário, possibilitando assim relacionar as falas de diferentes alunos com os objetivos propostos nas atividades, resgatando os conceitos esquecidos.

Durante todo o Mini Curso foi notada a presença de duas linguagens: cotidiana e científica. Embora a professora procurasse fazer a passagem do senso comum para o saber científico, foi preciso (re)trabalhar buscando compreender seus limites e as suas possibilidades em uma situação pedagógica.

Neste trabalho, as práticas pedagógicas em biologia não privilegiaram a descrição e nem a memorização. No entanto, percebeu-se que durante as atividades do Mini Curso os alunos enxergam a disciplina Biologia como um conjunto de nomes difíceis e distantes do seu cotidiano.

Com o trabalho apresentado considera-se que a alfabetização científica é uma atividade que não se restringe ao espaço escolar, mas que perpassa por diferentes contextos, mediado por diferentes mídias. Além disso, conforme Delizoicov e Lorenzetti (2001) é uma atividade vitalícia.

Diante de tudo o que foi exposto apresenta-se no final desta dissertação um CD-ROM com o Mini Curso de Biotecnologia para que possa ser utilizado por outros professores que desejam abordar tal temática visando a Alfabetização Científica.

Deseja-se que, ao longo de sua vida, os alunos cursistas tenham elementos para fazer conexões críticas entre os conhecimentos sistematizados pela escola com outros assuntos. Almeja-se também que outros professores possam propiciar “aos alunos a visão de que a Ciência, como as outras áreas, é parte de seu mundo e não um conteúdo separado, dissociado da sua realidade” (LORENZETTI e DELIZOICOV, 2001, p.7).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, T. **Alfabetización científica para la ciudadanía**. Madrid: Narcea, 1999.
- ALVES, R. **A Arte de produzir fome**. Disponível em <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/sinape/ult1063u146.shtml>> Acesso em 04 Mar. 2011.
- AMABIS, J. M. & MARTHO, G. R. **Biologia**. 3.ed. v.3. São Paulo: Editora Moderna, 2010.
- ANDRÉ, M. Pesquisa em Educação: Buscando Rigor e Qualidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n.115, p.51-64, 2001.
- ARANHA, M. L. d A. **Filosofia da Educação**, 2.ed. São Paulo: Editora Moderna, 2002.
- ASTOLFI, J.P. Quelle Formation Scientifique pour l'École Primaire? **Didaskalia**, n.7, 1995.
- AULER, D. Alfabetização científica – Tecnológica: um novo paradigma? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. v.5, n. 1. p. 1-16, mar 2003.
- AULER, D. & DELIZOIOCOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**. v.3, nº 2, p.105-116, jun. 2001.
- AULER, D. & DELIZOIOCOV, D. Ciência - Tecnologia - Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *In* **Revista Eletrônica de Enseñanza de las ciencias**. v.5, n 2. p. 337-355, 2006. Disponível em: <<http://www.saum.uvigo.es/reec>> Acesso em: 25 jun. 2010.
- BAKHTIN, M. **A Cultura popular na Idade Média e no Renascimento: o contexto de François Rabelais**. São Paulo: Hucitec, 1999.
- BÉAL, Y. Cidadão no saber e/ou cidadão no mundo? *In*: APAP, Georges et al. **A Construção dos Saberes e da Cidadania – da Escola à Cidade**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?** 2.ed. São Paulo: Editora Ática, 2002.
- BIZZO, N. Ciências Biológicas. DPEM/SEB/MEC. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2004.
- BIZZO, N. **Novas bases da biologia - O ser humano e o futuro**. Ensino Médio.v.3. São Paulo: Ática, 2011.
- BINGLE, W.H.; DEBOER, G.E. Research on Goals for the Science Curriculum. *In*: Gabel, D.L. (ed.) **Handbook of Research in Science Teaching and Learning**. New York: McMillan, 1994.
- _____; GASKELL, P.J. Scientific Literacy for Decisionmaking and the Social Construction of Science Knowledge. **Science Education**, v.78, n.2, 1994.
- BYBEE, R.W. Achieving Scientific Literacy. **The Science Teacher**. v.62, n.7, 1995.
- BRANDI, A.T.E.; GURGEL, C.M.A. A Alfabetização Científica e o Processo de Ler e Escrever em Séries Iniciais: Emergências de um Estudo de Investigação-Ação. **Ciência & Educação**. v.8, n.1, 2002.
- BRASIL, Secretaria da Educação Fundamental. **Orientações Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. v.2. Brasília: SEF/MEC, 2006.
- _____. **Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio**. Resolução CEB nº 3, de 26 de junho de 1998.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996.

