

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PATRÍCIA REGINA CARVALHO OTTZ

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA A PARTIR DA APRENDIZAGEM BASEADA NA
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: A CONTEXTUALIZAÇÃO DO CULTIVO DA
MANDIOCA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Vitória

2014

PATRÍCIA REGINA CARVALHO OTTZ

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA A PARTIR DA APRENDIZAGEM BASEADA NA
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: A CONTEXTUALIZAÇÃO DO CULTIVO DA
MANDIOCA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof.Dr.Antônio Henrique Pinto

Coorientadora: Profª D.Manuella Villar Amado

Vitória

2014

(Biblioteca Nilo Peçanha do Instituto Federal do Espírito Santo)

O91a Ottz, Patrícia Regina Carvalho

Alfabetização científica a partir da aprendizagem baseada na resolução de problemas : a contextualização do cultivo da mandioca / Patrícia Regina Carvalho Ottz. – 2014.

252 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Antonio Henrique Pinto

Co-Orientador: Manuella Vilar Amado

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal do Espírito Santo, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, 2014.

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Aprendizagem baseada em problemas. 3. Ensino fundamental. 4. Mandioca – Cultivo. I. Pinto, Antonio Henrique. II .Amado, Manuella Vilar. III. Instituto Federal do Espírito Santo. IV. Título.

CDD 21: 510.7



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Autarquia criada pela Lei nº 11.892 de 29 de Dezembro de 2008

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PATRÍCIA REGINA CARVALHO OTTZ

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA A PARTIR DA APRENDIZAGEM BASEADA NA
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: A CONTEXTUALIZAÇÃO DO CULTIVO DA
MANDIOCA NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Aprovado em 01 de Dezembro de 2014

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. D.Ed. Antonio Henrique Pinto
Instituto Federal do Espírito Santo
Orientador

Profa. D.Sc. Manuella Villar Amado
Instituto Federal do Espírito Santo
Coorientadora

Prof. D.Sc. Sidnei Quezada Meireles Leite
Instituto Federal do Espírito Santo

Profa. D.Ed. Junia Freguglia Machado Garcia
Universidade Federal do Espírito Santo



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

Autarquia criada pela Lei nº 11.892 de 29 de Dezembro de 2008

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PATRÍCIA REGINA CARVALHO OTTZ

OTTZ, Patrícia Regina Carvalho; PINTO, Antonio Henrique. **Aprendizagem baseada na resolução de problemas e a temática "agricultura e alimentos": um enfoque no cultivo da mandioca.** Vitória: Ifes, 2014. (Série Guias Didáticos de Ciências, 25).

Produto final apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Aprovado em 01 de Dezembro de 2014

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. D.Ed. Antonio Henrique Pinto
Instituto Federal do Espírito Santo
Orientador

Profa. D.Sc. Manuella Villar Amado
Instituto Federal do Espírito Santo

Coorientadora

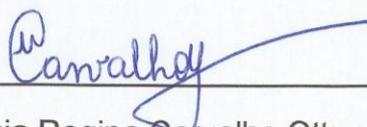
Prof. D.Sc. Sidnei Quezada Meireles Leite
Instituto Federal do Espírito Santo

Profa. D.Ed. Junia Freguglia Machado Garcia
Universidade Federal do Espírito Santo

DECLARAÇÃO DA AUTORA

Declaro para fins de pesquisa acadêmica, didática e tecno-científica, que a presente dissertação pode ser parcialmente utilizada desde que se faça referência a fonte e à autora.

Vitória, 01 de dezembro de 2014

A handwritten signature in blue ink, reading "Carvalho", is written over a horizontal line. The signature is stylized and includes a flourish that extends to the right.

Patrícia Regina Carvalho Ottz

Para aqueles que

mais do que conhecimento, querem atitudes;

mais do que transferir, querem oportunizar;

mais do que resultados, querem sonhos;

mais do que ensinar, querem aprender.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS por ter me tornado uma pessoa melhor por meio da realização deste sonho.

Ao meu esposo e companheiro Rubens pelo seu amor expresso na colaboração e paciência em todos os momentos.

Aos meus filhos Vinícius e Guilherme pela compreensão quanto a minha ausência mesmo estando em casa.

A minha mãe que mesmo distante esteve próxima em suas orações.

A minha irmã Pâmela e meu cunhado Rafael pelo incentivo e apoio técnico.

A minha anfitriã Eliane e meu grupo pequeno (GP) que esteve ao meu lado sustentando-me em suas orações.

A todos os professores e funcionários do programa de Pós-graduação Educimat que participaram da minha trajetória acadêmica.

Aos colegas de Ciências e Matemática da turma de Pós-graduação de 2012 pela colaboração e apoio nas etapas de construção desta pesquisa.

Ao meu orientador Professor Antonio Henrique Pinto pelo tempo e confiança depositado em mim.

A minha coorientadora Professora Manuella Villar Amado pela aceitação e dedicação no meio do percurso desta investigação.

A Emef Placidino Passos que confiou em meu trabalho em todo o tempo.

A equipe pedagógica da escola, em especial a pedagoga Regina Tonon pelo suporte nas horas certas.

A colega Alessandra S. Sousa Lecco pelas palavras de apoio e otimismo nos intervalos das aulas e planejamentos.

As professoras Aristéria Pelissari Lazzarini e Márcia Valle Cabral que prontamente aceitaram e se envolveram em uma abordagem interdisciplinar em suas aulas de História e Artes.

E finalmente meu agradecimento àqueles que são a razão de todo esse trabalho, os meus alunos do ensino fundamental, sem eles nada disso seria possível, agradeço a participação e confiança, em especial a turma do 7º ano A de 2013 e as turmas de 7º A, B e C de 2014.

“A educação é um processo social, é desenvolvimento.
Não é a preparação para a vida, é a própria vida.”

John Dewey



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

RESUMO

Esta pesquisa analisou os resultados de duas propostas investigativas que contextualizam o cultivo da mandioca no ensino de Ciências da Natureza por meio da metodologia da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP). A intervenção pedagógica ocorreu com 119 alunos de 7º ano da Emef Placidino Passos, localizada no município de Aracruz (ES). O trabalho, motivado por um contexto municipal de reestruturação curricular de Ciências com ênfase no ensino contextualizado e investigativo, discutiu se a metodologia ABRP contribui para aprendizagem de conceitos científicos quando o estudante se envolve na resolução de um problema. Também investigou se o ensino de Ciências para ABRP favorece o desenvolvimento de competências necessárias para uma investigação científica. Para isso, há dois cenários fictícios construídos através do tema sociocientífico 'Agricultura e alimentos' com foco no cultivo da mandioca, uma planta brasileira cuja raiz é rica em amido. O trabalho foi desenvolvido em pequenos grupos colaborativos, seguindo as etapas obrigatórias e princípios da ABRP, conforme referencial teórico Vasconcelos e Almeida (2012). A seleção do tema oportunizou a compreensão de conceitos científicos relacionados à reprodução e nutrição vegetal, além da valorização da contribuição indígena nas técnicas de cultivo e hábitos alimentares, objetivos previstos no currículo municipal. Tanto os planejamentos da ABRP e a análise dos registros escritos dos alunos foram validados e analisados seguindo os eixos estruturantes e os indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008). Os resultados mostraram do ponto de vista pedagógico que a metodologia ABRP contribui para uma organização curricular com vistas a um ensino de Ciências que promova a alfabetização científica no Ensino Fundamental. Como produto final, foi elaborado um Guia Didático de Ciências constituído de aspectos teóricos da temática 'Cultivo da mandioca', orientações didáticas quanto à metodologia ABRP no ensino de Ciências e duas propostas investigativas discutidas nesta pesquisa. Espera-se que o guia possa auxiliar o professor que deseja familiarizar-se com uma metodologia de ensino que ainda é pouco utilizada no ensino fundamental das escolas brasileiras.

Palavras-chaves: Ensino de Ciências. Alfabetização científica. Aprendizagem baseada na resolução de problemas.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

ABSTRACT

This research analyzed the results of two investigative proposals that contextualize the cassava cultivation when teaching the school subject "Natural Sciences" through the Problem Based Learning (PBL) methodology. The pedagogical intervention occurred with 119 seventh grade students from EMEP Placidino Passos, located in the city of Aracruz (ES). The work, motivated by a municipal context of curricular restructuring of Sciences with emphasis on contextualized and investigative teaching, discussed whether the PBL methodology contributes properly to the learning of scientific concepts when the student is involved in solving a certain problem. It investigated also if the teaching of Sciences for PBL favors the development of necessary competences for scientific investigation. For this, there are two fictitious scenarios constructed through the social-scientific topic "Agriculture and Food", focused on the cassava cultivation, a Brazilian plant whose roots are rich in starch. The work was developed in small collaborative groups, following the PBL mandatory steps and principles, according to theoretical referential Vasconcelos and Almeida (2012). The choice of the theme provided an opportunity to comprehend the scientific concepts related to plant breeding and nutrition, besides valuing indigenous contribution on cultivation techniques and eating habits, objectives established in the municipal curriculum. Both PBL planning and the analysis of students' written records were validated and analysed according to the structural axes and indicators of scientific literacy proposed by Sasseron and Carvalho (2008). The results showed, from the pedagogical point of view, that the PBL methodology contributes to a curricular organization aiming at Science teaching able to promote the scientific literacy on Basic Education. As a final product an Educational Sciences Guideline was elaborated, consisting of theoretical aspects of the subject "Cassava Cultivation", teaching guidelines concerning to PBL methodology on Science teaching and two investigative proposals that have been discussed on this research. It is expected that the Guide can help the teachers who wish familiarize themselves with a teaching methodology that, so far, has not been used on Basic Education in Brazilian schools.

Keywords: Science teaching. Scientific literacy. Problem Based Learning (PBL).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação do processo cíclico da ABRP sistematizado por Vasconcelos e Almeida (2012, p. 22).....	57
Figura 2 – Entrada da antiga escola Placidino Passos.	73
Figura 3 – Entrada principal do atual prédio da escola.	73
Figura 4 – Vista panorâmica da escola atual.....	74
Figura 5 – Rampa de acesso às salas de aulas.....	74
Figura 6 – Laboratório de Ciências da escola.	74
Figura 7 – Biblioteca Prof. Luís Manoel Peroba Chaves.	75
Figura 8 – Auditório da escola.....	75
Figura 9 – Cartaz da I Mostra do Conhecimento.....	80
Figura 10 – Faixa etária das turmas que participaram da pesquisa. Fonte: Questionário (APÊNDICE C), 2014.....	81
Figura 11 – Principais fontes de pesquisa disponíveis nas casas dos alunos. Fonte: Questionário, 2014.	83
Figura 12 – Mapa das Terras Indígenas de Aracruz, ES.	88
Figura 13 – CTSA e a temática ‘Cultivo da Mandioca’	93
Figura 14 – Localização da Aldeia Pau-Brasil (ao centro) no mapa do município de Aracruz.....	104
Figura 15 - Recorte de algumas justificativas dos avaliadores na validação da ABRP.	111
Figura 16 – Exposição de fotografias ‘Da mandioca à farinha’, na ocasião da I Mostra do Conhecimento da EMEF Placidino Passos.	126
Figura 17 – Recorte de algumas justificativas dos avaliadores na validação da ABRP.	173
Figura 18 – Cartaz produzido pelo grupo A.....	187
Figura 19 – Cartaz produzido pelo grupo B.....	189
Figura 20 – Cartaz produzido pelo grupo C	190
Figura 21 – Cartaz produzido pelo grupo D	192
Figura 22 – Cartaz produzido pelo grupo E.....	193
Figura 23 – Cartaz produzido pelo grupo F.....	195

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Eixos estruturantes para alfabetização científica propostos por Sasseron e Carvalho, 2008.	40
Quadro 2 – Indicadores de Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho, 2008.	42
Quadro 3 – Modelo estrutural de um planejamento de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) propostos por Vasconcelos e Almeida (2012).....	64
Quadro 4 – Métodos de coleta e análise adotados na pesquisa.....	70
Quadro 5 – Quantitativo de turmas de 1º ao 9º ano da escola em 2014.	76
Quadro 6 – Ideb observado na EMEF Placidino Passos.....	78
Quadro 7 – Pontuação máxima e mínima de cada trimestre.....	79
Quadro 8 – Tipos de posturas indicadas pelos alunos frente a uma investigação científica. Fonte: Questionário (APÊNDICE C), 2014.....	84
Quadro 9 – Importância dada pelos alunos aos conteúdos de Ciências no seu cotidiano. Fonte: Questionário, (APÊNDICE C) 2014.	86
Quadro 10 – Conteúdos CTSA dentro da temática ‘Cultivo da mandioca e fabricação de seus derivados’. Temas selecionados para o planejamento da proposta ABRP ‘Da mandioca a farinha’ estão na cor vermelha e os temas da proposta ABRP ‘O mistério do amido’ estão na cor verde....	93
Quadro 11 – Planejamento da ABRP ‘Da mandioca à farinha’	96
Quadro 12 – Ficha de monitoramento da ABRP, preenchida com fatos identificados no problema ‘Da mandioca à farinha’.....	102
Quadro 13 – Ficha de monitoramento da ABRP, preenchida com fatos e questões-problema elaborados pelo professor.....	102
Quadro 14 – Resultados das análises da validação dos pares referentes à ABRP ‘Da mandioca à farinha’	110
Quadro 15 – Classificação quanto ao nível cognitivo das questões-problema formuladas pelos grupos de alunos na ABRP ‘Da mandioca à farinha’	113
Quadro 16 - Indicadores de AC identificados na ficha de monitoramento da ABRP ‘Da mandioca à farinha’ sobre a questão nº 01	116
Quadro 17 – Indicadores de AC identificados na ficha de monitoramento da ABRP ‘Da mandioca à farinha’ sobre a questão nº 02.....	118
Quadro 18 – Indicadores de AC identificados na ficha de monitoramento da ABRP ‘Da mandioca à farinha’ sobre a questão nº 03.....	121

Quadro 19 – Indicadores de AC identificados na ficha de monitoramento da ABRP ‘Da mandioca à farinha’ sobre a questão nº04.....	122
Quadro 20 – Indicadores de AC identificados no produto final do grupo 01 referente a ABRP ‘Da mandioca à farinha’.....	127
Quadro 21 – Indicadores de AC identificados no produto final do grupo 02 referente a ABRP ‘Da mandioca à farinha’.....	129
Quadro 22 – Indicadores de AC identificados no produto final do grupo 03 referente a ABRP ‘Da mandioca à farinha’.....	130
Quadro 23 – Indicadores de AC identificados no produto final do grupo 04 referente a ABRP ‘Da mandioca à farinha’.....	133
Quadro 24 – Indicadores de AC identificados no produto final do grupo 05 referente a ABRP ‘Da mandioca à farinha’.....	135
Quadro 25 – Indicadores de AC identificados no produto final do grupo 06 referente a ABRP ‘Da mandioca à farinha’.....	137
Quadro 26 – Registros escritos referentes à aplicação dos saberes da ABRP ‘Da mandioca à farinha’.....	142
Quadro 27 – Indicadores de AC identificados na etapa de aplicação dos saberes da ABRP ‘Da mandioca à farinha’.....	144
Quadro 28 – Resultados da avaliação quanto à visita à aldeia indígena.....	149
Quadro 29 – Planejamento da ABRP ‘O mistério do amido’.....	156
Quadro 30 – Ficha de monitoramento da ABRP ‘O mistério do amido’ preenchido com fatos identificados no problema.....	165
Quadro 31 – Ficha de monitoramento da ABRP ‘O mistério do amido’ preenchido com fatos e questões-problema elaborados pelo professor.....	166
Quadro 32 – Resultados das análises da validação dos pares referentes à ABRP ‘O mistério do amido’.....	172
Quadro 33 – Classificação quanto ao nível cognitivo das questões-problema formuladas pelos grupos de alunos na ABRP ‘O mistério do amido’.....	176
Quadro 34 – Indicadores de AC identificados na ficha de monitoramento da ABRP ‘O mistério do amido’ sobre a questão nº 02.....	179
Quadro 35 – Indicadores de AC identificados na ficha de monitoramento da ABRP ‘O mistério do amido’ sobre a questão nº 04.....	181
Quadro 36 – Indicadores de AC identificados na ficha de monitoramento da ABRP ‘O mistério do amido’ sobre a questão nº 05.....	183
Quadro 37 – Indicadores de AC identificados na ficha de monitoramento da ABRP ‘O mistério do amido’ sobre a questão nº 06.....	185
Quadro 38 – Indicadores de AC identificados na aplicação dos saberes do grupo A referente à ABRP ‘O mistério do amido’.....	197

Quadro 39 – Indicadores de AC identificados na aplicação dos saberes do grupo B referente à ABRP ‘O mistério do amido’.....	199
Quadro 40 – Indicadores de AC identificados na aplicação dos saberes do grupo C referente à ABRP ‘O mistério do amido’.....	200
Quadro 41 – Indicadores de AC identificados na aplicação dos saberes do grupo D à ABRP ‘O mistério do amido’.....	201
Quadro 42 – Indicadores de AC identificados na aplicação dos saberes do grupo E referente à ABRP ‘O mistério do amido’.....	203
Quadro 43 – Indicadores de AC identificados na aplicação dos saberes do grupo F referente à ABRP ‘O mistério do amido’.....	205
Quadro 44 – Frequência das respostas dos alunos do 7ºA, 7ºB e 7ºC na avaliação da metodologia ABRP ‘O mistério do amido’.....	207
Quadro 45 – Ocorrência de indicadores de Alfabetização Científica nos registros escritos analisados.....	218

LISTA DE SIGLAS

- ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas
- AC – Alfabetização Científica
- ABRP – Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas
- AEE – Atendimento Educacional Especializado
- APEE – Auxiliar de Professor na Educação Especial
- CHC – Ciência Hoje das Crianças
- CNE – Conselho Nacional de Educação
- CEB – Câmara de Educação Básica
- CTS – Ciência Tecnologia Sociedade
- CTSA – Ciência Tecnologia Sociedade Ambiente
- EJA – Educação de Jovens e Adultos
- ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
- EMEF – Escola Municipal de Ensino Fundamental
- ECI – Estudo Componente Indígena
- EDUCIMAT – Educação em Ciências e Matemática
- FAFILE – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras
- FAO – *Food and Agriculture Organization*
- IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
- IFES – Instituto Federal do Espírito Santo
- MEC-USAID – Ministério de Educação e Cultura e a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional
- PBL – *Problem-Based Learning*
- PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
- PPP – Projeto Político Pedagógico
- PUC/MG – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
- TCLE – Termo de Compromisso Livre e Esclarecido
- ZDP – Zona de Desenvolvimento Proximal
- ZDR – Zona de Desenvolvimento Real

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	TRAJETÓRIA PROFISSIONAL: DO MOMENTO LIVRO TEXTO AO MOMENTO CONTEXTO.....	18
1.2	PORQUE CONTEXTUALIZAR O CULTIVO DA MANDIOCA POR MEIO DA ABRP?	21
2	FUNDAMENTOS	29
2.1	EDUCAÇÃO PROGRESSISTA E O ENSINO DE CIÊNCIAS	29
2.1.1	Enfoque CTSA no Ensino de Ciências	31
2.1.2	A Alfabetização Científica e o Ensino Fundamental	35
2.2	A TEORIA SOCIOINTERACIONISTA DE VYGOTSKY E O ENSINO DE CIÊNCIAS	43
2.3	A METODOLOGIA DA APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS (ABRP) NO ENSINO DE CIÊNCIAS	53
2.3.1	O Ensino orientado para a ABRP: Características e planejamento	55
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	66
3.1	A PESQUISA.....	66
3.2	LOCAL DA PESQUISA	66
3.3	SUJEITOS DA PESQUISA.....	66
3.4	COLETA E ANÁLISE DE DADOS	67
3.5	CATEGORIAS DA PESQUISA.....	70
4	CONTEXTO DA PESQUISA	73
4.1	UM POUCO DA HISTÓRIA E ESTRUTURA DA ESCOLA	73
4.2.	O FUNCIONAMENTO DA ESCOLA.....	75
4.3.	CARACTERIZAÇÃO DAS TURMAS	80
4.4	ALGUNS ASPECTOS HISTÓRICOS, POLÍTICOS ECONÔMICOS DO MUNICÍPIO DE ARACRUZ	87
4.5	O TEMA SOCIOCIENTÍFICO 'AGRICULTURA E ALIMENTOS' NOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA.....	89
5	ANÁLISE DA METODOLOGIA ABRP: O CENÁRIO 'DA MANDIOCA À FARINHA'	95
5.1	O CENÁRIO: 'DA MANDIOCA À FARINHA'	95
5.1.1	Contextualização temática 'Da mandioca à farinha'	99
5.1.2	Preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP	101

5.1.3	Visita aos espaços de educação não formal: aldeia indígena – plantação de mandioca – casa de farinha.....	103
5.1.4	Pesquisa nos textos.....	106
5.1.5	Elaboração do produto final.....	107
5.1.6	Aplicação dos saberes.....	108
5.2	VALIDAÇÃO POR PARES DO PLANEJAMENTO DA ABRP	109
5.3	ANÁLISE DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA A PARTIR DE REGISTROS ESCRITOS DOS ALUNOS	112
5.3.1	Ficha de monitoramento da ABRP.....	112
5.3.1.1	Questão 01 - Como se planta mandioca?	115
5.3.1.2	Questão 02 - Como se transforma a mandioca em farinha?.....	117
5.3.1.3	Questão 03- Como se tira o veneno da mandioca?	120
5.3.1.4	Questão 4 - ‘Como se diferencia a mandioca?’	122
5.3.2	Produto final	124
5.3.3	Aplicação dos saberes.....	142
5.4	A PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE A METODOLOGIA ABRP	148
6	ANÁLISE DA METODOLOGIA ABRP: O CENÁRIO ‘O MISTÉRIO DO AMIDO’	155
6.1	O CENÁRIO: ‘O MISTÉRIO DO AMIDO’.....	155
6.1.1	Contextualização temática ‘O mistério do amido’	161
6.1.2	Preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP.....	164
6.1.3	Pesquisa nos livros didáticos	167
6.1.4	Elaboração do produto final.....	169
6.1.5	Aplicação dos saberes.....	171
6.2	VALIDAÇÃO POR PARES DO PLANEJAMENTO DA ABRP	171
6.3	ANÁLISE DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA A PARTIR DE REGISTROS ESCRITOS E DESENHOS DOS ALUNOS.	174
6.3.1	Ficha de monitoramento da ABRP.....	175
6.3.1.1	Questão 01 – Como foi o experimento de Van Helmont? E quais as suas conclusões?	177
6.3.1.2	Questão 02 – Será que só as plantas é que têm amido ou será que os animais também têm reservas de amido?.....	178
6.3.1.3	Questão 03 – Porquê do aumento da massa dos vegetais?	179
6.3.1.4	Questão 04- Por que só quando os cipós da mandioca-mãe ficavam expostos ao sol, elas rebrotavam as raízes grossas?.....	181

6.3.1.5	Questão 05 – O que é clorofila?	182
6.3.1.6	Questão 06 – O que tem a ver o amido com a fotossíntese?	184
6.3.2	Produto final	185
6.3.3	Aplicação dos saberes	196
6.4	PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE A METODOLOGIA ABRP	207
7	A METODOLOGIA ABRP PODE SER UMA FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA PROMOVER A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO FUNDAMENTAL?	215
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	225
9	PRODUTO FINAL	229
	REFERÊNCIAS	230
	ANEXO A – Ficha de monitoramento da ABRP (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012).....	236
	ANEXO B – Instrumento de análise, avaliação e validação do planejamento da ABRP	237
	ANEXO C – Textos de apoio para a pesquisa.	239
	APÊNDICE A – Termo de autorização para o desenvolvimento da pesquisa	240
	APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	241
	APÊNDICE C – Questionário diagnóstico aplicado às turmas de 2014	243
	APÊNDICE D – Questionário de avaliação da metodologia ABRP ‘O mistério do amido’	244
	APÊNDICE E – Roteiro da entrevista com o grupo focal – ABRP ‘Da mandioca a farinha’.....	246
	APÊNDICE F – Avaliação da visita à aldeia indígena	247
	APÊNDICE G – Roteiro da atividade experimental ‘Extração do amido da mandioca’.....	248
	APÊNDICE H – Atividade experimental ‘Identificação de alimentos pelo teste do iodo’	249
	APÊNDICE I – Instrumento de análise e avaliação do produto final da ABRP ‘O mistério do amido’	250
	APÊNDICE J – Atividade proposta no momento da aplicação dos saberes.	251
	APÊNDICE K – Ficha de auto e heteroavaliação da ABRP ‘O mistério do amido’	252

1 INTRODUÇÃO

Ao longo de minha carreira, tenho dedicado tempo e relevância aos momentos de seleção e organização dos conteúdos de Ciências da Natureza. Reflexões, planejamentos e experiências têm contribuído para a contínua evolução de minha prática docente com os anos finais do ensino fundamental. A inquietação que me acompanha vem do querer aprender a ensinar Ciências de forma a despertar a curiosidade e o envolvimento dos alunos. A não aceitação de um currículo fragmentado e engessado foi o principal fator que me motivou a iniciar minha transgressão em busca de mudanças no ensino de Ciências.

1.1 TRAJETÓRIA PROFISSIONAL: DO MOMENTO LIVRO-TEXTO AO MOMENTO CONTEXTO

Em 1994, formei-me em Licenciatura Curta em Ciências pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FAFILE) de Carangola (MG). Esta formação, a princípio, capacitava-me a ensinar as disciplinas de matemática e Ciências para as séries finais do antigo 1º grau. Minha curta experiência como professora de matemática contribuiu para plantar em mim uma inquietação quanto a uma possível organização de conteúdos de matemática em espiral, diferente da distribuição tradicional que a maioria dos livros trazia. Alguns anos depois, a faculdade começou a oferecer a licenciatura em biologia, oportunidade aproveitada para fazer a complementação de curso.

Minha trajetória profissional, como professora de Ciências e Biologia começa em escolas rurais e urbanas no município de Ibatiba (ES). No início, ansiava por uma coleção de livros didáticos que trouxesse uma organização de conteúdos contrária a tão tradicional distribuição, que se mantinha a mesma desde meu tempo de escola: geologia e astronomia no sexto ano; seres vivos, no sétimo; corpo humano, no oitavo; e química e física, no nono ano. A dependência dos livros-textos ainda era enorme, para a transgressão, faltava coragem e assim continuava o ritual: “Abram no capítulo 13, hoje vamos aprender sobre as plantas e o processo de fotossíntese”.

Paralelamente, meu interesse por práticas pedagógicas também foi crescendo; dedicava parte de meu tempo de planejamento às atividades lúdicas, como jogos

pedagógicos, que utilizava como estratégia para fixação e revisão de conteúdos que antecediam as provas.

Em busca por novas estratégias de ensino e, logo ao terminar minha graduação em Biologia, matriculei-me em 1999 no Curso de Especialização Metodologias de Ensino de Ciências e Biologia, pelo Programa de Especialização de Professores de Ensino Superior oferecido pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC/MG). Ali, pela primeira vez, ouvi algumas discussões sobre o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), mas pouco compreendia suas relações com a sala de aula.

Ao final da década de noventa, chegavam às escolas os Parâmetros Curriculares Nacionais, que traziam uma proposta de integração de conteúdos de Ciências a partir dos temas transversais. Meu primeiro contato foi bem superficial com esse documento. Em 2005, agora como coordenadora de professores de Ciências na rede municipal em Aracruz (ES), aprofundei-me no estudo de tal documento para conduzir os encontros de formação de professores, pois tínhamos naquele ano a responsabilidade de reestruturarmos o currículo de Ciências.

Nesse contexto, conheci com mais detalhes os objetivos e as propostas de cada eixo temático do documento da área: terra e universo, vida e ambiente, ser humano e saúde e tecnologia e sociedade. Nos encontros de formação, oportunizávamos a discussão com os professores sobre a possibilidade de integração entre as várias disciplinas das ciências conforme as orientações do documento, mas naquela ocasião não houve consenso por uma proposta curricular perspectiva pretendida. Pessoalmente, nessa época começava a assumir a minha autonomia no aprender a ensinar Ciências, em que o livro-texto passava a ser apenas uma ferramenta de suporte para a pesquisa de meus alunos em sala de aula.

A partir daí começa uma segunda etapa em minha trajetória profissional: a elaboração de meus planos de ensino por meio de temas. O encorajamento vinha dos próprios documentos oficiais que incentivavam o trabalho com temas transversais e eixos temáticos. A dificuldade de não ter o suporte do livro didático que atendesse no trabalho de determinados conteúdos era resolvida em parte com um recurso que muito me ajudou e ainda facilita meu trabalho: os artigos da revista de divulgação científica Ciência Hoje das Crianças (CHC). Com o passar do tempo,

o trabalho com temas tornou-se constante e foi possível perceber que este tipo de abordagem contribuía para uma integração dos conteúdos de química, física e biologia nas aulas de Ciências.

Uma experiência marcante nessa época foi o trabalho que desenvolvi com o tema ‘O reino da mandioca’, título de uma reportagem que usei com os alunos para iniciar o estudo. Utilizava este recurso como uma forma de despertar o interesse pelo tema e de chegar aos conteúdos conceituais de fotossíntese e amido. Após a exibição do vídeo, perguntava à classe: ‘De onde vem a massa branca da mandioca?’ Em seguida, solicitava aos alunos que elaborassem suas hipóteses, logo após, fazíamos várias atividades de pesquisa, em textos e experimentos, envolvendo apenas os conteúdos daquele ano; no final, aplicava uma avaliação com questões discutidas sobre a mandioca.

Nesse período, meu planejamento de aula ainda continuava com enfoque puramente conceitual; a minha preocupação era trabalhar temas para chegar aos conteúdos de Ciências sem preocupação em estabelecer alguma relação com as questões sociais e tecnológicas possíveis. Mais tarde, no ano de 2011, por meio de uma formação continuada para professores do ensino fundamental, promovida pela Secretaria Municipal de Educação, tive a oportunidade de conhecer melhor as tendências contemporâneas para o ensino de Ciências, entre elas, a Alfabetização Científica, o movimento Ciência – Tecnologia – Sociedade- Ambiente (CTSA) e a Abordagem Temática.

Em 2012, ingressei no curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática ofertada pelo Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Vitória. Durante o curso, as leituras propostas por professores em diversas disciplinas (currículo, história e filosofia da ciência, práticas pedagógicas, debates conceituais em Ciências, CTSA, entre outras) oportunizaram contato com amplo referencial bibliográfico e artigos científicos com pesquisas na área, dando aos mestrandos um cenário da evolução da educação rumo a uma linha de Pedagogia Progressista.

Paralelamente aos fatos relacionados à minha formação acadêmica, vivencio junto aos demais professores de Ciências no município de Aracruz (ES) a reestruturação e a implementação de uma proposta curricular iniciada há dois anos pelos professores e comissão responsável.

A proposta chegou às escolas em caráter experimental desde o ano de 2012, na tentativa de coletar experiências e opiniões durante a sua aplicação. Apesar de o currículo trazer na sua introdução o trabalho com abordagem temática e ensino por investigação, como tendências inovadoras para o ensino de Ciências da Natureza, o documento: (1) não explica como articular conteúdos de Ciências aos temas locais; (2) não exemplifica, dificultando a aplicação pelos professores; (3) apresenta uma proposta de organização de conteúdos diferente do tradicional e uma considerável redução deles.

Ainda há muito a ser discutido efetivamente sobre as mudanças necessárias ao documento. Todos esses acontecimentos paralelos reforçaram a necessidade de pesquisar na área de Ciências em nível fundamental.

A inquietação do início da carreira ainda persiste e move a vontade de aprender a ensinar Ciências. A seleção e a organização de conteúdos de Ciências continuam sendo a motivação que impulsiona, mas agora a busca por um ensino de conteúdos de Ciências da Natureza contextualizado e interdisciplinar, que possibilitem articulações com questões locais, assim como orientam as diretrizes curriculares municipais e federais. Se antes a prioridade era o alcance dos conteúdos conceituais por meio de uma aprendizagem mecânica, hoje o desafio é o de oportunizar por meio de temas sociocientíficos o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, a partir da realidade local dos estudantes.

1.2 PORQUE CONTEXTUALIZAR O CULTIVO DA MANDIOCA POR MEIO DA ABRP?

Uma dificuldade do ensino de Ciências da Natureza é a abordagem estanque dos conteúdos científicos que ainda permanece em muitas propostas curriculares. Tal prática tem criado uma visão compartimentada dos fenômenos e das coisas que ocorrem ao nosso redor. Esta abordagem livresca e fragmentada de Ciências reforça uma concepção distinta da natureza do conhecimento científico e vai contrariamente a uma meta do ensino de Ciências na escola fundamental, que é “mostrar a Ciência como elaboração humana para a compreensão do mundo” (BRASIL, 1998, p.22). Segundo Morin (2011) para que o conhecimento tenha

sentido é preciso situá-lo num contexto, tornando-o global, reconhecendo seu caráter multidimensional e enfrentando sua complexidade.

Neste contexto, o papel da Educação Científica na sociedade atual não é mais de preparação de futuros cientistas, e, sim, a formação de cidadãos críticos e conscientes nas suas escolhas e tomadas de decisões, exigindo-se que as novas propostas curriculares tenham uma ênfase nos aspectos sociais e pessoais dos estudantes. (CACHAPUZ, 2011). Esta mesma abordagem tem o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente – CTSA que defende propostas curriculares com ênfase na contextualização dos conteúdos científicos, tornando-os mais socialmente relevantes e com o compromisso com o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão (SANTOS, 2007a).

Aprender Ciências hoje se tornou uma condição essencial para o cidadão que deseja compreender a sociedade e atuar criticamente sobre ela. Vivemos num mundo cercado de fenômenos e avanços tecnológicos que são interpretados com uma linguagem diferente construída por homens e mulheres. Bizzo (1998, 2009) destaca que desenvolver habilidades e competências para a compreensão dessa linguagem científica é função do ensino de Ciências nas escolas, uma vez que o conhecimento científico pode contribuir para o exercício da cidadania no mundo contemporâneo; em outras palavras, é preciso ser alfabetizado cientificamente.

Pensando em analisar as possibilidades de ensinar conteúdos de Ciências da Natureza a partir da realidade local, escolhemos dentre as sugestões propostas para o contexto brasileiro com enfoque CTSA¹ (SANTOS; MORTIMER, 2002) a temática ‘Agricultura e Alimentos’, tendo em vista a amplitude de aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, possíveis de serem trabalhados nas aulas de Ciências. Optamos por um tipo específico de cultivo e alimento regional, a mandioca, por estar inserida não apenas no contexto local dos sujeitos da pesquisa, mas da maioria dos brasileiros. Além disso, a escola onde ocorre a pesquisa está localizada na cidade de Aracruz, a leste do Estado do Espírito Santo, e sede do único município capixaba que possui aldeias indígenas, muitas delas tem no cultivo da mandioca e produção de farinha, ambas fontes de alimento e renda.

¹ Os autores adotam a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) para discutir modelos de propostas curriculares.

Segundo a Organização para Agricultura e Alimentos das Nações Unidas (FAO *apud* NASSAR, 2006, p. 31), a mandioca é hoje a mais importante cultura de subsistência tropical do mundo e a quarta mais importante cultura de produção de alimentos do mundo. Sua raiz e seus subprodutos são consumidos por mais de 800 milhões de pessoas. Estudos no Brasil e no mundo apontam que a mandioca é uma opção contra a fome, e que foi graças à biotecnologia indígena da mandioca que esta planta venenosa foi domesticada e chegou à sociedade atual. A discussão de questões ligadas à produção de alimento e à fome é tema sociocientífico com enfoque CTSA

Dessa maneira, compreendemos que o tema cultivo da mandioca e a produção de derivados como farinha e tapioca oportunizam o desenvolvimento de conteúdos científicos e o diálogo entre a cultura científica e a cultura indígena, uma vez que o tema permite o contato com o conhecimento indígena e a sua forma de compreensão da natureza.

Entre os princípios que fundamentam a proposta pedagógica do município de Aracruz (ES), está a organização de um currículo escolar que considere e respeite a diversidade, isto é, que atenda às diferentes necessidades dos educandos. Para isso, são sugeridas adaptações curriculares, apresentadas como possibilidades educacionais que possam intervir na organização do ensino, a fim de garantir a aprendizagem dos alunos. Nessa perspectiva, uma metodologia colaborativa e problematizadora vão ao encontro com a concepção de educação desejada, o que exige do docente uma constante atualização e reflexão de sua prática (ARACRUZ, 2006).

Nessa perspectiva, torna-se relevante discutir mudanças no ensino de Ciências em relação a forma de seleção e organização de conteúdos, como também na concepção e prática pedagógica do professor. Assim, para que o planejamento de aula de Ciências promova a Alfabetização Científica dos estudantes para participação crítica na sociedade, recomenda-se que o professor conheça metodologias de ensino que envolvam a realidade local, na introdução de questões ou situações significativas que possibilitem a aprendizagem de novos conteúdos científicos. Além disso, o desenvolvimento de um pensamento crítico não ocorre por

meio de uma abordagem tradicional de ensino e aprendizagem: questiona-se um novo papel do professor e do aluno neste processo.

Nesse sentido, iniciou-se uma discussão dos conteúdos da nova proposta curricular de Ciências do município de Aracruz, que tem, no documento ainda em caráter experimental, os conteúdos de Ciências distribuídos em eixos temáticos, entre eles o eixo 'Ciência, Tecnologia e Sociedade', que enfatiza a necessidade de fazer com que o aluno conheça os diferentes recursos tecnológicos e produtivos e seus impactos na sociedade e ambiente, destacando as contribuições indígenas e dos negros para o desenvolvimento tecnológico.

Como professora da rede municipal de Aracruz, observei que houve, a princípio, a elaboração de uma proposta curricular que tentava fugir da distribuição tradicional de conteúdos dos livros didáticos de Ciências, o que talvez, para muitos professores, seja algo desafiador, por não encontrar suporte didático para o planejamento e apoio em sala de aula. A proposta valoriza o contexto local e regional ao se referir ao cultivo em outras culturas, porém o desenvolvimento metodológico ainda é uma questão em aberto, o que dificulta seu uso como referência no planejamento de aula.

Esta problemática em desenvolver um ensino de Ciências contextualizado nas questões locais, conforme as propostas curriculares municipal e federal, contribuiu para confirmação da escolha do tema pela professora/pesquisadora. Nesse sentido, para que a temática 'Agricultura e alimentos,' com foco no cultivo da mandioca e em seus derivados, gerasse motivação e interesse dos alunos, buscou-se uma metodologia que envolvesse o aluno de forma ativa e participativa no processo de ensino e aprendizagem, tornando-o sujeito de sua aprendizagem, e o professor como mediador neste processo.

Uma metodologia para o ensino de Ciências que, num primeiro momento, achei difícil de ser aplicada no ensino fundamental, mas depois, vivenciando no mestrado todas as suas etapas, despertou-me interesse em conhecer melhor suas potencialidades, foi a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP). A ideia-chave dessa abordagem é fazer com que o aluno aprenda novos conhecimentos e desenvolva competências diversas enquanto busca a solução de um problema. De acordo com Lambros (2013) diversas pesquisas têm mostrado que

a ABRP é uma estratégia educacional muito eficaz na construção do conhecimento quando comparada a uma abordagem tradicional centrada no professor.

O ensino orientado pela ABRP segue uma estrutura que servirá de base para o professor no seu planejamento. Na primeira etapa, há a elaboração e a apresentação do cenário problemático que constitui o ponto de partida da aprendizagem. Na segunda etapa, os alunos formulam questões-problemas a partir do cenário apresentado pelo professor. Em grupos, os alunos trabalham o problema, elaborando uma proposta de investigação e buscando as soluções em fontes diversas; etapa em que o professor auxilia, facilita e orienta com diálogo, questionamentos e outras estratégias de ensino. Já na última etapa, os alunos fazem as sínteses das informações coletadas e avaliação do processo, além de construir um produto final a ser apresentado à turma (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012).

A escolha da ABRP como metodologia para o ensino de Ciências no ensino fundamental desafiou-me a me tirar do papel tradicional de transmissor de conhecimento e me fazer assumir um novo papel de mediação entre meus alunos. Além disso, a ABRP favorecia o exercício da criatividade e autonomia no planejamento do cenário problemático real ou fictício a ser apresentado aos alunos. Mas, para utilizar uma metodologia inovadora e um tema contextualizado no ensino de Ciências, faltava definir aonde queríamos chegar com tudo isso. Por tudo aqui já exposto, almejamos o ensino de Ciências no ensino fundamental como auxiliar no processo de alfabetização científica de nossos alunos.

Buscou-se, nas pesquisas da área de Educação em Ciências, um suporte para a elaboração de um plano à luz da alfabetização científica. Encontramos os eixos estruturantes da Alfabetização Científica elaborados por Sasseron e Carvalho (2008), que ajudaram a não inclinar o plano de ensino para uma abordagem puramente conceitual, mas a promover a compreensão de novos conceitos científicos e também a natureza da ciência e suas relações com a sociedade. Foram também elaboradas atividades diversificadas a fim de oportunizar o maior envolvimento dos alunos nas etapas do ciclo tutorial da ABRP. Inserida nessa problemática, esta investigação foi norteadada pela questão:

De que forma um Ensino de Ciências da Natureza com base na Aprendizagem Baseada na Resolução de Problema (ABRP) pode contribuir para a Alfabetização Científica?

A contribuição dessa pesquisa envolve a busca de uma professora/pesquisadora por um ensino de Ciências mais contextualizado e motivador, que promova a participação ativa dos alunos na sua aprendizagem, preparando-os para tomada de decisões na sociedade. Nesse sentido, definimos como objetivo geral dessa pesquisa:

Investigar de que forma a contextualização do cultivo da mandioca no ensino fundamental a partir da metodologia da ABRP contribui para o processo de ensino e aprendizagem, sob a perspectiva da Alfabetização Científica.

Os objetivos específicos dessa pesquisa são:

- I. Investigar a relevância da temática 'Cultivo da mandioca' e suas articulações com as temáticas CTSA para o ensino fundamental do município de Aracruz (ES).
- II. Elaborar e validar duas propostas de ABRP com a temática 'cultivo da mandioca' para alunos do ensino fundamental.
- III. Analisar o desenvolvimento dos eixos estruturantes da Alfabetização Científica nas propostas de trabalho com a ABRP.
- IV. Identificar os indicadores de Alfabetização Científica nos registros dos alunos.
- V. Investigar a percepção dos alunos quanto a metodologia ABRP e sua implementação na sala de aula.
- VI. Elaborar um Guia Didático como produto educacional desta pesquisa, a fim de auxiliar o professor no planejamento de uma ABRP para o ensino de Ciências.

Sob essa ótica, a presente pesquisa de natureza qualitativa foi realizada por uma pesquisadora, e também professora de Ciências que propõe uma intervenção pedagógica nas suas aulas, utilizando-se de uma temática local e uma metodologia inovadora tendo em vista a alfabetização científica de seus alunos.

Os sujeitos da pesquisa foram alunos de turmas de 7^o anos do turno matutino de uma escola pública municipal de ensino fundamental localizada no município de

Aracruz, interior do Estado do Espírito Santo. Durante o processo de análise utilizaram-se registros escritos/desenhos dos alunos, questionários e entrevista de grupo focal.

No segundo capítulo, apresentamos a fundamentação da pesquisa, iniciando-a com uma discussão acerca de uma educação progressista para o ensino de Ciências. Também apresentamos algumas mudanças necessárias para o ensino de Ciências numa perspectiva CTSA. Ainda neste capítulo, já com foco no ensino fundamental, apresentamos algumas pesquisas com ênfase na alfabetização científica e discutimos algumas especificidades do ensino de Ciências Naturais para os anos finais neste nível de ensino. Apresentamos algumas ideias de Vygotsky que serviram para argumentar nossas escolhas e analisar a construção de significados pelos alunos em seus registros e desenhos. Fechamos o segundo capítulo apresentando com mais detalhes um pouco da história, as características principais e as potencialidades educativas da metodologia ABRP para o ensino de Ciências.

No terceiro capítulo, apresentamos os procedimentos metodológicos adotados para a realização desta pesquisa de mestrado, como também, de forma breve, o local e os sujeitos da pesquisa. Um melhor detalhamento do contexto da escola onde ocorreram a pesquisa e a caracterização das turmas envolvidas é feito no quarto capítulo. Também são apresentadas algumas possibilidades do tema 'Agricultura e Alimentos' para o processo de ensino e aprendizagem de Ciências da Natureza com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

No quinto capítulo são apresentados e analisados os dados referentes à primeira proposta investigativa ('Da mandioca à farinha'); também são apresentados o planejamento da ABRP, os resultados da validação com pares e os aspectos pedagógicos com base nos eixos estruturantes da alfabetização científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008). As principais etapas do ciclo tutorial são descritas conforme foram aplicadas com as turmas, sendo analisadas com base em Vasconcelos e Almeida (2012). No mesmo capítulo, também são discutidos os indicadores de alfabetização científica presentes nos registros escritos e desenhos produzidos pelos alunos durante as etapas de preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP, do produto final e aplicação dos saberes. Ao final, são discutidos os resultados do questionário de avaliação da metodologia ABRP.

De forma semelhante ao capítulo anterior, no sexto capítulo são feitos os mesmos procedimentos na análise da segunda proposta de trabalho com a ABRP intitulada 'O mistério do amido'. No capítulo sete, são feitas algumas articulações entre as duas propostas investigativas, destacando-se os pontos fortes e fracos identificados no seu desenvolvimento. Por fim, é apresentado o produto final desta pesquisa, um guia didático, que visa servir de suporte ao professor de educação básica que se interessar na aplicação desta proposta em sua sala de aula, ou de parâmetro para construção de outras similares.

2 FUNDAMENTOS

2.1 EDUCAÇÃO PROGRESSISTA E O ENSINO DE CIÊNCIAS

A organização do conhecimento de forma compartimentada, dividida em disciplinas, tem gerado um problema universal para a educação do futuro, pois o cidadão, quando confrontado com os problemas do mundo, não consegue articulá-los com os saberes divididos. Para que o conhecimento torne-se pertinente, ou seja, tenha sentido é preciso torná-lo evidente, e isso se faz situando-o num contexto, tornando-o global, reconhecendo seu caráter multidimensional e enfrentando sua complexidade (MORIN, 2011).

Superar esta fragmentação disciplinar é algo necessário na educação para o século XXI; para isso, é importante que a escola oportunize espaço para a reflexão crítica do ser humano sobre o seu ambiente real, permitindo-lhe, de forma progressiva, como sujeito na sociedade, seja capaz de intervir de forma consciente na sua realidade e modificá-la (FREIRE, 1987). Uma educação que deseja assumir esta filosofia progressista baseada em Paulo Freire pressupõe estar aberta a possibilidades de novas experiências de aprendizagem e compreender seus princípios centrais, que são a dialogicidade e problematização, almejando assim, que o processo ensino-aprendizagem supere a relação de opressor-oprimido (MIZUKAMI, 1986).

Na educação dialógica-problematizadora, o contexto vivido pelo aluno é o ponto de partida para acontecer o processo de codificação- descodificação- problematização, que Freire compreende como sendo o momento em que o professor faz com que o aluno seja confrontado com situações do cotidiano, que devem fazer com que ele se liberte do pensamento ingênuo, fazendo-o sentir falta daquilo que não sabe, superando o que chamou de situação limite. (NASCIMENTO, LINSINGEN, 2006). Neste sentido, espera-se que na relação professor-aluno “o educador se torne educando e o educando, por sua vez, educador” (MIZUKAMI, 1986, p. 99) que o professor abra espaço para o diálogo e para a promoção da cooperação e união na solução de problemas, tornando o aluno sujeito de sua própria educação.

Esta concepção freiriana de educação exige uma mudança também na Educação Científica

Há nesse momento a necessidade de se pensar a ciência com posturas mais holísticas – isto é, uma ciência que contemple aspectos históricos, dimensões ambientais, posturas éticas e políticas, e também encharcada nos estudos de saberes populares e nas dimensões etnociências- proposta que traz nítidas vantagens, especialmente se pensarmos na ciência que se aprende como saber escolar (CHASSOT, 2004, p. 257).

Morin (2005) também considera alguns prejuízos oriundos das concepções equivocadas quanto ao conhecimento científico, que podem ser superados com uma revolução científica no saber, sendo preciso sair do princípio de simplificação e passar para o princípio da complexidade. Segundo Morin (2005, p.334) isso significa “reconhecer os traços singulares, originais, históricos do fenômeno [...] dar conta dos caracteres multidimensionais de toda realidade estudada.” De acordo com Santos (2003), essa complexidade do saber poderia provocar uma crise no reducionismo conceitual e na parcelização desse conhecimento, emergindo um novo paradigma caracterizado pelo conhecimento local e total, constituindo-se ao redor de temas.

A fragmentação pós-moderna não é disciplinar e sim temática. Os temas são galerias por onde os conhecimentos progredem ao encontro uns dos outros. Ao contrário do que sucede no paradigma atual, o conhecimento avança à medida que o seu objeto se amplia, ampliação que, como a da árvore, procede pelas diferenciações e pelo alastramento das raízes de novas e mais variadas interfaces (SANTOS, 2003, p. 76).

O currículo das Ciências, organizado em componentes curriculares estanques, tem reforçado a compartimentação dos saberes, o que faz com que os estudantes não consigam perceber como ocorrem as relações entre os conhecimentos e quais são suas conexões com a vida. Krasilchik (2012) relaciona outros problemas que aliados à disciplinaridade impedem a melhoria no ensino das Ciências, como: a memorização de muitos fatos sem estabelecer relações causais; a falta de vínculo com a realidade dos alunos, o que torna o conhecimento irrelevante e sem significado; a falta de coordenação interna e externa com outras disciplinas; e a passividade dos alunos como resultado de uma concepção de ensino tradicional.

Não se pode negar, no entanto, que os documentos curriculares oficiais, já na década de 90, sinalizavam para uma mudança na educação com vistas à formação cidadã do indivíduo, algo que podemos verificar nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais ao afirmar que:

Para pensar sobre o currículo e sobre o ensino de Ciências Naturais o conhecimento científico é fundamental, mas não suficiente. É essencial considerar o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, relacionado as suas experiências, sua idade, sua identidade cultural e social, e os

diferentes significados e valores que as Ciências Naturais podem ter para eles, para que a aprendizagem seja significativa (BRASIL, 1998, p. 27).

Por todas essas razões, é fundamental uma renovação no ensino de Ciências com participação reflexiva e ativa no desenvolvimento de um conhecimento científico que oportunize aos cidadãos mais uma nova forma de pensar antes de decidir.

2.1.1 Enfoque CTSA no Ensino de Ciências

A urgência por mudanças nos objetivos da educação científica para a educação básica fez surgir um movimento que, nas últimas décadas, tem ajudado a discutir novas propostas para o currículo de Ciências, com ênfase nas relações entre os conteúdos científicos e os aspectos sociais e tecnológicos, com o objetivo de auxiliar o indivíduo principalmente na capacidade de tomada de decisão. (SANTOS, 2007a).

Tal movimento já está explícito nos documentos oficiais dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental, no item do histórico do ensino de Ciências Naturais. Na época, essa tentativa de solução aos problemas relativos ao meio ambiente e à saúde foi chamada de tendência CTS:

No ensino de Ciências Naturais, a tendência conhecida desde os anos 80 como “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS), que já se esboçara anteriormente e que é importante até os dias de hoje, é uma resposta aquela problemática. No âmbito da pedagogia geral, as discussões sobre as relações entre educação e sociedade se associaram a tendências progressistas, que no Brasil se organizaram em correntes importantes que influenciaram o ensino de ciências naturais, em paralelo à CTS, enfatizando conteúdos socialmente relevantes e processos de discussão coletiva de temas e problemas de significado e importância reais. Questionou-se tanto a abordagem quanto a organização dos conteúdos, identificando-se a necessidade de um ensino que integrasse os diferentes conteúdos, com um caráter também interdisciplinar, o que tem representado importante desafio para a didática da área (BRASIL, 1998, p. 20-21).

A princípio, o movimento foi denominado Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e mais à frente foi incorporado às questões ambientais, a fim de evitar o reducionismo no tratamento da educação ambiental, uma vez que as duas linhas de investigação têm contribuído para a didática da Ciência; assim, a letra A de ambiente foi inserida na sigla, passando a CTSA (VILCHES; GIL-PEREZ; PRAIA, 2011), o que também não é um consenso na literatura. Nesta pesquisa, adotamos a nomenclatura Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), uma vez que, os aspectos ambientais são importantes de serem trabalhados na Educação Básica.

A contextualização temática no ensino de Ciências pode possibilitar uma aproximação do conhecimento científico às situações do cotidiano do estudante, rompendo-se com uma abordagem tradicionalmente conceitual e superficial dominante nas escolas. Neste sentido, a abordagem temática com enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) incentiva um ensino de Ciências por problemas e contribui para a integração do conhecimento científico aos aspectos de natureza política, social, econômica e ambiental.

Busca-se nesta pesquisa em Educação em Ciências de concepção progressista uma alternativa diferente de abordagem e seleção de conteúdos, frente ao exposto até aqui. Santos e Mortimer (2002) discutem, apoiados em uma literatura internacional, as visões que os currículos CTSA apresentam sobre ciência, tecnologia, sociedade, e como as suas interações por meio de temas podem promover o desenvolvimento de valores voltados à coletividade e ao exercício da cidadania. Citam alguns autores e suas formas de seleção de temas no contexto mundial e brasileiro, chegam à conclusão de que uma proposta seria uma abordagem com ênfase em problemas locais que se articulem com uma dimensão global.

Os autores também relacionam alguns temas e possibilidades de reflexões que poderiam ser discutidos no contexto brasileiro; em síntese, são estes: (1) exploração mineral e desenvolvimento científico, tecnológico e social; (2) ocupação humana e poluição ambiental; (3) o destino do lixo e o impacto sobre o ambiente; (4) controle de produtos dos produtos químicos comercializados; (5) a questão da produção de alimentos e a fome; (6) desenvolvimento da agroindústria e a questão da distribuição de terra; (7) o processo de desenvolvimento industrial brasileiro; (8) as fontes energéticas no Brasil; (9) a preservação ambiental.

Corroboram com tal discussão os autores Nascimento e Linsingen (2006) que analisam a articulação de diferentes programas educacionais com o enfoque CTSA para o ensino de Ciências por inserção de temas e destacam a relevância e a urgência de temas de trabalho nos currículos de Ciências para o Ensino Fundamental, justificando que grande parte da população brasileira cursa apenas até o ensino fundamental, não tendo acesso ao ensino médio e universitário.

Nessa perspectiva, a contextualização do ensino de ciências no ensino fundamental precisa ir além de uma simples exemplificação ou descrição de fatos, para um entendimento crítico de questões científicas e tecnológicas relevantes e que afetam a sociedade, a fim de formar cidadãos críticos e ativos nas tomadas de decisões (SILVA, 2007). Nesse sentido, há necessidade de uma ruptura com a abordagem conceitual e propedêutica de Ciências que predomina na maioria das escolas brasileiras.

A transmissão mecânica de conteúdos científicos é um desafio a ser superado no ensino de Ciências, para substituir a nova concepção sobre o conceito de conteúdos, que precisa ser visto de forma mais ampla, nas suas várias dimensões: conceitual, processual e atitudinal. A construção do conteúdo conceitual está vinculada às discussões sobre os aspectos tecnológicos, sociais e ambientais. Nesse processo, aspectos da investigação científica serão desenvolvidos como a argumentação e a comunicação. Desse modo, os objetivos e conteúdos propostos contribuirão para a tomada de decisões críticas dos cidadãos frente às mudanças provocadas pelo desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade (CARVALHO, 2010).

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) afirmam que para alcançar a meta de oportunizar acesso ao saber científico e tecnológico para todos na escola, há necessidade de superação de um senso comum pedagógico de transmissão mecânica de informações que vem favorecendo a prática do que os autores chamam de *ciência morta*, geralmente sem significado para o aluno. Essa situação provoca um desinteresse em aprender ciências que está fortemente relacionado aos currículos de Ciências que ainda apresentam um caráter acadêmico, não investigativo e desligado da realidade dos estudantes (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004).

As pesquisas em Educação em Ciência apontam uma necessidade de rever suas respostas a questões ligadas ao currículo e às estratégias de ensino, como também ao *para quê* ensinar ciência; sob tal perspectiva busca-se um sentido para a educação científica na escola, a fim de despertar o interesse nos estudantes pela Ciência e a importância de sua compreensão e utilização na sociedade (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004). No Brasil, essa preocupação com o ensino de

Ciências, menos voltado a conteúdos e conceitos e mais voltado para a formação do cidadão, tem se intensificado em vários níveis de ensino:

É possível identificar certo consenso entre professores e pesquisadores da área de educação em ciência que o ensino dessa área tem como uma de suas principais funções a formação do cidadão cientificamente alfabetizado, capaz de não só identificar o vocabulário da ciência, mas também de compreender conceitos e utilizá-los para enfrentar desafios e refletir sobre seu cotidiano (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007, p. 19).

Cachapuz *et al* (2011) discutem, em sua pesquisa, que uma renovação na educação científica requer a superação de visões deformadas da ciência e da tecnologia. Segundo os autores, o ensino de Ciências tem reproduzido a imagem de uma ciência descontextualizada, individualista, elitista, empírica-indutivista e atórica, rígida, algorítmica, infalível, aproblemática e ahistórica, analítica e acumulativa. Tais visões são resultados de falta de reflexão epistemológica e de uma aceitação acrítica ao ensino por transmissão de conhecimentos.

O predomínio desse modelo de ensino nas escolas tem provocado um desinteresse entre os estudantes no aprender Ciências e vai na contramão de um dos objetivos para o ensino da área nas escolas fundamentais, que é “Compreender a Ciência como um processo de produção de conhecimento e uma atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural” (BRASIL, 1998, p. 33).

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (Parecer CNE/CEB Nº 11/2010) 2013, os conhecimentos escolares têm uma dupla função: o desenvolvimento de habilidades intelectuais e a promoção de atitudes e comportamentos que são necessários à vida na sociedade. Nesse aspecto, é fundamental a relevância na seleção e organização dos conteúdos. No primeiro caso, é preciso selecionar os conteúdos para a vida dos alunos e para a continuidade da trajetória escolar, sem abrir mão da contextualização e da flexibilidade no seu tratamento. Já a organização dos conteúdos, segundo o documento, deve buscar a integração curricular, tornando a aprendizagem mais significativa e participativa para o aluno.

Para a disciplina de Ciências nos anos finais do ensino fundamental, os Parâmetros Curriculares Nacionais da área de Ciências Naturais (BRASIL, 1998) já apontam um avanço na concepção curricular, pois estabelecem um ensino voltado para o

contexto social, que leve a compreensão da ciência e da tecnologia por meio da integração dos diversos campos das ciências entre si e com as questões sociais (MUNDIM, 2009; MUNDIM; SANTOS, 2012). O documento enfatiza um ensino de Ciências contextualizado com o objetivo de desenvolver no aluno competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e cidadão, utilizando conhecimentos científicos e tecnológicos (BRASIL, 1998).

Nesse contexto, o papel da Educação Científica na sociedade atual não é mais de preparação de futuros cientistas, mas de formação de cidadãos críticos e conscientes nas suas escolhas e tomadas de decisões, exigindo-se que as novas propostas curriculares tenham ênfase nos aspectos sociais e pessoais dos estudantes (CACHAPUZ, *et al*, 2011).

O ensino de Ciências contextualizado torna-se ponto de partida para despertar a curiosidade natural e o entusiasmo pela ciência e tecnologia, desde o início da escolaridade, pois é no cotidiano que os estudantes reconhecem facilmente componentes da sua história, ligados diretamente ou não a ele (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004).

2.1.2 A Alfabetização Científica e o Ensino Fundamental

Aprender Ciências hoje se tornou uma condição essencial para o cidadão que deseja compreender e atuar criticamente na sociedade. Vivemos num mundo cercado de fenômenos naturais e avanços tecnológicos que são interpretados com uma linguagem diferente construída por homens e mulheres. Bizzo (1998, 2009) destaca que desenvolver habilidades e competências para a compreensão dessa linguagem científica é função do ensino de Ciências nas escolas, uma vez que o conhecimento científico pode contribuir para o exercício da cidadania no mundo contemporâneo.

A alfabetização científica deverá, segundo Chassot (2003),

Contribuir para a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as muitas utilidades da ciência e suas aplicações na melhoria da qualidade de vida, quanto às limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento (CHASSOT, 2003, p. 99).

É imperativo que, para alcançar tal objetivo, não se pode mais conceber propostas curriculares para o ensino de Ciências que não incluam conteúdos que estejam vinculados a aspectos sociais e pessoais dos estudantes. Não é exagero afirmar, nesse caso, que a alfabetização científica no ensino fundamental deverá ter uma preocupação ainda mais significativa no ensino de Ciências, assim como em todos os níveis de ensino.

As autoras Krasilchik e Marandino (2007) afirmam que com as muitas transformações ocorridas com o ensino de Ciências ao longo do tempo, e devido à necessidade de melhores esclarecimentos no próprio papel da ciência e tecnologia, a alfabetização científica se faz necessária para que

os cidadãos sejam capazes de, com bases em informações e análises bem fundamentadas, participar das decisões que afetam sua vida, organizando um conjunto de valores mediado na consciência da importância de sua função no aperfeiçoamento individual e das relações sociais (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007, p. 9).

As autoras deixam claro que a alfabetização científica é um processo contínuo e vai além do período escolar, o que torna a escola um dos parceiros de socialização do conhecimento científico, juntamente com outros espaços de educação formal e não formal. Por essa razão, apontam que qualquer proposta de alfabetização científica estabelecida em tais espaços deve entender ciência como parte da cultura, portanto, envolvendo questões sobre a natureza das ciências e suas aplicações positivas e negativas na sociedade, a fim de que o cidadão possa ampliar a sua compreensão do significado de conhecimento científico e fundamentar suas decisões.

O documento PCN de Ciências Naturais (1998, p. 22) enfatiza que “mostrar a Ciência como elaboração humana para uma compreensão do mundo é uma meta para o ensino da área na escola fundamental.” Corroborando essa concepção de ciência e tecnologia como cultura, os autores Delizoicov *et al* (2011) propõem que

Em oposição consciente à prática da ciência morta, a ação docente buscará construir o entendimento de que o processo de produção de conhecimento que caracteriza a ciência e tecnologia constitui uma atividade humana, sócio-historicamente determinada, submetida a pressões internas e externas, com processos e resultados ainda pouco acessíveis à maioria das pessoas escolarizadas, e por isso passíveis de uso e compreensão acríticos ou ingênuos (p. 34).

A preocupação com a alfabetização científica vem ao longo da história ganhando espaço nas pesquisas científicas internacionais e nacionais. Percebe-se a

necessidade de priorizar a alfabetização científica em vários setores, contextos e em diferentes enfoques. Santos (2007b), em revisão das concepções sobre alfabetização científica, destaca o trabalho de Norris e Phillips (2003) os quais relacionam algumas características do alfabetizado cientificamente:

a) Conhecimento do conteúdo científico e habilidade em distinguir ciência de não-ciência; b) compreensão da ciência e de suas aplicações; c) conhecimento do que vem a ser ciência; d) independência no aprendizado de ciência; e) habilidade para pensar cientificamente; f) habilidade de usar conhecimento científico na solução de problemas; g) conhecimento necessário para participação inteligente nas questões sociais relativas à ciência; h) compreensão da natureza da ciência, i) incluindo apreciação e curiosidade por ela; j) conhecimento dos riscos e benefícios da ciência; l) habilidade para pensar criticamente sobre ciência e negociar com especialistas. (SANTOS, 2007b, p. 478)

Segundo Santos (2007b) tais características são agrupadas em dois domínios: as que se referem ao conhecimento e habilidades ligadas às atividades científicas (de a até f) e aquelas que se referem aos conhecimentos, habilidades e valores relacionados à função social da atividade científica (de g até l). A alfabetização científica que visa ao desenvolvimento de tais conhecimentos e habilidades exigiria uma mudança do quadro atual do ensino de Ciências que prioriza a transmissão de conhecimentos que gera uma aprendizagem mecânica e uma alfabetização científica superficial.

Neste contexto, o autor propõe algumas mudanças metodológicas para a superação de um ensino de Ciências enciclopédico, descontextualizado e fragmentado que reforça uma falsa imagem de ciência. A primeira mudança está relacionada à natureza da ciência; o alfabetizado cientificamente precisa compreender como os cientistas trabalham e as especificidades do conhecimento científico. A segunda seria na linguagem científica; ensinar Ciências seria ensinar a ler a sua linguagem nos textos científicos e desenvolver a capacidade de argumentação científica. A terceira e última seria a inclusão de aspectos sociocientíficos no currículo, que traria mais significado ao saber científico trabalhado na escola. O que se busca com essas mudanças nos conteúdos curriculares e nos processos metodológicos “é uma alfabetização que oportunize não somente a leitura de informações científicas e tecnológicas, mas a interpretação do seu papel social” (SANTOS, 2007b, p. 487).

Auler e Delizoicov (2001) discutem a influência de uma alfabetização científica numa perspectiva reducionista para o ensino de Ciências, que, ao limitar-se à transmissão

de conceitos, servirá apenas para reforçar alguns mitos (a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista da Ciência e Tecnologia e o determinismo tecnológico) e desenvolver uma postura pouco crítica e ativa na sociedade. Já a alfabetização científica, numa perspectiva ampliada, oportunizaria momentos de discussão de temas socialmente relevantes, com apoio em situações-problemas reais, buscando com isso a superação dos mitos vinculados à ciência e à tecnologia. Ênfase também feita pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) em um de seus objetivos para o ensino de Ciências Naturais em nível fundamental:

Identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica, e compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas, sabendo elaborar juízo sobre riscos e benefícios das práticas científico-tecnológicas (BRASIL, 1998, p. 33).

Krasilchik e Marandino (2007) citam estudos que explicam como ocorre o processo de alfabetização científica entre os estudantes; em destaque feito pela Biological Sciences Curriculum Study (BSCS, 1993) que diz que o processo de alfabetização científica em Biologia passa por quatro estágios: nominal, em que o estudante reconhece termos específicos do vocabulário científico; funcional, em que o estudante define os termos científicos, sem compreender plenamente o significado; estrutural, em que o estudante compreende ideias básicas que estruturam o atual conhecimento científico; e multidimensional, em que o estudante tem uma compreensão integrada do significado dos conceitos aprendidos, formando um amplo quadro que envolve também conexões e vínculos com outras disciplinas. As autoras afirmam que as escolas geralmente atingem a fase de alfabetização funcional de um conceito, e raramente, a fase multidimensional.

Após uma revisão bibliográfica sobre alfabetização científica, as autoras Sasseron e Carvalho (2011) identificaram vários termos utilizados na literatura nacional e internacional ao se referirem à alfabetização científica. Adotam em seu estudo o termo alfabetização científica, pois compartilham da mesma ideia de alfabetização concebida por Paulo Freire, a que permite ao cidadão o estabelecimento de conexões com o mundo em que vive e com a sua escrita. Mas também percebem que, no cerne de todos os estudos, estão as mesmas preocupações com o ensino de Ciências, ou seja, ajudar ao professor a pensar em um planejamento de ensino que:

Permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico. (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 61)

As autoras citam o trabalho de Rodger Bybee, que descreve em seu artigo “Achieving Scientific Literacy”, de 1995, as três dimensões da construção do conhecimento científico na sala de aula: AC funcional, aquela em que os estudantes saibam ler e escrever textos com vocabulário das ciências; a categoria AC conceitual e procedimental em que se espera que os estudantes percebam as relações existentes entre as informações e os experimentos realizados na comunidade científica; e a multidimensional em que se espera que o estudante conheça o vocabulário da ciência, saiba utilizá-lo de maneira adequada e perceba o papel das ciências e tecnologias em sua vida.

Os vários estudos consultados na revisão bibliográfica das autoras se divergem na nomenclatura e conceitos para a alfabetização científica, mas convergem de algum modo na lista de habilidades identificadas em um alfabetizado cientificamente. Ao final, o que todos buscam é um ensino de Ciências voltado à formação do cidadão, a enculturação científica e tecnológica.

Os estudos também apresentam os fatores que envolvem diretamente a promoção da alfabetização científica na sala de aula e discute as questões ligadas ao currículo de Ciências, contexto sociocultural e as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Todo esse cenário construído pelas autoras serviu para que houvesse a identificação dos eixos que podem ajudar na elaboração de propostas de ensino capazes de promover a alfabetização científica.

As habilidades listadas são agrupadas pelas autoras (SASSERON; CARVALHO, 2008) em três eixos estruturantes da alfabetização científica, que partem do pressuposto de que o processo de alfabetização científica começa nos primeiros anos de escolarização. Tais eixos servirão de suporte ao professor desde o início do ensino fundamental no planejamento de suas aulas tendo em vista a alfabetização científica. O quadro 1 abaixo apresenta os eixos estruturantes e sua respectiva importância para o ensino de Ciências com vistas à alfabetização científica.

Quadro 1 – Eixos estruturantes para alfabetização científica.

Eixos estruturantes	Importância
Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais.	Compreender conceitos-chave como forma de poder entender pequenas situações do dia a dia.
Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática.	Compreender a ciência como um corpo de conhecimento em constantes transformações, devido a seu caráter humano e social.
Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.	Compreender as aplicações dos saberes construídos pelas ciências, bem como suas consequências para o planeta.

Fonte: Sasseron e Carvalho, 2008, p. 335

Entre os autores que também defendem o início da alfabetização científica no ensino fundamental estão Lorenzetti e Delizoicov (2001) que iniciam com um resgate bibliográfico, nas décadas de 80 e 90, sobre o papel da alfabetização científica na formação da cidadania.

Tais autores buscam nas pesquisas parâmetros para fazer suas considerações sobre a alfabetização científica no ensino fundamental, algo que consideram iniciar-se antes que a criança saiba ler e escrever e que continua por toda a vida. Eles partem do pressuposto de que para ser considerado alfabetizado cientificamente, o indivíduo precisa ultrapassar “a mera reprodução de conceitos científicos, destituídos de significados, de sentidos e de aplicabilidade” (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p.4); também ressaltam que, para isso, é preciso que o ensino de Ciências seja contextualizado em todos os níveis de educação,

A alfabetização científica no ensino de Ciências Naturais nas séries iniciais é aqui compreendida como processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade. (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p. 9)

Neste sentido, os autores afirmam que a alfabetização científica, nas séries/anos iniciais, pode também ajudar no desenvolvimento da leitura e escrita, uma vez que pode auxiliar no processo de aquisição do código escrito. Destacam ainda que a importância da alfabetização científica vai além da ampliação de vocabulário

científico, por incluir também a compreensão do processo de fazer ciência e a aplicação dos conhecimentos adquiridos na solução de problemas no seu dia a dia.

Para iniciar a promoção da alfabetização científica no ensino fundamental, sugerem uma lista de recursos possíveis para utilização nas escolas, como a utilização de livros de literatura infantil e de vídeos educativos, teatros, visita a museus, saídas a campo, atividades experimentais, computadores, internet, revista de divulgação científica; em relação a este último item, os autores recomendam:

A revista *Ciência Hoje das Crianças* [...] apresenta uma linguagem capaz de propiciar conhecimentos aqueles que estão se iniciando na Ciência e na cultura [...] um caráter paradidático que muito pode contribuir para a melhoria do ensino de Ciências Naturais. (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p. 10)

Os autores consideram que a formação continuada dos professores e o suporte da escola são condições essenciais para a implantação efetiva da alfabetização científica no ensino fundamental, pois a utilização de quaisquer recursos didáticos ou o planejamento das aulas deverá balizar-se nos parâmetros da alfabetização científica, para assegurar que os professores atuem sob a perspectiva desta proposta.

Corroborando tal ideia, Sasseron e Carvalho (2008) propõem em seu estudo os Indicadores da Alfabetização Científica que têm como função mostrar algumas habilidades que devem ser trabalhadas nas aulas de Ciências, quando se deseja desenvolver o processo de AC entre os alunos.

Neste caso, o planejamento da aula de Ciências pode propor atividades investigativas que promovam a resolução de problemas, a discussão de ideias e a divulgação da solução encontrada ao problema, para que se possa favorecer aos alunos, a utilização de habilidades comuns de pesquisadores. É neste cenário motivador que os alunos de ensino fundamental deverão fazer uso de diferentes indicadores de AC nas atividades propostas.

No quadro 2 as autoras agrupam os indicadores de AC em três blocos, conforme o desenvolvimento da investigação:

Quadro 2 – Indicadores de Alfabetização Científica

Etapa da investigação	Indicadores	Descrição
Coleta de dados	Seriação de informações	É um indicador que, não necessariamente, prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados.
	Organização de informações	Ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado.
	Classificação de informações	Ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas.
Organização do pensamento	Raciocínio lógico	Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas.
	Raciocínio proporcional	Refere-se a como as variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.
Compreensão da situação-problema	Levantamento de hipóteses	Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema.
	Teste de hipóteses	Concerne às etapas em que se colocam à prova as suposições anteriormente levantadas.
	Justificativa	Aparece quando, em uma afirmação qualquer proferida, lança-se mão de uma garantia para o que é proposto.
	Previsão	É explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
	Explicação	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas.

Fonte: Sasseron e Carvalho, 2008, p. 338-339.

Neste contexto, o processo de alfabetização científica deve iniciar-se nos primeiros anos do ensino fundamental. As autoras propõem que a resolução de problemas, por meio da investigação científica, poderá oportunizar a aprendizagem de noções e conceitos científicos, como também o desenvolvimento de habilidades do fazer científico.

Encontramos o trabalho de Ramos e Sá (2013) que utilizaram os indicadores de AC ao fazerem uma análise das falas e desenhos feitos por alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) durante a realização de atividades investigativas de Ciências. As relações dos três eixos estruturantes da alfabetização científica atreladas aos seus indicadores, podem servir como parâmetro para a seleção de conteúdos e de estratégias de ensino que poderão ser utilizadas no planejamento de aulas de Ciências do ensino fundamental, tendo em vista a construção do conhecimento científico de forma multidimensional.

Nesse sentido, o ensino de Ciências caminha para uma necessária renovação para alcançar a alfabetização científica, ou seja, capacitar o cidadão para a leitura da linguagem da natureza. Sendo assim, requer-se uma proposta de ensino com uma '*postura mais holística*', que contemple aspectos históricos, políticos, ambientais (CHASSOT, 2003).

Diante do que foi discutido, concluímos que a alfabetização científica para o ensino fundamental deve permitir aos estudantes irem além da compreensão de como a natureza e as coisas funcionam, é necessário também, dar significado e relevância aos conceitos científicos trabalhados na escola. O que importa, portanto é promover a integração entre conhecimentos e suas conexões com aspectos sociais e ambientais, a fim de ajudar o cidadão a compreender a sociedade que vive e a atuar criticamente nas suas tomadas de decisões. Essa, porém, é uma tarefa que o ensino de Ciências deve assumir nas escolas.

2.2 A TEORIA SOCIOINTERACIONISTA DE VYGOTSKY E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Um ensino de Ciências mais significativo para os alunos do ensino fundamental, e que esteja voltado para a formação de sua cidadania, exige que as concepções de aprendizagem para o desenvolvimento humano corroborem a ideia de “[...] construção de significados pelo sujeito da aprendizagem” (BRASIL, 1998, p.26). Nesta pesquisa, apropriamos-nos de algumas ideias de Vygotsky que ajudam a responder a possíveis dúvidas em relação ao como ocorre a aprendizagem nas aulas de Ciências. Para Oliveira (1997), as três ideias básicas de Vygotsky são:

As funções psicológicas tem um suporte biológico, pois são produtos da atividade cerebral; as funções psicológicas fundamentam-se nas relações sociais entre o indivíduo e o mundo exterior, as quais se desenvolvem num processo histórico; a relação homem/mundo é uma relação mediada por sistemas simbólicos (OLIVEIRA, 1997, p. 23).

Sob a perspectiva vygotskyana, a construção de conceitos é explicada pelo processo de construção de significados que, por sua vez, são negociados e internalizados nos espaços de comunicação entre alunos ou de alunos com professores, por intermédio da negociação de novos significados que são aos poucos internalizados pelos indivíduos.

Os espaços de discussão em grupos ou coletivamente são momentos ainda pouco adotados nas salas de aulas, mas que oportunizam o debate de problemas científicos e socio-científicos, além da construção do processo argumentativo científico dos alunos (MORTIMER; SCOTT, 2002).

As pesquisas na área de Educação em Ciências têm, cada vez mais, utilizado o pensamento de Vygotsky como referencial teórico, como mostra o estudo feito por Gehlen, Schoerder e Delizoicov (2007) acerca dos trabalhos publicados no I e V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC).

Foram identificados 65 trabalhos que citavam Vygotsky nos referenciais bibliográficos; 72,3% deles utilizaram a teoria histórico-cultural como aporte teórico. Os autores observaram aumento significativo e avanço na utilização de conceitos vygotskyanos, e as discussões giraram em torno de metodologias e recursos, além de análise discursiva/discurso, currículo, formação de professores e outros. Os resultados mostram a influência dos pensamentos de Vygotsky nas produções acadêmicas na área.

Os autores Mortimer e Carvalho (1996) reforçam a importância da utilização das ideias de Vygotsky no processo de ensino de Ciências:

A introdução do referencial teórico construído a partir dos escritos de Vygotsky permite perceber os limites de se trabalhar com a construção do conhecimento em sala de aula como resultado de construções individuais, ao introduzir elementos de análise que procuram revelar os aspectos sociais da sala de aula. Assim a negociação de significados entre o professor e alunos e a forma como o professor se apropria dos conhecimentos dos alunos em seu sistema de explicação são aspectos fundamentais para entender a dinâmica de construção do conhecimento em sala de aula. (MORTIMER; CARVALHO, 1996, p. 6).

Para Vygotsky (2001; 2005), o conhecimento cotidiano está interligado ao conhecimento científico, exercendo influência recíproca na evolução conceitual dos alunos. Os conceitos são compreendidos como um sistema dinâmico de relações e generalizações no uso dos significados das palavras, o que é determinado por um processo histórico-cultural. Esses processos são mediados pela linguagem e pelo outro em interações sociais que se estabelecem na história particular do aluno, ou seja, a aprendizagem e a reconstrução cultural que só ocorrem nas interações. (GEHLEN; AUTH; AULER, 2008).

No entender de Vygotsky, os conceitos são compreendidos com a utilização de palavras, que fazem parte do processo de construção de novos conceitos. A linguagem escrita ou as palavras são mediadores na produção de significados, que tornam possível a conceituação, ou seja, a palavra com significado é o próprio conceito. Em suas pesquisas Vygotsky questiona a eficiência de um ensino de conceitos de forma mecânica, apenas por repetição de palavras, pois para ele o desenvolvimento dos conceitos científicos é afetado pelas condições internas e externas que envolvem a criança, isto é, de suas experiências pessoais e vivenciadas na escola. Contudo, é preciso que a criança já tenha atingido o seu necessário nível de desenvolvimento mental. Neste contexto, ele afirma:

O desenvolvimento dos conceitos, ou dos significados das palavras, pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade de comparar e diferenciar. Esses processos psicológicos complexos não podem ser dominados apenas através da aprendizagem inicial (VYGOTSKY, 2005, p. 104-105)

Vygotsky (2005) explica o significado de uma palavra: é quando o pensamento e a linguagem se unem, é uma generalização ou como define “[...] o conceito dado é inserido em um sistema de relações de generalidade” (p. 116). Isto implica que a aprendizagem de conceitos científicos na escola é mediada desde o início, por algum outro significado. Acrescenta que os significados são construídos ao longo da história dos grupos humanos, com base nas relações com o mundo físico e social em que se vive, e por isso estão em constante transformação.

Da mesma forma o significado de uma palavra também muda para o ser humano ao longo de sua experiência vivida, pois este sofre influência de interações sociais com outras pessoas, de tal forma que vai aos poucos se aproximando do conceito predominante do grupo cultural a que pertence. Na escola, essas transformações no significado das palavras continuam a influenciar em diferentes disciplinas científicas.

Concordamos com Carvalho e Lima (1998) que partem da hipótese de que o desenvolvimento cognitivo avança sempre que o conhecimento se reorganiza, mesmo que não se chegue à conceituação correta, mas o conhecimento é adquirido por aproximações sucessivas, que vão acontecendo com base nos conhecimentos prévios de que o aluno já dispõe. Daí a importância da construção do conhecimento científico, desde os anos iniciais do ensino fundamental, com o propósito de

favorecer a retomada de conceitos, a fim de aperfeiçoá-los cada vez mais. Neste sentido, a questão da significação conceitual nas aulas de Ciências mostra-se importante para o nível fundamental de ensino, pois, a retomada dos conceitos durante as atividades de sala e nas destinadas à aplicação do conhecimento, poderá ajudar na evolução conceitual dos alunos (GEHLEN; AUTH; AULER, 2008).

A linguagem escrita para Vygotsky (2007, p. 123) “é a fala em pensamentos e imagens apenas, carecendo das qualidades musicais, expressivas e de entonação da fala oral”. Para o autor, estudar o emprego das palavras é a chave para o estudo da formação de novos conceitos, pois “seu domínio resulta de um longo processo de desenvolvimento de funções comportamentais complexas.” A aprendizagem de um conceito expressa numa linguagem escrita não ocorre em um único momento, pelo contrário, sua construção depende das interações sociais e situações significativas a serem vivenciadas pelos alunos (GEHLEN; AUTH; AULER, 2008).

Oliveira (1997) explica que a evolução da escrita na criança, para Vygotsky, está primeiramente relacionada à sua concepção de escrita como sistema simbólico de representação da realidade e também aos aspectos centrais de sua teoria: a linguagem, a mediação simbólica e o uso de instrumentos. Neste sentido, a utilização de jogos, desenhos e gestos, por serem atividades que se utilizam de signos para representar significados, contribui para o processo de aquisição da escrita. Em relação aos desenhos, além de serem entendidos como um estágio preparatório para a escrita, Vygotsky (2007, p. 136) afirma que “o desenho é uma linguagem gráfica que surge tendo por base a linguagem verbal.” A criança desenha aquilo que pensa e sabe a respeito das coisas e, à medida que cresce, ela vai perdendo a vontade de desenhar como forma de expressar suas ideias (BARBOSA-LIMA; CARVALHO, 2008).

Os autores Laburú, Zômpero e Barros (2013) fazem um estudo a fim de verificar as congruências entre a teoria vygotskiana e as múltiplas representações e discutem quais seriam as suas contribuições para o ensino de ciências. Eles concluem, com base em argumentos retirados da obra *Pensamento e Linguagem*, de Vygotsky (2005), e de referenciais de multimodos e múltiplas representações, que o pensamento verbal não abrange todas as formas de pensamento, e que por isso, outras formas de pensamento, em diferentes modos e formas de representação não

verbais, podem auxiliar no aprendizado de conceitos com maior sucesso. Para os autores, a linguagem verbal é o modo de representação predominante nas escolas, o que torna frágil o aprendizado dos conceitos, pois os alunos não conseguem aplicar os conhecimentos adquiridos em outro contexto, com outra representação. Os autores enfatizam que:

Para que a aprendizagem de ciências se realize de maneira mais efetiva e engajada, é necessário que os estudantes sejam desafiados a desenvolver um entendimento mais profundo dos significados em diversas representações. [...] os significados dos conceitos científicos simplesmente não se levantam da adição ou da justaposição de cada sistema de representação com os outros, mas da combinação integrada e da exemplificação do significado de cada um com o outro (LABURÚ; ZOMPERO; BARROS, 2013, p. 15).

Esta relação entre o pensamento e as múltiplas formas de representação (palavras, símbolos, ações, gestos, figuração, imagens, entre outras) pode favorecer a aprendizagem de conceitos científicos, desde que se dê importância ao estímulo na sala de aula, das variadas formas de linguagens, ultrapassando o discurso verbal e escrito como a única metodologia de ensino de Ciências. Para Vygotsky (2005 apud LABURÚ; ZOMPERO; BARROS, 2013, p.21) o significado das palavras se constrói da união entre o pensamento e a linguagem, “e que para isso acontecer nada mais indicado do que o discurso da sala de aula se servir de diversas representações”.

Vale ressaltar que, nas escolas, geralmente é por meio das atividades escritas que o professor verifica a aprendizagem de novos conceitos dos alunos, atribuindo-lhes notas, assumindo apenas um papel de controle. Na perspectiva vygotskyana, as diferentes formas de linguagens, como o desenho, refletem o conhecimento da criança quanto ao significado da palavra. Portanto, o desenho pode ser uma forma de avaliação do professor e do aluno, com a finalidade de ajudar a dar pistas sobre qual é o entendimento e o estágio de construção do conceito científico presente (BARBOSA-LIMA, CARVALHO, 2008).

Sasseron (2008), em sua pesquisa, corrobora a ideia de que a construção de significados nas aulas de Ciências não ocorre somente por meio da linguagem oral. Ela utiliza as conclusões dos estudos dos autores Kress, Ogborn e Martins (1998) e das autoras Marquez, Izquierdo e Espinet (2003), como forma de análise de dados dos registros escritos e desenhos coletados. Sasseron (2008) adota dois tipos de

relações entre os modos de comunicação como referenciais: a cooperação e a especialização.

A primeira indica os casos em que os modos de comunicação realizam a mesma função; já o segundo, compreende os modos de comunicação com funções diferentes, e por isso, mostra que um modo pode complementar a ideia que o outro começou a esboçar (SASSERON, 2008, p. 50).

A autora considera, em relação ao segundo estudo, que na sala de aula o professor utilize diferentes modos de comunicação ao mesmo tempo e também oportunize aos alunos a utilização de tais modos de comunicação.

Oportunizar situações significativas para promover a aprendizagem no ensino de Ciências é o papel do professor. As estratégias e metodologias de ensino que são selecionadas pelo professor servirão como mediadores nesse processo, e para Vygotsky, a mediação é um componente central de sua teoria histórico-cultural. Para Oliveira (1997), a mediação é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação, que deixa de ser direta, e passa a ser mediada por esse elemento; ela utiliza uma analogia para explicar melhor este processo:

Quando um indivíduo aproxima sua mão da chama de uma vela e a retira rapidamente ao sentir dor, está estabelecida uma relação direta entre o calor da chama e a retirada da mão. Se, no entanto, o indivíduo retirar a mão quando apenas sentir o calor e lembrar-se da dor sentida em outra ocasião, a relação estará mediada por uma lembrança da experiência anterior. Se, em outro caso, o indivíduo retirar a mão quando alguém lhe disser que pode se queimar, a relação estará mediada pela intervenção dessa outra pessoa (OLIVEIRA, 1997, p. 26).

A autora explica o processo simples de mediação baseado em Vygotsky, ao comparar o calor da chama ao estímulo (S) e a retirada da mão à resposta (R). Mas a relação mediada pela lembrança da dor ou o aviso de outra pessoa sobre o risco de queimar são considerados elementos mediadores entre o estímulo e a resposta, desencadeando um processo complexo.

Os elementos mediadores podem ser de dois tipos: os instrumentos e os signos. Os instrumentos são elementos externos, feitos ou inventados para alguma finalidade específica, por isso auxiliam em ações concretas. Já os signos são como instrumentos psicológicos, orientados para dentro dos sujeitos, auxiliando o indivíduo no desempenho de suas atividades cognitivas, como a memória e a atenção. São exemplos de signos: a linguagem escrita, o desenho e os gestos (OLIVEIRA, 1997).

Gehlen (2009) faz uma ampla pesquisa sobre os estudos de Vygotsky, a fim de identificar aspectos que possam contribuir para caracterizar a noção de problemas e sua função, utiliza vários trechos de suas obras para discussão; um deles, retirado da obra que fala do processo de formação social da mente, diz assim:

Toda forma elementar de comportamento pressupõe uma reação direta à situação-problema defrontada pelo organismo – o que pode ser representada pela fórmula simples (S-R). Por outro lado, a estrutura de operações com signos requer um elo intermediário entre o estímulo e a resposta. Esse elo intermediário é um estímulo de segunda ordem (signo), colocado no interior da operação, onde preenche uma função especial: ele cria uma nova relação entre S e R (VYGOTSKY, 2007, p. 33)

A autora afirma que Vygotsky, ao propor que a utilização dos signos funciona como elos intermediários entre o sujeito e o objeto do conhecimento, configurando-se estímulo de segunda ordem, provoca um questionamento: quem seria o estímulo de primeira ordem ou a origem do processo de mediação? Após extensa discussão e busca de indícios nas obras de Vygotsky, Gehlen (2009) defende a hipótese de que a presença de um problema seria um elemento importante no processo de origem da mediação. Ela afirma que Vygotsky não explica quais características necessita ter o problema para ser aplicado no processo ensino aprendizagem, mas salienta que não é qualquer problema que estimulará o sujeito em busca de soluções; o problema deve ir ao encontro de suas necessidades, nas suas interações com o mundo, o que na escola aconteceria assim:

Neste caso, uma situação-problema a ser desenvolvida em sala de aula está em sintonia com a atividade, pois requer um planejamento adequado para que possam ser alcançados determinados propósitos educacionais, como a apropriação do conhecimento sistematizado. Assim, não é qualquer problema que vai contribuir na organização de práticas educativas eficazes, mas sim um problema que envolva ações planejadas, intencionais e diretivas (GEHLEN, 2009, p. 33)

A autora mostra que a resolução de problemas pelo homem favorece a mediação entre o sujeito e o objeto de conhecimento (fonte do saber e produto do saber) e contribui para o desenvolvimento das funções mentais superiores como lembrar, relatar, questionar, recolher fatos, escolher, etc. Ela acrescenta que nesse processo “o problema é a base, o ponto de partida do processo da mediação” e que “dependendo do contexto histórico desse problema, também serão gerados novos signos” (GEHLEN, 2009, p. 36). A autora ilustra esse processo com uma situação em que o homem, para garantir sua sobrevivência, teve que inventar ferramentas como a faca e o machado para caçar animais. Contudo, tais ferramentas não lhe

davam segurança, pois ele tinha que se aproximar dos animais. Então, criou outra ferramenta, a lança, que reduzia o perigo e garantia o seu alimento. Neste contexto histórico, a necessidade de comida era o problema que fez com que o homem inventasse a faca e o machado, que são os signos que, por sua vez, foram substituídos por uma lança, um novo signo, que vai requerer um novo planejamento para o enfrentamento de um novo problema: os animais ferozes. Neste sentido, a autora afirma

[...] que para que o sujeito se aproprie de signos é preciso que o problema tenha um sentido e significado para ele e, com isso, gere a necessidade de apropriação de signos que o sujeito ainda não possui para que seja possível a resolução do problema (GEHLEN, 2009, p.38).

Além disso, reitera a importância do problema para o desenvolvimento cognitivo das crianças, utilizando o trecho que Vygotsky diz “planejar uma solução para um problema antes de sua execução” (VYGOTSKY, 2007, p. 17-18).

Em relação ao processo ensino-aprendizagem de Ciências, a construção de novos conceitos científicos começaria com o enfrentamento de problemas, que necessitam apresentar algum significado para o aluno, para assim despertar seu interesse e necessidade de resolvê-lo e possibilitar-lhe o desenvolvimento de novos conhecimentos. A autora conclui dizendo que “o problema apresenta um papel de gênese, num processo dinâmico, da produção e disseminação de conceitos científicos” (GEHLEN, 2009, p. 50).

A construção de novos conceitos e signos acontece a partir da experiência deste sujeito com o mundo e com seu grupo cultural, isto é, aquele que fornece um ambiente formado por elementos cheios de significado. Nesta interação social, que o indivíduo internaliza os novos significados da cultura estabelecida, desenvolvendo-se cognitivamente.

Para Vygotsky, os elementos mediadores na relação entre o homem e o mundo – instrumentos e signos estão carregados de significados culturais – foram produzidos pelas relações entre os seres humanos. Contudo, a necessidade de comunicação entre as pessoas e o compartilhamento de experiências e o estabelecimento de significados fizeram surgir a linguagem como um instrumento simbólico de cada grupo cultural (OLIVEIRA, 1997). Podemos então afirmar que, na perspectiva

vygotskiana, a aprendizagem das ciências não é uma atividade individual, mas uma construção social de conhecimento, algo também explicitado por Driver *et al* (1999)

A partir dessa perspectiva, o conhecimento e o entendimento, inclusive o entendimento científico, são construídos quando os indivíduos se engajam socialmente em conversações e atividades sobre problemas e tarefas comuns. Conferir significado é, portanto, um processo dialógico que envolve pessoas em conversação e a aprendizagem é vista como o processo pelo qual os indivíduos são introduzidos em uma cultura por seus membros mais experientes. À medida que isso acontece, eles 'aproximam-se' das ferramentas culturais por meio de seu envolvimento nas atividades dessa cultura (p. 34).

O problema, a mediação, a interação social, a linguagem são alguns conceitos presentes na teoria histórico-cultural de Vygotsky para explicar como acontece a aprendizagem e conseqüentemente o desenvolvimento humano que para o autor “de fato o aprendizado e desenvolvimento estão inter-relacionados desde o primeiro dia de vida da criança”. (VYGOTSKY, 2007, p. 95), sendo que “o processo de desenvolvimento progride de forma mais lenta e atrás do processo de aprendizado” (VYGOTSKY, 2007, p. 103). Com isso, o autor cria uma condição essencial para o aprendizado, a interação social, que para ele “é o processo pelo qual o indivíduo adquire informações, habilidades, atitudes, valores, etc. a partir de seu contato com a realidade, o meio ambiente e outras pessoas” (OLIVEIRA, 1997, p. 57). Neste contexto ele propõe:

O aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros. Uma vez internalizados esses processos partem das aquisições do desenvolvimento da criança. (VYGOTSKY, 2007, p. 103).

Assim, segundo o autor, para medir o nível de desenvolvimento cognitivo de uma criança, depender-se-á daquilo que ela pode fazer com assistência hoje, em relação àquilo que ela será capaz de fazer sozinha amanhã; há então, o estabelecimento de dois conceitos: a zona de desenvolvimento real (ZDR) que

[...] é o nível de desenvolvimento das funções mentais da criança que se estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados. Indicativo de capacidade mental das crianças o que elas conseguem fazer por si mesmas (VYGOTSKY, 2007, p. 96).

E a zona de desenvolvimento proximal (ZDP) que

Define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário (VYGOTSKY, 2007, p. 98).

Vygotsky (2007) afirma que uma boa compreensão da zona de desenvolvimento proximal dos alunos pode contribuir para reavaliar o papel da imitação no aprendizado, que, para ele, são reconstruções individuais daquilo que é observado nos outros; somente são possíveis as imitações de ações que estão dentro da zona de desenvolvimento mental do sujeito. Ele exemplifica assim:

[...] se uma criança tem dificuldade com um problema de aritmética e o professor o resolve no quadro-negro, a criança pode captar a solução num instante. Se, no entanto, o professor solucionasse o problema usando a matemática superior, a criança seria incapaz de compreender a solução, não importando quantas vezes a copiasse (VYGOTSKY, 2007 p. 100).

No contexto escolar, estas imitações são oportunizadas em vários momentos - seja do aluno com o professor, seja entre colegas. Geralmente, as turmas, mesmo sendo de uma mesma faixa etária, são bem diferentes em níveis de desenvolvimento: uns alunos podem ser mais avançados em conhecimento do que os outros; o que para alguns pode ser visto como um problema para o ensino, para Vygotsky essa heterogeneidade cognitiva na turma pode proporcionar a mediação de uma criança com outra, o que tornaria o trabalho coletivo e mais produtivo para cada criança. Sendo assim, a intervenção do professor e dos próprios colegas tem papel importante no desenvolvimento cognitivo do indivíduo na escola.

Por essa lógica, pode-se afirmar que o tipo de prática pedagógica realizado pelo professor no ensino de Ciências naturais influenciará na aprendizagem e desenvolvimento de seus alunos. Por essa razão, buscou-se nesta pesquisa uma metodologia de ensino que demonstrasse como aluno pode assumir o papel de sujeito da sua aprendizagem e como a resolução de um problema pode ser um ponto de partida na mediação do professor com seus alunos, para que a busca por soluções, lhes pudesse oportunizar a aprendizagem de novos conceitos científicos e o desenvolvimento de procedimentos e atitudes. Por todas essas razões, encontramos na metodologia Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas uma tendência inovadora, que no próximo item, falaremos com mais detalhes.

2.3 A METODOLOGIA DA APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS (ABRP) NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A escola está inserida numa sociedade que está em constante mudança nos aspectos sociais, ambientais, tecnológicos e econômicos. Essa situação obriga a todos os cidadãos a confrontarem-se, no dia a dia, com problemas de diferentes tipos. Na ânsia de resolvê-los, o indivíduo precisa recorrer a algumas competências, que, muitas vezes, não domina, como: recolher fatos, elaborar hipóteses, propor planos, argumentar, questionar, dentre outras.

Nesse sentido, como instituição social, a escola poderá contribuir para a formação cidadã do indivíduo, desde que deixe seu caráter propedêutico de ensino, que visa apenas à aprendizagem de conteúdos conceituais, e passe a assumir sua função social de ensino, ampliando seu papel para o desenvolvimento de todas as capacidades conceituais, procedimentais e atitudinais (ZABALA, 1998). A solução talvez esteja, portanto, em um ensino que tenha como ponto de partida um problema contextualizado, onde o seu processo de resolução é mais importante do que a sua solução.

Configura-se assim, em vez de termos um problema no final do processo de ensino, geralmente utilizado como exercício ou avaliação da aprendizagem dos alunos, passaríamos a almejar o desenvolvimento de novos conteúdos de aprendizagem durante o processo de resolução de um determinado problema. Nesse tipo de metodologia de ensino, o professor não ensina por meio de exposições orais prolongadas e cansativas, ele cria e medeia um contexto problemático que deverá despertar a curiosidade científica do aluno, para que ele aprenda por si próprio (LEITE; COSTA; ESTEVES, 2008).

Em Portugal, país com maior familiaridade com este tipo de metodologia na Educação Básica comparada às escolas brasileiras, a nomenclatura utilizada para este tipo de abordagem é a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, com sigla ABRP; no Brasil, é mais comumente chamada de Aprendizagem Baseada em Problemas, com sigla ABP. Como a maior parte de nossa literatura de pesquisa foi portuguesa, justamente pela falta de literatura brasileira na área, optamos por adotar a nomenclatura Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) neste trabalho.

A proposta da metodologia da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) que, em inglês, é conhecida por *Problem-Based Learning* (PBL) adota como princípio o aluno como sujeito ativo na construção do conhecimento e o professor como mediador nesse processo ensino-aprendizagem. Trabalhando em grupos de forma colaborativa, os alunos resolvem problemas relacionados ao contexto que vivem e desenvolvem competências relacionadas ao trabalho de grupo e à tomada de decisões. Além disso, a metodologia ABRP favorece a superação de um modelo tradicional de ensino predominante nas escolas brasileiras, com um ensino que se preocupe com a formação de um cidadão reflexivo, que continua a aprender ao longo da vida (LOUREIRO, 2008).