_____. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/ Semtec, 1999.

_____. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/ Semtec, 2002.

CACHAPUZ *et al.* **A necessária renovação do ensino das ciências**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CARNEIRO, M. A. **O nó do ensino médio**. Petrópolis- RJ: Editora Vozes, 2012.

CARVALHO, A. M. P de. As práticas experimentais no ensino de Física. In: CARVALHO, A.M.P. (Org.) **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

CARVALHO e TINOCO, S.C., O Ensino de Ciências como 'enculturação'. In: Catani, D.B. e Vicentini, P.P., (Orgs.). **Formação e Autoformação: Saberes e Práticas nas Experiências dos Professores**. São Paulo: Escrituras, 2006.

CAJAS, F., Alfabetización Científica y Tecnológica: La Transposición Didáctica Del Conocimiento Tecnológico. **Enseñanza de las Ciencias**, v.19, n.2, 2001.

CAPECCHI, M.C.V.M; CARVALHO, A.M.P. Argumentação em uma Aula de Conhecimento Físico com Crianças na Faixa de Oito a Dez Anos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.5, n.2, 2000.

CASCINO, F.; JACOBI, P.; OLIVEIRA, J. F. de. **Educação, Meio Ambiente e Cidadania Reflexões e Experiências**. São Paulo: Editora Eletrônica, 1998.

CRISTOVÃO, V. L. L.; DURÃO, A. B. de; NASCIMENTO, E. L. Debate em sala de aula: Prática de linguagens em um gênero escolar. **Anais do 5º Encontro do CelSul**, Curitiba – PR, 2003.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, Jan/Fev/Mar/Abr 2003.

CHAVES, A. e SHELLARD, R.C. (orgs), **Física para o Brasil: Pensando o futuro**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2005.

COBERN, W. W.; GIBSON, A T.; UNDERWOOD, S. A. Valuing Scientific Literacy. In: **The science teacher**, Arlington, v. 62, n. 9, p. 28-31, dec, 1995.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 3. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2009.

DEMO, P. **Educação e Alfabetização Científica**. Campinas: Papirus, 2010.

DÍAZ, J.A.A., ALONSO, A.V. e MAS, M.A.M, Papel de la Educación CTS en una Alfabetización Científica y Tecnológica para todas las Personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.2, n.2, 2003.

DRIVER, R. e NEWTON, P., **Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms**, ESERA Conference, Roma, 1997.

DUARTE, R. Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo. **Cadernos de Pesquisa**, n 115, p. 139-154, mar/2002.

- ERICKSON, F. Qualitative Research Methods for Science Education. In: Fraser, B.J. e TOBIN, K.G. (orgs.) **International Handbook of Science Education, Part One**. Kluwer Academic Publishers, 1998.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**, 17.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- FERREIRA, N. T. **Cidadania uma questão para a educação**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1993.
- FOUREZ, G; **Alphabétisation Scientifique et Technique – Essai sur les finalités de l’enseignement des sciences**. Bruxelas: DeBoeck-Wesmael, 1994.
- _____. **L’enseignement des Sciences en Crise**. Le Ligneur, 2000.
- FONSECA, S.M.D. Sequência didática para o desenvolvimento de habilidades de produção de enunciados de questões discursivas de provas. In **Estudos lingüísticos XXXIV**, 2005.
- GERALDO, A. C. H. **Didática de Ciências Naturas na perspectiva histórico-crítica**. Campinas: Autores Associados, 2009.
- GIL-PÉREZ, D. e VILCHES-PEÑA, A. Una Alfabetización Científica para el Siglo XXI: Obstáculos y Propuestas de Actuación. **Investigación en la Escuela**, v.43, n.1, 2001.
- GONÇALVES, M.E.R., **As Atividades de Conhecimento Físico na Formação do Professor das Séries Iniciais**. 1997. Tese (Doutorado em) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- GRIFFITHS, A.J.F.; GELBART, W.M.; MILLER, J.H.; LEWONTIN, R.C. **Genética Moderna**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
- HAZEN, R. M.; TREFIL J. **Saber ciência**. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1995.
- HURD, P.D. Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. **Science Education**, v. 82, n. 3, 1998.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P. La Catástrofe del *Prestige*: Racionalidad Crítica *versus* Racionalidad Instrumental. **Cultura y Educación**, v.16, n.3, 2004.
- KATO, D. S., KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em Documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciências e Educação**, v 17, n.1, p-35 -50, 2011.
- KEMP, A. C. Implications of diverse meanings for scientific literacy. In: RUBBA, P. A; RYE, J. A; DIBIASE, W. J.; CRAWFORD, B.A; (Eds). **Proceedings of the 2002 Annual Internacional Conference of the Association for the Education of Teachers in Science**. Pensacola, FL: AETS, 2002.
- KLEIN, T. A. da S. **Perspectiva semiótica sobre o uso de imagens na aprendizagem significativa do conceito de biotecnologia por aluno do ensino médio**, 2011, Tese (Programa de Pós – Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina – PR, 2011.
- KRAMER, S. Professores de Educação Infantil e mudança: reflexões a partir de Bakhtin, **Cadernos de Pesquisa**, v. 34, n 122, p. mai/ago, 2004.
- KRASILCHIK, M., **Prática de ensino de biologia**, 2ª edição, São Paulo: Editora Harbra Ltda, 1986.
- KRASILCHIK, M. Ensino de Ciências e a formação do cidadão. **Em Aberto**, Brasília, ano 7, n.40, out/dez, 1988.