A origem da metodologia da ABRP não é recente; segundo Lambros (2013), as bases fundamentais para ABRP estão na teoria e na prática de John Dewey, no início do século XX. A autora explica que Dewey defendia um processo de construção do conhecimento através da experiência da vida real, e para isso, a educação deveria propor uma aprendizagem ancorada nas experiências vividas fora do contexto escolar. Segundo Dewey (1980 apud ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 71) “para preparar os estudantes para a vida, a educação formal deveria dar a eles habilidades para formular questões significativas sobre os problemas sociais”.

No entanto, somente em 1969 passou a ser considerada uma metodologia inovadora, com sua implantação nas Escolas de Medicina do Canadá. Após estudos com alunos de medicina, chegou-se à conclusão de que eles, na vida profissional, quando confrontados com problemas reais com seus pacientes, não sabiam aplicar os conhecimentos adquiridos na faculdade (MELO VAZ, 2011).

A insatisfação dos estudantes de medicina resultou na alteração curricular que passava a ter três princípios básicos: a) aprendizagem autônoma; b) aprendizagem baseada na resolução de problemas; c) aprendizagem tutorial em pequenos grupos. Tais princípios provocaram mudanças na educação médica que repercutiram mundialmente. O sucesso nas escolas de medicina da Europa e dos Estados Unidos abriu caminho para sua implementação na Educação em Ciências, em nível superior e também na Educação Básica (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012).

2.3.1 O Ensino orientado para a ABRP: Características e planejamento

Vasconcelos e Almeida (2012) esclarecem que, na metodologia ABRP, a finalidade da resolução de problemas é aprender novos conhecimentos e desenvolver novas competências. “O processo de aprendizagem envolve a procura do que tem que ser aprendido para resolver um problema” (p. 13) Assim, na metodologia ABRP, exige-se do aluno uma postura ativa no processo de ensino e aprendizagem, pois ele constrói o conhecimento à medida que busca a solução para o problema, durante o processo de trabalho (LOUREIRO, 2008). Para Moraes (2010), a utilização da ABRP tem como objetivo

[...] fazer com que o aluno desenvolva competências que abarcam o trabalho com hipóteses diante do problema, o trabalho com diferentes tipos de fontes documentais, o confronto com diferentes hipóteses, a busca de soluções que respondam aos questionamentos e uma mudança de postura frente ao aprendizado por parte do aluno e do próprio professor (p. 73).

O problema na perspectiva da metodologia ABRP não se refere a exercício com técnicas para resolver. O problema na ABRP possui um contexto, pode ser proposto pelo professor ou pelo aluno, aparece durante todo o processo de aprendizagem e não visa apenas ao desenvolvimento de conceitos, mas também de procedimentos. A resolução do problema é vista como meio e não como fim, o aluno deverá recorrer aos conhecimentos prévios e a outros que terá que aprender mediado pelo professor (MORAES, 2010).

Leite e Afonso (2001), após a análise de texto de alguns autores, concluíram que o ensino orientado para a ABRP pode ser organizado em quatro fases, com os seguintes objetivos e duração:

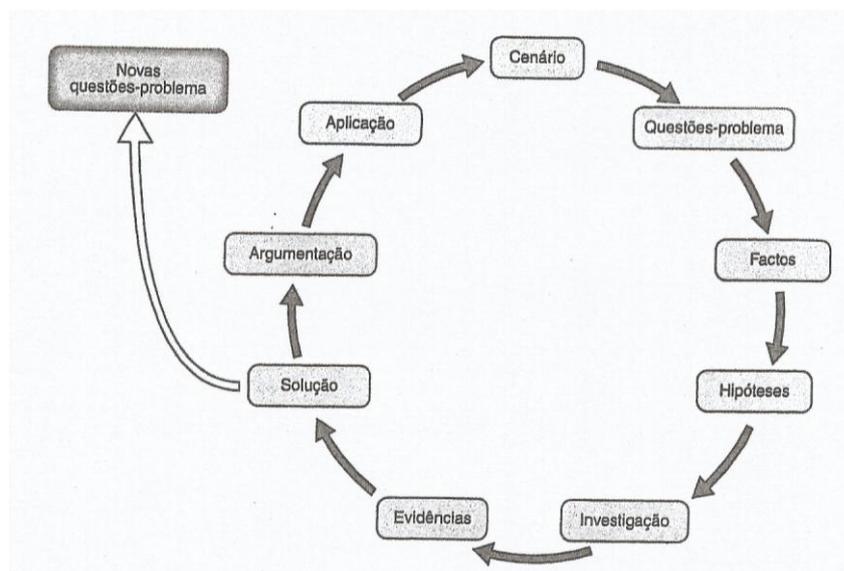
- A primeira fase, seleção do contexto, é realizada pelo professor, que identifica um contexto problemático que possa favorecer o levantamento de problemas, que, quando trabalhados, permitem o aprendizado de conceitos. O contexto escolhido pelo professor poderá ser um material impresso (artigo de revista ou jornal), um vídeo e outros que deverão ser adequados ao nível dos alunos e despertar o questionamento e motivação deles. É importante que o professor faça um levantamento prévio das possíveis questões relativas ao problema, que poderão ser feitas pelos alunos, a fim de adequar o problema aos objetivos previstos com a aprendizagem.

- A segunda fase, formulação dos problemas, ocorre com o envolvimento do aluno no contexto problemático selecionado e apresentado pelo professor, que apenas mediará o processo. Após a apresentação do problema, os alunos devem fazer o levantamento de questões, a fim de esclarecer melhor o problema a ser investigado. O professor, nesta etapa, graças a sua experiência e ao conhecimento, promove coletivamente um ambiente de escolha das questões que serão relevantes no processo de investigação como também a ordem em que serão trabalhadas.
- A terceira fase, resolução dos problemas, é uma fase que poderá exigir maior tempo, pois, para resolver o problema, os alunos deverão, após interpretá-lo, elaborar um plano de resolução, executar as estratégias propostas no plano, obter a solução (se ela existir) e avaliá-la. Durante tal fase, eles poderão consultar diversas fontes de dados (livros, revistas, jornais, relatórios, filmes, documentários) e realizar diversos tipos de atividades (experimentos, entrevistas, saídas de campo). O professor apenas orienta e assegura que o mínimo de informação está ao alcance de todos, mas cabe ao aluno o recolhimento dos dados.
- A quarta e última fase, síntese e avaliação do processo, será realizada pelo professor e alunos que verificarão se todas as questões levantadas sobre o problema foram respondidas, ou se não há solução. A síntese dos conhecimentos (conceituais, procedimentais e atitudinais) obtidos e/ou desenvolvidos e a avaliação de todo o processo serão importantes para verificar a eficácia da aprendizagem em termos de desenvolvimento pessoal, social, ético e moral.

Vasconcelos e Almeida (2012), após estudo de várias propostas de ABRP apresentadas por diferentes autores, chegaram à conclusão de que todas buscam o mesmo objetivo e desenvolvem fases obrigatórias durante o processo ensino-aprendizagem. Os autores apresentam as fases por meio do processo cíclico da ABRP (figura 1), que se inicia pela apresentação do problema pelo professor. Em seguida, os alunos de posse de uma ficha de monitoramento do processo da ABRP (ANEXO A) que servirá apenas de caminho a ser desenvolvido, fazem o recolhimento dos fatos fornecidos pelo problema e a listagem das questões que serão investigadas. Esta pequena investigação permitirá aos alunos a elaboração de

algumas hipóteses e a execução de suas previsões, que ajudarão posteriormente na construção da argumentação explicativa a ser apresentada no final da resolução do problema.

Figura 1 – Representação do processo cíclico da ABRP



Fonte: Vasconcelos e Almeida, 2012, p. 22.

Segundo os autores supracitados, o recolhimento de fatos e a formulação de questões são fases que deverão ocorrer em grupos de quatro ou seis alunos, não devendo prosseguir a investigação sem o compartilhamento dos fatos e questões com a turma. Cabe ao professor mediar esse momento, pois podem surgir questões que não são pertinentes, e que, por isso, poderão ser descartadas ou até mesmo respondidas rapidamente pelos grupos. As questões que permanecerem conduzirão à busca de informações propriamente que, por sua vez, levarão à possível solução do problema. O professor acompanha o processo de grupo em grupo incentivando a participação de cada componente na busca das soluções. Cada grupo poderá dar um encaminhamento diferente no desenrolar da investigação, cabendo ao professor provocar questionamentos e reflexões na forma de pensar nos grupos.

O professor que adota a metodologia ABRP diferencia-se muito no seu papel tradicional, pois ele deixa de ser transmissor de conhecimento e assume o papel de facilitador, tendo como função principal a orientação dos alunos durante os passos do ciclo tutorial da ABRP. Além disso, o seu estímulo e o seu encorajamento são essenciais para que os alunos possam cumprir as etapas que ocorrerão a partir da

apresentação do problema. Conhecer as habilidades e competências necessárias para guiar o grupo, tendo o cuidado de não dar respostas prontas, dar tempo para o recolhimento dos fatos, levantamento de hipóteses, elaboração e comunicação das soluções ao problema proposto, são ações que precisam de espaço e direcionamento durante as aulas.

Quanto ao aluno, a metodologia ABRP requer que ele reconheça que é sujeito da própria aprendizagem, assuma os riscos de expor suas ideias e opiniões em público, mostre autonomia e independência na procura de informações por conta própria, e assuma o papel de protagonismo na escola, com uma postura mais ativa no processo de aprendizagem, algo bem diferente de seus hábitos tradicionais (SHULMAN, 2010).

Outro aspecto fundamental da ABRP está no trabalho em grupo, geralmente composto de 4 a 6 componentes, com diferentes capacidades, etnias, gêneros e grupos sociais, sendo que “a dimensão do grupo depende de outros fatores, como tamanho da turma, objetivos da aula, tempo disponível, complexidade da tarefa e as competências dos alunos” (REIS, 2003 *apud* VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012, p. 18).

O trabalho em grupo, apesar de pouco utilizado nas escolas, por criar um ambiente de menos controle do comportamento pelo professor, tem demonstrado ser útil na aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. O trabalho colaborativo traz as seguintes vantagens: oportuniza espaço para compartilhar saberes com os pares, leva a maior envolvimento na tarefa, facilita a mediação do professor e desenvolve competências, como: comunicação, relação interpessoal, colaboração e respeito mútuo (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012).

Na metodologia ABRP, a avaliação do desempenho dos componentes do grupo é uma etapa fundamental, pois permite aos alunos refletir sobre os pontos positivos e negativos que surgem ao longo do trabalho, avaliar o próprio desempenho e o do outro, para manter ou alterar o que foi feito; este momento seria um espaço de recuperação paralela, onde o aluno é sujeito e também responsável pela sua aprendizagem. A avaliação poderá ser cognitiva e social; a cognitiva ocorrerá por meio de exposições orais, relatórios, apresentações via Powerpoint, cartazes, perguntas orais e provas individuais e de grupo. Já a avaliação social ocorrerá por

meio das observações do professor feitas durante as aulas ou por meio de instrumento de auto e heteroavaliação discutido pelos alunos no grupo (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012).

O contexto problemático na ABRP deve ser um fator de motivação, para a manutenção do interesse e atenção dos alunos. A utilização de um cenário ou situações problemas criados pelo professor no âmbito da ABRP tem o papel de despertar nos estudantes a elaboração de questões e a pesquisa de soluções a partir de seus conhecimentos prévios e de fontes de dados diversas. O professor ao selecionar o contexto problemático precisa estar atento para algumas características que podem aumentar a motivação dos alunos, tais como:

A sua capacidade de cativar, intrigar, provocar, motivar e conduzir à formulação de questões sentidas como próprias e adequadas a um processo de investigação que permita aos alunos aprender, não só conhecimento conceptual, mas também desenvolver competências procedimentais, atitudinais, avaliativas e epistemológicas, resolvendo problemas (LOUREIRO, 2008, p. 28).

Desta forma, os problemas científicos e sociocientíficos recorrem à contextualização, para tornar a ciência mais acessível aos alunos. Uma proposta de trabalho orientada pela metodologia ABRP deve começar por problemas do cotidiano dos alunos, para que eles possam perceber a relação entre o que aprendem na escola e a realidade, dando maior significado a sua aprendizagem (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012). Segundo levantamento bibliográfico feito por Loureiro (2008), estudos apontam que a resolução de problemas pode ser considerada um fator de motivação natural e fundamental para o sucesso na Educação em Ciências, pois os alunos acham interessante e sentem-se desafiados neste tipo de tarefa.

Atualmente, a Educação em Ciências tem se distanciado de uma visão de alfabetização científica exclusivamente científica e apoiado o desenvolvimento da formação integral do sujeito, a fim de promover a formação para o exercício de uma cidadania ativa e crítica, que capacite os alunos a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para atuar em defesa de escolhas e decisões responsáveis, quando confrontados com problemas complexos de natureza sociocientífica (GALVÃO; ALMEIDA, 2013). Geralmente os problemas sociocientíficos são problemas abertos, pois podem ter várias propostas de soluções que devem basear-se não apenas em conceitos científicos, mas também em outros

aspectos como os sociais, políticos, econômicos e éticos (GALVÃO, ALMEIDA, 2013; AZEVEDO, 2010).

Na busca de soluções para problemas sociocientíficos, os alunos são confrontados com situações que exigem uma postura crítica nas discussões e decisões que deverão ser tomadas, o que dependerá de sua participação ativa e persistência na construção de sua argumentação. O tempo gasto pelo aluno na resolução do problema está condicionado ao tipo de situação problemática proposta; um problema interessante e que envolva a relação entre Ciência – Tecnologia – Sociedade permitirá uma investigação mais qualitativa, pois, como não há números definidos, os alunos precisam buscar dados, elaborar hipóteses, propor testes. Tais habilidades ajudarão no desenvolvimento de sua criatividade e organização de ideias (AZEVEDO, 2010).

A elaboração de questões sobre o problema é um dos objetivos do ensino de Ciências, que diz que o aluno deverá ser capaz de “formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidas no aprendizado escolar” (BRASIL, 1998, p. 33) tais questionamentos conduzirão à investigação científica propriamente dita.

Construir contextos problemáticos adequados e motivadores não é tarefa fácil, principalmente quando se quer que o problema desenvolva conceitos e competências que o currículo formal propõe aos alunos. Antes de iniciar a elaboração de um problema, é necessário verificar nos documentos curriculares oficiais que conceitos e competências pretendem-se alcançar com seus alunos. (LOUREIRO, 2008). Esta etapa é fundamental na metodologia ABRP, pois um problema mal elaborado não permitirá a construção de conhecimentos e nem o desenvolvimento de competências (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012).

As características de um problema na perspectiva de ABRP que precisam ser consideradas na etapa de elaboração do cenário ou contexto problemático são apresentadas em várias pesquisas (COSTA, 2013; SILVA; LEITE; PEREIRA, 2013, VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012; MORAES, 2010; LOUREIRO, 2008). É necessário que seja instigante e significativo, de modo a despertar a curiosidade e a participação dos estudantes com a situação que será estudada, além disso, o

problema precisa está inserido em um contexto real ou imaginário, desde que próximo à realidade dos estudantes. Pode ser apresentado pelo professor ou por um aluno, ao grupo ou turma, por meio de textos ou imagens, de forma que facilite a compreensão do problema. O cenário pode ter diferentes tipos ou formatos, podendo ser apresentado com a utilização de diferentes tipos de suportes: apresentações em Powerpoint, notícias de jornais, videoclips, filmes, bandas desenhadas, fotografias.

A elaboração de um cenário na perspectiva CTSA pressupõe que o problema forneça elementos para uma análise crítica das situações socioambientais à luz dos aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais. Além disso, o problema deve fazer parte da realidade social dos alunos, ficando bem claro as relações entre a ciência e a sociedade e suas implicações socioambientais no tema (AMADO, 2014). Santos (2008 *apud* PEDROSA; JOÃO, 2013, p. 64-67) afirma que o ensino orientado para ABRP oportuniza o trabalho com questões ambientais e sociocientíficas ambientais, quando “estimula os alunos a aprenderem sobre a ciência, em e pelas ciências, como também a compreender as dimensões humanas de mudanças ambientais globais, como as alterações climáticas.” e ainda aponta que

[...] é essencial que a educação em ciências, nos diversos níveis de ensino e contextos disciplinares, contribua para disseminar problemas relativos à sustentabilidade do desenvolvimento, especialmente junto das gerações mais novas (SANTOS, 2008 *apud* PEDROSA; JOÃO, 2013, p. 64-67).

Nesse sentido, há necessidade de uma ruptura com a abordagem conceitual e propedêutica de Ciências que predomina na maioria das escolas; tal abordagem tem levado ao desinteresse e a pouca compreensão dos alunos sobre a importância do aprender Ciência na escola. Oportunizar ao professor uma formação que permita aprender a usar a metodologia ABRP contribuirá para maior confiança na elaboração de cenários que integrem problemas científicos, tecnológicos e socioambientais, tendo em vista a sustentabilidade e a cidadania (PEDROSA; JOÃO, 2013).

Dessa forma, a transmissão mecânica de conteúdos científicos, considerada como um senso comum pedagógico a ser superado pelo professor (DELIZOICOV, *et al*, 2011), aos poucos dará lugar a uma nova concepção sobre o conceito de

conteúdos, que precisa ser visto de forma mais ampla, nas suas várias dimensões: conceitual, processual e atitudinal (CARVALHO, 2010). O ensino de Ciência contextualizado torna-se ponto de partida para despertar a curiosidade natural e o entusiasmo pela ciência e tecnologia, desde o início da escolaridade, pois é no cotidiano que os estudantes reconhecem facilmente componentes da sua história, ligados diretamente ou não a eles (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004).

Sob essa perspectiva, a contextualização do ensino de Ciências é um dos pontos principais a ser considerado na escolha do tema que irá orientar a proposta de trabalho com a metodologia ABRP. O tema além de atual deve promover o desenvolvimento de conteúdos científicos que ajudem na resolução de um problema científico ou sociocientífico. Além disso, precisa estar previsto nos documentos curriculares de Ciências em nível federal, estadual ou municipal. (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012). Sobre uma forma de esclarecer melhor as ideias e conceitos relativos ao tema selecionado, o professor pode construir um mapa conceitual, com o propósito de organizar hierarquicamente os conceitos a serem trabalhados. (JOÃO; PEDROSA; REIS, 2013). Adotados tais critérios, o professor, ao elaborar o cenário, formula o problema de acordo com a temática selecionada.

Ao utilizar a metodologia ABRP, o professor não abandona as outras estratégias tradicionais no ensino de Ciências, como as atividades experimentais e as visitas a espaços não formais; pelo contrário, ao começar pelo problema, pretende-se aumentar a potencialidade dessas estratégias, que, por si só, já são muito apreciadas pelos estudantes. Ao elaborar um cenário ou oportunizar durante a resolução das questões-problema uma articulação com espaços de educação não formal ou com atividades experimentais, o professor enriquecerá a aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes, além de ampliar a motivação intrínseca dos alunos na resolução do problema (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012).

Nessa perspectiva, Afonso, Rodrigues e Lourenço (2013) discutem como deve ser a situação problemática a ser investigada durante uma visita de estudo a um espaço de educação não formal. Eles analisam os discursos dos estudantes de 8º ano em um museu quando confrontados com problemas durante a visita, observam aspectos que precisam ser considerados na apresentação do problema e na mediação durante a visita, para assim aumentar o envolvimento e motivação dos alunos na

resolução dos problemas, consideram que, para alcançar diferentes interesses, seria necessário apresentar vários problemas e que para melhorar a compreensão dos alunos seria interessante elaborar cenários com temas que estão sendo abordados em sala de aula. Quanto à resolução das questões, estas precisam estimular as interações entre os alunos durante a visita.

Outro aspecto discutido em Educação em Ciências quanto à elaboração de contextos problemáticos está na promoção de um ensino de Ciências que recorra à resolução de problemas socioambientais utilizando conhecimentos científicos provenientes de diferentes áreas de conhecimento e propondo um trabalho que integre diferentes disciplinas. Investigações desse tipo são mais complexas e holísticas e exigem a mobilização de conceitos e métodos que atravessam as fronteiras das disciplinas (NETO, 2013). Um currículo de Ciências com ênfase na formação para a cidadania oportuniza a contextualização do ensino, em busca de uma resolução de problemas de forma interdisciplinar (COSTA, 2013).

Corroborando tal pensamento, Neto (2013) afirma que a ABRP é o caminho mais adequado para o exercício da transdisciplinaridade, definida pelo autor como a forma mais elevada de assegurar a cooperação integradora entre as disciplinas. O aluno, ao tentar resolver o problema, precisa de forma consciente entender que precisa saber alguns conteúdos conceituais e procedimentais, contexto este que se torna favorável para a integração de diferentes áreas de conhecimento. Costa (2013) explica que a resolução de um problema pode promover uma maior ou menor integração entre disciplinas, sendo que a intensidade será maior quando o problema a ser investigado unificar diferentes disciplinas, exigindo uma reorganização do processo ensino-aprendizagem de cada uma delas na resolução, situação que ele chama de abordagem transdisciplinar.

Uma proposta de trabalho de Ciências orientada para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) é uma metodologia de ensino que exige mudança no papel do professor, não apenas na sua mediação na sala de aula, mas como também no planejamento das aulas. O suporte pedagógico para a implementação deste tipo de ensino é essencial para o professor que está se familiarizando com a metodologia ABRP, este apoio pode acontecer por recursos didáticos, guias, livros e formação inicial/continuada. Neste sentido, Vasconcelos e Almeida (2012)

apresentam em seu livro algumas propostas de trabalho a serem aplicadas no Ensino de Ciências Naturais, da Biologia e da Geografia, estas foram planejadas etapa a etapa segundo os pressupostos da ABRP. Com base neste material, nos referenciamos para o planejamento das duas ABRPs aplicadas nesta pesquisa. Será apresentada no quadro 3 os principais componentes de um planejamento com vistas a metodologia ABRP.

Quadro 3 – Modelo estrutural de um planejamento de Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP).

Planejamento de uma Aprendizagem Baseada em Problemas (ABRP)	
Contextualização curricular	Antes de qualquer planejamento, é importante consultar as propostas curriculares oficiais, para ver a qual ano de escolaridade corresponde o tema proposto.
Tempo previsto	Tempo necessário para a realização da proposta de trabalho.
Pré-requisitos	Dizem respeito aos conhecimentos adquiridos nos anos anteriores, que ajudarão no desenvolvimento da investigação.
Objetivos específicos	Saber quais conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que se pretende atingir com a proposta de trabalho.
Conceitos a serem trabalhados	Relacionar os conteúdos conceituais que articulam com o tema e que serão trabalhados ao longo da investigação.
Articulações disciplinares	Verificar se a proposta da ABRP tem articulação com outras disciplinas ou se busca articular diferentes conceitos (físicos, químicos, biológicos) dentro da mesma disciplina.
Cenário	Deve ter um título que desperte a curiosidade do aluno para o problema e ser facilmente reconhecido pelos alunos e professores. Estar de acordo com a contextualização proposta. Poderá ser apresentado em forma de texto com ou sem imagens, histórias em quadrinhos, <i>slides</i> de apresentação, fotografias. O problema deverá fornecer fatos ou pistas, permitir o questionamento ou dúvidas, provocar uma necessidade de busca de solução.
Questões-problema	São perguntas levantadas previamente pelo professor quanto ao problema proposto. Ajudam o professor a provocar o questionamento dos alunos após a apresentação do problema e o levantamento de fatos/pistas. Ao final, o professor verifica se as perguntas dos alunos foram previstas por ele.
Produto final	Resultado do trabalho investigado. Devem conter as soluções encontradas para as questões-problema. Algo que materialize o que foi investigado. Pode ser um cartaz, jogo, vídeo, folheto, maquete, teatro, apresentação Powerpoint, desenhos, exposição de fotografias, poesia, exposição oral.
Fonte de dados	Bibliografia composta por livros, textos, vídeos, endereços eletrônicos que serão utilizados efetivamente pelos alunos na pesquisa.
Ciclo de apresentação	São apresentados os passos do ciclo tutorial, que geralmente não muda muito. Aqui também são apresentadas as estratégias de ensino necessárias para a resolução do problema proposto.

Aplicação dos saberes	Sempre após a investigação, o professor poderá oportunizar outro tipo de questão-problema que envolva os conceitos adquiridos ao longo da investigação.
Outras atividades possíveis	Se houver tempo, ou o professor achar adequado, outras atividades poderão ser propostas para auxiliar os alunos na solução das questões-problema.
Proposta de avaliação	Na ABRP a avaliação deverá conter diferentes instrumentos, que permitam ao aluno avaliar o seu próprio desempenho e o de seus colegas, ao longo do processo de investigação e de construção do produto final, como também o próprio produto final que apresentaram.

Fonte: Vasconcelos e Almeida, 2012, p 33-41.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 A PESQUISA

Nessa pesquisa qualitativa, buscamos investigar os questionamentos e inquietações de uma professora de Ciências da Natureza no ensino fundamental, que, ao tornar-se aluna de Pós-graduação na área de Ensino de Ciências e Matemática, assume o papel de pesquisadora no cotidiano de uma escola municipal, pública e urbana. É nesse espaço que, há treze anos, a professora/pesquisadora dos anos finais do ensino fundamental atua e onde desenvolveu essa intervenção pedagógica. Buscamos estudar um processo de ensino e aprendizagem em Educação em Ciências, considerando a contextualização dos sujeitos e local da pesquisa, a fim de favorecer a compreensão do problema que está sendo estudado.

Desta forma, foram elaboradas e discutidas duas propostas investigativas para o ensino de Ciências com base nos eixos estruturantes da Alfabetização Científica, segundo Sasseron e Carvalho (2008). Também nos apropriamos da metodologia da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP) segundo os pressupostos de Vasconcelos e Almeida (2012) para o planejamento e mediação em sala de aula.

3.2 LOCAL DA PESQUISA

Esta pesquisa foi realizada na Escola Municipal de Ensino Fundamental Placidino Passos, situada na Rua Leopoldo Barcelos Rangel, 113, Bairro Polivalente, próximo ao centro do município de Aracruz, Espírito Santo, Brasil. Para sua realização, contamos com a autorização e apoio da direção (APÊNDICE A), equipe pedagógica e pais de alunos das turmas envolvidas no trabalho. Maior detalhamento do contexto da escola e dos sujeitos da pesquisa será feito no capítulo quatro.

3.3 SUJEITOS DA PESQUISA

Os sujeitos que participaram desta pesquisa são alunos matriculados nos 7^o anos do turno matutino do ensino fundamental. Esclarecemos que a escolha do sétimo ano

deve-se ao fato de a temática 'Agricultura e alimentos' estar mais adequada ao conteúdo curricular de Ciências no ensino fundamental. Também participaram da pesquisa, na ocasião da validação do planejamento das duas propostas da ABRP, nove profissionais da educação e também alunos de pós-graduação do Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática (EDUCIMAT) do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes).

Os sujeitos da pesquisa foram avisados previamente quanto à importância do apoio e participação de todos; nessa mesma ocasião, foi pedida autorização aos professores e responsáveis dos alunos por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE B). Foram utilizadas letras do alfabeto para representar cada aluno e números para representar os grupos de trabalho formados durante a investigação; esses cuidados visam preservar a identidade dos envolvidos sempre que for preciso citar as suas respostas.

3.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Ao longo do desenvolvimento das duas propostas de investigação com a metodologia ABRP, foram realizadas observações, aplicação de questionários, realização de atividades escritas/desenhos pelos grupos e entrevistas de grupo focal com as turmas envolvidas na pesquisa.

O planejamento dessas propostas teve como contextualização o tema sociocientífico 'Agricultura e Alimentos', com foco no cultivo da mandioca e fabricação de seus derivados, como a farinha e o amido. Foram criados dois cenários para o trabalho com a temática; o primeiro, intitulado 'Da mandioca à farinha'; e o segundo, 'O mistério do amido'. Para cada cenário foi elaborado um planejamento baseado na metodologia ABRP, segundo as orientações de Vasconcelos e Almeida (2012).

A primeira proposta da ABRP intitulada 'Da mandioca à farinha' foi aplicada nos meses de outubro e novembro de 2013, num total de 14 aulas e com a participação de uma turma de 7º ano. A segunda proposta 'O mistério do amido', foi aplicada nos meses de março e abril de 2014, com três turmas de 7º ano. Ao todo, foram utilizadas 18 aulas na aplicação em sala de aula, superando o número de aulas previstas no planejamento.

Os cenários foram validados a partir de uma discussão de seu conteúdo entre nove estudantes do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), tendo como direcionamento um instrumento de análise, avaliação e validação do planejamento da ABRP (ANEXO B) elaborado pela autora Amado (2014) a partir de um estudo feito sobre a ABRP na formação continuada de professores de Ciências.

O questionário conta com várias questões relacionadas aos aspectos estruturais geralmente obrigatórios na metodologia. Para cada questão o avaliador poderia atribuir um valor de suficiência quanto a grau de coerência com intervalo de 1 a 5, sendo o maior mais coerente com o critério exposto. Ao final pedia-se que o avaliador justificasse seu maior e menor valor de suficiência atribuído nas questões, evidenciando os pontos fortes e fracos no planejamento. Foi também solicitado aos avaliadores a opinião deles como professores na utilização ou não da proposta na sala de aula.

Além disso, apropriamo-nos dos eixos estruturantes da AC (a compreensão básica de conceitos científicos, a compreensão da natureza das ciências e a compreensão das relações entre ciência e a sociedade) propostos por Sasseron e Carvalho (2008), para uma discussão dos aspectos pedagógicos presentes nos cenários e em algumas etapas do ciclo tutorial da ABRP. Vale assinalar que esses eixos serviram de suporte para o planejamento das ABRPs tendo em vista o desenvolvimento da Alfabetização Científica no Ensino Fundamental.

As situações vivenciadas no ambiente da sala de aula e em outros espaços de educação não formal foram relatadas pela professora e pesquisadora em seu diário de campo, a fim de cercar a coleta de dados com todos os cuidados possíveis para que pudesse auxiliar na pesquisa das questões levantadas, com maior clareza e precisão (LUDKE; ANDRÉ, 1986). Entretanto, os dados foram coletados utilizando-se dos registros escritos e desenhos dos alunos, entrevistas de grupo focal e questionário aplicado na validação com pares dos planejamentos da ABRPs e com as turmas participantes das propostas de trabalho com a metodologia em sala de aula.

Quanto aos registros escritos e desenhos dos alunos gerados durante a intervenção pedagógica, foram selecionados dentro das etapas do ciclo tutorial da metodologia,

em três momentos: no preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP, na construção do produto final e na aplicação dos saberes. Esse critério de seleção tem, em vista, atingir um dos objetivos da pesquisa, que é identificar a presença dos indicadores de Alfabetização Científica nos registros dos alunos.

A turma que participou da primeira intervenção pedagógica era formada por 30 alunos, os quais foram divididos em grupos pequenos, conforme a escolha de cada um. A princípio, solicitamos que fizessem duplas, mas deixando livre a colaboração de uma dupla com outra. Ao todo, foram quinze duplas formadas e identificadas por numerais naturais durante a análise.

Na segunda proposta, participaram três turmas de 7º anos, organizados em 06 grupos entre 04 a 06 componentes, ao todo foram 18 grupos envolvidos na coleta de dados, o que resultou em muitos registros escritos. Por esse motivo, utilizamos os registros coletados de uma turma para identificar os indicadores de alfabetização científica. Esclarecemos que os seis grupos foram identificados por letras maiúsculas, em ordem alfabética de A a F, de forma aleatória.

No início da coleta de dados, foi aplicado um questionário diagnóstico (APÊNDICE C), para conhecer um pouco mais os sujeitos da pesquisa e suas percepções sobre o processo ensino e aprendizagem de Ciências. Ao final, foi aplicado às turmas um questionário de avaliação da metodologia ABRP (APÊNDICE D); esse instrumento foi adaptado de uma pesquisa feita pelos autores Vasconcelos, Amador, Soares e Pinto (2012).

Os alunos que participaram do grupo focal foram indicados por seus grupos. A pesquisadora tinha em mãos um roteiro de perguntas (APÊNDICE E) que direcionavam para a busca de opiniões dos alunos (utilizou-se um gravador de voz), em torno das etapas e atividades vivenciadas por eles ao final da intervenção pedagógica; posteriormente, essas falas foram transcritas.

O quadro 4 a seguir é um resumo dos métodos de coleta e análise utilizados nesta pesquisa, e foi construída para auxiliar na compreensão do caminho construído no decorrer da investigação:

Quadro 4 – Métodos de coleta e análise adotados na pesquisa.

Métodos de Coleta de dados	Referencial de Análise	Objetivos
Diário de campo	Ludke e André (1986)	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar os comportamentos e situações vivenciadas no cotidiano da investigação. • Refletir sobre as observações feitas durante a coleta de dados.
Questionário	Ludke e André (1986)	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer algumas características das turmas envolvidas na pesquisa, em relação ao aprender Ciências. • Conhecer a opinião dos alunos quanto à metodologia ABRP e sua aplicação nas aulas de Ciências.
Entrevista de grupo focal	Bogdan e Biklen (1994)	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar as opiniões coletivas a partir das falas individuais quanto à metodologia ABRP aplicada.
Instrumento de análise, avaliação e validação do planejamento da ABRP.	Amado (2014)	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer a percepção dos professores especialistas na metodologia ABRP quanto às propostas planejadas.
Registros escritos e desenhos dos alunos	Sasseron e Carvalho (2008) Dalghen e Oberg <i>et.al</i> , 2001 <i>apud</i> LOUREIRO, 2008, p. 35. Kress <i>et. al</i> , 1998; Marquez <i>et. al</i> , 2003 <i>apud</i> SASSERON, 2008, p. 46-50.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar a presença de indicadores de Alfabetização Científica. • Classificar as questões formuladas pelos alunos quanto a seu nível cognitivo. • Analisar o tipo de relação existente entre o texto escrito e o desenho/imagem.

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

3.5 CATEGORIAS DA PESQUISA

Nessa pesquisa qualitativa, dado o volume de dados produzidos, por meio dos registros dos alunos, desenhos, questionários, houve a necessidade de organizá-los em categorias, uma vez que seria impossível atingir a compreensão do todo. Por isso, as habilidades identificadas na expressão escrita receberam maior espaço na análise dos dados da pesquisa, pois iam ao encontro dos nossos objetivos em investigar o potencial da metodologia ABRP no ensino de Ciências como facilitadora ou promotora de Alfabetização Científica durante a resolução dos problemas investigados pelos alunos.

Para isso, apropriamo-nos dos indicadores propostos por Sasseron e Carvalho (2008) como forma de análise dos registros escritos e desenhos dos alunos construídos durante a aplicação das ABRPs. Sempre que identificados nos registros, eram escritos em negrito para melhor visualização; são eles: seriação de informações, organização de informações, classificação de informações, raciocínio lógico, raciocínio proporcional, levantamento de hipóteses, teste de hipóteses, justificativa, previsão e explicação. Neste sentido, utilizamos os textos e desenhos feitos pelos grupos durante algumas etapas do ciclo tutorial da metodologia ABRP, como:

- O preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP;
- a elaboração do produto final;
- a aplicação dos saberes.

Esclarecemos, desde já, que devido ao grande volume de dados gerados na aplicação da segunda proposta - 'O mistério do amido' -, com três turmas de 7º anos, optamos por analisar os dados de uma turma. Selecionamos os registros escritos e desenhos produzidos pelo 7º ano A, por ser uma turma com perfil comum às demais turmas da escola, com pouca participação dos alunos nas aulas e baixo rendimento, características que preocupam e desafiam a comunidade escolar.

Na etapa de preenchimento da ficha de monitoramento, uma das ações mais importantes a serem realizadas pelos alunos é a elaboração das questões relacionadas ao problema apresentado. O nível cognitivo das questões vai interferir no rumo da investigação científica. Neste sentido, utilizou-se a classificação proposta por Dalghen e Oberg (2001) apud Loureiro (2008) para analisar o nível cognitivo das questões elaboradas pelos alunos nas ABRPs; os autores estabeleceram uma hierarquia para as questões: das mais superficiais às mais complexas, ficando assim: enciclopédico, de compreensão, relacionais, de avaliação e procura de solução.

Já na etapa de elaboração do produto final, além dos indicadores de AC identificados nos textos, foi preciso utilizar-se de outro aporte teórico (Kress *et. al*, 1998; Marquez *et. al*, 2003 apud SASSERON, 2008, p. 46-50) para analisar as imagens e os desenhos que acompanhavam as duas atividades solicitadas. No primeiro cenário - 'Da mandioca à farinha' - eram fotografias que deveriam ser

utilizadas junto ao texto descritivo; já no segundo cenário - 'O mistério do amido' - foi solicitado um desenho para acompanhar o texto explicativo. Nos dois casos, buscamos identificar, nos produtos finais, os tipos de relações estabelecidos entre os dois modos de comunicação, se havia a cooperação (mesma função) ou a especialização (funções diferentes).

4 CONTEXTO DA PESQUISA

4.1 UM POUCO DA HISTÓRIA E ESTRUTURA DA ESCOLA

A Escola Municipal Placidino Passos, também conhecida por ‘Polivalente’, foi criada nos moldes dos ginásios polivalentes durante o período do regime militar, com a finalidade de atender aos objetivos da reforma educacional prevista na Lei nº 5692/71, que previa a formação de jovens para a vida profissional, suprindo assim a sociedade de mão de obra qualificada. Nesta época, foi firmado um acordo entre o Ministério de Educação e Cultura e a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (MEC-USAID) por meio do qual foram disponibilizados recursos financeiros para os estados investirem na construção de várias escolas modelos ou ginásios polivalentes, dentre os quais, o ginásio polivalente de Aracruz que foi inaugurado em 1975, com o nome de Escola de 1º Grau Placidino Passos (figura 2), em homenagem ao professor e alfabetizador que trabalhou em Santa Cruz, distrito localizado na orla de Aracruz.

Figura 2 – Entrada da antiga escola Placidino Passos.



Fonte: Arquivo da EMEF Placidino Passos, 2001.

Figura 3 – Entrada principal do atual prédio da escola.



Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora, 2014.

Após trinta anos de funcionamento, o prédio do antigo ginásio polivalente foi demolido por não apresentar mais condições e segurança para alunos e funcionários da escola. Em 2007, a escola recebeu uma nova sede composta por seis blocos que tem ao centro um pátio com área reservada para o refeitório (figura 3 e 4).

Figura 4 – Vista panorâmica da escola atual.



Fonte: <http://www.aracruz.es.gov.br>. Acesso em: 07 jul. 2014.

O maior bloco é formado por 22 salas de aula e uma grande rampa (figura 5) de acesso ao segundo pavimento. Um bloco atende à parte administrativa, formada pela direção, apoio pedagógico, secretaria e sala de professores. O menor bloco compreende a cozinha, cantina e almoxarifado. A parte de suporte pedagógico fica separada e é formada por: laboratório de ciências (figura 6), dois laboratórios de informática, sala de artes, duas salas multiuso e biblioteca (figura 7). No *hall* de entrada há uma exposição permanente de objetos e livros pertencentes ao professor Placidino Passos. Além disso, a escola possui um amplo auditório (figura 8), duas quadras para educação física, campo de futebol-soquete e uma extensa área verde composta por árvores e gramado.

Figura 5 – Rampa de acesso às salas de aulas



Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora, 2014.

Figura 6 – Laboratório de Ciências da escola.



Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora, 2014.

Figura 7 – Biblioteca Prof. Luís Manoel Peroba Chaves.



Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora, 2014.

Figura 8 – Auditório da escola



Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora, 2014.

4.2. O FUNCIONAMENTO DA ESCOLA

A escola oferece no turno diurno o nível fundamental regular do 1º ao 9º ano e, mais recentemente, a modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA) para alunos dos anos finais, defasados em idade/série. Seus horários de atendimento ocorrem no matutino das 7h às 11h30min e no vespertino das 12h30min às 17h. Apesar de a escola estar localizada no centro, a maioria dos alunos são oriundos de diferentes bairros, lugarejos e distritos do município. Segundo levantamento realizado pela direção da escola, no ano de 2014 foram atendidas 62 comunidades. De acordo com a Proposta Política Pedagógica (PPP) da escola, essa diversidade de localidades dificulta a caracterização da comunidade escolar e a participação da família na escola.

Atualmente, a escola tem 942 alunos matriculados em 35 turmas de ensino fundamental, assim distribuídas: 12 de anos iniciais, 20 de anos finais e 03 turmas de EJA. O quadro 5 a seguir traz o quantitativo de turmas por turno no ano de 2014.

Quadro 5 – Quantitativo de turmas de 1º ao 9º ano da escola em 2014.

Ciclo/Ano	Matutino Nº de turmas	Vespertino Nº de turmas
1º ano	-	02
2º ano	01	02
3º ano	01	02
4º ano	01	01
5º ano	01	01
6º ano	03	04
7º ano	03	02
8º ano	03	01
9º ano	03	01
EJA – Fase III	01	-
EJA – Fase IV	01	01

Fonte: Secretaria da EMEF Placidino Passos, 2014.

É preciso ressaltar que a escola aderiu, a partir de 2007, à organização de ciclo de formação para trabalhar com alunos de faixa etária de 6 a 9 anos, o chamado Ciclo da Infância. Este sistema de organização difere na forma de avaliação e no acompanhamento do rendimento dos alunos. A partir de 2014, foram criadas três turmas de Educação de Jovens e Adultos, tendo em vista a redução dos elevados índices de alunos defasados, que, segundo o PPP, chegou a 35,6% no ano de 2013. Na EJA, a Fase III equivale ao estudo do 6º e 7º anos, e a Fase IV equivale ao 8º e 9º anos, de acordo com orientações da Secretaria Municipal de Educação.

Para o atendimento aos alunos, a escola conta com 111 funcionários, distribuídos nas seguintes funções: diretor (1), coordenador pedagógico (1), coordenadores de turno (2), apoios de Coordenação (4), pedagogos (4), professores da Sala de Recurso (2), psicólogo (1), fonoaudiólogo (1), terapeuta ocupacional (1), auxiliares de biblioteca (4), auxiliares de secretaria (7), secretária (1), manipuladores de alimentos (4), professores (40), instrutores de Informática (4), vigias (2), auxiliares de serviços gerais (14), cuidadores ou auxiliares de professor na educação especial (18).

A escola foi projetada de forma a favorecer a acessibilidade aos alunos cadeirantes e com outras necessidades educativas especiais. Os alunos com deficiências contam com uma proposta educativa específica, que envolve uma equipe

multidisciplinar, (psicólogo, fonoaudiólogo, terapeuta ocupacional) professor da sala de recurso, cuidador, professor regente e pedagogo. O atendimento individual segue um plano de intervenção pedagógica a ser desenvolvido pelo professor da sala de recurso com vistas ao desenvolvimento global do aluno e uma proposta para ser desenvolvida na sala de aula, o qual deve contemplar o currículo regular com adaptações.

A escola dispõe de uma sala de recurso multifuncional para realizar o Atendimento Educacional Especializado (AEE). Essa sala possui mobiliário, materiais didáticos e pedagógicos, recursos de acessibilidade e equipamentos específicos para o atendimento dos alunos que são público alvo da Educação Especial e que necessitam do AEE e são atendidos pela equipe multidisciplinar em horários alternados com as aulas na turma onde estão matriculados.

A escola zela pela valorização e conservação do patrimônio escolar, com um trabalho constante e rotineiro entre os alunos. As salas de aulas que atendem às turmas dos anos finais do ensino fundamental funcionam como salas-ambientes. Cada disciplina possui uma sala, onde os professores guardam e organizam seus materiais e carteiras da forma que planejam. Nesse sistema, escolhido pelos professores desde que mudaram para o novo prédio, os alunos trocam de sala a cada sinal e já se mostram adaptados a este rodízio.

No início do ano, as normas e regulamentos são compartilhados com a comunidade escolar. A equipe pedagógica e professores orientam as turmas sobre o contrato didático, documento interno construído com base no Regimento Escolar Comum. As ocorrências graves e as infrações são registradas, em caderno específico para cada turma, pelo professor e coordenador de turno. Os pais ou responsáveis são chamados sempre à escola quando o aluno ultrapassa os limites e as normas estabelecidos pelo Regimento ou quando apresenta baixo rendimento escolar.

A escola atualmente está passando por um momento de reformulação da Proposta Político-Pedagógica (PPP) em encontros destinados ao planejamento coletivo, que ocorre às terças-feiras das 17 às 19 h. Nesse processo, uma nova missão já foi definida pelo grupo: a de “Proporcionar um ensino de qualidade, contextualizado e inclusivo, dentro de um processo ensino-aprendizagem, visando o aprimoramento do

educando em sua formação integral.” Também se definiu uma nova visão para a escola, segundo o PPP (2014):

Ser um espaço que tenha a função de ensinar ao aluno, proporcionando-lhe a capacidade de conhecer, produzir, transformar, conviver, ser, pensar e argumentar, tendo em vista a formação do cidadão que contribua para a construção de uma sociedade mais solidária e humana. (PPP - EMEF Placidino Passos, 2014, p. 4.)

Neste sentido, a escola, preocupada com o baixo rendimento escolar, tem, nos últimos anos, buscado diagnosticar e minimizar os principais problemas referentes às várias dimensões que a envolvem, como: distorção e aproveitamento, ensino e aprendizagem, gestão e comunidade escolar.

No ano de 2011, a escola foi escolhida pelo Ministério da Educação para elaborar o Plano de Desenvolvimento da Escola, o PDE interativo, que visa à melhoria nos baixos resultados, reforçados por avaliações externas e pelo Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), que é obtido pelas notas da Prova Brasil e da relação aprovação/reprovação/evasão. No quadro 6 abaixo, podemos constatar, um crescimento considerável ocorrido no período 2011-2013.

Quadro 6 – Ideb observado na EMEF Placidino Passos.

SÉRIE/ANO	2005	2007	2009	2011	2013
4ª série /5º ano	4.2	4.2	5.3	5.1	6.5
8ª série/ 9º ano	3.7	3.8	3.6	3.4	4.5

Fonte: ideb.inep.gov.br. Acesso em: 09 de set. 2014.

Conforme aponta a Proposta Político-Pedagógica (PPP) da escola, a taxa de reprovação tem diminuído nos últimos três anos, resultado de intervenções no processo ensino e aprendizagem e no acompanhamento do rendimento escolar ao longo do ano pela equipe pedagógica, em contato com a família.

A frequência exigida pelos alunos deve ser igual ou superior a 75% das aulas dadas, seu monitoramento feito frequentemente pela secretaria e equipe pedagógica, na medida em que a escola apresenta uma característica peculiar no grande trânsito de matrículas e transferências ao longo do ano. Quanto às notas trimestrais, elas são calculadas segundo critérios definidos no PPP da Escola, pela soma de 60% de provas e testes e 40% de trabalhos, atividades, participação, etc. A distribuição dos

valores por trimestre (quadro 7) segue o que foi estabelecido pela Secretaria Municipal de Educação:

Quadro 7 – Pontuação máxima e mínima de cada trimestre.

	1º Trimestre	2º Trimestre	3º Trimestre	Total de pontos
Valor máximo	30	30	40	100
Valor mínimo	18	18	24	60

Fonte: Proposta Político Pedagógica da EMEF Placidino Passos, 2014.

Quanto à dimensão ensino e aprendizagem, o professor com carga horária de 25 horas semanais realiza cinco horas de planejamento na escola. Para melhor organização e viabilização dos encontros dos professores, por disciplina ou área de conhecimento, no próprio turno de trabalho, a escola organiza os planejamentos seguindo as orientações da Secretaria Municipal de Educação:

- **Segundas-feiras:** professores de história.
- **Terças-feiras:** professores de língua portuguesa e inglês
- **Quartas-feiras:** professores de matemática
- **Quintas-feiras:** professores de ciências, educação física e arte.
- **Sextas-feiras:** professores de geografia

Nesse momento, os professores das disciplinas podem compartilhar uns com os outros suas experiências na sala de aula e contar com o apoio do professor de suporte pedagógico (Pedagogo) e com o coordenador de área. Trata-se de um tempo fundamental à medida que possibilita interação entre os professores, garantia de tempo dedicado ao planejamento de suas aulas, conversa sobre casos de alunos com baixo rendimento e elaboração de propostas de intervenção ou recuperação paralela.

A escola além de oferecer o ensino dos conteúdos curriculares das disciplinas do núcleo comum e parte diversificada, também desenvolve projetos e ações permanentes, como oficinas extracurriculares vinculadas ao Programa Federal 'Mais Educação', Projeto Municipal de Leitura 'Comunidade de leitores'; Treinamento Esportivo, Festa Julina, Dia da Família na Escola, Interclasse (ação esportiva entre turmas) e Mostra Cultural (figura 9); este último item é um momento novo na escola, que visa à valorização e à socialização das atividades pedagógicas durante o ano letivo, com ocorrência no final do ano.

Figura 9 – Cartaz da I Mostra do Conhecimento.



Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora, 2013.

4.3. CARACTERIZAÇÃO DAS TURMAS

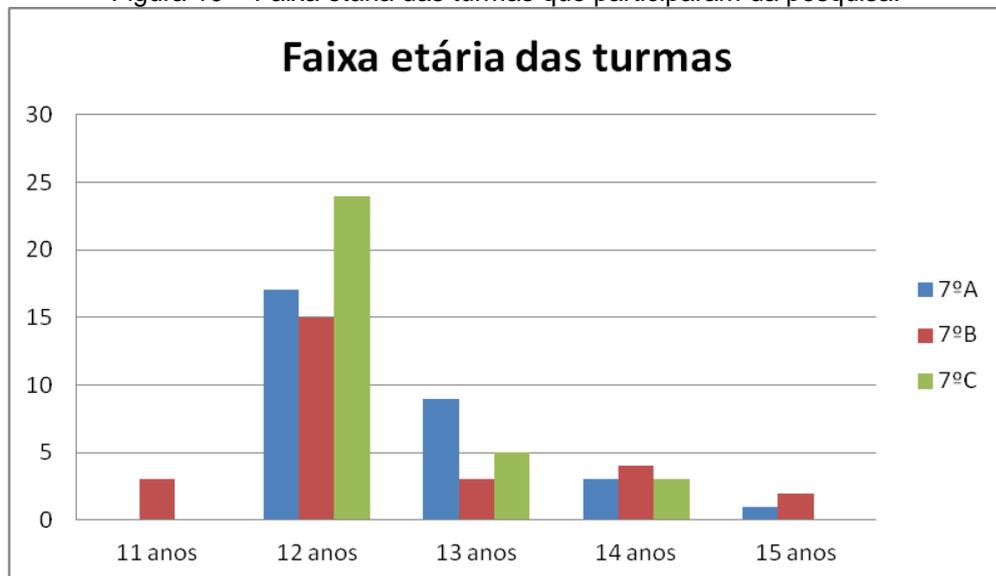
Na pesquisa, tivemos uma turma de 7º ano participando da aplicação da primeira proposta de trabalho com a ABRP 'Da mandioca à farinha', nos meses de outubro e novembro de 2013, e três turmas de 7º ano participando da proposta 'O mistério do amido', durante os meses de março a abril de 2014. Buscou-se, nesse momento, conhecer alguns aspectos socioeconômicos dos alunos que pudessem ajudar na discussão dos dados.

A primeira turma era formada por 30 alunos com idade entre 12 e 14 anos, sendo que dezessete do sexo masculino e treze do sexo feminino. Essa turma, que apresentava um rendimento escolar de regular para satisfatório, era considerada pouco indisciplinada e também pouco agressiva entre colegas, mas com características comuns às demais, como: de muita conversa paralela, brincadeiras entre meninos, desatenção, falta de concentração nas atividades, dentre outros. Junto à turma havia três alunos com necessidades especiais, dos quais dois com cuidadores ou APEEs (auxiliares de professor na Educação Especial) que frequentavam a metade da carga horária semanal de aulas de Ciências e o restante em atividades desenvolvidas na sala de recursos.

Participaram da segunda proposta de trabalho três turmas de 7º ano do turno matutino. Do total de alunos matriculados, 89 responderam ao questionário

diagnóstico e 07 não participaram, ficando assim distribuídos: 30 são alunos do 7^oA, 27, do 7^oB, e 32, do 7^oC. Do total de alunos participantes, 46 são do sexo masculino e 43 do sexo feminino. A faixa etária das turmas envolvidas ficou entre 11 a 15 anos (figura 10), com um reduzido número de alunos defasados na idade/série, realidade que, em anos anteriores, era pouco comum. Esta redução deve-se ao aumento no número de alunos aprovados no resultado final de 2012 e ao remanejamento de alunos acima da idade/ano/série para a turma da Fase III da Educação de Jovens e Adultos (EJA), no matutino. Esta intervenção foi necessária devido ao alto índice de reprovação da escola nos anos finais do ensino fundamental em anos anteriores.

Figura 10 – Faixa etária das turmas que participaram da pesquisa.



Fonte: Elab. pela autora a partir de questionário (APÊNDICE C), 2014.

O perfil das turmas era diferente em relação ao comportamento e ao rendimento, conforme observações da professora/pesquisadora. A turma do 7^oA poderia ser considerada razoavelmente disciplinada, mas com pouco compromisso com os estudos. A turma do 7^oB era a mais indisciplinada e com baixo desempenho. Já a turma do 7^oC pode ser considerada a mais disciplinada entre todas e apresentava um desempenho satisfatório nas tarefas. Esta turma tinha dois alunos com necessidades especiais, um deles com cuidador ou APEE - que participavam integralmente das aulas.

A Emef Placidino Passos está localizada no centro do município de Aracruz, onde parte dos moradores que detêm melhores condições econômicas matriculam seus filhos geralmente em escolas particulares da cidade. Diante disso, a escola possui poucos alunos matriculados que são moradores próximos, disponibilizando muitas

vagas para matrícula preenchidas por alunos oriundos de diferentes bairros periféricos, não sendo assim uma escola de comunidade, mas de várias comunidades e com realidades bem distintas. O número de bairros identificados em cada turma selecionada para a pesquisa foram 19 bairros no 7ºA, 15, no 7ºB, e 14, no 7ºC.

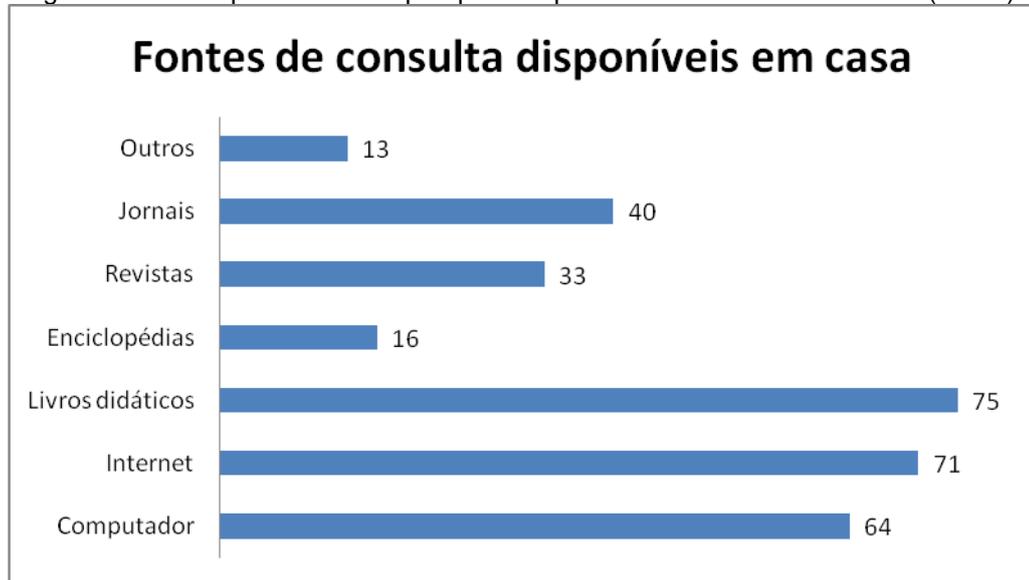
Em cada turma, o máximo de alunos que moravam em um mesmo bairro não ultrapassava cinco alunos. Esses dados justificam a falta de apoio dos pais na realização de trabalhos individuais e em grupos fora do horário de aula, principalmente quando se exige do aluno um deslocamento para outro bairro da cidade ou o retorno à biblioteca da escola, o que dificulta, na percepção da família, o controle e a segurança dos filhos. Por essa razão, foi firmado um acordo entre a escola e os pais para que não houvesse trabalhos escolares em grupos fora do horário de aula; quando necessários, eles seriam realizados individualmente, sem punição ou perda para o aluno.

Apesar disso, os alunos consideravam importante o trabalho em grupos nas aulas de Ciências; 37% encontravam dificuldades ao fazer esse tipo de atividade fora da escola, alegando que a distância da casa dos colegas era o seu principal obstáculo, como podemos observar na fala de aluno do 7ºA: “Às vezes não posso ir na casa do colega pois mora muito longe”. Isso corrobora com as justificativas dos pais. Fizemos esta pergunta devido à metodologia ABRP envolver o trabalho colaborativo como um dos seus principais pressupostos, o que muitas vezes durante a investigação, requeria que os grupos se encontrassem fora do horário de aula e em outro lugar, como a casa de um colega ou na própria escola, para concluir alguma etapa do ciclo tutorial que não foi cumprida em sala de aula.

O acordo, apesar dos motivos apresentados, limitava o trabalho de grupo apenas ao tempo da sala de aula, o que exigia um número de aulas maior do que o previsto no planejamento. Então, a fim de conhecer a realidade dos sujeitos da pesquisa, queríamos saber quando haveria necessidade de uma pesquisa de informações por parte de cada componente do grupo fora da escola e quais recursos teriam disponíveis em casa para fazer suas pesquisas de Ciências. Os resultados referem-se ao total das três turmas de 2014 (figura 11); a maioria dos alunos respondeu ter

em casa computador (71,9%), acesso a internet (79,7%) e aos livros didáticos (84,2%) para auxiliar nas pesquisas escolares.

Figura 11 – Principais fontes de pesquisa disponíveis nas casas dos alunos (n^o=89).



Fonte: Elab. pela autora a partir de questionário, 2014.

Na metodologia ABRP, o ensino está centrado no aluno, exigindo compromisso do aluno e do professor envolvidos no processo; caberá ao professor elaborar e mediar o problema; ao aluno empenhar-se na busca da solução, recorrendo a procedimentos, atitudes e conceitos importantes a serem desenvolvidos. Neste sentido, perguntamos aos alunos, como deveria ser a postura ou o que deveria fazer o aluno durante uma investigação científica, partindo do pressuposto de que as turmas já haviam participado de uma proposta com base no ensino de Ciências na ABRP, e por isso já tinham certa familiaridade com os passos da metodologia. Classificamos as respostas dadas utilizando como critério o tipo de postura (passiva, ativa, ativa e colaborativa) que, na opinião do aluno, é necessária durante a investigação de um problema (quadro 8).

Quadro 8 – Tipos de posturas indicadas pelos alunos frente a uma investigação científica.

Categories	7ºA Nº 30	7ºB Nº27	7ºC Nº32	TOTAL 89	Exemplos
Postura passiva	10	12	09	31 34,8%	<p><u>Aluno A:</u> “Tem que prestar muita atenção para que possamos memorizar e explicar para o professor”.</p> <p><u>Aluno B:</u> “Prestar atenção no que a professora fala”.</p> <p><u>Aluno C:</u> “Prestar muito atenção para aprender tudo para que depois não ficar perguntando”.</p> <p><u>Aluno D:</u> “Deve prestar muito atenção na explicação do professor para fazer uma investigação”.</p>
Postura ativa	11	07	15	33 37,0%	<p><u>Aluno E:</u> “Pesquisar sobre o assunto, perguntar todas as dúvidas ao professor e principalmente ter vontade de investigar o problema”.</p> <p><u>Aluno F:</u> “Procurar por respostas e hipóteses que ajudem na investigação”.</p> <p><u>Aluno G:</u> “O aluno deve ter o máximo de atenção e foco no que ele está procurando. Devemos procurar em livros, internet, etc”.</p>
Postura ativa/colaborativa	07	05	06	18 20,2%	<p><u>Aluno H:</u> “Estudar muito, ter muito interesse e caso for em grupo ter competência para ajudar os integrantes”.</p> <p><u>Aluno I:</u> “Pesquisar sobre o assunto, dialogar com o grupo para entender o assunto”.</p>
Outros	02	02	01	05 5,6%	-
Não responderam	00	01	01	02 2,2%	-

Fonte: Elab. pela autora a partir de questionário - questão nº06, (APÊNDICE C), 2014.

Observa-se que a postura passiva, aquela em que o aluno apenas espera do professor a explicação do conteúdo, aparece em segundo lugar com 34,8%. Ao utilizar a expressão ‘prestar atenção’ como condição para investigar um problema, pode-se afirmar que o aluno sinaliza certo compromisso com o aprender, mas condiciona sua aprendizagem à explicação do professor diante da turma, indo contra os pressupostos da metodologia ABRP, que exige do professor um papel de mediador no processo, e, do aluno, uma postura ativa na construção do conhecimento. Neste sentido, 37% dos alunos revelam a necessidade de uma

postura mais ativa diante de uma investigação, reforçada, em suas respostas, pelos seguintes verbos: pesquisar, buscar, investigar, perguntar, interessar, concluir, resolver, entre outros; tais ações apresentam evidências de uma postura ativa do aluno que não espera tudo pronto do professor.

A metodologia ABRP prevê um sujeito ativo na aprendizagem, mas que saiba trabalhar de forma colaborativa durante a busca da solução para o problema. Observa-se que 20,2% das respostas apontam sinais da importância do trabalho em equipe para aprender Ciências, além do compromisso individual na investigação. O aluno que reconhece sua postura ativa e colaborativa na resolução do problema mostra maior sintonia com os princípios da ABRP no ensino de Ciências.

Partir de um problema do cotidiano também é um pressuposto que envolve a proposta de trabalho com base na metodologia ABRP, por isso, almeja-se que um cenário contextualizado possa despertar maior interesse e motivação nos alunos pelas aulas de Ciências. Pensando nisso, perguntamos aos alunos de que forma os conteúdos de Ciências podem ajudar no seu dia a dia. Agrupamos as respostas de acordo com as seguintes categorias identificadas: conhecimento, aplicação cotidiana, mercado de trabalho e outros (quadro 9).

Quadro 9 – Importância dada pelos alunos aos conteúdos de Ciências no seu cotidiano.

Categorias	7ºA Nº 30	7ºB Nº27	7ºC Nº32	TOTAL 89	Exemplos
Conhecimento	15	14	20	49 55,0%	<u>Aluno A:</u> “Porque a gente sempre precisa saber um pouquinho disso, um pouquinho daquilo”. <u>Aluno B:</u> “Quando eu tiver alguma dúvida ou alguém me perguntar eu saberei responder”. <u>Aluno C:</u> “Porque você aprende mais e consegue passar de ano”. <u>Aluno D:</u> “Caso ocorra uma prova, uma atividade avaliativa, etc”. <u>Aluno E:</u> “Porque ciência amplia o conhecimento”.
Aplicação cotidiana	10	08	08	26 29,2%	<u>Aluno F:</u> “Ajuda a prevenir doenças.” <u>Aluno G:</u> “Para tirar a dificuldade de outras pessoas e ajudar eu mesmo.” <u>Aluno H:</u> “Ajuda a gente ter uma vida mais saudável”.
Mercado de trabalho	01	02	01	04 4,4%	<u>Aluno I:</u> “Por que quando eu for maior de idade, eu posso ser uma professora de ciências ou de outras matérias”. <u>Aluno J:</u> “Por que podemos precisar no futuro, para conseguir uma boa profissão”.
Outros	00	01	02	03 3,3%	-
Não responderam	04	02	01	07 7,8%	-

Fonte: Elab. pela autora a partir de questionário - questão nº02, (APÊNDICE C) 2014.

Observa-se que 55% dos alunos consideram que os conteúdos de Ciências aprendidos na escola ajudam a ter conhecimento sobre assuntos diversos. Vale a pena ressaltar, que, o saber ciência aqui é visto sem nenhuma aplicação deste com o cotidiano ou escolhas no dia a dia, mas apenas como possibilidade de formar um indivíduo bem informado na sociedade. Estas respostas podem ser reflexo de um ensino de Ciências fragmentado e descontextualizado ao longo dos anos iniciais e finais do ensino fundamental. Cerca de 29,2% dos alunos mostraram nas respostas uma visão utilitária da ciência que não é consenso entre professores e pesquisadores, segundo este argumento, aprender conteúdos científicos é indispensável a vida dos cidadãos (REIS, 2006). A visão de aprender Ciências para preparar para o mercado de trabalho aparece apenas em 4,4% das respostas, sinalizando uma pequena e normal preocupação nesta faixa etária com a formação superior e o futuro.

4.4 ALGUNS ASPECTOS HISTÓRICOS, POLÍTICOS ECONÔMICOS DO MUNICÍPIO DE ARACRUZ

Deseja-se neste item dar maior destaque aos aspectos históricos, culturais, sociais e econômicos que cercam o local onde moram os sujeitos da pesquisa, justificando-se a escolha do tema sociocientífico 'Agricultura e Alimentos' para o desenvolvimento da proposta de ensino para a ABRP.

Coutinho (2006) descreve a história de Aracruz por meio de seis períodos. No primeiro período, chamado de Primitivismo (Pré-1500) é marcado pelos sambaquis ao longo dos rios Piraquê-Açu, Riacho e Comboios. Bem mais tarde, chegaram os povos indígenas ceramistas, por volta do ano 500 da era cristã, que contavam com três tradições culturais: Tupi-Guarani, Aratu e Uma. No Colonialismo (1500-1810), é criado pelos portugueses e jesuítas o lugarejo de Aldeia Nova e de Campos de Riacho, que serviria para a catequização dos indígenas, sendo mais tarde abandonada e repovoada por portugueses, com um novo nome, Aldeia Velha. Já no Neocolonialismo (1810-1930) ocorreram a emancipação política de Santa Cruz, primeira sede do município, e a chegada dos imigrantes italianos.

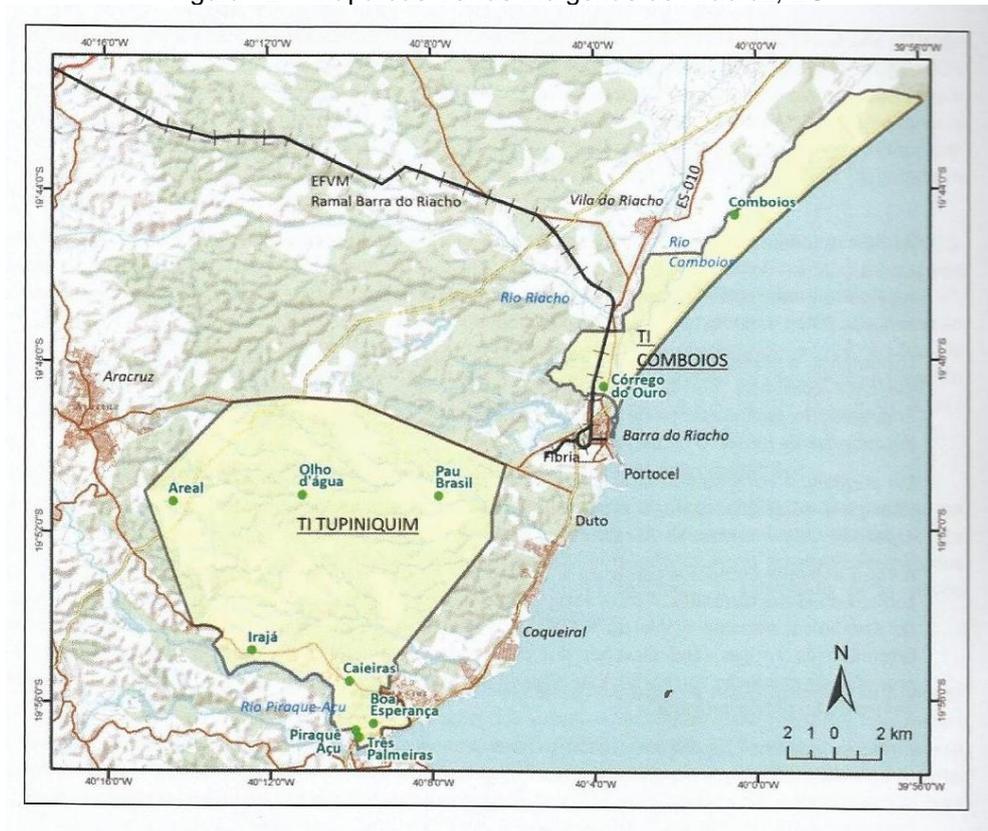
O quarto período, denominado pelo autor de Nacionalismo Desenvolvimentista (1930-1964), é marcado pelo início do desmatamento da Mata Atlântica pelas serrarias e carvoarias, como também ocorre à transferência da sede do município para o povoado de Sauaçu, passando a se chamar Aracruz, que significa "pedra do altar da cruz". Na década de 70, 80 e 90, o município passa, segundo o autor, pela Modernização Dependente, quando surgem os impactos positivos e negativos com a chegada da fábrica de celulose, a melhoria na qualidade de vida dos cidadãos na sede e o enfraquecimento da agricultura. Também é destaque nesse momento as lutas pelas demarcações das terras indígenas.

O último período, chamado de Globalização Subordinada, começa em 1990 e vai até os nossos dias, é marcado pela expansão da fábrica de celulose, chegada de outras empresas e um considerável aumento populacional. Atualmente, a economia do município é marcada pelo setor da indústria, comércio, serviços e agropecuária.

Em meio à expansão da fábrica de celulose e a enorme área de terras agora ocupadas por florestas de eucalipto, sua matéria-prima principal, a agricultura no

município de Aracruz tem no trabalho dos pequenos produtores rurais, o cultivo de feijão, milho e mandioca como as principais culturas alimentares temporárias, e o café como a sua principal atividade agrícola. Como Aracruz é o único município capixaba que possui aldeias indígenas com duas etnias - Tupiniquim e Guarani - a agricultura familiar está presente também entre estes povos, como forma de subsistência e segurança familiar. Destacamos, entre as oito aldeias indígenas do município, a aldeia Pau Brasil (figura 12), por ser um espaço de educação não formal, onde ocorreu parte da coleta de dados para esta pesquisa. A aldeia, onde habitam os índios tupiniquins, está limitada ao norte pela rodovia ES-257 e ao sul pelo córrego Sahy, onde habitam índios Tupiniquins. Ali os índios têm suas terras ocupadas por cultivos de mandioca, café, abacaxi, entre outros.

Figura 12 – Mapa das Terras Indígenas de Aracruz, ES.



Fonte: VALE, 2013, p. 18.

Neste contexto, Aracruz desponta como um município que tem seu território com grandes áreas de terras cobertas pela monocultura do eucalipto, que marcam a história de seu desenvolvimento nas últimas décadas, mas em que, em meio aos poucos fragmentos de terras cultiváveis, pequenos produtores tentam manter sua

subsistência. Dentre os cultivos utilizados para este fim, está o cultivo da mandioca, que, entre os povos indígenas e brancos, é uma fonte de alimento e renda.

4.5 O TEMA SOCIOCIENTÍFICO 'AGRICULTURA E ALIMENTOS' NOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

A importância dada ao tema alimentação pelo ser humano é facilmente observada nos meios de divulgação científica; não é difícil para o professor de Ciências, em nível fundamental, encontrar trabalhos e textos informativos que falam da fome, subnutrição, obesidade, entre outros conteúdos. Já a associação do tema alimentos com agricultura, raramente aparece em um mesmo trabalho, talvez pelo pouco material acessível que fale da história dos alimentos e da história das agriculturas no mundo.

A interdependência da agricultura e do alimento iniciou-se no período neolítico e continua até os dias atuais. Mazoyer e Roudart (2010) fazem, na introdução de seu livro, uma previsão para o que aconteceria se o homem resolvesse parar de cultivar a terra.

Se o homem abandonasse todos os ecossistemas cultivados do planeta, estes retornariam rapidamente a um estado de natureza próximo daquele no qual ele se encontrava há 10 mil anos [...] os nove décimos da população humana pereceriam, pois, neste jardim do Éden, a simples predação (caça, pesca e colheita) certamente não permitiria alimentar mais de meio milhão de homens. Se tal “desastre ecológico” acontecesse, a indústria – que não está à altura de sintetizar em grande escala a alimentação da humanidade e não o fará tão cedo – seria um recurso paupérrimo. Tanto para alimentar vinte milhões de homens como para alimentar cinco, não outra via senão cultivar o planeta multiplicando as plantas e os animais domésticos, dominando a vegetação e a fauna selvagem (MAZOYER & ROUDART, 2010, p.41)

A agricultura e o alimento são temas que se integram e formam um sistema dinâmico, complexo e de grande diversidade; por essa razão, podem ser estudados juntos nas aulas de Ciências, sem fragmentação de conteúdos. Faz-se necessário pensar nesta temática, de forma que se crie uma base de conhecimentos científicos, integrando a nossa cultura em geral, que possibilite a todos aqueles que desejarem entender sua complexidade e intervir criticamente no futuro. O que escolhemos pôr à mesa para comer teve seu início na agricultura, e neste processo produtivo de alimento, há alguém no início e no final que precisa ser notado.

O documento Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Ciências Naturais (BRASIL, 1998), no terceiro ciclo (6º e 7º anos), aponta a importância do aluno em reconhecer as diferentes tecnologias, ou artesanais ou domésticas, ou recentes ou modernas, para o desenvolvimento da agricultura e da obtenção de alimento ao longo da história da humanidade, ressaltando que

Diferentes tecnologias, ainda hoje utilizadas, tiveram seus princípios inventados há muito tempo e que seu advento modificou a vida das comunidades humanas, interferiu no ambiente, no desenvolvimento social e, até mesmo, na compreensão do mundo (BRASIL, 1998, p. 79).

O eixo temático “Vida e Ambiente” propõe o ambiente cultivado como foco de investigações nesta etapa de ensino, destacando a ação do homem na preparação do solo para cultivo, as técnicas que utilizam para o controle da erosão, os cuidados durante o cultivo, o controle de pragas, etc. No eixo “Tecnologia e Sociedade” ressalta a importância de investigar técnicas artesanais ou domésticas na preparação de alimentos e de outros bens de consumo, para levar o estudante a entender a tecnologia como elemento importante no seu cotidiano e essencial na cultura de povos tradicionais.

Já o tema ‘alimentação’ ganha uma ampla abordagem neste ciclo, integrando os eixos temáticos “Ser humano e Saúde” e “Trabalho e Consumo”, além do tema transversal “Pluralidade Cultural”, justificando que “ a obtenção de alimentos depende de processos culturais e do trabalho humano, que está presente em cada alimento que consumimos”(BRASIL, 1998 p. 73). O conceito de alimentos é ampliado para além de sua função e transformações sofridas no organismo; agora, a ênfase também está na sua composição nutricional e as consequências de suas carências ou excesso no organismo humano. Destaca-se a análise dos próprios hábitos alimentares dos estudantes e na valorização e utilização dos alimentos regionais na escola. A discussão sobre a fome é destacada no documento por consequência da distribuição desigual de alimentos; também são citados a produção de alimentos no Brasil e no mundo, a publicidade e sua influência nos hábitos alimentares e o uso de agrotóxicos e aditivos químicos.

No último ciclo (8º e 9º anos) do ensino fundamental o tema ‘Agricultura e alimentos’ poderá ser aprofundado e estabelecer relações mais complexas, devido a sua diversidade de conteúdos ou abordagens. A retomada de conceitos abordados no ciclo anterior poderá trazer novos significados ao aluno em função de seu

desenvolvimento intelectual e social, como exemplo, o tema alimentos que agora vem com enfoque no seu aproveitamento em meio intracelular.

A ciência experimental dos povos indígenas brasileiros adquiridos pela observação do céu e da natureza e sua utilização na invenção de técnicas para a agricultura são formas de interligar os eixos “Terra e Universo” e “Vida e Ambiente”. Além disso, a seleção natural e artificial pode ser conteúdo conceitual a ser explorado no tema agricultura, selecionando-se um caso para conhecer sua história evolutiva. As características adaptativas das plantas são outros conteúdos possíveis neste tema, pois oportuniza-se o reconhecimento das vantagens que determinada espécie possui em relação às demais no ambiente cultivado, sob condições abióticas.

O eixo temático “Vida e Ambiente” tem ampla possibilidade de retomada de conceitos neste tema, já que nesta fase os estudantes contam com maior nível de maturidade intelectual, para melhor entendimento dos modos de reprodução das plantas, da nutrição vegetal, ciclos biogeoquímicos e do processo de decomposição.

Ao discutir sobre a agricultura, é importante considerá-la como atividade para obtenção de um recurso com diferentes utilidades para a sociedade. O documento exemplifica

É por meio dela que se obtêm materiais como a madeira, que é a um só tempo elemento construtivo – tábuas e vigas -, elemento energético – lenha – e matéria-prima industrial – papel. A mesma agricultura produz recursos energéticos, como o álcool, e, obviamente, os energéticos mais essenciais, os alimentos.(BRASIL, 1998 p. 109)

O documento ressalta que a agricultura precisa ser entendida como uma atividade de retirada de energia solar e de materiais do ambiente. Essa retirada provocaria uma necessária reposição, que o homem faz com uso de suas invenções e conhecimento. Assim, conteúdos poderão ser retomados, como o manejo do solo (plantio, adubação, etc), e outros introduzidos como o melhoramento genético e a biotecnologia.

A escolha do cultivo da mandioca para elaboração e aplicação desta proposta de trabalho deve-se ao fato, de atualmente, a mandioca estar entre as mais importantes culturas de subsistência nas áreas tropicais do mundo. De acordo com dados da Organização para Agricultura e Alimentos (FAO, na sigla em inglês) das Nações Unidas, suas raízes são consumidas por 800 milhões de pessoas diariamente,

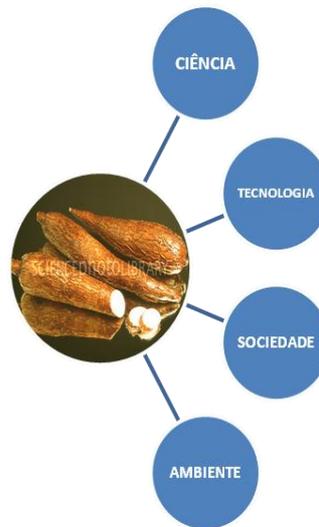
sendo a principal fonte de calorias em várias regiões do mundo, inclusive no Brasil, na região Nordeste.

As muitas qualidades atribuídas à mandioca fizeram-na receber atenção prioritária na pesquisa e melhoramento genético. A sua alta produtividade, a boa adaptação em qualquer tipo de solo, a grande eficiência energética, a resistência à falta de chuvas, o modo de reprodução vegetal simples, entre outros, despertaram o interesse não apenas nos agricultores brasileiros, mas também em outros continentes. Atualmente, a Nigéria é o maior produtor de mandioca da África e do mundo; já a Índia vem crescendo na produtividade graças a seu programa de melhoramento genético; por outro lado, a América do Sul tem tido uma queda na produtividade nos últimos trinta anos (NASSAR, 2006).

A situação atual da mandioca no quadro mundial, tanto como alimento como na agricultura, revela um reconhecimento mundial no seu valor nutricional e econômico, e, ao mesmo tempo, uma indiferença (muitas vezes uma conotação depreciativa) a uma raiz genuinamente brasileira. Toda biotecnologia indígena e atual da mandioca pode ser discutida nas escolas, a fim de promover uma valorização dessa riqueza alimentar e de seu potencial agrícola, com estratégias de ensino inovadoras que explorem suas várias abordagens de conteúdos de aprendizagem.

Toda essa argumentação articulada a uma pesquisa específica sobre o tema 'Agricultura e Alimentos', com foco no cultivo da mandioca, ajudou-nos a elencar possíveis conteúdos conceituais que poderiam ser trabalhados no ensino fundamental. No quadro 10 tais conteúdos foram classificados de acordo com os aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais para uma visão holística do tema (figura 13).

Figura 13 – CTSA e a temática ‘Cultivo da Mandioca’.



Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Alguns conteúdos foram selecionados para a elaboração de duas propostas de trabalho com a metodologia ABRP, sendo priorizados aqueles que iam ao encontro da proposta curricular do município para o 7º ano de escolaridade, os sujeitos de nossa pesquisa. Definidos os conteúdos a serem alcançados, de acordo com a contextualização curricular, passou-se para a etapa de planejamentos das ABRPs.

Quadro 10 – Conteúdos CTSA dentro da temática ‘Cultivo da mandioca e fabricação de seus derivados’.

CIÊNCIA	TECNOLOGIA	SOCIEDADE	AMBIENTE
✓ Consumo de alimentos	✓ Biotecnologia indígena	✓ A produção de farinha e amido no Brasil e no mundo	✓ Boas práticas de manejo do solo
✓ Reprodução vegetal	✓ Fabricação artesanal e industrial	✓ A domesticação da mandioca	✓ Uso de agrotóxicos
✓ Nutrição vegetal	✓ Melhoramento genético do cultivo da mandioca	✓ A origem da mandioca	✓ Impactos socioambientais
✓ Insetos e pragas de cultura da mandioca	✓ Novos usos com potencial no mercado	✓ Agricultura familiar	✓ Controle de pragas
✓ Classificação botânica	✓ Conservação da	✓ Agronegócios da mandioca	✓ Sistemas agrícolas de produção (orgânico, integrado, mecanizado)
✓ Diversidade genética		✓ Combate à fome	
✓ Adaptações da mandioca		✓ Hábitos	

✓ A toxicidade da mandioca	diversidade genética	alimentares	✓ Geração de energia com resíduos da indústria da mandioca
✓ Propriedades químicas e físicas das substâncias e misturas		✓ História dos alimentos	✓ Produção de embalagens biodegradáveis de amido de mandioca
✓ Separação de misturas		✓ Saberes populares	✓ Inovações e sustentabilidade da cadeia agroindustrial da mandioca
✓ Nutrição e saúde		✓ Gastronomia	
		✓ Custos, mercado e políticas públicas	

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

5 ANÁLISE DA METODOLOGIA ABRP: O CENÁRIO ‘DA MANDIOCA À FARINHA’

Será apresentada neste capítulo a primeira proposta investigativa com ABRP aplicada no ensino fundamental com base no tema ‘Agricultura e alimentos’ com foco no cultivo da mandioca. O cenário da ABRP intitulado ‘Da mandioca à farinha’ será apresentado conforme os pressupostos de Vasconcelos e Almeida (2012), a presença dos eixos estruturantes da AC propostos por Sasseron e Carvalho (2008) e discutido, em seguida, conforme os resultados da validação com pares. A verificação da presença de indicadores de AC no aprendizado dos alunos será apresentada na análise dos registros escritos e desenhos produzidos durante a pesquisa. Ao final, serão discutidos alguns pontos da avaliação da metodologia ABRP feitos com o grupo focal.

5.1 O CENÁRIO: ‘DA MANDIOCA À FARINHA’

O cenário intitulado ‘Da mandioca à farinha’ foi planejado para ser aplicado em 14 aulas de 50 minutos cada considerando todos os Passos do Ciclo do Tutorial para a metodologia da ABRP segundo Vasconcelos e Almeida (2012). O planejamento buscou explorar questões científicas, sociais, ambientais e tecnológicas dentro dos pressupostos da Alfabetização Científica.

O problema construído teve como objetivo oportunizar o contato com o processo de produção da farinha de mandioca, desde o seu cultivo à mesa, bem como a contribuição da cultura indígena no cultivo e preparo desse alimento. Buscou-se neste cenário provocar o questionamento, a investigação e a aprendizagem de novos conceitos científicos relacionados à reprodução vegetal, diversidade biológica, hábitos alimentares e biotecnologia.

As etapas do planejamento das aulas de Ciências com base na metodologia ABRP para o cenário ‘Da mandioca à farinha’, estão apresentadas no quadro 11.

Quadro 11 - Planejamento da ABRP 'Da mandioca à farinha'

Título	Da mandioca à farinha
Contextualização curricular	7º ano do Ensino Fundamental
Tempo previsto	14 aulas (de 50 minutos cada)
Pré-requisitos	Etapas do ciclo de vida uma planta. Componentes de um solo fértil. Hábitos alimentares.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elaborar perguntas e hipóteses, selecionando e organizando dados e ideias para resolver problemas. ✓ Compreender o manejo e o processamento da mandioca pelos índios como umas das primeiras tecnologias da humanidade. ✓ Compreender a importância do cultivo de mandioca e da fabricação de farinha de mandioca para as comunidades indígenas. ✓ Compreender as vantagens e desvantagens da principal forma de reprodução da mandioca, alertando para a necessidade da conservação da diversidade genética da mandioca. ✓ Conhecer a contribuição dos povos indígenas e africanos na culinária brasileira. ✓ Conhecer, valorizar e respeitar os diferentes saberes socioculturais. ✓ Conhecer algumas características adaptativas da planta mandioca, como veneno utilizado como defesa contra os insetos. ✓ Compreender a importância da agricultura familiar no agronegócio da região onde mora.
Articulações disciplinares	<p><u>História:</u> Aspectos sociais e culturais dos povos indígenas que se estabeleceram nas regiões litorâneas do Brasil, em especial no município de Aracruz (ES). Aspectos sociais, políticos e econômicos da farinha relacionados à história do Brasil.</p> <p><u>Geografia:</u> Manejo agrícola.</p> <p><u>Língua Portuguesa:</u> Produção escrita de foto-legenda (foto acompanhada de texto, que pode descrevê-la, explicá-la ou comentá-la). Reconto da lenda indígena da mandioca.</p> <p><u>Pluralidade cultural:</u> Pesquisa sobre as diferenças no consumo de farinha de mandioca em cada região do Brasil.</p>
Conceitos a serem trabalhados	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diversidade e adaptações da mandioca ✓ A domesticação da mandioca ✓ A origem da planta mandioca ✓ Toxicidade da mandioca ✓ Saberes populares dos índios ✓ Técnicas indígenas de cultivo e processamento da mandioca ✓ Reprodução das plantas com flor ✓ Reprodução sexuada e assexuada (clonagem) ✓ Tipos de agricultura ✓ Hábitos alimentares ✓ Grupos de alimentos – alimentos energéticos ✓ Hábitos alimentares (influência dos povos indígenas e africanos) ✓ Produção nacional e mundial de farinha de mandioca ✓ Aspectos econômicos e do agronegócio da mandioca

Cenário:**Problema**

Alguns agricultores estão interessados em plantar mandioca para fazer farinha. Incentivados por um Programa Municipal de Agricultura Familiar, contam com a certeza do destino de sua colheita: a merenda de centenas de estudantes das escolas do município de Aracruz, ao norte do Espírito Santo.

Sabem que existem vários tipos de mandioca desde a brava a muito mansa, mas não sabem como diferenciá-las, tampouco como plantá-las. A princípio, perguntam em lojas de produtos agrícolas da cidade como se planta mandioca e como são utilizadas as sementes nas plantações. São informados de que não são utilizadas sementes nas lavouras e que seria importante fazerem uma visita a uma plantação de mandioca e a uma 'casa de farinha'.

Buscaram informações na Secretaria Municipal de Agricultura para encontrar um local para a visita e foram orientados a ir às aldeias indígenas localizadas no município, pois lá poderiam conhecer do plantio até a fabricação da farinha. Entre as várias aldeias indígenas localizadas no município, a visita foi marcada na aldeia "Pau-Brasil". A princípio, não entenderam por que buscar entre os índios este conhecimento; então, foram informados de que os povos indígenas conhecem a mandioca há muitos anos e foram eles que inventaram a técnica de cultivo e processamento da mandioca.

Durante a visita, os agricultores acompanham atentamente o plantio da mandioca, observam que os índios utilizam pedaços da rama da mandioca ou estacas, que eles chamam de 'manivas'. Utilizam manivas de uma variedade de mandioca mansa, para saber que colherão mandiocas da mesma variedade. Aprendem a diferenciar mandiocas mansas das bravas. São orientados a escolher variedades adequadas e a usar manivas de boa qualidade, para terem sucesso no plantio. Já na 'casa de farinha', chegam a tempo de acompanhar as etapas de fabricação da farinha, registrando-as com muitas fotografias.

Ao final, admirados com tudo o que viram e ouviram, decidem que não basta apenas fornecer farinha para as escolas, é necessário que também se valorize a história da mandioca, a matéria-prima deste alimento. Discutem uma forma de divulgar nas escolas aquele conhecimento, a fim de estimular o consumo da mandioca e da farinha, bem como sua valorização histórica e cultural.

Decidiram que além de fornecer a farinha para a merenda escolar, também fariam uma exposição de fotografias mostrando 'Da mandioca à farinha' pelas escolas do município.

Nesse caso descrito, após a visita à aldeia, os agricultores aprenderam bem mais que plantar mandioca, pois querem divulgar as contribuições indígenas na nossa alimentação. Como fazer uma exposição de fotos mostrando as etapas de produção da mandioca à farinha?

**Questões-
problemas**

Como foi a descoberta da mandioca pelos índios?
Qual a importância nutricional da farinha?
Como se planta mandioca?
A mandioca produz semente?
Por que são utilizadas estacas para plantar mandioca?

	<p>Qual a diferença entre as variedades de mandioca? Qual é a melhor mandioca para fazer farinha? Como se faz farinha de mandioca? As indústrias também fabricam farinha do mesma maneira que nas casas de farinha? Quais as vantagens e desvantagens de plantar mandioca com sementes e com estacas? Quanto tempo demora para a colheita da raiz?</p>	
Produto final	Os alunos, no laboratório de informática, devem selecionar e preparar uma exposição de fotografias intitulada 'Da mandioca à farinha', ordenando-as de forma elas mostrem as etapas do plantio da mandioca à fabricação da farinha, e incluindo uma legenda referente ao que está ocorrendo em cada etapa. Ao final, escolherão um momento para divulgar à comunidade escolar o trabalho realizado.	
Fonte de dados	<p>Endereços eletrônicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Filho, Josefino de Freitas; Vieira, Eduardo Alano. Mandioca no Cerrado. Orientações técnicas – Planaltina, DF, Embrapa Cerrados, 2011. www.fbb.org.br/data/files/.../manual_mandioca_no_cerrado.pdf ✓ Mandioca: perguntas e respostas http://www.cnpmf.embrapa.br/ ✓ Um pé de quê? Mandioca http://www.umpedeque.com.br/site_umpedeque/arvore.php?id=709 ✓ Casas de farinha- Manual de boas práticas http://www.sebrae.com.br/uf/alagoas/areasdeatuacao/agronegocios/mandiocultura/Manual%20Casa%20de%20Farinha_resumo.pdf ✓ "As aldeias indígenas de Aracruz" http://www.pma.es.gov.br/turismo/atracoes-turisticas/19/ ✓ Instituto Brasileiro de Qualidade em horticultura – Álbum de imagens http://www.hortibrasil.org.br/galeria/main.php ✓ Almeida, Sérgio Ricardo Matos; Motta, Joselito da Silva Mandioca: a raiz do Brasil, Série Pedagogia da Rima, Cruz das Almas, BA, 2012. www.ufrb.edu.br/proext/.../1-diversos?...mandioca-a-raiz-do-brasil <p>Livros didáticos e paradidáticos</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Bizzo, Nelio. Plantando mandioca e sementes de mandioca? Coleção de Ciências destinada à regularização do fluxo escolar, 5ª a 8ª série, 2001. 	
Ciclo de apresentação	<p>Passos do Ciclo Tutorial</p> <hr/> Contextualização problemática com exploração didática do cenário (preparação e degustação de alimentos derivados da mandioca) <hr/> Apresentação do cenário e preenchimento da ficha de monitoramento da ABP em grupo de 4 a 6 alunos, com identificação dos fatos ou evidências apresentados no cenário. <hr/>	<p>Tempo²</p> <p>01</p> <p>01</p>

² Referente a aulas de 50 minutos.

	Elaboração das questões-problema pelos grupos.	01
	Visita à aldeia indígena Pau-Brasil, localizada no município de Aracruz (ES). Entrevista ao cacique. Ida à casa de farinha e plantação de mandioca.	05
	Pesquisa em livros didáticos na sala de aula.	01
	Retorno ao preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP e síntese das propostas de solução as questões-problema.	01
	Elaboração do produto final no laboratório de informática da escola.	02
	Apresentação do produto final.	01
	Autoavaliação dos grupos.	01
	Aplicação dos saberes desenvolvidos.	01
Aplicação dos saberes:	<p>Ao final da investigação do problema, pedir aos alunos, com base nos conhecimentos adquiridos ao longo da ABRP, que respondam às questões:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se fossem os agricultores, escolheriam qual variedade de mandioca para servir cozida na merenda dos alunos? Justifique sua escolha. ✓ Utilizariam sementes ou estacas para plantar mandiocas? Justifique sua escolha. <p>Além disso, pode-se verificar a possibilidade de os alunos plantarem mandioca em área disponibilizada pela direção. O plantio da mandioca pode servir de uso na merenda escolar, como também auxiliar no estudo do tema no próximo ano com outras turmas.</p>	
Proposta de avaliação	<p>Preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP (3,0 pontos). Sequência de imagens no computador. (Produto final) (3,0 pontos). Participação na exposição de fotos 'Da mandioca a farinha' (2,0 pontos). Autoavaliação dos grupos (2,0 pontos).</p>	

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Alguns dos passos do Ciclo tutorial da ABRP 'Da mandioca à farinha' serão apresentados a seguir de forma a esclarecer seu potencial e mediação dentro da metodologia, como também verificar sua relação com os eixos estruturantes da Alfabetização Científica.

5.1.1 Contextualização temática 'Da mandioca à farinha'

O cenário fictício 'Da mandioca à farinha' envolve uma situação com pequenos agricultores que querem fornecer farinha de mandioca para escolas de seu município. Mas, a princípio, não sabem nem como plantar mandioca e nem fabricar farinha. Nesse contexto, são orientados a ir em busca de informações nas aldeias indígenas. Ao chegarem lá, conhecem as contribuições indígenas no cultivo da

mandioca e na preparação da farinha. Decidem, então, não apenas fornecer o alimento às escolas, mas também divulgar as técnicas indígenas envolvidas no seu cultivo e processamento.

Na elaboração do problema 'Da mandioca à farinha', levou-se em conta a realidade dos alunos, sujeitos desta pesquisa, que contam, em seu município, com aldeias indígenas, plantações de mandioca e casa de farinha, espaços não formais de educação que poderiam ser visitados, trazendo maior relevância ao problema e motivação para a aprendizagem. Engana-se quem acredita que a metodologia ABRP exclui as outras estratégias de ensino, pelo contrário, ela pode potencializar a sua utilização no ensino de Ciências (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012).

Antes de apresentar o problema, foi feito com a turma um momento de preparo e degustação de alimentos feitos com a mandioca; optou-se pela tapioca, por ser um produto de fácil preparação, apreciado por alguns e desconhecido por muitos. A escola disponibilizou um fogareiro de duas bocas e uma botija de gás, e os ingredientes ficaram por conta da professora e dos alunos; tudo isso proporcionou momentos de muitas expectativas e emoções no preparo da tapioca por cada aluno. Nesse clima favorável, iniciou-se na aula seguinte a apresentação do problema 'Da mandioca à farinha'.

Nesta fase inicial da ABRP, a professora/pesquisadora apresentou o problema aos alunos em forma de texto e também com apresentação em *slides*. Observou-se que um cenário com imagens inseridas ajuda a manter a atenção dos alunos durante a sua leitura, como também uma melhor compreensão, principalmente por se tratar de alunos de ensino fundamental. Foi feita pela professora a leitura em voz alta do problema para a turma, retornando algum parágrafo sempre que se percebia a desatenção ou o não entendimento dos alunos.

O problema começa instigando no aluno as questões sociais e ambientais que envolvem o alimento farinha e o processo de sua produção por meio da agricultura familiar, o que vai ao encontro do terceiro eixo estruturante da AC, **as relações entre ciência e sociedade**. Ao fazer com que os agricultores busquem informação sobre o plantio da mandioca, provocou-se nos alunos o questionamento acerca da reprodução vegetal, por sementes e estacas, momento tal em que se buscou **a compreensão básica de conceitos científicos**, o primeiro eixo estruturante da AC.

O cenário do problema continua, agora trazendo como pista uma visita à aldeia indígena para observação do cultivo de mandioca e da fabricação da farinha. Nesse ponto, a intenção é despertar no aluno a curiosidade pelo contato com outra cultura, que tem uma forma diferente de compreensão da natureza com foco na observação, - por exemplo, a das fases da lua para a escolha da época do plantio da mandioca. O enfrentamento com as diferenças entre a cultura científica e a cultura indígena foi propício para a discussão sobre **a natureza das ciências**, o segundo eixo estruturante da AC.

Outro ponto importante no cenário está na dificuldade que os agricultores mostram na distinção das variedades de mandioca; neste momento o cenário favoreceu a introdução de conteúdos conceituais como diversidade e adaptação, permitindo **a compreensão básica de conceitos científicos**, o primeiro eixo estruturante da AC. Ao final, o problema provoca uma discussão sobre a preocupação dos agricultores na valorização das contribuições indígenas na nossa alimentação, o que oportunizou o trabalho com as diferenças entre o conhecimento popular e o científico (BIZZO, 1998), e suas influências na sociedade; este, aliás, é o terceiro eixo estruturante da AC, **as relações entre ciência e sociedade**.

5.1.2 Preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP

Após a apresentação do problema, a professora forneceu aos alunos uma ficha de monitoramento da ABRP, onde seriam registrados os resultados das discussões de cada etapa que se sucederam nos grupos e coletivamente. Neste momento foi necessário dispor de maior tempo e orientação aos grupos para que retirassem os fatos fornecidos pelo problema.

Durante a coleta de dados para este trabalho, observou-se uma dificuldade dos alunos na execução desta etapa inicial, provavelmente pelo pouco exercício dessa habilidade e também pela dificuldade na compreensão do termo 'fatos'. Por esta razão, optou-se por utilizar no lugar o termo 'pistas', uma vez que o objetivo desta etapa no processo seria a identificação de pistas fornecidas pelo problema para posterior investigação. O quadro 12 apresenta a ficha de monitoramento com exemplos de possíveis fatos/pistas relacionados ao problema apresentado.

Quadro 12 – Ficha de monitoramento da ABRP, preenchida com fatos identificados no problema ‘Da mandioca à farinha’.

Problema: Da mandioca a farinha.	
Lista de fatos / 'pistas'	Questões- problema
Os agricultores querem aprender a plantar mandioca e fazer farinha.	
Descobrem que não se usam sementes de mandioca na lavoura.	
Observam que os índios usam estacas para plantar mandioca.	
Aprendem que para cultivar mandioca mansa, precisam usar estacas de mandioca mansa.	