- KRASILCHIK, M. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. **Em Aberto**, Brasília, n. 55, 1992.
- KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.
- KRASILCHIK, M.; MARANDINO M. **Ensino de Ciências e Cidadania**, 2 ed. São Paulo: Moderna, 2007.
- KLOSOWSKI, S. S. & REALI, M. R. Planejamento de ensino como ferramenta básica do processo de aprendizagem – UNICENTRO. **Revista Eletronica Lacto Sensu**, ed. 5, 2008.
- LAUGKSCH, R.C. Scientific Literacy: A Conceptual Overview. **Science Education**, v.84, n.1, 2000.
- LORENZETTI, L. e DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.03, n.1, Jun. 2001.
- LOPES, S. e ROSSO S. **Bio**. V.2. São Paulo: Editora Saraiva, 2010.
- LUDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. Temas Básicos de Educação e Ensino, São Paulo: EPU, 2008.
- MADRID, D. L.; SCHEID, J. M. N. **Educação científica escolar: contribuições para a formação cidadã**. In: II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 192, 2010.
- MAMEDE, M. e ZIMMERMANN, E. **Letramento Científico e CTS na Formação de Professores para o Ensino de Física**. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 16, 2007, São Luís.
- MANZINI-COVRE, M. de L. **O que é Cidadania**. 3.ed. São Paulo: Brasiliense, 2001.
- MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e prática em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Editora Cortez, 2009.
- MEMBIELA, P. Sobre La Deseable Realción entre Comprensión Pública de La Ciência y Alfabetozación Científica. **Tecné, Episteme y Didaxis**, n.22, 2007.
- MEDEIROS, F.N.S. A influência da escolaridade sobre as percepções de clonagem e células-tronco. **Revista da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, número especial, Nov. 2007.
- MILLER, J. D. Scientific literacy and citizenship in the 21st century. Science centers for this century. In: SCHIELE, B.; KOSTER, E. H. **Québec: Éditions Multimondes**, 2000, p. 369-413
- MORTIMER, F. E. Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências. **Revista Brasileira de Educação em Ciências**, v.2, n.1, p. 25-35; 39-59, 2002.
- MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. **A Linguagem em uma Aula de Ciências**. **Presença Pedagógica**, v.2, n.11, 1996.
- MOREIRA, A. M. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. Porto Alegre: Editora Livraria da Física, 2011.
- MORÁN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Comunicação e Educação**, n.2, p.27-35, jan/abr 1995.
- MORIN, E. **A Cabeça Bem-feita**. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- NASCIMENTO, V.B. **Ensino de Ciências nas Séries Iniciais: Uma Investigação Diagnóstica no município de Ilhéus – Bahia**. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 11, 2008.

NORRIS, S.P.; PHILLIPS, L.M. How Literacy in Its Fundamental Sense is Central to Scientific Literacy. **Science Education**, v.87, n.2, 2003. Núcleo de Difusão Biotecnológica Disponível em <www.bioinfo.ufpb.br/ndb>

OLIVEIRA, C.M.A.; CARVALHO, A.M.P, **Escrevendo em aulas de Ciências**. In: IX Encontro Nacional em Ensino de Física. Sociedade Brasileira de Física, 2004, Minas Gerais.

OLIVEIRA, J. R. **A escola e o ensino de ciências**. São Paulo: Editora Unisinos, 2001.

PEDRANCINI, et al.; Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. **Ciências e Educação**, v.14, n.1, 2008.

PEREIRA, M. G. *et al.* **Uma articulação entre a formação inicial de professores de Biologia e a extensão universitária**: a experiência de um programa preparatório para o processo seletivo seriado (PSS) gratuito em João Pessoa – PB. In: I Encontro Nacional de Ensino de Biologia; III Encontro Regional de Ensino de Biologia: RJ/ES. **Anais**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

PELCZAR, Jr. M. J.; CHAN. E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia, Conceitos e aplicações**, 2.ed., v.2, Editora Makron Books, 1997.