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Após o recolhimento dos fatos ou ‘pistas’, cada grupo passou ao levantamento de possíveis questões-problema, que foram feitas separadamente pelos grupos. Desejava-se que as questões levantadas fossem bem próximas às questões previstas pela professora em seu planejamento, como as de alguns exemplos no quadro 13 abaixo. O levantamento de questões sobre o problema é outro aspecto essencial da investigação que é desenvolvido na metodologia da ABRP durante a resolução do problema e que está presente no segundo eixo estruturante da AC, a **natureza da ciência**.

Quadro 13 – Ficha de monitoramento da ABRP, preenchida com fatos e questões-problema elaborados pelo professor.

Problema: Plantando mandioca	
Lista de fatos / 'pistas'	Questões problemas
Os agricultores querem aprender a plantar mandioca e fazer farinha.	Por que são utilizadas estacas para plantar mandioca?
Descobrem que não se usam sementes de mandioca na lavoura.	Como se faz farinha de mandioca?
Observam que os índios usam estacas para plantar mandioca.	Como foi a descoberta da mandioca pelos índios?
Aprendem que para cultivar mandioca mansa, precisam usar estacas de mandioca mansa.	

Fonte: Elaborado pela própria autora, 2014.

Durante o processo de investigação pelos grupos, sempre que evidências eram encontradas, logo eram registradas na ficha de monitoramento. O seu preenchimento ocorreu durante o processo, sendo monitorado pelo próprio grupo, que definiu se era preciso retomar alguma solução ou hipótese ali registrada. A ficha de monitoramento deu aos alunos a oportunidade de serem sujeitos da sua aprendizagem, desde que estivessem atentos, colaborando uns com os outros nos registros de novas ideias e nas possíveis mudanças de respostas ao longo da investigação.

O preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP dependeu do trabalho colaborativo entre os componentes do grupo; a mediação do professor neste momento foi fundamental para o exercício da comunicação e do respeito, a fim de que o grupo elaborasse boas explicações para as questões levantadas (VYGOTSKY, 2007). Após várias e pequenas investigações, os alunos mostraram suas argumentações, utilizando-se de novos conceitos científicos. Agora era a hora de expressar, oralmente ou de forma escrita, o raciocínio lógico na formulação da explicação, habilidade necessária no fazer ciência. O preenchimento da ficha de monitoramento serviu para o desenvolvimento de dois eixos estruturantes da AC: **a compreensão básica de conceitos científicos e a natureza da ciência.**

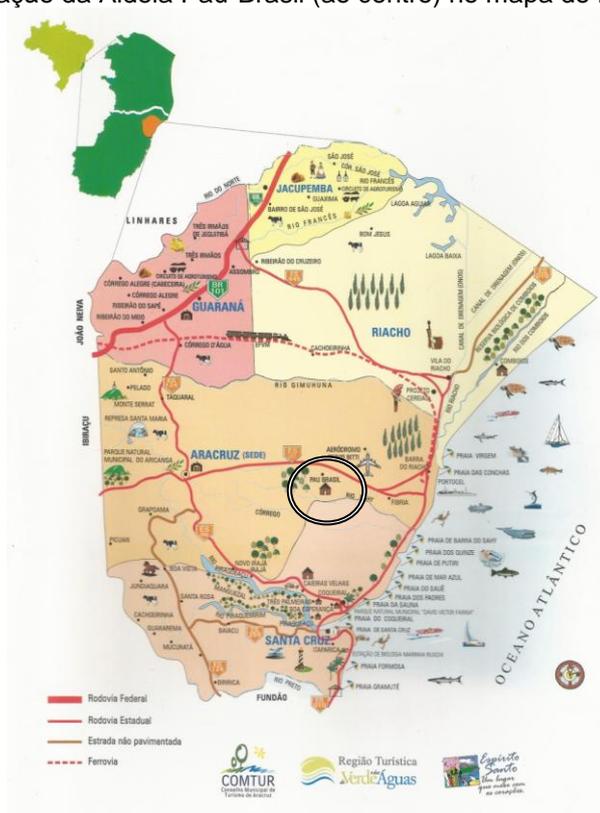
5.1.3 Visita aos espaços de educação não formal: aldeia indígena – plantação de mandioca – casa de farinha

A utilização de outra estratégia de ensino juntamente com a metodologia ABRP, permitiu potencializar o cenário criado para a investigação (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012). No problema elaborado, os estudantes da rede municipal de Aracruz serão os beneficiados com a farinha de mandioca produzida pelos agricultores. Neste contexto, optamos por enriquecer o cenário com uma estratégia de ensino que geralmente agrada e motiva a maioria dos alunos, que são as visitas a espaços não formais de educação.

Aracruz é o único município capixaba com aldeias indígenas com duas etnias: Tupiniquim e Guarani. Este fator facilitou a realização da visita à aldeia Pau-Brasil, uma das 08 aldeias existentes formada por mais de 140 famílias de índios

tupiniquins, localiza-se a aproximadamente 20 km da sede do município (figura 14). Os tupiniquins vivem da base da pesca e do cultivo da mandioca, café e abacaxi. A produção de farinha é frequente nas casas de farinha (*quitungo*) individuais e comunitárias, bem como outros derivados da mandioca como goma, tapioca, polvilho.

Figura 14 – Localização da Aldeia Pau-Brasil (ao centro) no mapa do município de Aracruz



Fonte: Secretaria de Turismo de Aracruz (ES).

A escola disponibilizou um ônibus com recursos oriundos do Plano de Desenvolvimento Escolar (PDE), relativo ao ano de 2011, tendo em vista a melhoria no seu Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb). Vale ressaltar que o transporte dos estudantes viabilizava apenas uma viagem, fator que permitiu a aplicação da intervenção pedagógica em apenas uma das três turmas de 7º ano do turno matutino.

A visita à aldeia indígena foi marcada após conversa com o cacique, liderança que nos recebeu prontamente e que ajudou na elaboração de um roteiro para a visita juntamente com a professora/pesquisadora. Na chegada à aldeia, houve recepção na área de festas da aldeia, local onde foi feita uma fala sobre a história e a organização da aldeia, além de uma entrevista com lideranças indígenas sobre a

planta mandioca. Em seguida, os alunos foram para a 'casa de farinha', onde acompanharam as etapas de fabricação de farinha. Após este momento, foi feita uma parada para o lanche. Ao final, os alunos foram de ônibus para um terreno preparado para o plantio de mandioca, uma vez que não havia, naquele momento, plantações próximas já formadas.

Esta atividade contribuiu para a socialização dos alunos e o trabalho em equipe, que são pontos essenciais na metodologia ABRP. Além disso, durante a visita os grupos se envolveram na busca de dados para a solução das questões propostas, exigindo-se uma postura ativa dos integrantes dos grupos: fosse na entrevista ao cacique, fosse nas observações na casa de farinha e no terreno para o plantio da mandioca, todos cooperaram com a investigação, fazendo seus registros. Essas habilidades exercitadas fazem parte do segundo eixo estruturante da AC, **a natureza das ciências**.

A busca de informações, como se fossem os próprios agricultores do cenário fictício, criou um ambiente favorável para a aproximação e valorização de outra cultura, como a aprendizagem de novos conceitos. Neste local, os grupos estavam observando as técnicas indígenas no cultivo e no processamento da farinha que estão presentes na sociedade atual. Os alunos conseguiram perceber, na 'casa de farinha', que a modernização das técnicas também chegou às aldeias indígenas, para facilitar o seu trabalho, observado na etapa de trituração da mandioca, na prensagem da massa e na torrefação da farinha. Tais itens abriram uma discussão sobre **as relações entre ciência e sociedade**, o terceiro eixo estruturante da AC.

No momento de visita ao plantio da mandioca, os grupos se depararam com vários conhecimentos que iam desde a preparação do terreno, à escolha da variedade de mandioca, aos cuidados no cultivo, às épocas de plantio e colheita. A discussão aqui provocou entre os alunos a aplicação de conceitos como adaptação, diversidade e clonagem, o que tornou possível trabalhar **a compreensão básica de conceitos científicos**, primeiro eixo estruturante da AC.

5.1.4 Pesquisa nos textos

Os textos 'Plantando mandioca' e 'Sementes de mandioca' (ANEXO C) utilizados para a pesquisa fazem parte de uma coleção coordenada pelo professor Nelio Bizzo, destinada às turmas de regularização do fluxo escolar no Estado da Bahia (2001). Foram selecionados, como fonte de dados para a pesquisa dos alunos, por trazerem uma linguagem clara e de fácil compreensão dos conceitos científicos ligados à reprodução vegetal e clonagem, uma vez que há poucos textos em livros didáticos que tratam deste tema. Foram entregues aos grupos para leitura e pesquisa das questões-problemas e das soluções a serem registradas na ficha de monitoramento pelos grupos.

Também foram disponibilizados para a pesquisa os poemas 'Nossa raiz no mundo' e 'Importância econômica e social', ambos retirados da Cartilha 'Mandioca, a Raiz do Brasil', e escritos por Sergio Ricardo Matos Almeida e Joselito da Silva Motta. Tal gênero textual, cheio de versos rimados, despertou e prendeu a atenção dos alunos na leitura, além de oportunizar de forma agradável, o acesso à importância histórica, cultural, nutricional, econômica da mandioca. Outro poema da cartilha foi discutido nas aulas de ciências e história que proporcionou um trabalho interdisciplinar foi 'Um pouco mais de história', que trata da utilização da farinha como moeda corrente no Brasil imperial. Essa atividade interdisciplinar foi uma possibilidade identificada no momento do planejamento da área de história que, naquele ano, coincidiu com o planejamento de Ciências.

Sabe-se que a entrega de textos pelo professor apoia-se numa forma de controle que remete às aulas tradicionais, (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012) mas justifica-se aqui, neste contexto, a dificuldade de busca em várias fontes de dados e pela pouca disponibilidade de textos de divulgação científica para esta faixa etária, com foco no cultivo da mandioca. Além disso, optou-se por uma leitura de pequenos textos, para facilitar a concentração e o envolvimento dos alunos, no trabalho em grupo, criando assim um ambiente mais favorável à aprendizagem.

Os textos trazem uma comparação entre as variedades dos principais grupos de mandioca, dando aos alunos algumas evidências para a escolha na hora do plantio. Os textos levaram à discussão nos grupos sobre como o agricultor pode garantir o tipo de variedade de mandioca na hora da colheita. A palavra "genes", que apareceu

em um dos textos, exigiu do professor uma breve exposição para facilitar o entendimento da necessária preservação da diversidade genética da mandioca. São trabalhados dois eixos estruturantes da AC nesta etapa da investigação: **a compreensão básica de conceitos científicos e a relação entre a ciência e sociedade.**

5.1.5 Elaboração do produto final

Após responderem às questões-problema levantadas pelos grupos, a professora criou um momento de síntese das soluções encontradas, para verificar a coerência das explicações e identificar possíveis falhas na construção das respostas, provocando nos grupos uma retomada constante das argumentações de suas soluções. Assim, após essas pequenas investigações, a professora iniciou a orientação da construção do produto final: no caso do planejamento da ABRP 'Da mandioca à farinha', foi proposta aos grupos a preparação de uma exposição de fotos na escola que mostrasse o cultivo da mandioca à fabricação da farinha.

Esta atividade ocorreu em um laboratório de informática da escola, devido ao fato de alguns alunos não terem, em casa, tal recurso ou terem dificuldades em encontrarem fora da escola. A professora disponibilizou um banco de imagens que foram obtidas na internet e na própria visita à aldeia indígena. No contexto da coleta de dados para a pesquisa, foi disponibilizada uma média de 50 fotografias.

A professora orientou os grupos para que fizessem uma seleção de, no máximo, 15 fotos, colocando, em sequência as etapas de desenvolvimento de uma plantação de mandioca até sua colheita, e depois, o seu processamento como matéria-prima na fabricação da farinha. Além disso, os grupos precisaram escrever uma legenda para cada etapa demonstrada na fotografia, permitindo o desenvolvimento de várias competências entre os alunos, como a capacidade de síntese, coerência e escrita em relação ao que foi observado na visita e pesquisado nos textos. Neste momento, a atividade permite o desenvolvimento do primeiro eixo estruturante da AC, **a compreensão de novos conceitos científicos.**

Geralmente, atividades com a utilização do computador são bem recebidas pelos alunos, que se envolvem facilmente; neste caso, os recursos favoreceram a

criatividade, o capricho e agilidade na construção do produto final. Os alunos puderam utilizar os recursos de apresentação do PowerPoint para a montagem dos *slides* com fotografia e legenda, o que facilitou a impressão do trabalho em folha A4, posteriormente. Após os grupos compartilharem e darem suas apreciações sobre as apresentações dos colegas, um trabalho foi selecionado para a exposição de fotos 'Da mandioca à farinha' e foi divulgado na comunidade escolar, na ocasião da 'I Mostra de Conhecimento'. A comunicação é um aspecto essencial da investigação oportunizada ao final da atividade, sendo trabalhado aqui o segundo eixo estruturante da AC, **a natureza da ciência**.

5.1.6 Aplicação dos saberes

Nesta etapa da metodologia, espera-se que os alunos saibam aplicar os novos conhecimentos em outras situações cotidianas (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012). A questão proposta aqui aos alunos era para que respondessem qual variedade de mandioca escolheriam para servir à mesa dos alunos, e se escolheriam sementes ou estacas para o plantio, tendo que justificar suas escolhas. Sabe-se que generalizar é um conteúdo procedimental no ensino de Ciências, de grande importância, mas de difícil aprendizagem (ZABALA, 1999). Por essa razão, há necessidade de oportunizar seu desenvolvimento várias vezes ao longo do ano, o que promove a metodologia da ABRP nesta etapa final do ciclo, além do trabalho com o primeiro eixo estruturante da AC, **a compreensão de novos conceitos científicos**.

Para finalização deste momento, a professora/pesquisadora conseguiu algumas manivas de mandioca, a fim de que os alunos vivenciassem a situação analisada. Definimos o lugar e pedimos aos alunos que ajudassem no plantio das manivas de mandioca. Alguns alunos que dominavam melhor a enxada fizeram a limpeza do local próximo ao muro, outros, as covas e o plantio da mandioca. Infelizmente, não tivemos como cuidar e acompanhar o crescimento dos pés de mandioca, pois já estávamos ao final do ano letivo. Nosso objetivo era colher as raízes no próximo ano e servir na merenda dos alunos, mas ao retornarmos das férias, não encontramos nenhum pé de mandioca crescendo, alguma coisa havia ocorrido neste curto espaço de tempo, e isso, por si só, já daria uma nova investigação.

5.2 VALIDAÇÃO POR PARES DO PLANEJAMENTO DA ABRP

Depois de concluído, o planejamento da ABRP foi validado por pares por meio de um questionário de análise e avaliação do planejamento elaborado por Amado (2014). O questionário apresenta várias questões relacionadas aos aspectos estruturais geralmente obrigatórios na metodologia. Para cada questão o avaliador deve atribuir um valor de suficiência quanto a grau de coerência com intervalo de 1 a 5, sendo o maior mais coerente com o critério exposto. Ao final o avaliador justifica seu maior e menor valor de suficiência atribuído nas questões, evidenciando os pontos fortes e fracos no planejamento.

O instrumento de validação não avalia apenas o cenário problemático elaborado pelo professor, mas todas as etapas que envolvem o planejamento da ABRP. Neste sentido, as primeiras questões orientam a discussão em torno da contextualização do tema e deste nas propostas curriculares, do tempo provável a ser gasto e os pré-requisitos necessários à aplicação da proposta. Os objetivos específicos, os conceitos e as articulações disciplinares são analisados em relação à clareza, a diversidade e a coerência com o tema. O cenário é avaliado em muitos aspectos, primeiro quanto à capacidade de motivar e despertar a curiosidade dos alunos, em segundo se envolve aspectos socioambientais, relações entre ciência e sociedade e se utiliza de outras estratégias de ensino, como visita a espaços não formais. Também é avaliada a adequação das questões propostas pelo professor, o tipo de produto final solicitado aos alunos, as fontes de dados indicadas para a pesquisa e os passos a serem seguidos no ciclo tutorial. No planejamento também são analisadas a questão de aplicação, a proposta de avaliação e características como originalidade, clareza e inteligibilidade da proposta de trabalho apresentada.

Desta forma, este instrumento orientou a discussão do conteúdo dos planejamentos entre pares que neste caso, participaram nove alunos do Programa de Pós-Graduação de Educação em Ciências e Matemática (EDUCIMAT) do Instituto Federal do Espírito Santo.

No quadro 14 apresentam-se os resultados da análise das questões em relação ao planejamento da ABRP 'Da mandioca à farinha'.

Quadro 14 – Resultados das análises da validação dos pares referentes à ABRP ‘Da mandioca à farinha’

Itens avaliados	1	2	3	4	5
Tema (contextualização)	-	-	-	-	9
Contextualização curricular	-	-	-	-	9
Tempo	-	-	-	1	8
Pré-requisitos	-	-	-	-	9
Objetivos específicos	-	-	1	2	6
Articulação disciplinar	-	-	-	4	5
Conceitos	-	-	-	1	8
Cenário	-	-	-	-	9
Cenário (perspectiva CTSA/Sustentabilidade)	-	-	-	4	5
Cenário (articulação com espaço de educação não formal)	-	-	-	-	9
Levantamento de questões-problema	-	-	-	-	9
Produto final	-	-	-	-	9
Fonte de dados	-	-	-	-	9
Passos do ciclo tutorial	-	-	-	2	7
Aplicação	-	-	-	2	7
Proposta de avaliação	-	-	-	-	9
Originalidade da proposta ABRP	-	-	-	-	9
Clareza e inteligibilidade da proposta	-	-	-	2	7

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Os resultados das análises dos avaliadores quanto ao planejamento da ABRP ‘Da mandioca à farinha’ permitiram avaliar de forma geral alguns itens. Quanto ao tema, à contextualização curricular, ao tempo e aos pré-requisitos, todos os avaliadores classificaram-nos como muito adequados ou coerentes à realidade do aluno, aos documentos curriculares, às atividades elencadas e à faixa etária/ano.

Os avaliadores classificaram como adequados, mas com necessidade de serem reelaborados os objetivos específicos, as articulações disciplinares e conceitos, destacando três pontos fracos: a) faltou incluir conteúdos relacionados aos impactos ambientais e aspectos econômicos; b) faltou incluir no planejamento as atividades a serem desenvolvidas por outras disciplinas, como, por exemplo, artes; c) dificuldade na infraestrutura e compreensão da proposta por parte do professor.

Todos os avaliadores consideraram o cenário 'Da mandioca à farinha' como muito adequado e coerente com vista à uma perspectiva CTSA; sobre a articulação com espaço de educação não formal, no caso descrito, a visita à aldeia indígena, destacaram como ponto forte no planejamento a inclusão de aspectos sociais e culturais no cenário. Todos os avaliadores responderam afirmativamente à possibilidade de utilizarem a ABRP 'Da mandioca à farinha' nas suas aulas. Algumas justificativas dadas por eles serão apresentados a seguir:

Figura 15 – Recorte de algumas justificativas dos avaliadores na validação da ABRP.

Professor A: *“A proposta contextualiza conhecimentos científicos e populares, entre teoria e prática. Em um espaço não formal com grande potencial educativo.”*

Professor C: *“Porque a proposta é multidisciplinar, inovadora, contempla a investigação e os conceitos científicos, tecnológicos e sociais.”*

Professor D: *“Devido os vários aspectos dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, gerar alunos autônomos.”*

Professor G: *“Principalmente pela afinidade com a parte socioambiental e por possibilitar ainda acrescentar outros conteúdos e realizar outras articulações com outras disciplinas.”*

Professor H: *“A proposta está bastante clara, organizada e permite uma ampla discussão dos conceitos científicos envolvidos, além de estar articulada com o movimento CTSA e a alfabetização científica.”*

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Observa-se nas justificativas, um destaque dado pelos avaliadores (C) e (G) ao caráter interdisciplinar da proposta de trabalho, como também ao favorecimento da abordagem de vários tipos de conteúdos de aprendizagem enfatizado pelo professor (D). O cenário construído oportuniza a discussão da natureza da ciência, aspecto observado pelo professor (A) o que vai ao encontro do ensino de Ciências que almeja a alfabetização científica de seus alunos no ensino fundamental.

5.3 ANÁLISE DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA A PARTIR DE REGISTROS ESCRITOS DOS ALUNOS

Durante o desenvolvimento da metodologia ABRP muitos registros escritos foram gerados nos grupos de trabalho da turma de 7º ano que participou da aplicação da proposta de trabalho 'Da mandioca à farinha'. Optamos por identificar os indicadores de alfabetização científica analisando o conteúdo das atividades feitas durante algumas das etapas do ciclo tutorial da metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas (ABRP); sendo assim, selecionamos registros escritos feitos durante:

- o preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP;
- a elaboração do produto final;
- a aplicação dos saberes.

5.3.1 Ficha de monitoramento da ABRP

A ficha de monitoramento da ABRP esteve com o grupo por vários momentos na investigação. Primeiro, para o recolhimento de fatos/pistas do problema; em seguida, na elaboração das questões-problema, e, por último, nas aulas de elaboração das soluções. Optamos por não analisar os registros da ficha relativos ao recolhimento nos fatos/pistas por terem sido feitos coletivamente, junto à professora. Já nas questões-problema, o papel da professora foi de provocação de questionamentos, deixando livre o trabalho de elaboração nos grupos.

Na metodologia ABRP, o professor pode optar por definir as questões coletivamente ou deixar livremente os grupos decidirem. No primeiro modo, antes de conduzir uma síntese das questões mais relevantes para a investigação, deve-se dar um tempo de discussão nos grupos para que façam tentativas de elaboração das questões (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012).

Neste trabalho, optamos por deixar à vontade a elaboração das questões-problema pelos grupos, sem limitar a quantidade de questões. Após a ficha preenchida, foi necessário, fazer a leitura de todas as questões para identificar aquelas que estavam confusas, para dar uma devolutiva aos grupos, pedindo sua retirada ou reescrita.

Ao final desta etapa, foi gerado um total de 20 questões diferentes sobre o problema 'Da mandioca à farinha'. Com base na classificação proposta por Dalghen e Oberg (2001), citada por Loureiro (2008), classificamos as questões formuladas pelos alunos quanto ao seu nível cognitivo. Segue abaixo o quadro com as vinte questões-problema elaboradas pelos quinze grupos, o número de vezes que cada uma aparece nas fichas e a classificação do tipo de questão.

Quadro 15 – Classificação quanto ao nível cognitivo das questões-problema formuladas pelos grupos de alunos na ABRP 'Da mandioca à farinha'

Questões-problema propostas pelos grupos	Nº de vezes que aparecem	Tipos de questões
Q.1.- Como se planta mandioca?	12	Questão de procura de solução
Q 2 - Como se transforma a mandioca em farinha?	09	Questão de procura de solução
Q 3 - Como se tira o veneno da mandioca?	08	Questão de procura de solução
Q. 4 – Como se diferencia a mandioca?	07	Questão de procura de solução
Q.5 – Qual é a melhor terra para plantar mandioca?	04	Questão de compreensão
Q. 6 – Como o índio fez para descobrir a mandioca?	03	Questão de procura de solução
Q.7 – Quanto tempo demora para fazer a colheita da mandioca?	03	Questão de compreensão
Q.8 – São utilizadas sementes nas plantações de mandioca?	03	Questão enciclopédica
Q.9 – A mandioca foi descoberta no Brasil?	02	Questão enciclopédica
Q.10 – Como se faz a tapioca?	02	Questão de compreensão
Q.11 – Como os índios aprenderam a fazer a farinha de mandioca?	01	Questão de compreensão
Q.12 - Qual é a melhor época do ano para fazer a plantação de mandioca?	01	Questão de compreensão
Q.13 - A mandioca é atacada por algum tipo de praga?	01	Questão enciclopédica
Q.14 - Como tem que ser o local da fabricação da mandioca e da farinha?	01	Questão de procura de solução
Q.15 - Qual substância venenosa se encontra na mandioca?	01	Questão de compreensão
Q.16- Por que ir às aldeias para conhecer a mandioca?	01	Questão enciclopédica
Q.17- Como divulgar as fotos do passeio da aldeia indígena nas escolas?	01	Questão compreensão
Q. 18 - Precisa molhar todos os dias?	01	Questão enciclopédica
Q.19- Por que é necessário valorizar a história da mandioca?	01	Questão de procura de solução
Q.20 – Onde buscar mais informações sobre a mandioca?	01	Questão enciclopédica

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

A princípio, as questões-problema elaboradas pelos grupos foram reunidas e analisadas de acordo com as questões previstas no planejamento da ABRP 'Da mandioca à farinha'. Observa-se que, do total de perguntas, apenas as Q1, Q2 e Q4 estavam previstas pela professora no seu planejamento, e estão entre as mais repetidas entre os grupos. Quanto às demais questões elaboradas, agrupamos de forma a verificar se estavam de acordo ou não com os objetivos pretendidos para a investigação.

As questões Q5, Q7, Q8, Q12, Q13 e Q18 mostram um interesse dos grupos em saber especificamente sobre o cultivo da mandioca, como o manejo da mandioca e controle de pragas, indo ao encontro de um dos objetivos da ABRP 'Da mandioca à farinha', o de levar o aluno a compreender a importância do cultivo da mandioca. Conhecer as etapas de fabricação da farinha de mandioca nas comunidades indígenas foi outro interesse dos alunos que aparecem nas questões Q6, Q9, Q11 e Q19.

As questões Q3 e Q15 traziam os seguintes questionamentos: 'Como tirar o veneno da mandioca?' e 'Qual a substância venenosa que se encontra na mandioca?' Ambas permaneceram na investigação, pois possibilitam o trabalho com conteúdos conceituais ligados ao ensino de química, despertando a curiosidade de muitos alunos quanto à pesquisa sobre a toxicidade da planta mandioca. De todas as questões propostas, apenas as Q16, Q17 e Q20 apresentavam um baixo nível cognitivo, pois tinham respostas no próprio problema.

Entre todas as questões-problema, a questão Q14 chama atenção pelo questionamento crítico, pouco presente nas demais.

“Como tem que ser o local da fabricação da mandioca e farinha?”

A questão leva à reflexão sobre as condições sanitárias e higiênicas que deveria ter o local onde se faz a fabricação de alimentos que serão destinados ao consumo humano. Uma questão socioambiental que amplia a discussão em sala de aula, principalmente após a visita dos alunos à casa de farinha.

De modo geral, as questões levantadas pelos grupos estão de acordo com a maioria dos objetivos específicos propostos no planejamento da ABRP 'Da mandioca à farinha', além de favorecerem a busca de informações para resolver o problema

proposto, alcançando uma das finalidades da metodologia ABRP. Entretanto, nenhuma questão proposta levava para a discussão nos grupos sobre as vantagens e desvantagens da principal forma de reprodução da mandioca, alertando para a necessidade da conservação da diversidade genética.

Do total de questões formuladas, apenas seis foram classificadas como do tipo 'Enciclopédicas', que corresponde ao nível cognitivo mais baixo de acordo com a classificação proposta por Dalghen e Oberg (2001) apud Loureiro (2008), o que torna a maioria das questões adequadas com o ensino orientado para a ABRP (DOURADO; LEITE, 2010), por exigirem uma explicação mais complexa.

Não houve nenhuma questão do tipo 'Relacional', e sete são do tipo de 'Compreensão', o que significa que o problema provocou a curiosidade dos alunos para a compreensão de conteúdos conceituais e procedimentais em relação ao tema. Outras sete questões são do tipo 'Procura de solução', que significa o nível mais elevado na hierarquia proposta para as questões, pois ajudam na compreensão de um problema maior e mais complexo, cuja resposta exige solução deste problema.

Após a análise das perguntas registradas na ficha de monitoramento da ABRP, passamos a discutir as soluções dadas pelos grupos às perguntas. Optou-se pela análise das respostas das questões que estavam previstas no planejamento da ABRP, (Q1, Q2 e Q4) incluindo aquelas que estavam entre as quatro mais repetidas nos grupos (Q3). Ao todo, serão analisadas as soluções encontradas pelos grupos para quatro questões que refletem a curiosidade da maioria da turma na proposta investigativa 'Da mandioca à farinha'. Serão identificados os indicadores de Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008) que sinalizam o seu desenvolvimento pelos alunos durante a execução daquela etapa da metodologia ABRP.

5.3.1.1 Questão 01 - Como se planta mandioca?

Do total de registros feitos, 12 grupos traziam na ficha de monitoramento da ABRP 'Da mandioca à farinha' o principal questionamento do problema '*Como se planta mandioca?*'. Foi esta dúvida que levou os agricultores de nosso cenário fictício irem

a uma aldeia indígena em busca da solução do problema. Os alunos ao responderem a esta questão já haviam feito a visita à aldeia indígena e pesquisa nas fontes de dados disponibilizadas em sala de aula. No quadro 16, estão transcritos os textos relativos à questão nº01 e seus indicadores de AC.

Quadro 16 – Indicadores de AC identificados na ficha de monitoramento da ABRP ‘Da mandioca à farinha’ sobre a questão nº 01

Grupo	Textos transcritos	Indicadores de AC
01	“É só cavar uma cova, cortar a mandioca em pequenos pedaços, jogar na cova e enterrar com o pé.”	Organização de informações Classificação de informações
02	“Com pequenos pedaços da mandioca.”	
03	“Quebra a maniva dela e depois planta, não precisa regar.”	Organização de informações Classificação de informações
06	“Eles roçavam o terreno, faziam covas, pegavam o tolete de mandioca e enterravam nas covas.”	Organização de informações Classificação de informações
08	“Através de estacas (pedaços de mandioca que contêm células reprodutoras).”	Justificativa
09	“Ele ara a terra, faz buraco nela e joga o caule da mandioca.”	Organização de informações Classificação de informações
10	“Primeiro vão arar a terra, depois você vai cavar e depois você jogar o caule, e tampa.”	Organização de informações Classificação de informações
11	“Para plantar mandioca se pega o caule do pé da mandioca e corta mais ou menos 10 centímetros, cava algumas covas rasas e enterra caule.”	Organização de informações Classificação de informações
12	“A mandioca já retirada, ela é cortada em pequenos pedaços e plantada, depois de um ano ela já está pronta para ser arrancada e vendida.”	Organização de informações Classificação de informações
13	“Primeiro limpa tudo, leva o machado para cavar e joga a estaca no buraco.”	Organização de informações Classificação de informações
14	“Ara a terra, faz buracos nela, joga o caule nesses buracos e depois cobre o buraco.”	Organização de informações Classificação de informações
15	“Cultiva a mandioca, e espera para ela crescer, para cortá-la e saborear a farinha.”	-

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

É possível perceber que todos optam de alguma forma pelas estacas da mandioca na hora do plantio, mas utilizam palavras diferentes nos textos quando se referem a ela, como observado na resposta dos grupos 3, 6, 8 e 9 que utilizam ‘maniva’, ‘tolete’, ‘estacas’ e ‘caule’. Pode ser que esta diversidade de nomes seja pela influência cultural dos familiares, dos índios entrevistados e também pelos textos consultados; neste último caso, estas variações não implicaram a validade das respostas.

Já algumas descrições como as dadas pelos grupos 1, 2, 12 e 15 utilizam apenas a palavra 'mandioca' quando se referem às estacas ou toletes de mandioca, não esclarecendo se estão se referindo à raiz ou ao caule, o que torna o texto confuso, pois deixam a entender que são pedaços de raiz de mandioca que são plantados, tornando a resposta errada e frágil.

Observa-se que as respostas no geral trazem uma descrição técnica, ou seja, um detalhamento para o que acontece na realidade, sem uso de linguagem científica, provavelmente isto se explica pela objetividade da pergunta do problema, que induz o aluno a permanecer apenas neste nível inicial de produção textual. Foi identificado apenas no texto do grupo 8 um conhecimento científico discutido em sala para explicar o plantio com estacas que se apoia na **justificativa** “pedaços de mandioca que contêm células reprodutoras.”

O grupo 02 traz em seu texto uma descrição muito objetiva e com informações confusas, quando afirma que plantariam “Com pequenos pedaços da mandioca”. Assim como o grupo 15 que apresenta uma resposta sem muito sentido com a questão investigada, quando diz que “Cultiva a mandioca, e espera para ela crescer, para cortá-la e saborear a farinha.”

Em relação aos textos dos demais grupos, nota-se uma semelhança na presença de dois indicadores de alfabetização científica: organização de informações e classificação das informações. Os textos apresentam uma resposta coerente com a situação problemática examinada, além disso, mostram os fatos recolhidos na ocasião da visita à aldeia indígena, indicando uma capacidade de **organização de informações**, e ao citarem de forma ordenada os procedimentos adotados para a preparação do solo e o plantio da mandioca, fornecem evidências de uma **classificação de informações**.

5.3.1.2 Questão 02 - Como se transforma a mandioca em farinha?

A pergunta “Como se transforma a mandioca em farinha?” foi feita por 09 grupos. Percebe-se nos registros feitos na ficha de monitoramento da ABRP ‘Da mandioca à farinha’ algumas semelhanças na presença de indicadores de AC. No quadro 17, estão transcritos os textos relativos à questão nº02 e seus indicadores de AC.

Quadro 17 – Indicadores de AC identificados na ficha de monitoramento da ABRP 'Da mandioca à farinha' sobre a questão nº 02.

Grupo	Textos transcritos	Indicadores de AC
01	“Ela passa pelo triturador de mandioca, vai para a prensa e vai para uma máquina que eles chamam de caranguejo, eles peneiram a farinha para finalizar”.	Organização de informações. Classificação de informações.
06	Para chegar até a farinha, a mandioca passa por seis etapas: 1ª etapa: descascar a mandioca. 2ª etapa: triturar na máquina. 3ª etapa: prensar a mandioca e tirar todo o líquido. 4ª etapa: passar pelo caranguejo (torrar a farinha). 5ª etapa: peneirar a farinha. 6ª etapa: depois de tudo pronto, a etapa final é ensacolar ou ensacar.	Organização de informações. Classificação de informações.
07	1- Tritura a mandioca. 2- Prensa no prensador para tirar a água. 3- Depois quebra os pedaços todos e recorta ela. 4- Leva ela para caranguejola e torra ela (mas não torra muito). 5- Peneirá-la.	Organização de informações. Classificação de informações.
08	“Eles moem ela, espremem ela, torram e pronto.”	Organização de informações
10	“Primeiro você descasca a mandioca e depois você rala a mandioca e coloca na prensa e depois é colocado no triturador e depois vai para uma bacia de pau, depois vai para o caranguejo para tirar a água da mandioca, depois peneira e está pronta a farinha.”	Organização de informações. Classificação de informações.
12	“Elas precisam ser descascadas e lavadas, tem que ser cortada no triturador, ela passa pela prensagem, depois para recortagem, ela vai para o caranguejola para ser cortada, depois é só peneirar.”	Organização de informações. Classificação de informações.
13	“Primeiro raspa, segundo lava ela, depois tritura, depois vai para prensa, depois vai e quebra ela, depois leva para o cocho de madeira e depois põe para assar.”	Organização de informações. Classificação de informações.
14	“Passa por uma variedade de processos entre trituração, prensamento, esfarelamento, peneiramento e última fase é torrada e já está pronta para o consumo.”	Organização de informações. Classificação de informações.
15	“É feita pela mandioca, passa pelo triturador.”	-

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Podemos observar a presença dos mesmos indicadores da alfabetização científica, nos textos dos grupos 01, 06, 07, 10, 12, 13 e 14. A maioria desses registros traz descrições com muitos detalhes, o que mostra que os grupos conseguiram fazer

uma intensa **organização de informações** durante a visita à ‘casa de farinha’, pois conseguem relatar as principais etapas da fabricação da farinha, condizendo com a situação real vivenciada naquele espaço de educação não formal. Além disso, mencionam as etapas de forma sequencial, dando a entender que uma etapa depende da anterior, e mostram o que ocorre nessas etapas, o que indica uma tentativa de **classificar as informações** obtidas.

Dois textos chamam atenção, por não apenas citar as etapas do processamento da farinha de mandioca, mas também trazer uma condição como garantia do porquê de se fazer todo aquele trabalho.

No texto escrito, o grupo 06 afirma:

Para chegar até a farinha, a mandioca passa por seis etapas:

1ª etapa: descascar a mandioca.

2ª etapa: triturar na máquina.

3ª etapa: prensar a mandioca e tirar todo o líquido.

4ª etapa: passar pelo caranguejo (torrar a farinha)

5ª etapa: peneirar a farinha

6ª etapa: depois de tudo pronto, a etapa final é ensacolar ou ensacar.

É possível notar que o grupo **organiza as informações** anotadas provavelmente no guia de visita na aldeia indígena, depois **classificam as informações** de acordo com a função de etapa, estabelecendo uma ordem coerente para as informações obtidas, e, em determinados momentos, tentam explicar o porquê da necessidade de fazer aquilo com a massa da mandioca. Podemos verificar isso na afirmação relativa à 3ª e 4ª etapa, respectivamente: “prensar a mandioca **[para]** e tirar todo o líquido” e “passar pelo caranguejo **[para]** (torrar a farinha)”.

Já o texto do grupo 07 traz as seguintes informações:

1-Tritura a mandioca.

2- Prensa no prensador para tirar a água.

3- Depois quebra os pedaços todos e recorta ela.

4- Leva ela para caranguejola e torra ela (mas não torra muito).

5- Peneirá-la.

Da mesma forma que o texto anterior, o grupo **organiza e classifica as informações** obtidas durante a visita com muita objetividade, o que deixa as afirmações um pouco incompletas. Nota-se nas etapas 2 e 4 uma tentativa de explicar a razão daquele procedimento na fabricação da farinha de mandioca, quando dizem “prensa no prensador” **[para]** “para tirar a água”. Ou quando afirma na 4ª etapa “leva ela para caranguejo” **[para]** “torra ela”.

O registro do grupo 08 traz um texto objetivo, diferente dos argumentos anteriores:

“Eles moem ela, espremem ela, torram e pronto.” Grupo 08

Mesmo após terem visitado a casa de farinha, presenciado toda a técnica, o grupo constrói uma descrição simples e sem detalhamento, não comenta como ocorre, relacionando as ações e as funções de cada etapa no processamento. Mostra-se uma tentativa limitada de **organização de informações**, algumas etapas são puladas no processo, o que torna a resposta frágil.

Dos registros analisados apenas o do grupo 15 não contém informações suficientes para explicar a fabricação da farinha de mandioca, por isso não há indicadores de alfabetização científica.

5.3.1.3 Questão 03- Como se tira o veneno da mandioca?

Apesar de não ter sido prevista no planejamento da ABRP ‘Da mandioca à farinha’ a pergunta ‘Como se tira o veneno da mandioca?’ aparece como curiosidade na ficha de monitoramento de 8 (oito) grupos, daí razão da sua escolha nesta análise. No quadro 18, estão transcritos os textos relativos à questão nº03 e seus indicadores de AC.

Quadro 18 - Indicadores de AC identificados na ficha de monitoramento da ABRP 'Da mandioca à farinha' sobre a questão nº 03.

Grupo	Textos transcritos	Indicadores
01	"Eles passam pela prensa onde tiram a água da mandioca, para tirar o veneno que ficou na água."	Explicação Justificativa
03	"Raspa ela e tira o caldo dela porque é no caldo que fica o veneno."	Explicação Justificativa
06	"Eles prensam a mandioca, para tirar toda sua água, que é o veneno da mandioca."	Explicação Justificativa
07	"Raspar a mandioca e lavar, tirar a água dela, porque na água da mandioca que contem veneno."	Explicação Justificativa
09	"Prensando a mandioca para sair as toxinas."	Explicação Justificativa
10	"Eles colocavam no caranguejo para tirar o caldo venenoso."	Explicação Justificativa
14	"Lavando ela, depois quando torra destrói completamente qualquer veneno."	Explicação Justificativa
15	"Tirando a substância da água."	Explicação

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Percebemos, na maioria dos textos, uma **explicação** com uma garantia fundamentada em saberes populares reunidos na ocasião da visita à aldeia indígena. O acesso a outro universo cultural traz para a escola outra forma de compreender a natureza; para os índios, o veneno está na água da mandioca e será eliminado no momento da prensagem da massa úmida da mandioca quando ocorre a eliminação da água. Suas **justificativas** aparecem sem confrontação com o saber científico, o que deixa o argumento frágil na sua construção.

As partes abaixo se referem às garantias dadas pelos textos, quanto ao porquê de proceder daquela forma para extrair o veneno da mandioca:

"...para tirar o veneno que ficou na água." Grupo 1

"...porque é no caldo que fica o veneno." Grupo 3

"...para tirar toda sua água, que é o veneno da mandioca." Grupo 6

"...porque na água da mandioca que contem veneno." Grupo 7

"Prensando ... para sair às toxinas" Grupo 9

"...para tirar o caldo venenoso." Grupo 10

"Tirando a substância da água" Grupo 15

De todos os registros, apenas o grupo 14 traz uma garantia diferente: *‘depois quando torra destrói completamente qualquer veneno’*. Essa **justificativa** está mais apoiada em base científica, que explica que a variedade brava apresenta um poderoso veneno em sua seiva, o ácido cianídrico, na produção de farinha, após seu processamento, que inclui a ralagem, lavagem, exposição ao solo e ar e algum tipo de aquecimento no forno, torna-se inofensivo para a saúde humana e animal (BIZZO, 2009).

O grupo 15 constrói uma **explicação** muito simples: utiliza a palavra ‘substância’ como se estivesse a se referir a algo que está na mandioca e que precisa ser eliminado. Não tece nenhum outro comentário sobre a questão.

5.3.1.4 Questão 4 - ‘Como se diferencia a mandioca?’

Esta questão estava prevista no planejamento da ABRP ‘Da mandioca à farinha’ e apareceu em sete registros, como podemos observar nas respostas no quadro 19.

Quadro 19 - Indicadores de AC identificados na ficha de monitoramento da ABRP ‘Da mandioca à farinha’ sobre a questão nº04.

Grupo	Textos transcritos	Indicadores
01	“A mandioca se diferencia pelas cores, da mansa até a brava.”	Explicação Serição de informações
06	“Infelizmente não é possível diferenciar os tipos de mandioca.”	-
08	“Eles sabem qual é a venenosa por que elas não são atacadas por pragas e crescem muito mais rápido do que as outras.”	Explicação Serição de informações Organização de informações
09	Brava: muito amarga difícil de descascar. Mansa: amarga, difícil de descascar. Muito mansa: adocicada, fácil de descascar	Explicação Serição de informações. Organização de informações. Classificação de informações
12	“Existem milhares de variedades: grupo de mandioca brava, mansa e muito mansa.”	Explicação Serição de informações
13	“Porque ela tem diferença no descascamento, a mandioca brava é muito amarga, muito difícil de descascar, a substância tóxica é muito alta, o cozimento é demorado e dificilmente será atacada, a mandioca muito mansa é doce, descascar é fácil e também ela é muito atacada.”	Explicação Organização de informações Classificação de informações.
14	“Mandioca brava, mandioca mansa, mandioca muito mansa.”	Explicação Serição de informações

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Os grupos durante a pesquisa tiveram acesso às informações necessárias, consultando os textos sugeridos na fonte de dados. De forma simples, os textos consultados na pesquisa apresentavam duas grandes classes de variedades, as 'bravas' e as 'mansas'. As variedades mansas são menos produtivas e são utilizadas na alimentação humana. As variedades bravas são mais produtivas e se destinam, sobretudo, à fabricação de farinha. Observa-se que apenas o grupo 06 não conseguiu construir uma **explicação** com as informações discutidas nos textos.

Os textos dos grupos 01, 12 e 14 limitaram-se a citar os principais grupos de variedades de mandioca, sem nenhuma comparação entre elas, o que indica a princípio uma **seriação de informações** no seu texto.

“A mandioca se diferencia pelas cores, da mansa até a brava.” Grupo 01

“Existem milhares de variedades: grupo de mandioca brava, mansa e muito mansa.” Grupo 12

“Mandioca brava, mandioca mansa, mandioca muito mansa.” Grupo 14

É possível, porém, reconhecer que a pergunta pode ter sido interpretada de outra forma, como por exemplo: “qual a diferença entre as variedades de mandioca?” Assim, as respostas dos estudantes podem ser consideradas completas e plausíveis.

O registro do grupo 08 vai além da **seriação de informações**, pois destaca as características da variedade dita 'brava' em relação às demais.

“Eles sabem qual é a venenosa porque elas não são atacadas por pragas e crescem muito mais rápido do que as outras.” Grupo 08

Todas as informações contidas neste texto aparecem nos textos utilizados em pesquisas na sala de aula. Os alunos conseguem recolher informações relativas à variedade brava e parecem estabelecer uma relação entre a defesa natural da planta e seu crescimento, indicando que são capazes de fazer a busca pela **organização de informações**.

O registro do grupo 09 opta por **seriar, organizar e classificar as informações** relativas às variedades citadas, utilizando como critérios as provas da mordedura e

descascamento, que são realizados do ponto de vista prático. Assim, escrevem seu texto de forma objetiva:

“Brava: muito amarga e difícil de descascar.

Mansa: amarga, difícil de descascar.

Muito mansa: adocicada, fácil de descascar.”

As informações relacionadas pelos alunos foram discutidas em sala de aula, por ocasião da síntese das questões e respostas levantadas na ficha da ABRP.

O texto do grupo 13, diferentemente dos outros grupos, faz uma **explicação** mais estruturada: Seu texto traz as seguintes informações:

“Porque ela tem diferença no descascamento à mandioca brava é muito amarga, muito difícil de descascar, a substância tóxica é muito alta, o cozimento é demorado e dificilmente será atacada, a mandioca muito mansa é doce, descascar é fácil e também ela é muito atacada.”

Percebemos uma ampla **organização e classificação de informações**, indo além de uma lista de variedades, pois buscam uma comparação entre os principais grupos de variedades de mandioca, usando os seguintes critérios: a prova da mordedura, do descascamento, do cozimento, da quantidade de ácido cianídrico e o controle natural de pragas. Utilizam as informações coletadas nos textos para a construção de uma argumentação mais completa.

Apenas o grupo 6 afirma não ser possível fazer a diferenciação entre as variedades de mandioca.

5.3.2 Produto final

Neste momento, as soluções das questões-problema já haviam sido compartilhadas, e os grupos já mostravam algum aprendizado adquirido ao longo da pesquisa. Agora, eles tiveram que organizar uma sequência de fotos com legendas explicativas, mostrando desde o plantio da mandioca até a fabricação da farinha, com o objetivo de organizar uma exposição de fotografias para ser divulgada na escola, sob o título de ‘Da mandioca à farinha’, como uma oportunidade de representar os mesmos conceitos aprendidos de uma forma diferente: com a utilização do computador.

No laboratório de informática, os grupos selecionaram as imagens do cultivo e colheita da mandioca de um endereço eletrônico disponibilizado na fonte de dados e previsto no planejamento da ABRP; contaram também com um arquivo de fotos das etapas da fabricação da farinha tiradas na 'casa de farinha' na ocasião da visita à aldeia indígena. Os grupos foram orientados a utilizar entre 12 e 16 fotos para montar uma sequência coerente do plantio da mandioca à fabricação da farinha. Antes de começar, pedimos para que olhassem todo o banco de imagens, orientamos que as imagens selecionadas deveriam ser copiadas e coladas em *slides* construídos no programa Powerpoint e os textos-legendas escritos dentro das caixas de textos.

A professora contou com o apoio de uma técnica de informática na execução da atividade e com a professora de história que também participou da visita à aldeia indígena e disponibilizou duas aulas para a realização da atividade. Os alunos mostraram muita facilidade e entusiasmo na execução da tarefa, não havendo dispersão para outros focos de interesse no computador, como jogos e redes sociais. Observou-se um fácil domínio na utilização das ferramentas do programa PowerPoint e um pouco de dificuldade na escrita dos textos para a legenda de cada fotografia escolhida.

A mediação da professora aqui foi no acompanhamento da execução da tarefa e, sempre que possível, na correção dos *slides* junto ao grupo, levando-os a refletir sobre a própria produção, como, por exemplo, se a fotografia escolhida estava de acordo com a proposta, se o texto-legenda estava de acordo com a fotografia, se a escrita do texto-legenda estava coerente e correta. Quando necessário, os grupos procuravam refazer o texto até alcançar o objetivo desejado.

Ao todo, foram quatorze sequências produzidas pelos grupos; apenas uma não cumpriu de forma suficiente e por isso não atendeu ao objetivo da atividade. Foi selecionado um trabalho para a exposição de fotografias 'Da mandioca à farinha' que foram ampliadas, impressas e coladas em papel cartão pelos alunos. As fotografias foram organizadas em mural pelos alunos e expostas na I Mostra de Conhecimento da escola (figura 16), quando os grupos se revezaram na exposição oral do trabalho realizado pela turma, divulgando a todos que se interessavam em observar o mural o objetivo e o procedimento do trabalho realizado.

Figura 16 – Exposição de fotografias ‘Da mandioca à farinha’, na ocasião da I Mostra do Conhecimento da EMEF Placidino Passos.



Fonte: Acervo pessoal da autora, 2013.

Do total de sequências produzidas, selecionamos para análise 6 (seis) trabalhos que representam características semelhantes aos demais grupos no processo de construção dos textos e seleção das imagens. Observou-se nos *slides* a presença dos indicadores de alfabetização científica, segundo os trabalhos de Sasseron e Carvalho (2008). Como se trata de uma sequência de imagens e textos que trazem uma explicação sobre algo, percebemos que se analisássemos os *slides* separadamente, haveria pouco significado; por isso optamos por analisar o conjunto de *slides* construídos (quadros 20 a 25)., observando se havia ali uma explicação coerente com o objetivo desejado para a atividade

Como a primeira parte da sequência de fotos mostrava o cultivo da mandioca, e as imagens utilizadas já traziam uma descrição de cada etapa, optamos por analisar apenas a segunda parte do produto final relativo à fabricação da farinha. Esta etapa foi registrada por meio de fotografias tiradas na ocasião da visita à aldeia indígena e não tinham legenda e nenhuma ordenação, o que poderia trazer um maior nível de dificuldade e originalidade nos textos produzidos.

Quadro 20. – Indicadores de AC identificados no produto final do grupo 01 referente a ABRP 'Da mandioca à farinha'.

Slides produzidos



1º. PLANTÃO DE MANDIOCA.

1



2º. ESTACAS DE MANDIOCA PARA PLANTIO.

2



3º. PLANTIO DE MANDIOCA

3



4º. PLANTÃO EM DESENVOLVIMENTO.

4



5º. LAVOURA FORMADA.

5



6º. COLHENDO A MANDIOCA.

6



7º. MANDIOCA ARRANCADA PARA FAZER A FARINHA.

7



8º. MANDIOCA LAVADA E DESCASCADA.

8



9º TRITURANDO A MANDIOCA PARA FAZER A MASSA.

9



10º COLOCANDO A MASSA ÚMIDA PARA SER ESPREMIDA.

10



11º MASSA NA PRENSA PARA RETIRAR ÁGUA

11



12º MASSA SECA PASSANDO PELO ESFARELADOR.

12



13º. MASSA AGUARDANDO PARA SER TORRADA.

13



14º TORRANDO A MASSA PARA FAZER A FARINHA.

14



15º FARINHA PRONTA PARA O CONSUMO.

15

Slides nº

Indicadores de Alfabetização científica

08 a 15

Organização das informações

Classificação das informações

Quadro 21 – Indicadores de AC identificados no produto final do grupo 02 referente a ABRP 'Da mandioca à farinha'.

Slides produzidos

Plantação e colheita da mandioca



Maniva pronta para ser cortada.

1

1ª Etapa



Manivas cortadas para a plantação.

2

2ª Etapa



Cobertura da maniva.

3

3ª Etapa



Germinação da mandioca.

4

4ª Etapa



Plantas com 20 dias.

5

5ª Etapa



Planta com 90 dias.

6

6ª Etapa



A mandioca pronta para ser retirada.

7

7ª Etapa



Colheita da mandioca.

8

Chegada a Pau Brasil



Indo para a Aldeia Pau-Brasil para aprender o processo que a mandioca passa até chegar a farinha.

8

1ª Etapa



A mandioca descascada pronta para o processo de trituração.

9

2° Etapa



A mandioca passando pelo triturador.

10

3° Etapa



Botando a massa da mandioca nos sacos para passar pela prensa e retirar a água.

11

4° Etapa



A massa da mandioca úmida passando pela prensa.

12

5° Etapa



A massa da mandioca passando pelo repassador.

13

6° Etapa



A farinha de mandioca passando pelo cocho.

14

7° Etapa



A farinha passando pelo processo de torragem.

15

8° Etapa



Finalizando com a peneiração.

16

Slides nº

08 a 16

Indicadores de Alfabetização científica

Organização das informações

Classificação das informações

Quadro 22 – Indicadores de AC identificados no produto final do grupo 03 referente a ABRP 'Da mandioca à farinha'.

Slides produzidos



Preparando o ramo para o plantio

1



Plantio das estacas de mandioca

2



Planta com 20 dias

3



Planta com 90 dias

4



Lavoura formada

5



Pronta para a colheita

6



Mandioca sendo retirada

7



Mandioca pronta para fazer a farinha

8



Chegada na Aldeia

9



Mandioca lavada e descascada

10



Primeira etapa – Trituração

11



Segunda etapa – Extração do líquido

12



Terceira etapa – A massa sem o líquido

13



Quarta etapa – Esfarelamento da massa

14



Quinta etapa – Peneirar a farinha

15



Ultima etapa – A farinha esta sendo torrada e depois já está pronta para o consumo

16

Slides nº**Indicadores de Alfabetização científica**

08 a 16

Organização das informações

Classificação das informações

 Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Quadro 23 – Indicadores de AC identificados no produto final do grupo 04 referente a ABRP ‘Da mandioca à farinha’.

Slides produzidos



Mandioca sendo plantada com a maniva

1



Mandioca com vinte dias de plantada

2



Plantação de mandioca pronta

3



Cortando a rama de mandioca

4



Fazendo a colheita da mandioca

5



Mandioca embalada para ser transportada

6



Caminhão para transportar a mandioca

7



Entrada da aldeia Pau-Brasil

8

1 etapa



Mandioca descascada

9

2 etapa



Ralando a mandioca

10

3 etapa



Tirando liquido da mandioca

11

4 etapa



A mandioca em blocos passa por aqui para se dissolver

12

6 etapa



Farinha sendo torrada no forno aranha

13

7 etapa



Peneirando a farinha

14



Parte grossa que sai da farinha após a peneiração

15

Slides nº

08 a 15

Indicadores de Alfabetização científica

Explicação

Organização das informações

Classificação das informações

Raciocínio lógico

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Quadro 24 – Indicadores de AC identificados no produto final do grupo 05 referente a ABRP 'Da mandioca à farinha'.

Slides produzidos



1ª Etapa - A lavoura de mandioca.

1



2ª Etapa - Rama cortada para o plantio.

2



3ª Etapa - Cobertura da mandiba com a terra.

3



4ª Etapa - Germinação da planta após 20 dias.

4



5ª Etapa - A planta já aos 90 dias.

5



6ª Etapa - A lavoura formada.

6



7ª Etapa - Planta pronta para a colheita.

7



8ª Etapa - Mandioca embalada.

8



9ª Etapa - A mandioca já raspada e lavada.

9



10ª Etapa - A mandioca sendo triturada.

10



11ª Etapa - Prensando a mandioca, para sair a água.

11



12ª Etapa - Tirando a mandioca do prensador.

12



13ª Etapa - Quebrando a mandioca, para jogar - lá no recortador.

13



14ª Etapa- Colocando a mandioca no recortador para ela esfalarar.

14



15ª Etapa - Agora esta no cocho para mistura a farinha.

15



16ª Etapa - Colocando a farinha da mandioca na caranguejola para a torragem da farinha.

16



17ª Etapa - Peneirando a mandioca, e está pronta.

17

Slides

Nº

Indicadores de Alfabetização científica

09 a 17

Organização das informações

Classificação das informações

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Quadro 25 – Indicadores de AC identificados no produto final do grupo 06 referente a ABRP 'Da mandioca à farinha'.

Slides produzidos

Primeiro passo:limpa a terra.



1



2

Segundo passo:com o machado, ele vai fazendo as covas.



3

Terceiro passo: coloca as estacas nas covas e joga a terra com o pé para tapar as covas.



4

A planta com uma semana já dá para ver as folhas, e o importante, nem precisa molhar todo dia porque ela se adapta bem no solo.



5

A planta já com vinte dias.



6

Já estão colhendo a mandioca .



9

Depois de colhida vamos fazer a farinha.



10

Para colocar no triturador antes tem que descascar e lavar.



11

Depois de triturada como a massa úmida ela vai para a prensa.



12

Depois da prensa ela sai durinha, aí tem que esfarelar na mão.



13

vamos levá-la para o cocho a onde ela é peneirada.



14

Depois vai para o forno caranguejo.



15

Agora a farinha já está pronta e essas fases da farinha levam de 40 a 45 minutos.



16

Slides Nº

Indicadores de Alfabetização científica

01, 02, 03, 10 a Organização das informações

16 Classificação das informações

Observa-se, nos trabalhos selecionados, que a realização do produto final da ABRP 'Da mandioca à farinha', proporcionou aos grupos o desenvolvimento de três indicadores de Alfabetização Científica. O primeiro está relacionado à capacidade de escrever uma descrição técnica complexa composta por pequenos textos atrelados a fotografias, que ora representavam a mesma função, ora complementavam-se (Kress *et. al* (1998) Marquez *et. al* (2003) *apud* Sasseron 2008, p.46-50).

As legendas das fotografias traziam informações que foram, na maior parte coletadas na visita à aldeia, observando o plantio da mandioca e principalmente a fabricação da farinha; tais dados serviram de base da investigação e foram consultados no guia de visita do aluno, sempre que necessário pelos grupos, ação que aponta para o outro indicador dentro de um grupo de indicadores de AC, a **organização de informações**. Passamos agora a analisar as sequências na particularidade de cada grupo selecionado.

Os *slides* produzidos pelo grupo 01 mostram uma objetividade na escrita que não atrapalha o objetivo da atividade na divulgação e compreensão dos fatos. As frases curtas e precisas na mensagem se complementam com as fotografias, suprimindo alguma lacuna que porventura tinham deixado aberta. O grupo não copia as legendas das fotografias tiradas da internet, dando maior originalidade ao trabalho. É interessante notar que a partir do slide 9 em diante, o grupo utiliza os textos das legendas não apenas para descrever a etapa do processo, mas também para dar mais validade ao que afirma, por exemplo:

“Triturando a mandioca para fazer a massa.”

“Colocando a massa úmida para ser espremida.”

“Massa na prensa para retirar a água.”

“Massa seca passando pelo esfarelador.”

“Massa aguardando para ser torrada”

“Torrando a massa para fazer a farinha.”

Ao utilizar da preposição 'para' em quase todas as legendas, mostra assim uma função para os dados coletados durante a investigação, produzindo uma sequência para as informações coletadas de forma ordenada, o que indica a presença de outra

habilidade desenvolvida a **classificação das informações**. O grupo consegue reunir as etapas do plantio da mandioca e fabricação da farinha de forma coerente e coesa, relatando ao leitor o processo descrito com exatidão.

Já o grupo 02 consegue, na primeira parte do trabalho, mostrar capacidade de síntese e ordenação na escolha das fotos. Nos slides 3, 4, 5, 6 e 8 optam por apenas copiar as legendas das fotografias baixadas da internet, e escrevem o próprio texto nas demais. Comentem um equívoco no primeiro slide, quando chamam de maniva a parte aérea da planta utilizada para o plantio da mandioca. O grupo ressalta o local da visita, para a realização do trabalho, no slide 08 que traz o texto:

“Indo para a Aldeia Pau-Brasil para aprender o processo que a mandioca passa até chegar à farinha.”

Observamos aqui a valorização da cultura indígena na história do alimento farinha, atendendo a um dos objetivos da ABRP ‘Da mandioca à farinha’. Na segunda parte do trabalho, o grupo consegue **organizar e classificar as informações** coletadas na aldeia, com textos mais detalhados; o grupo também consegue utilizar as fotografias e as legendas de forma complementar, com coerência e coesão na apresentação de suas ideias.

A seleção das fotografias feita pelo grupo 03 mostra uma capacidade de síntese e **organização nas informações** coletadas. No primeiro e segundo *slide*, o grupo traz informações originais, com utilização das palavras ramo e estacas de forma adequada ao contexto. Copiam as legendas 3, 4, 5 e 6 da internet. Também destacam a importância do local onde ocorre a investigação sobre a mandioca e a farinha, indo ao encontro do objetivo. Seus *slides* mostram certa objetividade na elaboração das legendas, sem prejudicar a compreensão dos fatos narrados.

É interessante observar nos slides 11, 12, 14, a utilização de palavras não muito comuns no dia a dia: trituração, extração, esfarelamento. O grupo consegue fazer a sequência das fotografias de forma coerente das etapas observadas na visita, utilizando os dois modos de comunicação de forma complementar (Kress *et. al* (1998) Marquez *et. al* (2003) *apud* Sasseron 2008, p. 46-50).

Os *slides* produzidos pelo grupo 04 não tiveram nenhuma legenda copiada da internet; o grupo tenta construir um texto explicando as etapas, mesmo aquelas não observadas na aldeia. Talvez, por isso, a desatenção ao escolherem as fotografias utilizadas nos slides 04 e 07 que mostram máquinas agrícolas e de caminhão para a colheita e transporte de mandioca na aldeia indígena, algo ainda não muito comum, tratando-se de um tipo de agricultura familiar e de subsistência.

Os textos-legendas são construídos de forma sequenciada, coerente com as etapas observadas na aldeia, há mais detalhamento nas legendas, destacando as máquinas que são utilizadas na fabricação da farinha. O grupo consegue **organizar e classificar as informações** coletadas.

O grupo 05 faz seleção de fotografias de forma coerente, copia todas as legendas referentes à primeira parte do produto final. Mostra **organização e classificação das informações** nas legendas construídas para a segunda parte.

É interessante a forma como começa o grupo 06; diferente dos demais, eles trazem o local da visita, onde a pesquisa ocorrera e utilizam as poucas fotografias tiradas do terreno preparado para o plantio de mandioca na aldeia; dessa forma, destacam a contribuição dos índios na nossa agricultura e alimentação. Os textos elaborados para cada fotografia complementam as falhas que por acaso existam; de forma clara e detalhada, o grupo utiliza muitas informações coletadas na visita, desde o cultivo da mandioca até a fabricação da farinha.

Nos *slides* 4 e 5, os textos reúnem informações das entrevistas com os índios e textos discutidos em sala.

“Coloca as estacas nas covas e joga a terra com o pé para tampar as covas.”

“A planta com uma semana já dar para ver as folhas e o importante nem precisa molhar todo dia porque ela se adapta bem no solo.”

Observamos a presença de uma tentativa de esclarecer o porquê de tais procedimentos no cultivo da mandioca. As fotografias da casa de farinha ganharam uma descrição rica em detalhes, em coerência com os fatos coletados e observados, demonstrando capacidade de **organização e classificação das informações**.

5.3.3 Aplicação dos saberes

Ao final da investigação, os alunos foram orientados a responder a duas questões relacionadas ao problema, tendo como objetivo oportunizar a aplicação do conhecimento adquirido ao longo da ABRP ‘Da mandioca à farinha’.

- Se caso fossem agricultores, escolheriam qual variedade de mandioca para servir cozida na merenda dos alunos? Justifique sua escolha.
- Utilizariam sementes ou estacas para plantar mandiocas? Justifique sua escolha.

Ao todo foram 15 (quinze) grupos que participaram deste momento; apenas um grupo não respondeu a nenhuma das questões propostas, totalizando 14 (quatorze) registros que trazem respostas referentes à primeira e à segunda questão. No quadro 26 estão as escolhas e os registros feitos pelos grupos às questões propostas:

Quadro 26 – Registros escritos referentes à aplicação dos saberes da ABRP ‘Da mandioca à farinha’.

Grupo	Variedade de mandioca escolhida	Forma de plantio de mandioca escolhida	Registros escritos
01	Mansa	Estaca	“Nós usaríamos a mandioca mansa e assexuada.”
02	Mansa	Estaca	“A mandioca mansa porque a brava contém venenos que poderiam afetar os estudantes, e pela sua rama porque assim seu modo de reprodução seria mais rápido e prático.”
03	Mansa	Estaca	“Mansa, da mandiba porque é mais fácil e mais rápido de produzir.”
04	Mansa	Não respondeu	“Eu escolheria a mandioca muito mansa, pois possui menor toxina para as crianças.”
05	Não respondeu	Não respondeu	Não justificou.
06	Mansa	Não respondeu	“Eu escolheria a mandioca mansa porque ela possui baixo teor de ácido cianídrico e tem mais produtividade.”
07	Mansa	Estaca	“Eu plantaria a mansa, e plantaria a mandiba porque é mais prático e rápido e daria mais produtividade.”
08	Mansa	Estaca	“Eu escolheria a mandioca muito mansa, pois mesmo que seja pouco produzida, ela é melhor para o

			consumo e eu escolheria a reprodução assexuada.”
09	Brava	Não respondeu	“Pegaria a brava, porque não tem que comprar inseticida, e não é atacada por insetos.”
10	Brava	Estacas	“Brava e plantaria com as ramas. Porque dá mais mandioca e planta rápido.”
11	Brava	Estaca	“Eu escolheria a mandioca brava e plantaria no modo assexual. Porque a mandioca brava nasce mais rápida e a plantação no modo assexual é porque tem uma velocidade mais rápida de crescer.”
12	Brava	Estaca	“Nós plantaríamos mandioca brava porque ela é de fácil crescimento e a gente plantaria de mandiba porque é mais fácil.”
13	Mansa	Estaca	“A muito mansa e a forma assexuada. Porque ela é a mais fácil de fabricar e também compraremos inseticidas.”
14	Mansa	Estaca	“Mandioca muito mansa porque para o consumo e não muita quantidade é melhor, mandioca muito mansa e assexuada.”
15	Mansa	Estaca	“A muito mansa, porque além de produzir menos variedade ela é muito mais fácil de plantar e colher, descascar e é adocicada, eu plantaria fazendo o mesmo processo que nós vimos na aldeia Pau-brasil e iria dando a ideia e o processo de reprodução para outras escolas. Que assim com o passar dos anos, nós poderíamos lembrar e querer saber melhor a antiga história da mandioca.”

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Pôde-se perceber que os grupos elaboraram uma explicação para as questões propostas com as escolhas que fizeram. Ao todo, 10 (dez) grupos optaram pela mandioca mansa ou muito mansa para servir cozida na merenda dos alunos e 4 (quatro) grupos escolheram a mandioca brava. Em relação à segunda parte da questão, 11(onze) grupos escolheram a forma assexuada, ou seja, plantariam mandioca utilizando estacas, e 3 (três) grupos não responderam.

Passaremos a observar nos registros escritos feitos juntamente com a opção escolhida pelos grupos a presença dos indicadores de alfabetização científica, propostos por Sasseron e Carvalho (2008). Nesta etapa final da metodologia ABRP, espera-se que os alunos sejam capazes de buscar relações entre aquele contexto e outros semelhantes, isto é, aplicar os saberes aprendidos ao longo da investigação (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012).

Nota-se que muitos textos trazem argumentos incompletos, dos 14 (quatorze) registros entregues, 9 (nove) trazem uma explicação referindo-se a apenas uma das

questões ou não deixando claro a qual delas estão se referindo. Apenas 4 (quatro) trazem uma explicação referindo-se às duas questões e 1 (um) registro construído pelo grupo 01 que não apresenta nenhuma explicação para as questões propostas. No quadro 27, estão transcritos os textos relativos à aplicação dos saberes e seus indicadores de AC.

Quadro 27.– Indicadores de AC identificados na etapa de aplicação dos saberes da ABRP 'Da mandioca à farinha'.

Grupo	Textos transcritos	Indicadores
01	“Nós usaríamos a mandioca mansa e assexuada.”	-
02	“A mandioca mansa porque a brava contem venenos que poderiam afetar os estudantes, e pela sua rama porque assim seu modo de reprodução seria mais rápido e prático.”	Explicação Previsão Justificativa
03	“Mansa, da mandiba porque é mais fácil e mais rápido de produzir.”	Explicação Justificativa
04	“Eu escolheria a mandioca muito mansa, pois possui menor toxina para as crianças”.	Explicação Justificativa
05	Não responderam.	-
06	“Eu escolheria a mandioca mansa porque ela possui baixo teor de ácido cianídrico e tem mais produtividade.”	Explicação Justificativa
07	“Eu plantaria a mansa, e plantaria a mandiba porque é mais prático e rápido e daria mais produtividade.”	Explicação Justificativa
08	“Eu escolheria a mandioca muito mansa, pois mesmo que seja pouco produzida, ela é melhor para o consumo e eu escolheria a reprodução assexuada.”	Explicação Previsão Justificativa
09	“Pegaria a brava, porque não tem que comprar inseticida, e não é atacada por insetos.”	Explicação Justificativa
10	“Brava e plantaria com as ramas. Porque dá mais mandioca e planta rápido.”	Explicação Justificativa
11	“Eu escolheria a mandioca brava e plantaria no modo assexual. Porque a mandioca brava nasce mais rápida e a plantação no modo assexual é porque tem uma velocidade mais rápida de crescer.”	Explicação Justificativa
12	“Nós plantaríamos mandioca brava porque ela é de fácil crescimento e a gente plantaria de mandiba porque é mais fácil.”	Explicação
13	“A muito mansa e a forma assexuada. Porque ela é a mais fácil de fabricar e também compraremos inseticidas.”	Explicação
14	“Mandioca muito mansa porque para o consumo e não muita quantidade é melhor, mandioca muito mansa e assexuada.”	Explicação
15	“A muito mansa, porque além de produzir menos variedade ela é muito mais fácil de plantar e colher, descascar e é adocicada, eu plantaria fazendo o mesmo processo que nós vimos na aldeia Pau-Brasil e iria dando a ideia e o processo de reprodução para outras escolas. Que assim com o passar dos anos, nós poderíamos lembrar e querer saber melhor a antiga história da mandioca.”	Explicação Justificativa

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Percebemos que os alunos do grupo 01 não fazem uma explicação, apenas respondem diretamente da seguinte maneira: “*Nós usaríamos a mandioca mansa e assexuada*”. Desta forma não dão garantias para suas escolhas. Além disso, constroem um texto sem coerência, ao colocarem a palavra ‘assexuada’ sem contexto dentro da explicação.

Os textos abaixo são de grupos que escreveram uma **explicação** apenas para a primeira questão:

“Eu escolheria a mandioca muito mansa, pois possui menor toxina para as crianças.” Grupo 04

“Eu escolheria a mandioca mansa porque ela possui baixo teor de ácido cianídrico e tem mais produtividade.” Grupo 06

“Eu escolheria a mandioca muito mansa, pois mesmo que seja pouco produzida, ela é melhor para o consumo e eu escolheria a reprodução assexuada.” Grupo 08

“Mandioca muito mansa porque para o consumo e não muita quantidade é melhor, mandioca muito mansa e assexuada.” Grupo 14

As explicações apresentadas nos textos do grupo 04 e 06 mostram **justificativas** parecidas para a escolha da mandioca mansa – “porque possui menor toxina para as crianças.” De forma semelhante, o grupo 06 apresenta “porque ela possui baixo teor de ácido cianídrico e tem mais produtividade.” O fato de possuírem teor baixo de substâncias venenosas é uma condição importante para o consumo da mandioca de mesa. Apesar do grupo 06 utilizar uma nomenclatura científica para se referir ao veneno, erra na segunda parte de seu argumento, pois são as variedades ditas “bravas” as mais produtivas. Esta informação constava da fonte de dados utilizada para pesquisa, e a partir delas os alunos construíram uma **justificativa** para compor um argumento para a questão colocada pela professora sobre a escolha de variedades.

Já o argumento do grupo 08 tem uma estrutura mais complexa, pois apresenta uma **justificativa** para a escolha da variedade mansa, ao afirmar que “mesmo que seja pouco produzida”, e acrescenta uma **previsão** - “ela é melhor para o consumo” -, fazendo uma relação entre o consumo feito pelo ser humano e a produtividade da mandioca.

As informações do texto do grupo 14 estão sem coerência, mostram dificuldades na elaboração do discurso escrito, apontam uma **explicação** ainda em construção, com

a necessidade de maior tempo e apoio (VYGOTSKY, 2007), por isso não podemos identificar outros indicadores de AC.

Ainda observando os textos que trazem explicação apenas para a primeira questão, um deles se diferencia dos outros por apresentar uma **justificativa** questionável:

“Pegaria a brava, porque não tem comprar inseticida, e não é atacada por insetos.” Grupo 09

O grupo mostra uma postura preocupada com o lucro na produtividade da mandioca, sem se importar com os riscos à saúde de outras pessoas, como os estudantes que se alimentam da merenda escolar.

Os textos abaixo não deixam claro a quais das questões referem-se:

“Mansa, da mandiba porque é mais fácil e mais rápido de produzir.” Grupo 03

“Eu plantaria a mansa, e plantaria a mandiba porque é mais prático e rápido e daria mais produtividade.” Grupo 07

“Brava e plantaria com as ramas. Porque da mais mandioca e planta rápido.” Grupo 10

Podemos notar que a palavra ‘rápido’ aparece nas **justificativas** dos textos, referindo-se provavelmente à produtividade e ao crescimento da lavoura de mandioca, informação discutida em sala de aula. Mas apenas o grupo 10 acerta ao afirmar que a variedade dita “brava” é a que tem maior produtividade, como pode ser visto na frase “porque dá mais mandioca”. Nenhum texto faz relação entre a reprodução assexuada e a formação de plantas idênticas à mandioca original, formando-se o que chamamos de clones, o que garantiria plantas da mesma variedade desejada pelo produtor.

A segunda questão pedia para que os alunos escolhessem entre sementes ou estacas para plantar mandioca. Os grupos 03 e 07 utilizam uma palavra diferente (mandibas), para se referir ao tolete de mandioca ou manivas-sementes, que são partes da rama utilizada para plantio. Já o grupo 10, utiliza a palavra rama de forma inadequada, pois é a parte intermediária da planta, de onde se obtêm as manivas-sementes. Provavelmente, esta diversidade de termos para a mesma coisa deve-se às influências culturais e regionais que envolvem o cultivo da mandioca, juntamente

à construção de significados de novas palavras para o adolescente (VYGOTSKY, 2001).

Do total de registros produzidos nesta etapa da metodologia da ABRP, apenas quatro registros traziam afirmações com garantias para as duas questões propostas, com uma escrita mais coerente; são elas:

“A mandioca mansa porque a brava contém venenos que poderiam afetar os estudantes, e pela sua rama porque assim seu modo de reprodução seria mais rápido e prático.” Grupo 02

“Eu escolheria a mandioca brava e plantaria no modo assexual. Porque a mandioca brava nasce mais rápida e a plantação no modo assexual é porque tem uma velocidade mais rápida de crescer.” Grupo 11

“Nós plantaríamos mandioca brava porque ela é de fácil crescimento e a gente plantaria de mandiba porque é mais fácil.” Grupo 12

“A muito mansa, porque além de produzir menos variedade, ela é muito mais fácil de plantar e colher, descascar e é adocicada, eu plantaria fazendo o mesmo processo que nós vimos na aldeia Pau-Brasil e iria dando a ideia e o processo de reprodução para outras escolas. Que assim com o passar dos anos, nós poderíamos lembrar e querer saber melhor a antiga história da mandioca.” Grupo 15

Os textos acima mostram a construção de **explicação** pelos grupos para responder às duas questões propostas relativas à aplicação dos saberes; apesar de todos escolherem a reprodução por estacas, não concordam com o tipo de variedade de mandioca que utilizariam no plantio.

Os argumentos do grupo 02 contêm uma estrutura mais complexa, pois eles elaboram uma primeira **justificativa** para a questão quando dizem “a mandioca mansa porque a brava contém venenos”, e, em seguida, mostram uma **previsão** “que poderiam afetar os estudantes.” Na segunda parte do texto, trazem uma **justificativa** para a sua escolha, relacionando ao modo de reprodução assexuada “e pela sua rama porque assim seu modo de reprodução seria mais rápido e prático”.

O texto elaborado pelo grupo 11 destaca-se pelo uso do termo assexual na sua **justificativa**, para se referir ao plantio por estacas de mandioca. Durante a visita à aldeia indígena, não houve a utilização do termo assexual na demonstração do plantio de mandioca; mas, nas fontes de dados disponibilizados aos grupos na sala de aula, este termo aparecia. Nota-se que houve uma apropriação da linguagem científica por parte dos alunos (ZABALA, 1999, BRASIL, 1998) numa situação

problemática proposta, sem detalhar a vantagem do tipo de reprodução, por esta razão não podemos afirmar se houve compreensão do significado da palavra utilizada (VYGOTSKY, 2005).

O grupo 12 constrói uma **explicação** simples, com o uso da palavra 'fácil' por duas vezes, o que não traz garantia às suas afirmações. Mostra-se um argumento muito frágil e que necessita de maior construção.

O último texto destaca-se por apresentar uma **explicação** longa e confusa de início. O grupo traz informações adicionais, mas pouco coerentes com a primeira questão. Já na segunda questão, o grupo retoma as observações feitas na visita à aldeia indígena na **justificativa** "eu plantaria fazendo o mesmo processo que nós vimos na aldeia", e apesar de não detalhar este procedimento, faz destaque à importância daquele aprendizado na escola.

5.4 A PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE A METODOLOGIA ABRP

Foram utilizados dois instrumentos para analisar a percepção dos alunos sobre a metodologia ABRP aplicada à turma; o primeiro foi um questionário de avaliação da visita ao espaço da aldeia indígena. Optou-se por verificar a opinião de todos na turma a respeito da visita àquele espaço, por ser uma estratégia de ensino diferenciada e associada à metodologia ABRP, importante na resolução do problema em questão. O instrumento de avaliação desta visita contava com 04 questões fechadas e apenas uma questão aberta (APÊNDICE F), sendo aplicado após retorno da visita, já na escola. O segundo instrumento de avaliação foi a aplicação da entrevista de grupo focal formado por oito alunos que foram os representantes de cada um dos oito grupos que participaram da investigação. Vale esclarecer que tais alunos foram identificados por letras para preservar suas identidades.

O roteiro da entrevista do grupo focal contava com doze questões de respostas abertas, que permitiram a coleta e posterior análise da opinião de oito alunos da turma participante do trabalho. A entrevista ocorreu no laboratório de Ciências da escola, ao final da aplicação da ABRP e durou aproximadamente uma hora e meia, com gravação em áudio para facilitar as observações da pesquisadora, que também mediu a entrevista com um roteiro pré-estabelecido.

Os resultados da avaliação da proposta de trabalho com a ABRP 'Da mandioca à farinha' serão apresentados por instrumentos de avaliação. Sendo assim, passaremos a analisar os dados coletados com a avaliação da visita à aldeia, em seguida às observações feitas pelo grupo de alunos na entrevista do grupo focal. Algumas opiniões coletadas durante a entrevista em relação à visita à aldeia, também foram utilizadas para ressaltar alguns pontos importantes na avaliação.

Ao todo, 26 alunos preencheram a avaliação da visita à aldeia indígena, os resultados são apresentados no quadro 28.

Quadro 28 – Resultados da avaliação quanto à visita à aldeia indígena.

Questão 01 – Você gostou da visita à aldeia indígena?		
Nada	00	00,0%
Pouco	01	3,8%
Muito	10	38,4%
Muitíssimo	15	57,6%
Questão 02 – Você acha esta visita útil para a resolução das questões levantadas em sala?		
Nada	00	00,0%
Pouco	00	00,0%
Muito	12	46,1%
Muitíssimo	14	53,8%
Questão 03 – Suas expectativas quanto à visita foram satisfeitas?		
Não	00	00,0%
Pouco	05	19,2%
Muito	21	80,7%
Questão 04 – Ao longo da visita foram dados os esclarecimentos e apoio necessários?		
Não	00	00,0%
Pouco	06	23,0%
Muito	20	76,9%
Questão 05 – Para você o que faltou na visita?		
Mais esclarecimentos	12	46,1%
Nada	08	30,7%
Observar a plantação e a colheita da mandioca	03	11,5%
Presença do cacique	02	7,6%
Não respondeu	01	3,8%

Fonte: Elaborado pela própria autora, 2014.

Verifica-se que a maioria da turma gostou muito (38,4%) ou muitíssimo (57,6%) da visita à aldeia indígena, o que reafirma a importância de uma estratégia de ensino, a

de colaborar com outras na promoção da aprendizagem dos alunos. Mesmo sendo um espaço não preparado para receber visitas escolares rotineiras, os alunos afirmam estar satisfeitos com a visita, o que podemos verificar na fala dos alunos no questionário: “Eu achei que não faltou nada, fiquei satisfeito com a visita, e o apoio e as explicações foram muito boas” (aluno Z); ou ainda, “Se faltou alguma coisa foi pouco, porque nós chegamos lá e nos receberam super bem, as pessoas de lá falaram muitas coisas interessantes, que tiraram muitas dúvidas” (aluno H).

A segunda questão pedia para que respondessem se a visita ajudou na resolução das questões levantadas sobre o problema ‘Da mandioca à farinha’; a maioria dos alunos respondeu entre muito (46,1%) e muitíssimo (53,8%), mas quando questionados sobre o que faltou na visita, 46,1% dos alunos afirmaram que faltaram esclarecimentos sobre algumas coisas; provavelmente isso se deve às questões levantadas em relação à história da domesticação da mandioca pelos índios; percebe-se com isso que o problema trouxe envolvimento e atenção na busca de respostas na entrevista com os índios na aldeia, como se pode observar nas justificativas “Só algumas perguntas que não foram respondidas” (aluno J) e ainda “Mais detalhes e esclarecimentos. Não foi muito boa a parte do esclarecimento da origem da mandioca” (aluno F).

Percebe-se que o trabalho com a metodologia ABRP, criou nos alunos mais expectativas do que normalmente haveria em qualquer visita, na medida em que os alunos não estavam apenas motivados pela quebra da rotina escolar ou pela curiosidade de ir a uma aldeia, mas também pela busca de respostas a um problema que estavam a investigar. Em relação a isso, 80,7% dos alunos consideram que a visita à aldeia atingiu suas expectativas. É curioso perceber que 11,5% dos alunos sentiram falta de conhecer uma plantação de mandioca já adulta e acompanhar a colheita da raiz, como afirma o aluno N: “A visita foi muito boa, eu acho que seria melhor vendo eles colher a mandioca”. Outros 7,6% sentiram falta do cacique, provavelmente pela figura personalizada do cacique nos filmes e desenhos.

Cerca de 76,9% dos alunos consideraram que a visita forneceu muitos esclarecimentos; cabe reconhecer, no entanto, que grande parte dessa satisfação deve-se aos questionamentos elaborados em sala pelos alunos e ao conhecimento dos objetivos da visita à aldeia, o que pode ter contribuído para confirmar suas

expectativas durante a visita. Vale ressaltar que quando questionados sobre o que faltou na visita, 46,1% escolheram a opção 'mais esclarecimentos', parece-nos mais um indicativo da atenção dada à finalidade da visita no processo investigativo, quanto às questões levantadas pelos alunos aos índios.

A primeira parada na aldeia foi na área de eventos e festas, onde houve a acolhida aos alunos e a entrevista com as lideranças indígenas; em seguida, já na 'casa de farinha' distante uns cinco minutos da sede da aldeia, os alunos acompanharam a fabricação da farinha e tiveram uma pausa para descanso e lanche fornecido pela escola, por fim, foram para um terreno já arado e preparado para o plantio da mandioca, onde fizeram perguntas relativas ao cultivo da mandioca.

Em todos esses momentos, exigia-se dos alunos capacidade de reunir informações por meio de entrevista e observações, tudo isso com registro em tempo hábil pelo grupo no seu guia de visita do aluno ao campo. Neste instrumento, entregue à professora/pesquisadora ao final do trabalho, observou-se a presença de fragmentos de falas da entrevista concedida pelos índios e das etapas observadas na fabricação da farinha; pouco se observou de registro sobre o plantio da mandioca, talvez por ter sido a última atividade. Neste instante final, muitos já se mostravam cansados, principalmente por estarem em um local sem proteção do sol e por terem que permanecer em pé.

Evidencia-se, com estes resultados e observações, que a visita à aldeia indígena contribuiu muito significativamente para alcançar os objetivos específicos almejados na investigação, mas, além disso, também oportunizou o contato com outra cultura, que, como tantas, precisa ser reconhecida e valorizada por todos, uma vez que, o povo indígena faz parte da origem do povo brasileiro. Tudo isso pode levar a reflexões e mudanças nos nossos hábitos e opiniões quanto a outras culturas. Visitar espaços de educação não formais em meio a culturas diferentes proporciona o exercício da cidadania, para ambos os lados: tanto para quem recebe como para quem visita; o índio, ao compartilhar seu conhecimento, e o aluno no reconhecimento e valorização a esta cultura; a propósito, dois depoimentos de alunos, chamam atenção durante a entrevista do grupo focal quanto a isso:

“Tipo assim eu ficava reclamando, eu queria isso, queria aquilo, e lá eu vi que eles são... Não sei como dizer, simples. É... Ter mais humildade, a

escola de lá é tão pequenininha, e a nossa escola tão grande. É...” (Aluno Y)

“Aprendi mais valorizar a cultura, saber mais as coisas, aprender se alguém perguntar vou saber mais sobre o assunto. Vou lembrar do passeio que fiz. Aprender a contar as coisas, ensinar as pessoas, saber que não pode deixar só pra você, igual eles tiveram a humildade de receber lá, porque eles querem mostrar o que sabem para as outras pessoas, eu acho isso também importante.” (Aluno M)

Quanto à opinião dos alunos sobre a metodologia ABRP aplicada nas aulas de Ciências, primeiramente eles foram questionados sobre a organização do ambiente da sala de aula. Os alunos consideraram importante o trabalho de grupo para sua aprendizagem, como podemos perceber na fala do aluno N

“Pra mim foi importante, também porque a gente busca e aprende o que a gente não sabe com outra pessoa e vice-versa, a gente, tipo, uma frase lá no LIEd (referindo-se ao laboratório de informática) que não tinha uma frase completa, eu dizia põe isso, fica legal, dava minha opinião e ficava um trabalho legal.”

O aluno M complementou:

“Porque você aprende a trabalhar com outras pessoas, e aprende que não é só a sua opinião que conta, a do outro também. É interessante que você percebe as opiniões de cada um, junta, conversa, eu acho isso legal.”

A segunda pergunta feita ao grupo tratava do problema ‘Da mandioca à farinha’ apresentado no início do trabalho. As respostas dadas foram diferentes: cinco dos oito alunos acharam o problema de fácil compreensão, dois acharam o problema regular e um aluno não se lembrava do problema. Alguns alunos justificaram assim: “Eu achei que foi fácil, eles queriam entender sobre a mandioca eles queriam fazer uma exposição de fotos, mostrando a etapa da mandioca, a gente viu lá, eu consegui compreender o que eles queriam e a gente até fez isto.” (aluno K) Outro aluno mencionou: “Não foi muito difícil, porque eu já sabia algumas coisas sobre o tema, aí já esclareceu um pouco com a explicação e as informações do texto, foi fácil.” (aluno Q)

É importante ressaltar que quando o problema está próximo à realidade dos alunos, cria-se um ambiente mais favorável e significativo para a aprendizagem. Por esta lógica, podemos afirmar que a escolha pelo cultivo da mandioca, uma planta comum à realidade brasileira, e que também serve de matéria-prima para alimentos populares, como a farinha de mandioca, contribuiu para a motivação pelo aprender.

A importância de estudar temas relacionados à agricultura e alimentos está expressa na opinião do aluno Q:

“Eu sabia que tinha tipos de mandioca. Não sabia qual era, qual terra, sabia que ela gostava de qualquer terra, época do ano, coisa assim. Como se fazia a farinha, não tinha visto não. É importante estudar o alimento com a agricultura, pois a maioria dos alimentos vem da agricultura.”

Quanto ao terceiro item, os alunos foram convidados a falarem sobre as questões feitas sobre o problema, vale lembrar que cada grupo elaborou suas perguntas conforme as dúvidas que tinham quanto ao problema ‘Da mandioca à farinha’, e durante a investigação tais questões direcionaram a solução do problema. Todos afirmaram que partir das próprias dúvidas é mais interessante e desafiador. O aluno M comentou: “Eu acho importante, porque escrevendo as nossas próprias perguntas, o assunto vai ficar mais interessante”. Já aluno N acrescentou:

“Porque um tema ou problema não pode começar sabendo tudo, não ia ter nem graça, tipo tem que pesquisar, e também foi legal que a gente expressou as nossas dúvidas, o cacique respondeu e a gente ficou sabendo mais.”

O problema pedia que os alunos ajudassem os agricultores a aprender sobre o plantio da mandioca e a fabricação de farinha; para isso, além da visita à aldeia indígena, uma fonte de dados fornecia vários textos e endereços eletrônicos, que poderiam ser consultados na sala de aula e em casa. Ao perguntar sobre a importância de tais fontes, os alunos destacaram o papel dos textos pesquisados. O aluno M disse assim: “Porque muitas vezes o que você não conseguiu escutar lá, no texto tá escrito”; o aluno Y completou: “só depois que eu li o texto eu fui responder aquela pergunta, como tira o veneno da mandioca.” Daí a importância de trabalhar o ensino de Ciências com diversidade de atividades e modos de representação, pois a aprendizagem se dá em tempos e formas diferentes para cada um. (VYGOTSKY, 2005)

Quando questionados se haviam respondido a todas as questões, o aluno M comentou sobre uma questão deixada em branco até o final: “A única coisa que a gente não respondeu, foi sobre as doenças que podem pegar na mandioca”. O aluno N completou: “As pragas que mais atacam. Mas depois a gente foi lá, e respondeu que eram as formigas.” Percebe-se que a retomada das perguntas e respostas, era constante durante a investigação em vários momentos, fosse na visita, fosse na leitura dos textos propostos.

Uma questão foi citada pelo aluno K: “Quando a mandioca foi encontrada no Brasil?” Tratava-se da origem da mandioca e foi respondida durante a entrevista aos índios da seguinte forma: “Que nem os bisavós deles sabiam”. Esta afirmação gerou dúvidas entre os alunos e a necessidade de uma pequena exposição da professora sobre a história da domesticação da mandioca pelos povos indígenas. Quando os grupos se deparam com obstáculos durante a resolução do problema, pequenos momentos de exposição pelo professor podem auxiliar na investigação, mas sem a intenção de dar respostas. (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012).

No último item da entrevista, o grupo comentou sobre a elaboração do produto final. Todos foram explicando claramente o que era preciso fazer. O aluno Q disse: “Mostrar nosso conhecimento do que a gente tinha aprendido sobre o assunto”. Quando questionados quanto ao grau de dificuldade e quais habilidades foram exigidas para a concretização da tarefa pelo grupo, o aluno Q acrescentou:

“Foi fácil, porque já tinha visto todo aquele processo na aldeia, aí era só a gente relacionar o que a gente tinha visto sequenciar as fotos, escrever os textos com que ele tinha falado.”

Na sua resposta, o aluno usa os verbos ‘relacionar’, ‘sequenciar’, ‘escrever’, ações importantes para a execução da tarefa, o que mostra uma capacidade de se autoavaliar durante o processo de aprendizagem.

Vale lembrar que o produto final terminou com a exposição de fotos ‘Da mandioca à farinha’, realizada durante a I Mostra do Conhecimento da escola. Os alunos tiveram a oportunidade de participar tanto da montagem do painel, quanto da exposição oral à comunidade escolar, relatando como ocorreram as etapas do trabalho com a turma. Observa-se que havia no dia cooperação entre eles no revezamento das falas e segurança na hora de falar sobre o que haviam feito. A visita à aldeia e a colaboração na divulgação do trabalho realizado foram encaradas com muito entusiasmo pela maioria. O depoimento do aluno X foi: “Eu gostei de explicar a pessoas como é o processo, tipo assim ser um professor. Foi legal.” O aluno M disse: “Gostei de ir à aldeia dos índios. Depois de fazer o trabalho e apresentar para outras pessoas para também elas saberem sobre a tapioca e a cultura, não deixar só pra gente, mas mostrar para as outras pessoas o que a gente aprendeu.”

6 ANÁLISE DA METODOLOGIA ABRP: O CENÁRIO ‘O MISTÉRIO DO AMIDO’

Neste capítulo, será apresentada a segunda proposta investigativa com ABRP aplicada no ensino fundamental com base no tema ‘Agricultura e alimentos’ com foco no cultivo da mandioca. O cenário da ABRP intitulado ‘O mistério do amido’ será apresentado conforme os pressupostos de Vasconcelos e Almeida (2012), a presença dos eixos estruturantes da AC propostos por Sasseron e Carvalho (2008) e discutido em seguida, de acordo com os resultados após sua validação com pares. A verificação da presença de indicadores de AC no aprendizado dos alunos será apresentada na análise dos registros escritos e desenhos produzidos durante a pesquisa. Ao final, serão discutidos alguns pontos da avaliação da metodologia ABRP feitos com um grupo focal.

6.1 O CENÁRIO: ‘O MISTÉRIO DO AMIDO’

Foi previsto para o trabalho com este cenário um tempo de 12 aulas (50 minutos cada aula) para a aplicação dos Passos do Tutorial proposta para a metodologia da ABRP (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012). O título ‘O mistério do amido’ foi escolhido por despertar maior interesse e curiosidade dos alunos pela investigação científica. Conforme planejamento da proposta de trabalho pedia-se como pré-requisitos que o aluno do 7º ano tivesse noções sobre: as partes de uma planta, a importância da água nos seres vivos, o transporte de seiva e absorção de luz pelas plantas. Acreditamos que o desconhecimento de tais conceitos não inviabiliza a aplicação da proposta de ensino, que está adaptada ao nível dos estudantes.

O problema elaborado teve como objetivo oportunizar aos alunos contato com o processo de produção de conhecimento pelo ser humano, na tentativa de compreender a origem do amido na raiz da mandioca. Buscou-se neste cenário provocar questionamentos sobre as diferenças entre a produção de conhecimento científico e a do cotidiano, como também o desenvolvimento de aspectos ligados à investigação científica e a aprendizagem de conceitos científicos relacionados à alimentação humana e a nutrição vegetal.

As etapas do planejamento das aulas de Ciências com base na metodologia ABRP serão apresentadas no quadro 29 a seguir:

Quadro 29 – Planejamento da ABRP ‘O mistério do amido’

Título:	O mistério do amido
Contextualização curricular	7º ano do ensino fundamental
Tempo previsto	12 aulas
Pré-requisitos	As partes de uma planta. A função da água nos seres vivos, em especial como meio de transporte de substâncias e solvente. Sistema de vasos condutores. A clorofila e a absorção de luz.
Objetivos específicos:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elaborar perguntas e hipóteses, selecionando e organizando dados e ideias para resolver problemas. ✓ Entender como as plantas utilizam a energia do Sol através da fotossíntese. ✓ Conhecer a importância do preparo do solo para o plantio. ✓ Compreender a função da glicose e do amido como compostos que armazenam energia da fotossíntese. ✓ Conhecer as mudanças ocorridas no conhecimento científico envolvendo os estudos sobre a nutrição vegetal. ✓ Compreender a origem do amido na raiz da mandioca. ✓ Conhecer o processo artesanal de extração do amido da mandioca, identificando as etapas de separação de mistura. ✓ Avaliar a pertinência de hipóteses formuladas. ✓ Interpretar resultados de experimentos.
Articulações disciplinares	<p>Geografia: A possibilidade de contar a história dos alimentos e conhecer os hábitos alimentares de outras regiões brasileiras.</p> <p>Língua Portuguesa: A pesquisa sobre as várias expressões e modos de obter o amido de mandioca entre os familiares. Produção de texto explicativo para o produto final.</p> <p>Arte: Utilização de escala de cores e texturas no desenho e pintura de um pé de mandioca.</p>
Conceitos a serem trabalhados	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conceitos biológicos <ul style="list-style-type: none"> Aproveitamento da energia do Sol pelos vegetais Fotossíntese e a nutrição vegetal Nutrientes do solo para a nutrição vegetal Ideias sobre nutrição vegetal ao longo da história da Ciência A origem do amido de nossa alimentação Importância econômica das plantas ✓ Conceitos químicos <ul style="list-style-type: none"> Propriedades específicas de materiais (amido)

Misturas e substâncias

Processos de separação de componentes de mistura

Reconhecimento e descrição de transformação de materiais

Cenário

Problema

Depois da aula de 'Ciência com tapioca', a professora Patrícia começou uma investigação interessante com seus alunos sobre o amido ou goma da mandioca. Seus alunos ficaram intrigados com a origem do amido extraído das raízes da mandioca. Foi então que a professora aproveitou a ocasião para lançar um desafio sobre '**o mistério do amido**'. Durante a aula, ela já havia comentado que o ser humano aprendeu a cultivar diversas plantas com reservas de amido, citando, como exemplo, os índios da região Amazônica que escolheram a mandioca e desenvolveram técnicas para seu cultivo e preparação.

Contou que, há pouco tempo, os pesquisadores descobriram a mandioca silvestre ou mandioca-mãe que deu origem a todas as demais variedades de mandioca. Bem diferente das atuais, ela seria um tipo de cipó com raízes comuns e finas que crescia na sombra de outras árvores da floresta. Os índios observaram que quando se abria uma clareira na mata, os tocos dos cipós da mandioca-mãe que ficavam no solo, expostos ao sol, rebrotavam em forma de arbusto e com raízes grossas, o que garantia alimento para sobrevivência do seu povo.

Envolvidos com tudo aquilo que estavam ouvindo, os alunos pensaram e deram a suas hipóteses para a origem do amido, se a raiz da mandioca não recebe luz, ela é incapaz de fazer fotossíntese, então, talvez, a planta retire o amido do solo. A professora aproveitou a situação e disse que muitos cientistas já haviam feito várias investigações no passado sobre o aumento de massa dos vegetais, e que para verificar suas hipóteses, eles realizavam experimentos.

Citou como exemplo o experimento de um dos primeiros a estudar esse problema: o médico e alquimista Van Helmont (1577-1644). Para ele as plantas não retiravam do solo os nutrientes necessários para seu desenvolvimento. Para avaliar suas ideias, ele realizou um experimento importante com uma planta chamada salgueiro. A professora orientou os grupos a fazer a mesma coisa que Van Helmont: a verificação da sua hipótese; cada grupo iria propor um experimento e explicar seu procedimento aos demais na próxima aula.