PINSKY. J. **Cidadania e Educação**. São Paulo: Contexto, 1998.

PINTOM, M. R. G. M. **Aprendendo Biologia Molecular e Biotecnologia a partir de exemplos da agropecuária – uma proposta metodológica inovadora para a 3ª série do ensino médio**. 2009. 302p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

PRIMON, C. S. F.; REZENDE, D. de B. **Conhecimento de graduandos do último semestre de Cursos de Licenciaturas em Ciências Biológicas sobre DNA e RNA**. In: VII ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – 2009, Florianópolis.

REIS, P. R. de. **O admirável mundo novo em discussão**. Lisboa: Ministério da Educação, 2003.

RODRIGUES, N. Educação: da formação humana a construção do sujeito ético. **Educação & Sociedade**, n. 76, 2004.

ROSA, C.W., PEREZ, C.A.S. e DRUM, C. Ensino de Física nas Séries Iniciais: Concepções da Prática Docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.12, n.3, 2007.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciências e Ensino**, v.1, número especial, novembro, p. 1-12, 2007.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, 2001.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. 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**, v.2, n.2, p.1-23, Dez. 2002.

SARDINHA, R.; FONSECA, M. da.; GOLDBACH, T. **O que dizem os trabalhos dos anais dos encontros nacionais de pesquisa em ensino de ciências sobre o ensino de genética**. In: VII ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – Florianópolis.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental**: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula. 2008. 265p. Tese (Doutorado em Educação) Ensino de Ciências e Matemática - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.13, n.3, 2008.

SASSERON, L. H. CARVALHO, A. M. P de. Escrita e Desenho: Análise de registros elaborados por alunos do Ensino Fundamental em aulas de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.10, n.2, 2010.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estrutura do ensino de Física. In: CARVALHO, Ana Maria Pessoa de (Org). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learnig, 2011.

SILVA et al. Cautela ao usar imagens em aulas de Ciências. **Ciências e Educação**, v.12, n.2, 2006.

SILVA et al. **Análise da argumentação em uma atividade investigativa de biologia no ensino médio**. In: VII Enpec, 2009.

SOARES, M. **Letramento: um tema em três gêneros**. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

SOUZA, S. A. de. Coletivos de trabalho e o prazer e o sofrimento em sua construção: um estudo de caso. **Coleção Pesquisa**, UNIFEI: Premier, 2011.

SUTTON, C. Ideas Sobre la Ciencia e Ideas Sobre el Lenguaje. **Alambique – Didactica de las Ciencias Experimentales – Lenguaje y Comunicación**, n.12, 1997.

SHEN, B. S. P. Science Literacy. **American Scientist**, v. 63, may.-jun1975.

TEIXEIRA, F.M. Fundamentos Teóricos que Envolvem a Concepção dos Conceitos Científicos na Construção do Conhecimento das Ciências Naturais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.8, n.2, dezembro 2006.

TEIXEIRA, P. M. M.; VALE, J. M. F. Ensino de Biologia e cidadania: problemas que envolvem a prática pedagógica de educadores. In: NARDI, R. (org.) **Educação em Ciências: da pesquisa à prática docente**. 3ª ed. São Paulo: Escrituras, 2003.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

TOTI, F. A.; PIERSON, A. H. C; SILVA, L. F. **Diferentes perspectivas de cidadania presentes nas discussões atuais em defesa da abordagem CTS na educação científica**. Disponível em: <<http://www.foco.fae.ufmg.br/viienpec/index.php/enpec/viiempec>> Último acesso em 01 jun. 2012.

TRIVELATO,S. F.; SILVA, R. L. F. **Ensino de Ciências**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

VILELA, M. L.; VASCONCELLOS, D. V.; GOMES, M. M. Reflexões sobre abordagens didáticas na interpretação de experimentos no ensino de ciências. **Revista SBEnBio**. 2012. Disponível em <http://www.sbenbio.org.br/revistas/revista_sbenbio_n1.pdf> Último acesso: 01 jun, 2012.

VILCHES, A.; MARQUES, L.; PEREZ-G; PRAIA, J. **Da necessidade de uma formação científica para uma educação para a cidadania**. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/simposioensino/simposiensi2007/artigos/003.pdf>> Último acesso: 01 jun. 2012.

WATSON, J. D.; CRICK, F. H. C. **A Structure for Desoxyribose Nucleic Acid**. Nature: 1953.

WATSON, J. D.; BERRY, A. **DNA: O Segredo da Vida**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.