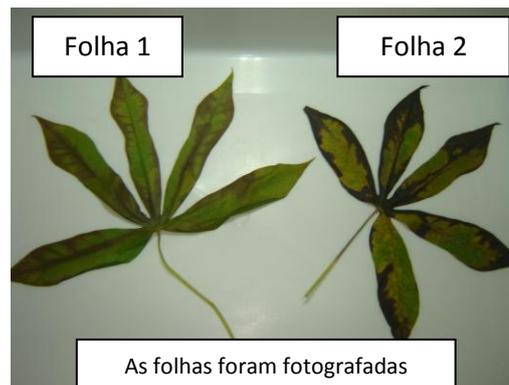
Um grupo fez o teste do amido, conforme o procedimento relatado abaixo:

“Para realizá-lo, pegamos um pouco da terra onde havia um pé de mandioca plantado e escolhemos ao acaso duas folhas. Com uma delas (folha1), fizemos como mostra a figura abaixo, colocamos em volta um papel alumínio

que não deixava passar nenhuma luz, e a outra (folha 2) foi marcada para poder ser identificada mais tarde. Deixamos a planta no sol com as folhas arrumadas da maneira explicada por três dias. Passando esse tempo, colhemos as duas folhas e retiramos um pouco da clorofila existente. Em seguida, pingamos o iodo na terra e nas folhas para observar os resultados”



Uma das folhas foi envolvida no papel alumínio (folha 1) e a outra marcada como folha 2



As folhas foram fotografadas depois de terem ficado na solução

Vocês concordam com a hipótese dos alunos? A que conclusões se pode chegar com os resultados apresentados pelos alunos? Como será que a terra ficou após o contato com a solução de iodo?

A partir das observações dos índios, dos resultados dos experimentos de Van Helmont e dos alunos, elabore uma explicação para a origem do amido na mandioca.

Questões-problemas

- ✓ Por que a mandioca silvestre ou mandioca-mãe tinha raízes finas?
- ✓ De onde a raiz da mandioca retira nutrientes para aumentar sua massa?
- ✓ Por que a raiz da mandioca armazena amido?
- ✓ Somente as plantas produzem amido?
- ✓ Existe alguma relação entre a fotossíntese e a presença de amido na raiz da mandioca? Qual?
- ✓ Como foi realizado o experimento de Van Helmont?

- ✓ O que os alunos queriam verificar ao taparem a folha de mandioca com alumínio?
- ✓ Para que finalidade a solução de iodo foi usada no experimento dos alunos?
- ✓ Por que foi preciso retirar a clorofila das folhas?

Produto final

Os alunos irão confeccionar um cartaz com o desenho de um pé de mandioca com raiz, caule e folhas. Depois, deverão identificar as principais etapas de produção do amido pela planta no desenho, utilizando palavras-chaves e símbolos. O cartaz deverá conter uma pequena explicação sobre o mistério do amido. Ao final, os alunos do grupo farão uma exposição oral do cartaz para o restante da turma.

Fonte de dados:

Livros didáticos de Ciências:

- O alimento produzido na fotossíntese
BIZZO, Nélio; JORDÃO, Marcelo. **Ciências BJ**, 7º ano, 2. ed. São Paulo: Editora do Brasil, 2009.
- Vida de planta: a nutrição dos vegetais
Primeiras ideias sobre a nutrição dos vegetais
DE CARO, Carmem Maria; PAULA, Figueiredo Helder; BARBOSA, Mairy, CAIXETA, Maria Emília Caixeta; SOARES, Nilma; AGUIAR, Orlando; SCHMITZ, Ruth; MOURA, Selma. **-Projeto Velear: Ciências -7ºano**, 1. ed. São Paulo: Scipione, 2012.
- Qual a origem da nossa comida?
SANTANA, Olga Aguilar. **Ciências naturais**, 7º ano, 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

Endereços eletrônicos:

- Amidos: fontes, estruturas e propriedades funcionais.
http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/124.pdf
- Experimento: sem clorofila nada de fotossíntese
<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=16&SEM+CLOROFILA+NADA+DE+FOTOSSINTESE>
- Experimento: perceba a fotossíntese
<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=399&PERCEBA+A+FOTOSSINTESE>
- História da Ciência: O experimento de Van Helmont
<http://www.cap.ufrj.br/materialdidatico/BIOCIENTF4.pdf>

Ciclo de apresentação	Passos do Ciclo Tutorial	Tempo³
	Contextualização problemática com exploração didática do cenário (preparação e degustação da tapioca/realização de experimentos: 'Extração do amido da mandioca' e 'Identificação do amido em alimentos pelo teste do iodo')	03
	Preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP em grupo de 4 a 6 alunos, com identificação dos fatos ou evidências apresentados no cenário.	01
	Elaboração das questões-problema pelos grupos.	01
	Pesquisa em livros didáticos na sala de aula.	02
	Retorno ao preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP e síntese das propostas de solução as questões-problema.	01
	Elaboração do produto final	02
	Apresentação do produto final	01
	Autoavaliação dos grupos	
	Aplicação dos saberes desenvolvidos.	01
Aplicação dos saberes	Após a investigação, cada aluno deverá ser capaz de generalizar os conceitos desenvolvidos, agora em relação à outra planta, por meio de uma atividade de análise de uma imagem, que aparece em frente de uma embalagem de um produto comercial muito popular no Brasil.	
Proposta de avaliação	Preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP. (3,0 pontos) Cartaz (Produto final). (3,0 pontos) Aplicação dos saberes (teste escrito individual) (2,0 pontos) Autoavaliação dos grupos. (2,0 pontos)	

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Alguns dos passos do Ciclo Tutorial da ABRP 'O Mistério do amido' serão apresentados a seguir de forma a esclarecer seu potencial e mediação dentro da metodologia, como também verificar sua relação com os eixos estruturantes da alfabetização científica.

³ Referente a aulas de 50 minutos.

6.1.1 Contextualização temática ‘O mistério do amido’

O cenário construído envolveu uma situação real, em que os próprios alunos viraram personagens do problema em um determinado momento do trabalho. A princípio, os alunos participaram de três atividades que envolviam o contexto do problema; a primeira foi o preparo e a degustação de um alimento feito à base de amido de mandioca, muito fácil de fazer, conhecido popularmente como tapioca. Combinamos que as meninas trariam o leite condensado e os meninos, o coco ralado, a escola forneceria o gás de cozinha e fogareiro com duas bocas e a professora duas frigideiras antiaderentes e o amido ou goma de mandioca hidratada. A aula de ‘Ciência com tapioca’ foi uma experiência apreciada pelos alunos, tanto no saborear um alimento desconhecido por alguns quanto no desafio de preparar o próprio alimento, já que a maioria não apresentava muita habilidade em cozinhar.

Após a experiência relatada, alguns alunos mostravam curiosidade em saber onde podiam encontrar o amido de mandioca, pois queriam fazer em casa. Aproveitou-se tal oportunidade para que perguntassem aos familiares, o que se sabia sobre o amido da mandioca. Na aula seguinte, abrimos espaço para que os alunos compartilhassem o que ouviram dos familiares sobre o amido da mandioca; alguns citaram outros alimentos feitos com os derivados da mandioca, como o polvilho doce e azedo. Este momento de diálogo colaborou para que os alunos pudessem iniciar a construção do significado da palavra amido a partir de algo concreto que faz parte da alimentação do povo brasileiro, além de permitir discussão sobre **as relações entre ciência e sociedade**, o terceiro eixo estruturante da AC. Questionamos se saberiam como fazer para extrair ou retirar o amido da mandioca, alguns arriscaram que se tinha que ralar porque já haviam visto os avós fabricando farinha e goma de mandioca.

Envolvidos neste cenário, cada turma foi dividida em seis grupos para a realização da primeira atividade experimental no laboratório de ciências da escola. Cada grupo recebeu um roteiro que explicava como fazer a extração do amido da mandioca (APÊNDICE G). Os materiais que seriam utilizados estavam na bancada do laboratório; para adiantar o procedimento, a raiz da mandioca já estava descascada e cortada em pedaços, cabendo aos grupos ler e seguir os passos conforme a orientação dada por escrito. Durante o procedimento, a professora/pesquisadora

apenas questionava o grupo quando algo estava sendo feito de forma equivocada. Cada grupo deixava em repouso um copo com o líquido leitoso extraído da mandioca, e, em poucos minutos, já se observava o amido se depositando no fundo dos copos. Ao retornar às mesas, os alunos discutiam algumas questões direcionadas pelo roteiro quanto aos procedimentos feitos; oportunizou-se aqui o segundo eixo estruturante da AC, **a natureza das ciências**.

Na aula seguinte, a partir da observação do amido depositado no fundo do copo, questionamos o que seria necessário fazer para ter apenas o amido, oportunidade para ouvir os conhecimentos prévios e introduzir palavras do vocabulário científico, como decantação, evaporação e umidade. Passamos a ouvir as soluções encontradas pelos alunos para as questões da aula anterior quanto ao porquê de triturar as raízes de mandioca, que tipo de mistura é o líquido leitoso extraído da mandioca, o que tiveram que fazer para separar o amido da mistura heterogênea e o porquê de o amido decantar no fundo do copo. Oportunizou-se o desenvolvimento do primeiro eixo da AC, **a compreensão básica de conceitos científicos** sobre a estrutura celular das raízes, as substâncias contidas na raiz da mandioca, os processos de componentes de separação de mistura e propriedades específicas da matéria, como a solubilidade.

A segunda atividade experimental proposta serviria como pré-requisito para a resolução do problema 'O mistério do amido' e teve como objetivo identificar a presença de amido em alimentos utilizando-se o teste do iodo. Tal experimentação foi realizada pelos grupos no laboratório de Ciências da escola. Cada grupo recebeu um roteiro (APÊNDICE H). O objetivo da atividade era oportunizar aos alunos o conhecimento de um método químico utilizado pelos cientistas para verificar a presença de amido nos alimentos, como, por exemplo, na mandioca, o que prevê o terceiro eixo estruturante da AC, **as relações entre ciência e tecnologia**. Foram desenvolvidos nesta atividade procedimentos relacionados ao trabalho experimental como a utilização de materiais, mensurações e comparação de observações, além de procedimentos relacionados à expressão oral e escrita dos resultados observados por cada aluno.

A realização dessas atividades experimentais, antes da apresentação do problema 'O mistério do amido', teve como finalidade favorecer maior contextualização e,

consequentemente, trazer maior significado e motivação para a resolução do problema. O fato de a escola contar com um laboratório de Ciências facilitou a realização das atividades propostas, principalmente na extração do amido, em que havia a necessidade de manipular muitos materiais e instrumentos, como liquidificador, peneira, copos e outros. Outro ponto importante a destacar é que nas poucas escolas de ensino fundamental que contam com laboratório, os professores não têm auxílio de monitores para ajudar na preparação dos materiais. Sendo assim, os materiais a serem utilizados pelos alunos eram lavados ou trocados pela professora antes da chegada da próxima turma, evitando-se atraso no início da atividade.

Após a realização das atividades experimentais, os alunos formaram seis grupos permanentes até o final da proposta de trabalho com a metodologia ABRP. A professora realizou a apresentação do problema 'O mistério do amido', por meio de *slides* com trechos e imagens ilustrativas. Foram necessárias duas aulas para a releitura do problema; mesmo assim, alguns alunos mostravam pouca compreensão do texto. O problema relata a investigação feita por um grupo de alunos, após a professora questionar qual seria a origem do amido da mandioca. Antes, a professora citou duas formas de produção de conhecimento pelos seres humanos, envolvendo a produção de alimentos pelas plantas. A primeira são as observações feitas pelos índios da região Amazônica quanto à domesticação da mandioca-mãe ou silvestre, em que eles observaram que a mandioca-mãe tinha raízes finas quando crescia na sombra das árvores, mas, quando ficava exposta ao sol, nas clareiras abertas por eles, ela rebrotava e formava raízes grossas, passando a servir de alimento para o povo.

A professora no problema também cita o experimento feito pelo médico e alquimista Van Helmont (1577-1644) para testar sua hipótese acerca da nutrição das plantas. Diante desses dois tipos de produção de conhecimento, o do cotidiano e o científico, observou-se que o problema proporciona uma discussão interessante; de um lado, as ideias dos índios que “estabeleceram várias verdades sobre a mandioca” (BIZZO, 1998), como, por exemplo, a importância da luz solar para a nutrição das plantas, tão somente pela observação da natureza. Em contrapartida, a experimentação do cientista levou-o a concluir que a planta retirava os nutrientes para seu crescimento da água, e não do solo, verdade que foi falseada mais tarde por outros

experimentos, o que revela que nem o conhecimento cotidiano nem o científico são absolutos em suas ideias. Criou-se espaço no problema para a discussão sobre **a natureza das ciências e as relações entre ciência e sociedade**, o segundo e o terceiro eixos estruturantes da AC.

O problema prossegue com a professora promovendo entre os alunos as etapas de uma investigação científica, que se inicia com o grupo apresentando uma hipótese para a origem do amido da mandioca, que diz assim: “se a raiz da mandioca não recebe luz, ela é incapaz de fazer fotossíntese, então talvez a planta retire o amido do solo”; em seguida, os alunos propõem um experimento para testar sua hipótese, envolvendo o teste do amido. Relatam os procedimentos feitos para a realização do experimento e apresentam os resultados obtidos com fotos, mas não são apresentadas as conclusões. No experimento, o grupo utiliza um pé de mandioca, que tem uma folha tampada com papel alumínio por três dias, e que, depois, é submetida ao teste com iodo, quando comparada a outra folha que recebeu luz solar apresentam coloração diferente, a que estava tampada, a cor do iodo permanece marrom e a que recebia luz normalmente, fica com regiões da folha roxa escura.

A aproximação dos alunos com aspectos importantes da investigação científica é uma competência promovida pela metodologia ABRP, e também almejada no segundo eixo estruturante da AC, **a natureza das ciências**. Diante dos resultados apresentados pelo problema, os alunos são desafiados a elaborar uma explicação para o mistério da origem do amido da mandioca, combinando as leituras que fizeram sobre as observações dos índios, o experimento de Van Helmont e o experimento dos alunos, objetivo almejado no ensino fundamental (BRASIL, 1998). O problema traz algumas pistas que servirão como ponto de partida para a sua resolução e apresentam novos conceitos que deverão ser aprendidos para chegar à solução; um deles, o conceito de fotossíntese, que é citado na hipótese dos alunos, permitindo-se assim **a compreensão básica de conceitos científicos**, o primeiro eixo estruturante da AC.

6.1.2 Preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP

A segunda fase da metodologia ABRP define o rumo da investigação, pois consiste na formulação de questões pelos alunos que, porventura, não ficaram claras na

apresentação do problema, (LEITE; AFONSO, 2001) e que exigirão do aluno aprofundamento no cenário apresentado, a começar pelo recolhimento de fatos ou evidências do problema. Como percebemos que a utilização da palavra ‘fatos’ dificultava o entendimento do enunciado pelo aluno, houve opção pela palavra ‘pistas’ por remeter a situações de investigação policial, procedimento mais comum para os adolescentes. Os grupos receberam o problema ‘O mistério do amido’ impresso e também a ficha de monitoramento da ABRP, para o registro das pistas coletadas. Observamos que a ficha impressa traria dificuldades no manuseio pelos alunos e por isso então optamos pelo uso de folhas de papel almaço com pauta para auxiliar na organização, respeitando-se as características estruturais da ficha (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012). O quadro abaixo apresenta a ficha de monitoramento com exemplos de possíveis fatos/pistas relacionados ao problema apresentado.

Quadro 30 - Ficha de monitoramento da ABRP ‘O mistério do amido’ preenchido com fatos identificados no problema.

Lista de fatos/‘pistas’	Questões-problema
<ul style="list-style-type: none"> • O ser humano aprendeu a cultivar plantas com reserva de amido. • A mandioca reserva amido na raiz. • A mandioca-mãe ou silvestre tinha raízes finas quando crescia na sombra das árvores. • Van Helmont fez um experimento para verificar se as plantas retiravam nutrientes do solo. • Os alunos acham que a mandioca retira o amido do solo. 	
Planificar investigação Proposta de solução	

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

As turmas no primeiro momento encontraram muita dificuldade no recolhimento das pistas, habilidade ainda pouco desenvolvida nos alunos, por isso houve a necessidade de exemplificar para a turma o que seria uma ‘pista’ no problema. Após esta pequena exposição, o papel da professora foi estabelecer a concentração na tarefa proposta, o que, entre adolescentes reunidos em grupo, torna-se mais difícil. A mediação do professor indo aos grupos para verificar e ouvir o que estava sendo

recolhido foi fundamental para perceber o nível de compreensão do problema e também para encorajá-los nos avanços alcançados (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012).

Em seguida, passamos para o momento de elaboração das questões ou dúvidas que não foram esclarecidas no cenário do problema. Após orientação pelo professor, os grupos retomaram os trabalhos agora com foco no questionamento, outra habilidade pouco desenvolvida e que exige uma postura de diálogo com o aluno para que exponha suas dúvidas (FREIRE, 1996). Para facilitar a compreensão, foi preciso exemplificar, com o trecho que citava o experimento de Van Helmont, uma vez que o problema não esclarecia como foi feito e as conclusões obtidas pelo cientista. A partir deste ponto os grupos fizeram as perguntas em folha separada, para que, na aula subsequente, fossem definidas as questões mais relevantes para a investigação. (LEITE; AFONSO, 2001). Algumas questões-problemas levantadas pelos alunos podem ser observadas no quadro 31:

Quadro 31 – Ficha de monitoramento da ABRP ‘O mistério do amido’ preenchido com fatos e questões-problema elaborados pelo professor.

Lista de fatos/'pistas'	Questões-problema
<ul style="list-style-type: none"> • O ser humano aprendeu a cultivar plantas com reserva de amido. • A mandioca reserva amido na raiz. • A mandioca-mãe ou silvestre tinha raízes finas quando crescia na sombra das árvores. • Van Helmont fez um experimento para verificar se as plantas retiravam nutrientes do solo. • Os alunos acham que a mandioca retira o amido do solo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Por que a mandioca-mãe tinha raízes finas? • Por que a raiz da mandioca armazena amido? • Como foi realizado o experimento de Van Helmont? • Existe alguma relação entre a fotossíntese e a presença de amido na raiz da mandioca? • O que os alunos queriam verificar ao tamparem a folha da mandioca com alumínio? • Para que finalidade a solução de iodo foi usada no experimento dos alunos?
<p>Planificar investigação Proposta de solução</p>	

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Esta etapa de elaboração exigiu mais tempo e muitas intervenções nos grupos, principalmente pela manutenção de um ambiente favorável ao trabalho, pois já começavam a ocorrer alguns conflitos e brincadeiras entre os componentes do grupo que sinalizavam pouco envolvimento na tarefa. Terminada tal etapa, as questões foram recolhidas e agrupadas por semelhança para que selecionássemos coletivamente as mais significativas para a investigação. Assim, foram criadas cinco categorias de perguntas quanto ao assunto enfatizado: o experimento de Van Helmont; a observação dos índios; o experimento dos alunos; a reserva de amido pelos vegetais; e a biotecnologia indígena. Apresentamos em *slides* as perguntas agrupadas à turma, combinando que eliminaríamos aquelas que não eram relevantes para a pesquisa e as que estavam mal elaboradas.

É preciso, porém, reconhecer que, em tal etapa, houve maior nível de atenção e envolvimento dos alunos, e, o mais importante, observou-se certa criticidade ao julgar aquelas que melhor representavam a curiosidade da turma pela investigação. Cada turma selecionou uma média de 7 a 8 questões que foram registradas na ficha de monitoramento da ABRP e que conduziram à aprendizagem de novos conceitos científicos à medida que o problema fosse sendo resolvido. A condução do professor é essencial devido a sua experiência e ao seu conhecimento, como também para a opção de não priorizar questões do tipo enciclopédia, que não são relevantes na metodologia ABRP (LEITE; AFONSO, 2001; DOURADO; LEITE, 2010). Observa-se nesta fase de recolhimento de pistas e elaboração de questões o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos importantes da investigação científica, o que vai ao encontro do segundo eixo estruturante da AC, **a natureza das ciências**.

6.1.3 Pesquisa nos livros didáticos

No planejamento da ABRP 'O mistério do amido', estavam previstas duas aulas para a busca de informações para a resolução do problema, mas as dificuldades na leitura e interpretação dos textos, somados a falta de concentração e colaboração nos grupos, contribuíram para que o tempo se estendesse para seis aulas. Nesta fase, cada grupo precisava elaborar e executar um plano de resolução para o problema, além de chegar a uma solução, o que demanda mais tempo (LEITE; AFONSO, 2001).

Nesse momento, apresentamos as fontes de dados para a turma, entre elas havia dois livros didáticos de Ciências disponíveis na escola, um deles era o livro atual do aluno e o outro da coleção anterior disponibilizado durante as aulas. A escolha desses livros didáticos, prevista no planejamento, permitiria a leitura prévia de todos em casa dos capítulos referentes à investigação, o que facilitaria a discussão pelos grupos no recolhimento dos dados, uma vez que a escola, em acordo com os pais, não permitia trabalhos escolares em grupos fora do horário escolar.

Durante a resolução do problema, o que se via era muitos alunos como se esperando a professora ou algum colega fazer a função que era deles, o que gerava ociosidade e indisciplina. O descaso pela leitura em casa e na sala de aula gerava indisciplina e perda de tempo nos grupos, o que também provocava ansiedade na professora. Por isso, nas primeiras aulas foram necessárias muitas intervenções ressaltando a importância do compromisso e da responsabilidade de cada um no grupo para buscar as informações, pois eles eram os sujeitos da sua aprendizagem e precisavam mostrar autonomia e independência nesta etapa (SHULMAN, 2010).

As leituras previstas nos livros didáticos do aluno traziam textos que relatavam as contribuições de vários cientistas sobre a nutrição das plantas, entre eles o experimento feito por Van Helmont citado no problema 'O mistério do amido'. Como muitos alunos mostravam dúvidas na leitura dos textos, achamos conveniente fazer uma pequena exposição, em forma de linha do tempo, com os principais cientistas e seus experimentos citados nos livros. A leitura dos textos tinha como objetivo oportunizar a compreensão da produção do conhecimento científico, no caso específico acerca da história das investigações sobre a nutrição das plantas, como resultado de um esforço coletivo, demorado, com muitos erros e contradições. As características gerais do conhecimento científico são aspectos a ser desenvolvidos na ABRP (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012) e que também estão previstos no segundo eixo estruturante da AC, **a natureza das ciências**.

A **compreensão básica de conceitos científicos**, primeiro eixo estruturante da AC, também foi oportunizada durante a resolução do problema 'O Mistério do amido', pois para compreender a origem do amido na mandioca, era necessário que os alunos aprendessem conceitos importantes como fotossíntese e reserva de amido. Um dos livros consultados trazia uma ilustração com índios da bacia do Amazonas,

coletando raízes de mandioca, o que permitiu aos alunos relacionar o problema com a produção do alimento das plantas ao fazer a fotossíntese. O outro trazia ilustrações esquemáticas com um pé de milho e um de tomate, com aspectos importantes do processo de fotossíntese, como a absorção de luz, o gás carbônico e a água, que são transformados em glicose e gás oxigênio. Alguns grupos, ao apresentarem algumas de suas soluções às questões, já demonstravam saber como combinar duas leituras diferentes na construção de uma explicação. Esta fase foi encerrada com o preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP e com a comunicação aos demais colegas da sala das soluções às questões-problema alcançadas pelo grupo, característica de um ensino por investigação (ZOMPERO; LABURÚ, 2011) que permite o desenvolvimento do segundo eixo estruturante da AC, **a natureza das ciências**.

6.1.4 Elaboração do produto final

O produto final é o resultado de todo o trabalho da investigação e deve apresentar as soluções encontradas para as questões-problema formuladas quanto ao cenário 'O mistério do amido'. (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012). O produto final pedia aos grupos a confecção de um cartaz com o desenho de um pé de mandioca com raiz, caule e folhas. Tal desenho serviria como esquema ilustrativo dos processos que envolvem a produção de alimento pela planta; também foi pedido aos grupos que utilizassem palavras-chaves e símbolos que pudessem auxiliar o raciocínio e o entendimento do observador do cartaz. O cartaz deveria ainda: a) conter uma explicação sobre o mistério do amido que não deveria ultrapassar 50 palavras; b) conter conceitos científicos importantes aprendidos durante a resolução do problema. Ao final, seria dado a cada grupo um momento para apresentação do cartaz para os colegas. Observou-se que a realização do produto final oportunizou o trabalho com o primeiro eixo estruturante da ABRP, a **compreensão básica de conceitos científicos**.

Os grupos trabalharam toda a confecção do cartaz na escola, o que exigiu mais tempo do que o programado. Contamos com o auxílio da professora de Artes, que, ao verificar a proposta da atividade, achou oportuna a aplicação de saberes que são ensinados em sua disciplina, como, por exemplo, as tonalidades de cores e os tipos

de texturas. A integração de disciplinas, algo oportunizado pela ABRP (NETO, 2013), no caso específico com Artes, contribuiu para que os alunos agregassem maior criatividade e capricho na realização da atividade. Foram disponibilizados folhas, caule e raiz de mandioca para que os desenhos se aproximassem bastante das características da planta. Os grupos foram orientados a dividir tarefas, pois a colaboração de todos possibilitaria a finalização do cartaz no prazo estabelecido. Observou-se que, no início da confecção dos cartazes, a maioria queria fazer o mais fácil, o que gerava muitos conflitos internos no grupo à medida que o tempo reduzia.

O gerenciamento dos conflitos foi algo que teve um grande avanço na maioria dos grupos, pois quanto mais os grupos se reuniam, mais se conheciam e se tornavam corresponsáveis pela atividade, chegando a promover cobranças por parte dos componentes mais ativos e compromissados no grupo. O envolvimento com o desenho e a complexidade da tarefa, fizeram com que os grupos se dedicassem pouco à elaboração da explicação e por isso foi pedido para que todos trouxessem uma proposta de casa para acelerar a finalização do cartaz. O fato de os alunos não poderem se reunir fora do horário de aula para a realização do produto final acabou utilizando o dobro de aulas previstas; por outro lado, o trabalho contribuiu para que os grupos desenvolvessem várias competências: a comunicação, a relação interpessoal, a colaboração e o respeito mútuo. (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012).

Para promover uma avaliação cognitiva e social de todo o longo processo que envolveu a construção do produto final (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012), elaborou-se um instrumento de análise e avaliação dos cartazes produzidos (APÊNDICE I), afim de provocar maior envolvimento e interação entre os grupos. Cada grupo recebeu por sorteio o cartaz de outro grupo, e, com o instrumento de análise em mãos, dever-se-ia avaliar a parte do desenho e do texto explicativo de acordo com as perguntas feitas. Os grupos participaram com seriedade e mostraram preocupação com a avaliação que estavam recebendo pelo outro grupo. A devolutiva das fichas avaliativas foi feita após um longo feriado, quando também houve as apresentações dos cartazes para os demais colegas da turma. Observou-se ansiedade no ouvir as considerações feitas pelo outro grupo ao desenho e à explicação, momento de aprender a ouvir críticas e argumentar em sua defesa, caso achassem a avaliação injusta. Ao final da atividade, notamos que a produção do

cartaz, mostrou-se favorável como outra forma de representação de significados dos conceitos científicos aprendidos na investigação (VYGOTSKY, 2005, 2007).

6.1.5 Aplicação dos saberes

A aplicação dos saberes tem como objetivo oportunizar aos alunos outras questões problemáticas para que possam utilizar os conteúdos aprendidos (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012). Neste sentido, foi distribuída para cada aluno uma atividade que visava articular a análise de uma imagem (APÊNDICE J) que aparece na embalagem de um produto alimentício muito popular no Brasil a uma questão problemática fictícia. Nesta questão, a mãe prepara um bolo e pede ao filho para pegar o ingrediente; ao observar o rótulo do produto, ele percebe que se trata de amido de milho e começa a compartilhar com sua mãe o que havia aprendido nas aulas de Ciências sobre o amido de mandioca. A associação do conhecimento científico com questões sociais e econômicas vai ao encontro do terceiro eixo estruturante da AC, **as relações entre a ciência e sociedade**.

O enunciado da atividade pede para que o aluno continue o texto comparando as duas plantas, a mandioca e o milho em relação à produção, reserva e utilização do amido pelas plantas. O texto inicia comparando o milho e a mandioca, quanto à origem geográfica da domesticação de tais plantas. Nesta atividade individual, o aluno deveria ser capaz de generalizar os conceitos aprendidos durante a investigação e construir uma explicação coerente com a aplicação dos conceitos, dois conteúdos procedimentais importantes no desenvolvimento do ensino de ciências. (ZABALA, 1999). Esperava-se que os alunos utilizassem na sua argumentação, primeiro o processo de fotossíntese como capacidade comum e essencial às duas plantas na produção de glicose, seu alimento; também se esperava a aplicação do conceito de amido como reserva de energia dos vegetais, sendo armazenado em todas as células vegetais, principalmente nas sementes, como o milho, e nas raízes, como a mandioca. Nesta atividade, buscou-se **a compreensão básica de conceitos científicos**, o primeiro eixo estruturante da AC.

6.2 VALIDAÇÃO POR PARES DO PLANEJAMENTO DA ABRP

Depois de concluído, o planejamento da ABRP foi validado por pares a partir de um questionário de análise e avaliação do planejamento elaborado por Amado (2014). Este instrumento orientou a discussão do conteúdo dos planejamentos entre os nove alunos do Programa de Pós-Graduação de Educação em Ciências e Matemática (EDUCIMAT) do Instituto Federal do Espírito Santo, convidados para este momento.

No quadro 32 apresentam-se os resultados da análise das questões em relação ao planejamento da ABRP 'O mistério do amido'.

Quadro 32 – Resultados das análises da validação dos pares referentes à ABRP 'O mistério do amido'

Itens avaliados	1	2	3	4	5
Tema (contextualização)	-	-	-	-	9
Contextualização curricular	-	-	-	-	9
Tempo	-	-	-	-	9
Pré-requisitos	-	-	-	-	9
Objetivos específicos	-	-	-	-	9
Articulações disciplinares	-	-	-	3	6
Conceitos	-	-	-	-	9
Cenário	-	-	-	-	9
Cenário (perspectiva CTSA/Sustentabilidade)	-	-	-	4	5
Cenário (articulação com espaço de educação não formal)	-	-	-	-	-
Levantamento de questões-problema	-	-	-	-	9
Produto final	-	-	-	-	9
Fonte de dados	-	-	-	-	9
Passos do ciclo tutorial	-	-	-	-	9
Aplicação	-	-	-	-	9
Proposta de avaliação	-	-	-	-	9
Originalidade da proposta ABRP	-	-	-	-	9
Clareza e inteligibilidade da proposta	-	-	-	-	9

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Os resultados das análises dos avaliadores ao planejamento da ABRP 'O mistério do amido' permitiram avaliar de forma geral os itens. Todos os avaliadores foram unânimes na avaliação de quinze questões discutidas ao longo da validação deste planejamento, atribuindo o máximo na suficiência quanto à coerência da proposta apresentada ao item avaliado. O que mostra que a ABRP está de acordo com os

pressupostos da metodologia e com um ensino de Ciências com vistas à alfabetização científica.

Um avaliador destacou a importância da inclusão de conteúdos conceituais de química à proposta. Os conteúdos de química são abordados no momento da contextualização do problema com atividades experimentais, como a extração do amido da mandioca, quando ocorre a abordagem com mistura e separação de componentes de mistura.

Todos os avaliadores responderam afirmativamente à possibilidade de utilizarem a ABRP 'O mistério do amido' nas suas aulas. Algumas justificativas dadas por eles serão apresentadas a seguir:

Figura 17 – Recorte de algumas justificativas dos avaliadores na validação da ABRP.

Professor A: *“A proposta é instigante, o ‘mistério’ é um fator de curiosidade e motivação para os alunos resolverem a problemática.”*

Professor B: *“A forma como foi desenvolvida abordou os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Incentivou a criatividade, a integração e o protagonismo dos alunos.”*

Professor C: *“Porque é inovadora, favorece a investigação e a participação crítica dos alunos.”*

Professor F: *“Principalmente em relação à história da ciência vinculada à prática.”*

Professor G: *“A proposta de relacionar com a história e com uma situação do cotidiano, permitiu o desenvolvimento dos conceitos científicos.”*

Professor H: *“Pois a proposta apresentada mostrou resultados positivos e é uma forma de colocar o aluno no papel de protagonista dos seus conhecimentos.”*

Professor I: *“A proposta é inovadora e permite trabalhar com conteúdo abstrato, tornando-o tangível.”*

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

As justificativas dos avaliadores evidenciam algumas potencialidades da metodologia ABRP para o ensino de Ciências; uma delas é o favorecimento ao

questionamento do aluno, e a outra, a promoção da investigação; o avaliador (A) e (C) afirmam que o cenário 'O mistério do amido' provoca a curiosidade e a motivação pela investigação. A aprendizagem de novos conceitos foi outra potencialidade observada na ABRP avaliada: foi citada pelos avaliadores (B), (G) e (I). O avaliador (B) salienta o favorecimento da abordagem de vários tipos de conteúdos de aprendizagem, não apenas os conceituais, que, muitas vezes, são o foco de todo planejamento de Ciências. O avaliador (I) afirma que a proposta contribui para o trabalho com conceitos abstratos, aqui referindo-se aos processos que envolvem a fotossíntese.

Outro destaque pode-se fazer em relação às palavras 'protagonismo', 'protagonista', 'participação crítica' que aparecem nas justificativas dos avaliadores (B), (C) e (H) ao se referirem ao papel do aluno em relação a sua aprendizagem; são termos que vão ao encontro dos princípios da ABRP, que tem como centro o aluno, como sujeito da sua aprendizagem, assumindo um papel ativo e crítico na construção do conhecimento. Os avaliadores (F) e (G) destacam a abordagem feita à história da ciência no cenário, referindo-se à contribuição de um cientista quanto ao estudo da nutrição vegetal, relatado no problema. Oportunizar a compreensão da natureza da ciência é um eixo estruturante da alfabetização científica. (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Por isso, após análise e discussão dos resultados das validações dos planejamentos das ABRPs 'Da mandioca à farinha' e 'O mistério do amido', podemos afirmar que as propostas de trabalho apresentadas estão coerentes com os pressupostos adotados para esta pesquisa (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012). A primeira proposta apresentou pontos fracos quanto à elaboração de seus objetivos específicos e a necessidade de inclusão de aspectos ambientais e econômicos não contemplados no planejamento. Todos os avaliadores utilizariam as propostas de ABRP nas suas aulas, pois consideraram uma abordagem didática inovadora, que provoca a curiosidade dos alunos e sua participação ativa no processo de ensino e aprendizagem de Ciências.

6.3 ANÁLISE DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA A PARTIR DE REGISTROS ESCRITOS E DESENHOS DOS ALUNOS.

Diante do enorme volume de dados gerados durante a aplicação da segunda proposta de trabalho 'O mistério do amido', foram analisados os dados produzidos por seis grupos de uma turma de 7º ano. Assim, como, na primeira ABRP, optamos por identificar os indicadores de alfabetização científica analisando o conteúdo das atividades feitas durante algumas etapas do ciclo tutorial da metodologia ABRP, sendo assim, selecionamos registros escritos feitos durante:

- O preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP;
- A elaboração do produto do final;
- A aplicação dos saberes.

6.3.1 Ficha de monitoramento da ABRP

A ficha de monitoramento destina-se a ajudar o aluno no processo da ABRP (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012). É utilizada em vários momentos da resolução do problema. Nela foram registrados os fatos/'pistas' recolhidos do problema 'O mistério do amido' e também as questões elaboradas pelos grupos e suas respectivas soluções, quando foram encontradas. Como nesta pesquisa nosso foco é analisar se a proposta de trabalho ABRP possibilitou o desenvolvimento de indicadores de alfabetização científica em explicações formuladas pelos alunos, selecionamos para análise apenas as questões e soluções elaboradas pelos grupos.

A fase de elaboração das questões na ABRP 'O mistério do amido' ocorreu após a apresentação do problema e o recolhimento dos fatos/'pistas'; o professor/pesquisador primeiramente deixou livre a quantidade de questões elaboradas pelos grupos; em seguida, conduziu a seleção coletiva das questões mais relevantes para a investigação. Ao todo, foram selecionadas pela turma 09 (nove) questões, sendo que as três últimas estavam contidas no próprio problema apresentado; a pedido da professora, também foram objeto de pesquisa dos alunos todas as questões registradas na ficha de monitoramento. Com base na classificação proposta por Dalghen e Oberg (2001), citados por Loureiro (2008), podemos classificar as questões formuladas pelos alunos quanto ao seu nível cognitivo. Segue no quadro 33 com as questões-problema selecionadas pelos grupos:

Quadro 33 – Classificação quanto ao nível cognitivo das questões-problema formuladas pelos grupos de alunos na ABRP ‘O mistério do amido’

Número	Questões-problema	Tipos de Questões
Q1.	Como foi o experimento de Van Helmont? E quais as suas conclusões?	Questão relacional
Q2.	Será que só as plantas é que têm amido ou será que os animais também têm reservas de amido?	Questão de procura de solução
Q3.	Qual é o porquê do aumento da massa dos vegetais?	Questão de procura de solução
Q4.	Por que só quando os cipós da mandioca-mãe ficavam expostos ao sol, elas rebrotavam as raízes grossas?	Questão de procura de solução
Q5.	O que é clorofila?	Questão de compreensão
Q6.	O que tem a ver o amido com a fotossíntese?	Questão relacional
Q7.	Vocês concordam com a hipótese dos alunos?	Questão contida no problema
Q8.	A que conclusões se pode chegar com os resultados apresentados pelos alunos?	Questão contida no problema
Q9.	Como será que a terra ficou após contato com a solução de iodo?	Questão contida no problema

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Podemos observar que nenhuma questão formulada pelos alunos é do tipo questão enciclopédica, isto é, que exige apenas respostas diretas e simples, o que torna todas as questões adequadas com o ensino orientado para a ABRP (DOURADO; LEITE, 2010), pois envolve um maior nível cognitivo tanto na sua elaboração, quanto também na construção de respostas mais complexas. Do total de seis questões, a metade é do tipo ‘Procura de Solução’, significando o nível máximo na hierarquia proposta para as questões, pois procuram compreender as partes de um problema maior e mais complexo, com resposta que exigem primeiramente a resolução do problema. Podemos utilizar o exemplo da Q1: “Será que só as plantas é que têm amido ou será que os animais também têm reservas de amido?”. Ao buscar a resposta para a origem do amido da mandioca, os alunos vão aprender que as plantas, como a mandioca, conseguem fabricar seu próprio alimento, a glicose, e armazenar nas suas raízes, em forma de amido, capacidade que os animais não possuem.

Quando comparamos as questões elaboradas pelos alunos com as questões elaboradas previamente pelo professor, todas estão previstas no planejamento,

escritas de outra maneira, mas com a mesma intenção na busca de soluções. Podemos afirmar que estão adequadas com o problema e com os objetivos previstos na ABRP (LEITE; AFONSO, 2001). Como um de nossos critérios de seleção das questões elaboradas seria o fato de estarem de acordo com a proposta de trabalho planejada, vamos analisar todas as respostas dadas às seis questões pelos grupos desta turma.

6.3.1.1 Questão 01 – Como foi o experimento de Van Helmont? E quais as suas conclusões?

Esta foi a primeira questão elaborada em todos os grupos e isso se deve à dificuldade encontrada na turma de iniciar esta etapa da metodologia ABRP. Para facilitar o processo (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012), a professora utilizou, como exemplo, o parágrafo do problema que descrevia a hipótese de Van Helmont para a nutrição dos vegetais, mas apenas citava a realização de um experimento feito por ele para testar sua hipótese. Então se questionou a turma se tal parte trazia alguma dúvida ou se tinha algum ponto que precisava ser esclarecido para favorecer a resolução do problema. A partir da exemplificação, os grupos encontraram maior facilidade na execução desta fase. A questão elaborada é do tipo relacional, pois exige que o aluno construa uma relação entre dois elementos: a compreensão de experimento de Van Helmont e as conclusões que chegou com os resultados obtidos.

Em todas as seis explicações, havia a descrição do experimento e apenas três citaram as conclusões do cientista. No geral, as respostas registradas nas fichas são muito semelhantes, pois um dos livros utilizados na pesquisa trazia o estudo de Van Helmont, com ilustrações de seu experimento e com registros feitos pelo próprio cientista ao fazer suas observações, todos narrados na primeira pessoa do singular, como o seguinte trecho: “Peguei um vaso de barro, no qual coloquei 100 kg de terra que havia secado em um forno”. A maioria dos grupos copiou a narração de acordo com o que vinha abaixo das ilustrações; apenas um grupo teve a preocupação de transcrever a narração na terceira pessoa do singular, conforme abaixo:

“Ele pegou um vaso de barro, colocou 100 kg de terra que havia secado em um forno, plantou um caule de salgueiro que pesava 2,5 kg. Para que a

poeira levada pelo vento não se misturasse à terra do vaso, cobriu-a sua abertura com uma placa de ferro revestida de estanho e com múltiplas perfurações. Quando era necessário, ele sempre umedecia o vaso de barro com água da chuva destilada. O vaso era grande e estava implantado na terra. Passados cinco anos a árvore pesava 80 kg, não computou o peso das folhas que caíram em quatro outonos. Por fim, tornou a secar a terra e assim encontrou praticamente os mesmos 100 kg com alguns gramas a menos. Portanto 80 kg de madeira, cortiça e raízes surgiram unicamente a partir da água. Concluiu que os vegetais retiram os nutrientes necessários para o seu crescimento da água, e não do solo.” Grupo C.

Diante deste quadro, podemos afirmar que os seis grupos apresentaram uma **explicação** para a questão, souberam recolher os fatos no livro, mas apenas a metade soube apresentar os fatos de forma coerente conforme pedia a questão. A questão não favorecia a elaboração de uma justificativa, quanto ao fato de a hipótese de Van Helmont estar certa ou errada, talvez por isso a ausência deste indicador de AC.

6.3.1.2 Questão 02 – Será que só as plantas é que têm amido ou será que os animais também têm reservas de amido?

Esta questão foi feita com base no primeiro parágrafo do problema ‘O mistério do amido’ que começa com os comentários da professora a respeito do cultivo de plantas com reserva de amido pelos seres humanos. As respostas a tal questão, classificada como do tipo de ‘Procura de Solução’, exigiam do aluno a compreensão de conceitos aprendidos durante a resolução do problema, como, por exemplo, a fotossíntese. Abaixo estão as respostas registradas pelos grupos à questão número 02, na ficha de monitoramento ABRP, e os indicadores de AC identificados (quadro 34):

Quadro 34 – Indicadores de AC identificados na ficha de monitoramento da ABRP ‘O mistério do amido’ sobre a questão nº 02.

Grupo	Textos transcritos	Indicadores de AC
A	“Só as plantas fazem o processo da fotossíntese por isso só elas produzem amido.”	Explicação Justificativa
B	“Só as plantas, porque realizam a fotossíntese e para produzir o amido, precisa de fazer fotossíntese.”	Explicação Justificativa
C	“Só as plantas. Porque só as plantas fazem fotossíntese.”	Explicação Justificativa
D	“Só as plantas porque só as plantas realizam fotossíntese e para produzir amido, tem que fazer fotossíntese.”	Explicação Justificativa
E	“Só as plantas porque os animais não realizam o processo de fotossíntese.”	Explicação Justificativa
F	“Não porque são só as plantas que fazem fotossíntese.”	Explicação Justificativa

Fonte: Elaborado pela própria autora, 2014.

Todas as respostas registradas na ficha mostram a construção de **explicação** pelos grupos para responder à segunda questão elaborada sobre quais os seres vivos fazem reservas de amido. As explicações feitas são diretas e todas utilizam a relação entre a capacidade de fazer fotossíntese como condição essencial para haver produção de amido, uma característica das plantas e não dos animais. Como exemplo, podemos verificar, na explicação do grupo A, que a **justificativa** aparece na primeira parte da afirmação - “Só as plantas fazem o processo da fotossíntese” - como condição para as plantas terem amido. O grupo E segue com a mesma ideia, mas referindo-se aos animais “porque os animais não realizam o processo de fotossíntese”.

6.3.1.3 Questão 03 – Porquê do aumento da massa dos vegetais?

A questão elaborada pelos alunos está relacionada ao terceiro parágrafo do problema ‘O mistério do amido’, onde os alunos fictícios apresentam uma hipótese para a origem do amido da mandioca, e a professora, em seguida, comenta que muitos cientistas também realizaram experimentos para testar suas hipóteses, procurando uma explicação para o aumento da massa dos vegetais. A utilização da palavra ‘massa’ no lugar de amido foi prevista na elaboração do problema, para favorecer aos alunos o questionamento e a construção de significado sobre a mesma coisa, mas com outras palavras. Vale ressaltar que os alunos teriam acesso, durante a busca de informações, a palavra ‘massa’, pois foi utilizada pelos autores

dos livros didáticos indicados na fonte de dados, para questionar sobre a razão da variação da massa da muda de árvores num determinado tempo, se nada foi acrescentado ao vaso. Observou-se, neste momento de planejamento, a importância do emprego das palavras no estudo da formação de novos conceitos. (VYGOTSKY, 2007).

Por essa lógica a questão é válida e significativa para a investigação, pois favorece a procura de uma solução para a parte de um problema maior, que é a origem do amido da mandioca. Espera-se que o aluno explique a produção do alimento pelas plantas e os fatores que interferem neste processo. Todos os textos registrados na ficha trouxeram o mesmo trecho retirado de um dos livros didáticos consultados, que diz: “Pode parecer estranho, mas a maior parte da massa dos vegetais provem do ar.” Apenas um grupo utilizou, no lugar da palavra ‘ar’ o termo ‘gás carbônico’, o que mostra uma **explicação** mais adequada à questão, apesar de todas serem muito diretas e superficiais.

Os grupos conseguem identificar a informação do texto mas não constroem uma justificativa relacionando o gás carbônico como uma das principais substâncias para a fabricação da glicose, incorporado pelas plantas durante a fotossíntese. Além disso, não citam as contribuições do experimento de Van Helmont, que permitem concluir que a contribuição do solo é insignificante, pois as plantas retiram do solo apenas os sais minerais, que são retirados em quantidade mínima, além da água, em que boa parte da quantidade absorvida pelas raízes é eliminada para o ambiente através do processo de evapotranspiração.

Apesar da superficialidade das respostas dos grupos, a questão contribuiu para promover o conflito entre os conhecimentos prévios dos alunos e o conhecimento científico, pois é comum ouvir dos alunos que as plantas ‘comem terra’ quando questionados sobre de onde a planta obtém nutrientes necessários para o seu crescimento. A ciência explica o aumento da massa dos vegetais como consequência da absorção do gás carbônico da atmosfera ao reagir com a água absorvida do solo pelas raízes, produzindo a glicose, que serve para produzir outros carboidratos, como o amido e a celulose. A apropriação desses argumentos e evidências construídos ao longo da história da ciência não haverá em uma proposta

de trabalho no ensino fundamental, mas na retomada de conceitos em outras situações também significativas para o aluno. (VYGOTSKY, 2005)

6.3.1.4 Questão 04- Por que só quando os cipós da mandioca-mãe ficavam expostos ao sol, elas rebrotavam as raízes grossas?

Esta questão foi elaborada pelos alunos com base no trecho do problema ‘O mistério do amido’, que relata os resultados de uma pesquisa científica feita sobre a origem de todas as variedades de mandioca. A pesquisa concluiu que devido às observações da natureza feita pelos índios no passado e também a sua agricultura experimental, a mandioca tornou-se alimento para muitas pessoas. A questão classificada como ‘Procura de Solução’ requer que os alunos aprendam sobre a importância da energia solar para as plantas transformarem materiais que retiram do ambiente em novos materiais. Por isso, para alcançar a solução desta questão, é preciso que os alunos compreendam a relação da luminosidade com a fotossíntese, para que possam concluir que sem fotossíntese não há produção de amido, substância orgânica mais encontrada na raiz da mandioca. O quadro abaixo apresenta as soluções registradas pelos alunos na ficha de monitoramento da ABRP:

Quadro 35 – Indicadores de AC identificados na ficha de monitoramento da ABRP ‘O mistério do amido’ sobre a questão nº 04.

Grupo	Textos transcritos	Indicadores de AC
A	“Porque quando plantavam a mandioca-mãe na sombra, ela não tinha muita glicose por isso tinham raízes finas, e quando a plantaram na luz ela recebia bastante glicose e por isso rebrotavam em raízes grossas.”	Explicação Justificativa
B	“Por que quando foram plantadas ao sol, elas realizavam a fotossíntese completa, porque recebiam luz.”	Explicação Justificativa
C	“Pois no sol produz mais glicose e na sombra menos glicose.”	Explicação Justificativa
D	“Pois no sol produz mais glicose e na sombra menos e sem glicose tem menos amido.”	Explicação Justificativa Raciocínio proporcional
E	“Porque tanto expostas ao sol elas recebem os nutrientes necessários para o desenvolvimento.”	Explicação
F	“Pois no sol produz mais glicose na sombra menos glicose, tem menos amido.”	Explicação Justificativa

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Todos os textos elaborados apresentam uma **explicação** para a questão; apenas o grupo E apresentou uma resposta com ideias errôneas, ao dizer que as raízes, quando “expostas ao sol, elas recebem os nutrientes necessários para o desenvolvimento”; o grupo erra ao se referir à luz solar como o único responsável pelo desenvolvimento da planta. As **explicações** dos grupos A, C, D e F são semelhantes, pois utilizam a mesma condição - “produz mais glicose” - como **justificativa** para o fato de as raízes da mandioca-mãe ficarem mais grossas quando expostas ao sol. O grupo B é o único que utiliza como justificativa, em seu texto, o processo de fotossíntese, quando diz “Por que quando foram plantadas ao sol, elas realizavam a fotossíntese completa”. Podemos afirmar que a utilização do vocabulário técnico pelos alunos não confirma a compreensão do fenômeno.

O texto do grupo D destaca-se na construção de sua estrutura, pois inicia-se com a justificativa “Pois no sol produz mais glicose” para, em seguida, estabelecer uma relação entre luz e produção de glicose, quando diz “e na sombra menos”; finaliza a argumentação trazendo o conceito de amido à explicação: “e sem glicose tem menos amido.” Após estabelecerem uma diferença na produção de glicose em relação a intensidade de luz podemos afirmar que o grupo fez uso de um **raciocínio proporcional** ao elaborar seu texto. O grupo F tenta fazer o mesmo, mas falha na coesão das ideias, dando à explicação muita fragilidade no seu entendimento.

6.3.1.5 Questão 05 – O que é clorofila?

A palavra clorofila apareceu no problema ‘O mistério do amido’ no trecho em que os alunos relatam o experimento feito por eles para testarem a sua hipótese. O grupo utiliza um pé de mandioca e escolhe duas folhas: uma permanece tampada com um papel alumínio durante três dias e a outra recebe luz normalmente. Passado o tempo, as folhas são colhidas e os alunos retiram um pouco da clorofila existente. Em seguida, pingam a solução de iodo nas folhas e em um pouco de terra onde estava plantado o pé de mandioca. Envolvidos neste cenário, surge o questionamento da turma sobre o que é clorofila, uma questão direta e aparentemente simples, mas que ajuda na compreensão de conceitos mais complexos, como a nutrição das plantas e a fotossíntese. A construção do significado de conceitos científicos mais complexos, na maioria das vezes, apoia-se

no significado de outros conceitos, que, quando não construídos no cognitivo dos alunos, tornam sua compreensão mais lenta, daí a importância da retomada de conceitos durante o ensino fundamental.

É curioso perceber que a turma não questionou por que os alunos tiveram que retirar a clorofila no experimento, o que mostra pouco entendimento sobre o papel da clorofila e o local de produção de alimento nas plantas. Nas plantas verdes, como um pé de mandioca, a produção de alimento (glicose) ocorre no interior de células vegetais que possuem a clorofila, um pigmento verde que absorve a energia da luz do Sol, é que, com a despigmentação das folhas, permitirá a visualização do amido produzido; a folha exposta ao sol terá amido nas células, ficando roxa na presença de iodo; já a folha que ficou coberta não terá alteração na cor do iodo, pois não fez fotossíntese. Foram dadas as seguintes respostas pelos grupos (quadro 36):

Quadro 36 – Indicadores de AC identificados na ficha de monitoramento da ABRP ‘O mistério do amido’ sobre a questão nº 05.

Grupo	Textos transcritos	Indicadores
A	“É uma pigmentação encontrada na folha (coloração da folha).”	Organização de informações
B	“Pigmento verde dos vegetais que participa no processo da fotossíntese, e está presente nos cloroplastos das plantas.”	Organização de informações
C	“A transformação acontece no interior das células vegetais, que possuem um pigmento verde chamado clorofila, que absorve a energia luminosa.”	Organização de informações
D	“Um pigmento verde que absorve energia luminosa.”	Organização de informações
E	“Substância das células vegetais, essencial para a fotossíntese e que dá cor verde as plantas.”	Organização de informações
F	“A clorofila absorve a energia luminosa que é o pigmento verde.”	Organização de informações

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Todos os textos elaborados pelos grupos conseguem coletar informações nas fontes de dados de forma coerente com a questão e com o contexto problemático, trazendo uma definição de clorofila, como pigmento verde e uma ou duas funções que a clorofila possui nas plantas, como a característica da cor verde das folhas e a absorção de luz no processo de fotossíntese. O texto do grupo A diferencia dos demais grupos, pois não relaciona a definição com as questões anteriores, embora não seja o objetivo. Há uma incoerência na parte final da resposta do grupo F, mas

que não demonstra falta de compreensão e sim atenção ao escrever. Podemos entender que houve **organização de informações**, nas respostas dos alunos.

6.3.1.6 Questão 06 – O que tem a ver o amido com a fotossíntese?

Podemos afirmar que amido é uma das palavras-chaves do problema investigado, pois além de aparecer no título do problema ‘ O mistério do amido’, também está nos trechos que envolvem a professora e seus alunos em busca de uma explicação para a origem do amido da mandioca. Recorda-se que o início da construção do significado do conceito de amido já havia sido oportunizado para os alunos da turma durante a aula de ‘Ciência com tapioca’ e nas duas atividades experimentais: ‘A extração do amido da mandioca’ e a ‘Identificação do amido nos alimentos’. Tais situações foram planejadas pensando-se em proporcionar maior conexão com a realidade do aluno, a fim de tornar o conhecimento científico mais relevante e com significado.

Os alunos que participaram ativamente das atividades propostas agora tinham como desafio compreender para quê e como o amido apareceu na raiz da mandioca. Saber utilizar o conceito de fotossíntese é fundamental neste momento, como também entender o que significa reserva de energia. Quando o aluno utiliza a expressão “a ver” no seu questionamento, podemos entender, que ele quer saber qual seria a relação entre o amido e a fotossíntese. Sendo assim, para estabelecer essa relação entre dois conceitos complexos, o aluno precisaria, no mínimo, explicar que a fotossíntese é o meio pelo qual as plantas fabricam o seu alimento, a glicose. A partir da glicose, a planta produz o amido, que é utilizado pela planta como reserva de energia. As respostas apresentadas nos registros da ficha foram as seguintes (quadro 37):

Quadro 37 – Indicadores de AC identificados na ficha de monitoramento da ABRP ‘O mistério do amido’ sobre a questão nº 06.

Grupo	Textos transcritos	Indicadores
A	“Porque sem fotossíntese não tem como produzir o amido.”	Explicação Raciocínio lógico
B	“Tem tudo a ver, porque sem a fotossíntese não dá para produzir o amido.”	Explicação Raciocínio lógico
C	“Porque sem a presença da fotossíntese não tem como produzir amido.”	Explicação Raciocínio lógico
D	“O amido é utilizado pelos vegetais como reserva de energia. O amido se transforma em outras substâncias liberando energia.”	Organização de informações
E	“Os dois tem a ver sim porque sem o processo da fotossíntese não haveria amido.”	Explicação Raciocínio lógico
F	“O amido é utilizado pelos vegetais como reserva de energia, o amido só transforma em outras substâncias liberando energia”	Organização de informações

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Ao todo, quatro textos apresentam uma **explicação** muito semelhante na sua estrutura, escrita da seguinte forma “Porque sem fotossíntese não tem como produzir o amido.”. Observa-se que os grupos A, B, C e E conseguem estabelecer uma relação de causa e efeito entre fotossíntese e amido, pois afirmam que, para ter amido, primeiro é preciso ocorrer a fotossíntese, o que indica uma evidência de **raciocínio lógico**. Mas apresentam uma argumentação frágil, na medida em que não explicitam detalhes sobre como a fotossíntese ajuda na formação do amido. Os textos do grupo D e F apenas recolhem uma informação nos livros a respeito do amido, mas que não estabelece diretamente uma relação com a fotossíntese; podemos considerar que o grupo conseguiu **organizar informações**.

6.3.2 Produto final

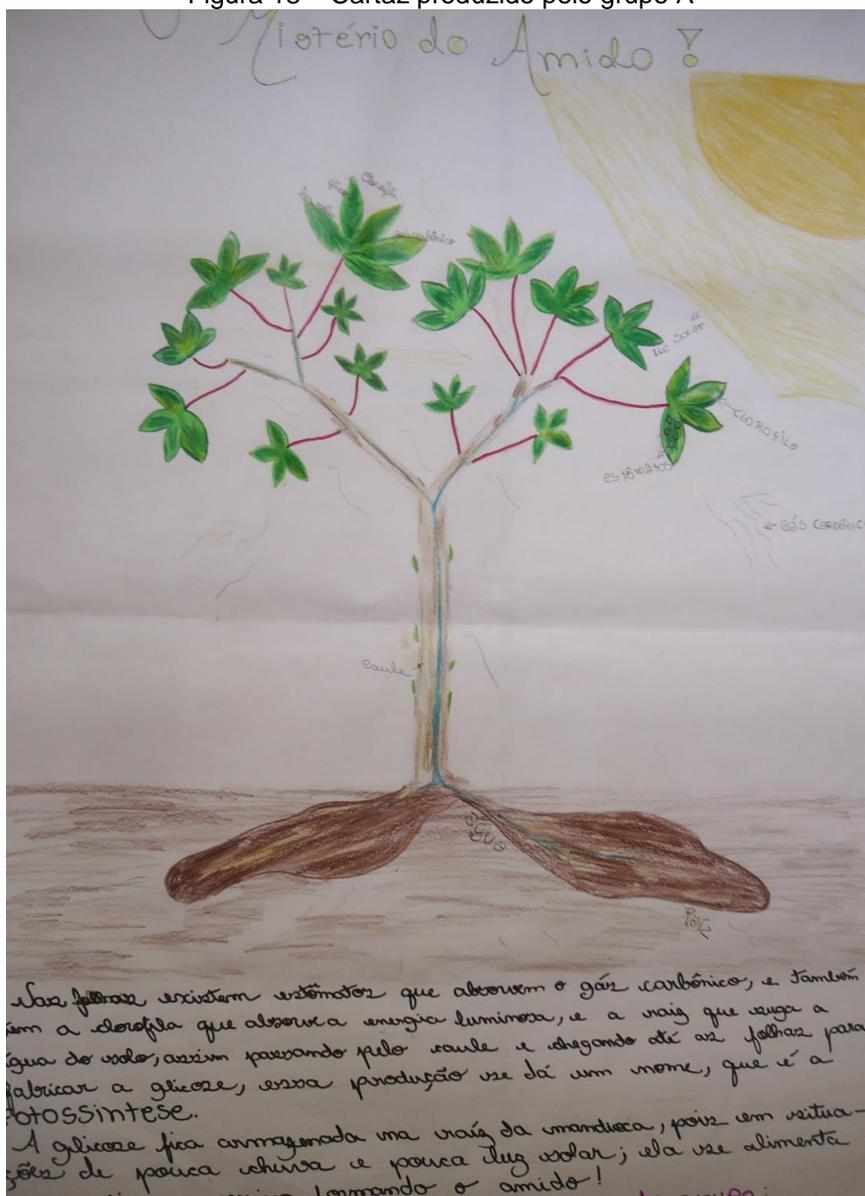
A construção do produto final teve como proposta a elaboração de um cartaz com o desenho de um pé de mandioca com raiz, caule e folhas, além da apresentação das soluções para o problema ‘O mistério do amido’. Para isso, os grupos deveriam identificar nos cartazes, com palavras ou símbolos, os processos envolvidos na fotossíntese nos seus respectivos locais, como, por exemplo, a absorção de luz solar pelas folhas de mandioca, a absorção de gás carbônico nos estômatos das

folhas, a absorção de água pelas raízes da mandioca, a condução de seiva pelo caule da mandioca, a produção de glicose nas folhas e o armazenamento na forma de amido. Os grupos foram orientados sobre o tamanho da margem a ser utilizada no cartaz e o espaçamento das linhas onde seria escrita a explicação para a origem do amido. O título 'O mistério do amido' deveria aparecer no cartaz em destaque, e o texto explicativo deveria ser escrito com letras grandes embaixo do desenho.

Após as orientações recebidas primeiramente pela professora/pesquisadora de Ciências e depois pela professora de artes, os grupos passaram a confeccionar o cartaz utilizando vários materiais fornecidos pela escola e pelos professores, como papel tipo cenário branco, lápis de cor, giz de cera, moldes de folhas de mandioca, pedaços de caule de mandioca e raízes. Ao todo, foram utilizadas quatro aulas na construção do produto final: uma de artes e três de Ciências, o dobro previsto no planejamento da ABRP. O cartaz, depois de pronto, passou pela análise de outro grupo, que utilizou um instrumento de avaliação (APÊNDICE I) elaborado pelo professor/pesquisador para facilitar a condução da observação e avaliação pelo grupo, que também deveria responder se utilizaria ou não aquele cartaz na mostra cultural da escola. A avaliação e sugestões feitas na ficha foram compartilhadas pelo grupo em outro momento de exposição do cartaz à turma.

Foram analisados todos os seis cartazes (figuras 18 a 23) produzidos pela turma selecionada; nosso olhar foi na presença dos indicadores de alfabetização científica, na parte escrita do cartaz, segundo os trabalhos de Sasseron e Carvalho (2008). Já a parte desenhada, teve como aporte teórico os mesmos trabalhos utilizados pela autora Sasseron(2008) para análise do desenho, cita-se Kress *et. al*, (1998) e Marquez *et. al*, (2003). Procuramos identificar qual o tipo de relação entre os dois modos de comunicação, escrita e desenho presentes no cartaz, se há cooperação, isto é, se os dois modos realizam a mesma função, ou se há especialização, quando um modo complementa ideia inicial do outro. Apesar de os cartazes terem sido utilizados como um dos instrumentos de avaliação da proposta pedagógica, esta pesquisa não está preocupada com a beleza ou qualquer outro aspecto estético do desenho, mas com os indícios que o desenho traz sobre a construção de conhecimento científico pelos alunos.

Figura 18 – Cartaz produzido pelo grupo A



Fonte: Acervo pessoal da autora, 2014.

O cartaz do grupo A (figura 18) traz um texto em que podemos ler:

“Nas folhas existem estômatos que absorvem o gás carbônico, e também
 tem a clorofila que absorve a energia luminosa, e a raiz que suga a
 água do solo, assim passando pelo caule e chegando até as folhas para
 fabricar a glicose, essa produção se dá um nome, que é a
 fotossíntese.
 A glicose fica armazenada na raiz da mandioca, pois em situações de pouca
 chuva e pouca luz solar, ela se alimenta dessa glicose, assim formando o
 amido!”

Observa-se que houve a construção de uma **explicação**, pois são relacionados
 vários aspectos que participam do processo de fotossíntese, como a absorção de
 gás carbônico, de luz solar e água. Estas informações são desenvolvidas de forma
 coerente com o fenômeno e com a planta desenhada, o que permite afirmar que

houve um **raciocínio lógico**. Ao final do texto é apresentada uma **justificativa** para o porquê de a glicose ser armazenada na raiz da mandioca em forma de amido, “pois em situações de pouca chuva e pouca luz solar, ela se alimenta dessa glicose, assim formando o amido!”. O grupo mostra uma tentativa de apropriação da linguagem.

Juntamente ao pé de mandioca desenhado pelo grupo A, aparece a pintura em marrom do solo e do sol em amarelo; o desenho apresenta vários complementos, como palavras utilizadas para identificar as partes da planta (caule e raiz) e também alguns elementos importantes para a fotossíntese. Tais elementos são representados por símbolos, como os círculos que aparecem em uma folha para representar os estômatos. O gás carbônico no ar é representado por linhas ao redor das folhas, uma linha azul é utilizada para mostrar a água indo da raiz às folhas e uma seta indica que a luz solar está indo em direção das folhas, representações que revelam uma **cooperação** entre a explicação escrita e o desenho.

Figura 19 – Cartaz produzido pelo grupo B



Fonte: Acervo pessoal da autora, 2014.

O registro e o desenho (figura 19) do grupo B são bastante objetivos e sintéticos; o desenho do pé de mandioca respeita as características da planta; observamos ao redor do desenho apenas as palavras gás carbônico e luz solar; compondo o desenho aparecem o solo e a água em volta das raízes, além do sol próximo as folhas; uma linha grossa de cor azul aparece pintada da raiz às folhas sem nenhuma identificação, dando a entender que se refere à água. No registro do cartaz do grupo A, podemos ler o seguinte texto:

“A mandioca realiza um processo para fazer a glicose chamado de fotossíntese. A água é retirada do solo pela raiz depois o gás carbônico é

extraído pela folha da mandioca e a luz solar pela clorofila, quando se juntam formam a glicose que é mandada para a raiz formando o amido.”

Podemos perceber que o grupo apresenta uma **explicação** para a origem do amido na raiz da mandioca; constróem uma sequencia narrativa de forma coerente e objetiva: “a água é retirada do solo,... depois o gás carbônico é extraído da folha... e a luz solar [extraída] pela clorofila” aplica os conhecimentos aprendidos, aplicando-os à planta investigada, o que mostra a presença de um **raciocínio lógico**. São identificados poucos elementos no desenho que cooperaram com as ideias do texto escrito.

Figura 20: Cartaz produzido pelo grupo C



Fonte: Acervo pessoal da autora, 2014.

O registro do grupo C no cartaz (figura 20) é bem parecido com o registro do grupo B, na construção de sua **explicação** para o mistério do amido:

“O processo começa com as folhas absorvendo o gás carbônico e as raízes absorvem a água. Nas folhas existe uma substância chamada de clorofila que pode pegar luz solar fazendo a fotossíntese e criando milhares de partículas de glicose formando o amido armazenado nas raízes.”

Percebemos que os elementos necessários ao conteúdo fotossíntese são colocados de forma coerente, ressaltando o papel das folhas na produção da glicose. O grupo apresenta uma **justificativa** quando se refere a “criando milhares de partículas de glicose formando o amido” que remete ao significado da palavra glicose como algo muito menor que o amido. A palavra mandioca não aparece em nenhum momento no texto, o que traz um indício de generalização, uma vez que o foco da investigação não é a mandioca, mas o amido armazenado nas plantas.

O desenho do grupo C chama atenção nos traços fortes e bem feitos do contorno das folhas, caule e raiz, respeitando as especificidades de um pé de mandioca. No cartaz são apresentados complementos ao desenho, principalmente em forma de frases curtas que aparecem como legendas próximas do que se deseja ressaltar, ou seja, ao lado das folhas de mandioca, em que aparecem as frases “pegando luz solar com a clorofila” e “pegando gás carbônico”, o que mostra a utilização do desenho como forma de ilustrar o texto explicativo, havendo uma **cooperação** entre as duas formas de linguagem.

Figura 21 – Cartaz produzido pelo grupo D



Fonte: Acervo pessoal da autora, 2014.

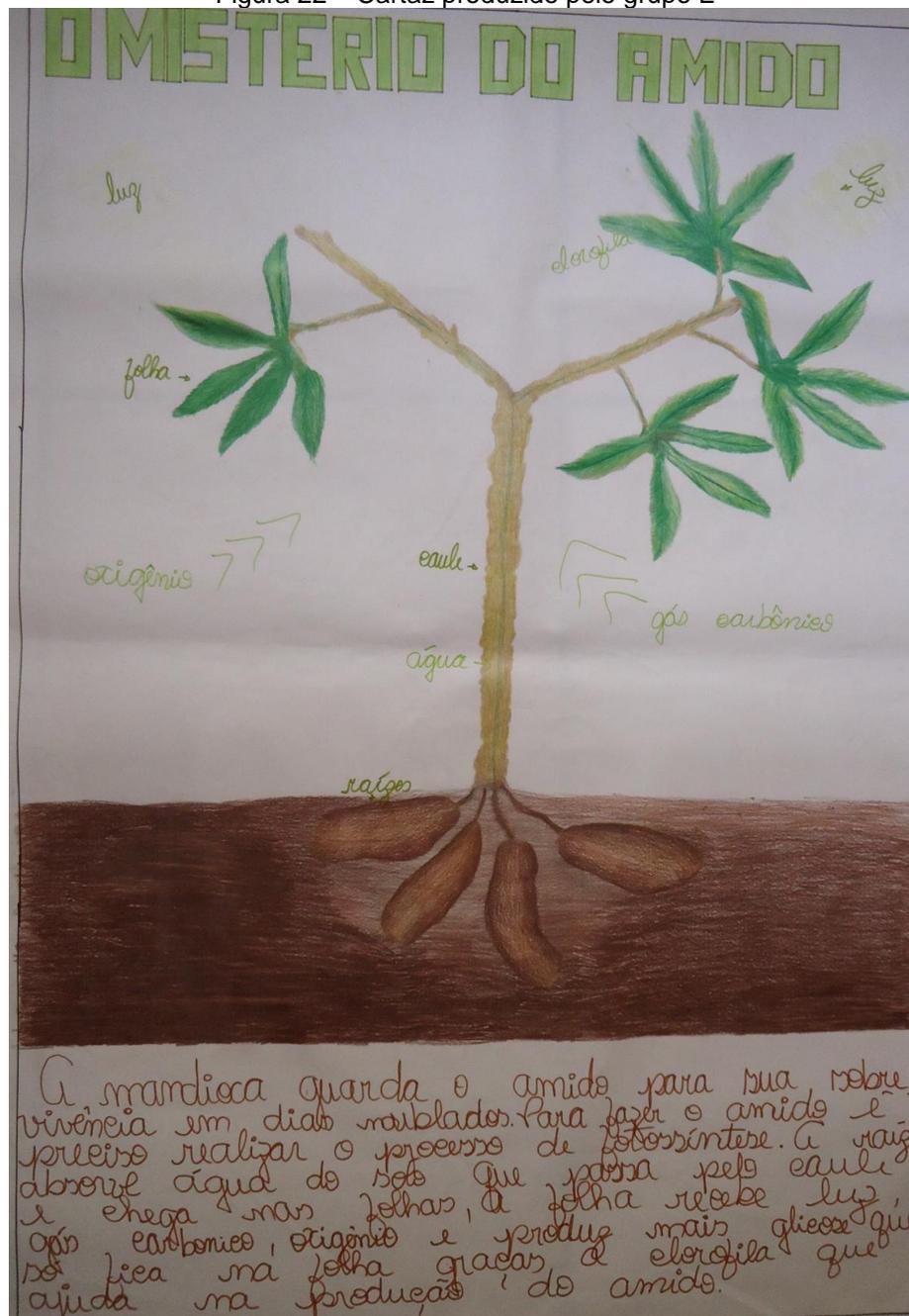
No cartaz elaborado pelo grupo D, encontramos o seguinte texto:

“Para entender sobre a vida de planta e nutrição dos vegetais, vamos começar assim: Se arrancar uma planta no solo, ela é responsável pela absorção de água e sais minerais. Do ar o gás carbônico. Nas folhas existem aberturas, os estômatos. As plantas utilizam a energia que obtém da luz do sol. No interior das células vegetais que possuem um pigmento verde chamado clorofila. A transformação de água e gás carbônico em glicose e oxigênio, na presença de uma transformação que ocorre no interior das células vegetais clorofiladas. Da glicose produz outros carboidratos, amido. O amido é utilizado pelos vegetais como reserva de energia. Ex: a mandioca faz grande quantidade de amido.”

Podemos observar que o grupo apenas copiou fragmentos do livro didático utilizado na pesquisa, não apresentando uma explicação sobre o mistério do amido. O desenho (figura 21), apesar de apresentar um pé de mandioca, bem feito e pintado,

não apresenta nenhuma pista de construção de conhecimento científico, mas de seleção de informações em fontes consultadas.

Figura 22 – Cartaz produzido pelo grupo E



Fonte: Acervo pessoal da autora, 2014.

O cartaz (figura 22) elaborado pelo grupo E mostra a construção de uma **explicação** para a origem do amido de mandioca; nele podemos ler, de forma legível e visível, o seguinte texto:

“A mandioca guarda o amido para sua sobrevivência em dias nublados. Para fazer o amido é preciso realizar o processo de fotossíntese. A raiz absorve água do solo que passa pelo caule e chega nas folhas, a folha

recebe luz, gás carbônico, oxigênio e produz mais glicose que só fica na folha graças a clorofila que ajuda na produção do amido.”

O texto começa de forma diferente dos demais cartazes analisados; a **justificativa** para o amido está na raiz da mandioca, e a condição para que ele seja produzido aparece no início da explicação. Em seguida, são apresentadas as substâncias necessárias para a produção de glicose e como eles são absorvidos pela planta. No trecho “oxigênio e produz mais glicose que só fica na folha graças à clorofila” são identificados erros na utilização de duas palavras: oxigênio e clorofila.

A primeira refere-se a ‘oxigênio’, e o significado atribuído pelo adolescente em tal contexto provavelmente seja como substância simples, gás oxigênio, pois no desenho a palavra também aparece próxima à folha de mandioca e com setas indicando ir para dentro da planta. Neste sentido, o grupo erra, pois o gás oxigênio não participa da reação química da fotossíntese, mas da respiração celular das plantas.

Já o oxigênio (O) como um elemento químico, que juntamente com o carbono (C) e o hidrogênio (H) formam a substância glicose, representada pela fórmula química $C_6H_{12}O_6$, são conceitos químicos, que, em nível abstrato, ainda não foram construídos no cognitivo do adolescente. A outra palavra, utilizada erroneamente, é ‘clorofila’, o texto refere-se a ela como a responsável pela glicose permanecer na folha, o que não corresponde ao seu papel nas plantas na absorção de luz solar. O desenho apresentado pelo grupo E está complementado com palavras próximas ao que se quer ressaltar no desenho, por exemplo, as partes das plantas (raiz, caule e folha), a clorofila e a luz. O sol e o solo aparecem na cena junto ao pé de mandioca, e uma linha azul é pintada no interior do caule indo até as folhas. O desenho e o texto explicam as mesmas coisas, por isso podemos afirmar que os dois modos de comunicação **cooperam** entre si.

Figura 23: Cartaz produzido pelo grupo F



Fonte: Acervo pessoal da autora, 2014.

O último cartaz (figura 23) a ser analisado pertence ao grupo E e apresenta a seguinte **explicação**:

“O amido da mandioca é extraído da raiz da mandioca, é usado no tempo de seca. O amido fica na raiz. O amido foi formado nas folhas para isso ele precisou de luz solar, água e gás carbônico. Para realizar o processo da fotossíntese, ela vai fazer a transformação da luz solar, água e gás carbônico em açúcar ou glicose e esse processo todo é feito nas folhas da mandioca e a glicose desce pelo caule e vai armazenado na raiz.”

Da mesma forma que o grupo anterior, o texto tem uma estrutura mais complexa, porque, a princípio, a primeira frase parece sem coerência, pois o fato de o amido ser extraído da raiz, situação vivenciada pelos alunos, não se justifica com o trecho seguinte “é usado no tempo de seca”. O texto continua relacionando as informações

de forma coerente com o processo de fotossíntese, o que permite afirmar a presença de **raciocínio lógico**. A palavra ‘transformação’ aparece pela primeira vez nas explicações analisadas, o que mostra indícios de construção de significado, em “ela vai fazer a transformação da luz solar, água e gás carbônico em açúcar ou glicose” o pronome ela utilizado no texto refere-se à planta mandioca, que também é citada ao final no trecho, “e esse processo todo é feito nas folhas da mandioca”.

O desenho do grupo F apresenta alguns complementos; são colocadas em volta das folhas as seguintes frases: “gás carbônico penetra pelas folhas”, “o oxigênio entra pelas folhas”, “a planta libera oxigênio”. Observa-se que o grupo utiliza mesmo significado para a palavra ‘oxigênio’ como gás oxigênio; a troca gasosa representada é uma informação não apresentada no texto, mas apresenta fragilidade, pois a entrada e a saída na mesma folha do gás oxigênio não indicam qual reação química está sendo representada - se é a fotossíntese ou se é a respiração -, dois conceitos complexos, em que, para a construção de seus significados seus significados, exige-se retomada ao longo do ensino fundamental.

6.3.3 Aplicação dos saberes

Ao final da investigação, foi distribuída para cada aluno uma atividade com outra questão-problemática destinada à aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo da ABRP ‘O mistério do amido’(APÊNDICE J). Nesta atividade, os alunos deveriam ser capazes de generalizar os conceitos trabalhados em relação a outra planta (milho), por meio de uma atividade de análise de uma imagem que aparece em uma embalagem comercial de um produto (amido de milho) muito popular no Brasil. Após a leitura do enunciado, os alunos foram orientados a fazer a comparação entre a mandioca e o milho, dando continuidade ao seguinte texto: “O milho assim como a mandioca, são alimentos domesticados há milhares de anos pelos índios americanos, a diferença que o milho tem sua origem no México e a mandioca no Brasil.”.

Ao todo, na turma selecionada, foram entregues 32 textos, todos devidamente digitalizados para melhor entendimento na análise de dados; esclarecemos que houve apenas a correção ortográfica das palavras, respeitando a construção da

frase conforme foi apresentada no original pelos alunos. Observou-se nos registros se o aluno conseguiu mostrar indícios de construção de conceitos científicos que apareceram na investigação, como o processo de fotossíntese e reserva de amido, características comuns às plantas. Além disso, para cada grupo, foi feita uma tabela com os componentes do grupo, os textos escritos e quais indicadores de alfabetização científica (SASSERON; CARVALHO, 2008) foram identificados em seus textos. Cada componente do grupo foi identificado pela letra correspondente ao grupo junto a um número. Os textos que não apresentaram concordância ao que foi pedido no enunciado ou não estavam legíveis receberam na frente da sua coluna correspondente a palavra ‘nenhum’, o que significa nenhum indicador de AC pôde ser identificado.

No quadro 38 são apresentados os textos transcritos do grupo A e seus indicadores de AC.

Quadro 38 – Indicadores de AC identificados na aplicação dos saberes do grupo A referente à ABRP ‘O mistério do amido’.

Grupo	Texto transcrito	Indicadores de AC
Aluno A1	“O milho e a mandioca, o processo de amido são iguais, não só o pé de mandioca que recebe luz, gás carbônico, luz solar e etc. O que muda mesmo entre o pé de mandioca e o pé de milho, o que muda é que o pé é muito diferente, o pé de mandioca nas folhas recebe como falei e outros. O pé de milho também e muda mesmo entre os dois e o formato do pé.”	Explicação
Aluno A2	“Acho que o milho retira o amido do mesmo lugar que a mandioca pelo ar, o ar trás a clorofila que é necessária para a produção do amido e pela água e a luz solar que fornece os nutrientes para as plantas. Assim faz com que a nasça a espiga de milho que serve de alimentos para animais e seres humanos, insetos e aves. Além disso, serve para fazer alimentos salgados, bolos, molhos, massas, doces, mingaus e papas.”	Explicação Justificativa
Aluno A3	“O amido de milho e a mandioca produzem amido igualmente porque muda muitas coisas como as suas reservas de amido, a mandioca guarda o seu amido nas espigas. Os dois tiram o amido do ar e dos nutrientes do solo. O amido tirado da mandioca serve para fazer salgados, cremes, doces e tapioca. O amido tirado do milho serve para várias coisas, bolos, salgados, doces, massas e papas.”	Explicação
Aluno A4	“Para mim, tanto o amido de milho quanto o da mandioca é formado do mesmo jeito. Todas as duas fazem o processo da fotossíntese que utiliza o gás carbônico, luz	Explicação Justificativa

	solar e água que sobe pelas raízes das duas plantas. Mas tem uma diferença: o milho faz o processo da fotossíntese nas folhas e reserva o amido na espiga do milho, já a mandioca faz o processo de fotossíntese nas folhas, mas reserva na raiz. As duas plantas utilizam o amido em dias de pouca luz solar e de pouca chuva.”	Raciocínio lógico
Aluno A5	“Minha opinião é que a mandioca reserva amido na raiz e serve de fonte de energia para nós. O milho reserva o amido na espiga serve de atração para os animais. A semelhança é que os dois foram feitos pela fotossíntese, possuem amido e serve de fonte de energia para nós. A diferença é que a mandioca foi descoberta pelos índios aqui no Brasil e o milho foi descoberto no México. Utilizamos a goma de mandioca para produzir a tapioca. E o amido de milho serve para preparar mingau-papas-bolos-molhos-cremes-massas-doces-salgados.”	Explicação Justificativa Raciocínio lógico

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Neste grupo, todos os textos apresentam a construção de uma **explicação**, apenas dois textos não conseguem fazer uma comparação coerente, mas fazem uma tentativa, que precisaria ser retomada em outros momentos. Para exemplificar, temos o texto do aluno A3 que inicia sua explicação assim: “O amido de milho e a mandioca produzem amido igualmente”; mais à frente, continua seu pensamento com “os dois tiram do ar e dos nutrientes do solo”. Primeiro, a utilização da palavra amido não está clara, também não há nenhuma garantia para a afirmação, e existe uma quebra na construção da frase. No outro trecho diz “porque muda muitas coisas como as suas reservas de amido” e continua o raciocínio em outra parte do texto, cometendo um erro na afirmação “a mandioca guarda o seu amido nas espigas”. Finaliza o seu texto com um “apelo comercial” fazendo uma comparação em relação à utilização do amido pelo ser humano e não pelas plantas, como pede a atividade “O amido tirado da mandioca serve para fazer salgados, cremes, doces e tapioca. O amido tirado do milho serve para várias coisas, bolos, salgados, doces, massas e papas.”

Nos demais textos, já foi possível encontrar referência a conceitos importantes para explicar a produção de alimento pelo milho e pela mandioca, o que traz uma garantia à argumentação feita. A explicação do aluno A4 mostra uma construção mais complexa a começar pela afirmação “Para mim, tanto o amido de milho quanto o da mandioca é formado do mesmo jeito”; em seguida, apresenta a **justificativa** “Todas as duas fazem o processo da fotossíntese que utiliza o gás carbônico, luz solar e água”; continua a comparação entre as plantas, destacando a diferença: “Mas tem

uma diferença o milho faz o processo da fotossíntese nas folhas e reserva o amido na espiga do milho, já a mandioca faz o processo de fotossíntese nas folhas, mas reserva na raiz” O texto apresenta os conhecimentos aprendidos na investigação de forma coerente e coesa, o que indica a presença de **raciocínio lógico**. No quadro 39 seguem os textos do grupo B e os seus indicadores de AC.

Quadro 39 – Indicadores de AC identificados na aplicação dos saberes do grupo B referente à ABRP ‘O mistério do amido’.

Grupo	Texto transcrito	Indicadores
Aluno B1	“O amido de milho é produzido da mesma forma que o amido da mandioca, ou seja, através da fotossíntese. A mandioca tem uma reserva de amido diferente, o milho reserva o amido na espiga e a mandioca na raiz, o milho e a mandioca reservam amido para poderem se alimentar em períodos que não podem realizar fotossíntese, por exemplo, períodos nublados ou sem chuva. A utilização do amido de mandioca é fazer tapioca e o de milho maisena que é usado para bolos, papas, mingau, etc.”	Explicação Justificativa Raciocínio lógico
Aluno B2	“Qual a diferença entre o amido do milho? Para mim a forma que o milho produz o amido é diferente porque a espiga de milho fica em cima e a da mandioca fica embaixo e, também a maneira de fazer fotossíntese pra mim é diferente, porque as duas plantas não são iguais, a forma de fazer o amido não muda muita coisa porque os dois fazem fotossíntese.”	Explicação
Aluno B3	“A mandioca reserva o amido nas raízes para sobreviver.”	Nenhum
Aluno B4	-	Não participou da atividade

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Apenas dois alunos deste grupo apresentaram uma **explicação**; o texto do aluno B1 é interessante e muito consistente na apresentação das informações: a princípio, o texto traz “O amido de milho é produzido da mesma forma que o amido da mandioca, ou seja, através da fotossíntese.” A utilização da palavra fotossíntese mostra compreensão do significado do conceito, pois é utilizado como uma **justificativa** da ideia inicial. O mesmo **raciocínio lógico** repete-se no trecho que diz “o milho e a mandioca reservam amido para poderem se alimentar em períodos que não podem realizar fotossíntese, por exemplo, períodos nublados ou sem chuva”. A explicação termina com uma retomada de atividades feitas com a turma: “A utilização do amido de mandioca é fazer tapioca”.

O texto do aluno B2 apresenta uma **explicação** um pouco frágil; a primeira parte do texto diz “Para mim a forma que o milho produz o amido é diferente porque a espiga de milho fica em cima e a da mandioca fica embaixo”; a garantia dada está equivocada, uma vez que a produção do alimento nas plantas ocorre nas folhas. O texto ao final traz a afirmação “também a maneira de fazer fotossíntese pra mim é diferente, porque as duas plantas não são iguais, a forma de fazer o amido não muda muita coisa porque os dois fazem fotossíntese.” Apesar de afirmar que o milho e a mandioca fazem fotossíntese, contradiz-se ao dizer que a maneira de fazer fotossíntese é diferente, porque são plantas diferentes. Esta contradição na utilização das palavras é algo que merece atenção do professor, pois para Vygotsky (2001) é na adolescência que começa a ocorrer a transição do pensamento concreto para o abstrato, em busca da construção correta do conceito. No quadro 40 seguem os textos do grupo C e seus indicadores de AC.

Quadro 40 – Indicadores de AC identificados na aplicação dos saberes do grupo C referente à ABRP ‘O mistério do amido’.

Grupo	Textos transcritos	Indicadores
Aluno C1	“A produção de amido das duas plantas são praticamente iguais, elas usam a fotossíntese para produção de reservas de amido em raízes que é o caso da mandioca ou no caso do milho que é em grãos ou espigas, elas são muito cultivadas em boa parte do mundo são domesticadas pelos índios como os astecas que descobriram o milho e índios brasileiros que encontraram a mandioca. Bem elas têm semelhanças de serem achadas na mata e domesticadas para o consumo humano, mas elas produzem o amido para o próprio consumo.”	Explicação Justificativa Raciocínio lógico
Aluno C2	“A mandioca no Brasil predomina nas áreas quentes, pra baixar o colesterol da mandioca. Já no México o milho fica em áreas geladas e que dá mais chuvas. No Brasil a mandioca mãe que deu origens as outras pelo Brasil. O amido assim como o amido de milho também é domesticado a milhares de ano.”	Nenhum
Aluno C3	“E para ter o amido precisamos cuidar muito bem, por exemplo, molhar o pé da mandioca todos os dias. Para fazer o amido precisamos da mandioca o principal de todas. Para criar o amido precisamos plantar a mandioca onde tenha muita luz e numa área onde ela possa crescer. Assim ela cresce onde possa se espalhar. O amido se produz na forma que tratamos a mandioca, onde e como plantamos ele, o processo começa na raiz onde tudo começa o amido assim ele começa a se espalhar depois que se espalha precisamos tirar a mandioca como o amido.”	Nenhum

Aluno C4	“A produção não é a mesma coisa da mandioca, da mandioca o amido sai do milho é da própria espiga, que comemos, o milho reserva na espiga e a mandioca da raiz, o amido da para fazer utilização de mingaus, papas, salgados, bolo, tapioca.”	Explicação
Aluno C5	“Por mais que o milho e a mandioca são domesticados em locais diferentes. Eles são bem parecidos em suas produções. Todas as plantas são parecidas em alguns pontos, porque elas produzem a fotossíntese e também todas as plantas precisam de gás carbônico e da luz solar, etc e para dar frutos ou também flores. E com o milho e a mandioca não é diferente. A mandioca tem sua reserva na mandioca onde ela produz o amido. E o milho reserva nas espigas e o amido ou o milho é usado em alguns alimentos.”	Explicação Justificativa Raciocínio lógico
Aluno C6	“A produção de amido é igual à da mandioca. A reserva de amido de milho é diferente do de mandioca porque o milho reserva o amido na espiga e a mandioca na raiz, elas guardam o amido para si alimentar em dias que não podem realizar fotossíntese. O amido serve para fazer papas, bolos, etc.”	Explicação Justificativa Raciocínio lógico

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

A metade dos textos apresentados neste grupo possui uma estrutura complexa na construção da **explicação**, pois apresentam a fotossíntese como uma característica comum ao comparar o milho e a mandioca quanto à produção de amido e o local da reserva do amido como diferença entre ambas. As **justificativas** são apresentadas de forma coerente com o objetivo da atividade, o que revela a presença de **raciocínio lógico** na comunicação escrita. Ao contrário do texto do aluno C4, que não apresentou garantias ao afirmar “A produção não é a mesma coisa da mandioca”, tenta justificar erroneamente a produção de amido das plantas dizendo que “o amido sai do milho é da própria espiga”, o que torna a explicação muito frágil na sua argumentação. No quadro 41 seguem os textos do grupo D e seus indicadores de AC.

Quadro 41 – Indicadores de AC identificados na aplicação dos saberes do grupo D à ABRP ‘O mistério do amido’.

Grupos	Textos transcritos	Indicadores
Aluno D1	“Não é porque um tem origem em um lugar e o outro em outro eles podem produzir amido da mesma forma, só que os alimentos são alimentos diferentes, o amido do milho ele é produzido do milho e o amido da mandioca vem das folhas, só que os dois alimentos produzem um amido que dá para fazer quase as mesmas coisas.”	Explicação

Aluno D2	“O amido da mandioca é usado para fazer comidas típicas, etc. O amido do milho é usado para bolos, salgados e outros tipos de comida, etc. A mandioca começou o processo, bate a mandioca no liquidificador, coa na peneira, depois coa no pano e está pronto o amido.”	Nenhum
Aluno D3	“Eu acho que o amido do milho é a mesma produção do amido da mandioca. Porque esses dois amidos são formados pela fotossíntese. E também elas têm alguma coisa de diferente, que o amido da mandioca é feita pela raiz. E o amido do milho é feito pela espiga. E o amido também é muito importante para nós, porque o amido reproduz alimento para nós humanos. Os amidos são utilizados por mingaus, papas, bolos, molhos, cremes, massas, doces e salgados.”	Explicação Justificativa
Aluno D4	“O milho tem diferenças na produção, a reserva e a utilização. Produção: o processo de fotossíntese é o mesmo do pé de mandioca. Reserva: a reserva do amido de milho é na espiga. Utilização: a utilização do amido para o pé é para fortalecê-la e para mais energia.”	Explicação Justificativa Raciocínio lógico
Aluno D5	“A mandioca ela fica exposto na raiz e o milho na espiga. A mandioca e o milho têm varas coisas em comum. Exemplo: elas são plantas, produzem amido. O amido da mandioca é fabricado pelas folhas. Depois desce para a raiz. E o milho eu acho que ele produz o amido pela fotossíntese, por causa que ele recebe luz solar. Sua reserva fica dentro da espiga e a reserva de amido da mandioca é na raiz. A mandioca utiliza o amido.”	Explicação Justificativa Raciocínio lógico
Aluno D6	“O amido do milho fica armazenado na espiga, e o da mandioca nas raízes. O amido da mandioca é fabricado pelas folhas que fazem a fotossíntese, depois o amido desce para as raízes. Eu acho que o milho faz a sua própria fotossíntese, porque ele fica exposto ao sol e pode receber a luz solar e o gás carbônico sem ajuda das folhas, por isso pode fabricar o seu próprio amido.”	Explicação Justificativa

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Os registros apresentados por esse grupo apresentam na sua maioria **explicação** para o problema investigado, mas chamam atenção pelo conflito entre produção e armazenamento de amido. O texto do aluno D3 traz um trecho inicial, que funciona como uma **justificativa**: “Porque esses dois amidos são formados pela fotossíntese”; em outro trecho se contradiz: “que o amido da mandioca é feita pela raiz. E o amido do milho é feito pela espiga”. Apesar de acertar ao citar a fotossíntese, erra no local da fabricação da glicose, não conseguindo apresentar um raciocínio coerente com a ideia inicial. Os textos dos alunos D5 e D6 trazem uma semelhança ao explicarem como o amido foi parar na raiz: “O amido da mandioca é fabricado pelas folhas. Depois desce para a raiz” e “O amido da mandioca é fabricado pelas folhas que fazem fotossíntese, depois o amido desce para as

raízes”. As duas justificativas tornam a argumentação frágil, pois erram ao considerar o amido como produto da fotossíntese, quando o mais correto é utilizar a glicose. Outro aspecto a destacar é a utilização do termo ‘o amido desce’ para a raiz da mandioca, quando o correto é justificar referindo-se a pouca solubilidade do amido; nesta condição, a glicose é convertida em sacarose (açúcar comum), sendo a principal forma de transporte de açúcares pela planta.

A importância da retomada de conceitos científicos ao longo do ensino fundamental, como os relacionados à nutrição vegetal, pode ser verificada no final do texto do aluno D6 que diz: “Eu acho que o milho faz a sua própria fotossíntese, porque ele fica exposto ao sol e pode receber a luz solar e o gás carbônico sem ajuda das folhas, por isso pode fabricar o seu próprio amido”. A expressão ‘eu acho’ sinaliza pouca segurança no que está sendo falado, o texto apresenta conflito no significado das palavras, ao dizer “que o milho faz a sua própria fotossíntese”, e continua “sem ajuda das folhas”; esquecem o papel da clorofila na absorção da luz solar, apesar de citar palavras como fotossíntese, luz solar e gás carbônico, a construção do conhecimento científico começa a ser iniciada, precisando ser mais vezes oportunizada para uma elaboração argumentativa mais consistente e coerente. No quadro 42 seguem os textos do grupo E e seus indicadores de AC.

Quadro 42 – Indicadores de AC identificados na aplicação dos saberes do grupo E referente à ABRP ‘O mistério do amido’.

Grupo	Textos transcritos	Indicadores
Aluno E1	“A mandioca e o milho é o mesmo processo da fotossíntese e da clorofila.”	Explicação
Aluno E2	“Quando chegou a hora de explicar, minha mãe, ela perguntou se o processo acontece igual ou diferente com o amido da mandioca e do milho. Eu respondo: - mãe eu acho que o processo pode ser igual mais a única diferença que o pé de mandioca ela reserva o amido nas suas raízes para sua sobrevivência em dias nublados e a mandioca não recebe luz solar nas suas raízes mandioca. E o amido do milho reserva o seu amido nas suas espigas pode receber a luz solar.”	Explicação Justificativa
Aluno E3	“Assim como o milho a mandioca produz o amido. A mandioca guarda o amido em suas raízes para sua própria sobrevivência em dias nublados. A única coisa que elas se parecem é que as duas produzem amido. Sua única diferença é que a mandioca guarda o amido em suas raízes e o amido do milho guarda seu amido em sua espiga. Sua utilização é para nosso próprio consumo	Explicação Justificativa

	e o mais importante nos transmite energia.”	
Aluno E4	<p>“A diferença entre o amido do milho do amido da mandioca é onde ele fica armazenado, o amido da mandioca fica nas suas raízes que ficam embaixo da terra, já o amido do milho ficam em suas espigas que ficam expostas. Mas sua produção é diferente porque a raiz da mandioca absorve água do solo que passa pelo caule e chega nas folhas e é na folha onde acontece todo o processo de produção. O milho faz o seu processo também na folha e absorve água pela suas raízes finas. Mas tanto o amido do milho quanto da mandioca tem a mesma função, serve de energia para nós seres humanos e só reservam o amido para sua própria sobrevivência.”</p>	<p>Explicação Justificativa Raciocínio lógico</p>
Aluno E5	<p>“Eu acho que o amido do milho é produzido da mesma forma do amido da mandioca, só que o amido da mandioca fica armazenado embaixo da terra, na raiz, e o amido do milho fica armazenado na espiga de milho. A fotossíntese que o pé de mandioca faz, deve ser do mesmo jeito que o pé do milho realiza. Quando elas não fazem a fotossíntese, elas se alimentam do amido que elas mesmas produziram em outros dias e está armazenada. O pé de milho suga a água do solo com suas raízes finas, já o pé de mandioca suga com suas raízes grossas. O amido do milho, e a da mandioca serve de alimento para nós e os dois amidos produzem energia.”</p>	<p>Explicação Justificativa Raciocínio lógico</p>
Aluno E6	<p>“A mandioca produz amido e o milho a mesma coisa através da fotossíntese. A mandioca reserva o amido na raiz, para depois se alimentar. O milho reserva o amido na espiga para se alimentar. Eles não podem realizar a fotossíntese e quando está nublado e sem chuva. A utilização do milho, bom para preparo mingaus, doces e salgados e da mandioca é bom para fazer tapioca.”</p>	<p>Explicação Justificativa Raciocínio lógico</p>

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

As **explicações** elaboradas pelo grupo E, quando comparadas aos demais grupos, destacam-se nas **justificativas** apresentadas quanto à utilização do amido pelas plantas mandioca e milho, algo que nos demais grupos ficou um pouco esquecido e limitado à utilização do amido pelo ser humano. É o que observamos nos trechos finais de alguns alunos:

“Sua utilização é para nosso próprio consumo e o mais importante nos transmite energia.” E3

“Mas tanto o amido do milho quanto da mandioca tem a mesma função, serve de energia para nós seres humanos e só reservam o amido para sua própria sobrevivência.” E4

“O amido do milho, e a da mandioca serve de alimento para nós e os dois amidos produzem energia.” E5

“A mandioca reserva o amido na raiz, para depois se alimentar. O milho reserva o amido na espiga para se alimentar” E6

Podemos observar a relevância dada nas **justificativas** dos alunos E4 e E6 à importância do armazenamento do amido pelas plantas, não ressaltando a natureza a serviço do ser humano, mas a presença de uma característica adaptativa para favorecer a própria sobrevivência da espécie. Outro ponto comum aparece nas explicações dos alunos E4 e E5, que citam a absorção da água pelas raízes da mandioca e do milho, mas não conseguem articular com o processo de produção de glicose. No quadro 43 seguem os textos do grupo F e seus indicadores de AC.

Quadro 43 – Indicadores de AC identificados na aplicação dos saberes do grupo F referente à ABRP ‘O mistério do amido’.

Grupo	Textos transcritos	Indicadores
Aluno F1	“A mandioca cria o amido na raiz, mas primeiro tem que passar pelo processo de fotossíntese que a mandioca faz. O milho também faz fotossíntese, mas eu acho que é diferente por que a mandioca armazena o amido na raiz e o milho armazena no vegetal e por isso a fotossíntese deve ser diferente.”	Explicação Justificativa
Aluno F2	“O milho tem tudo a ver com a mandioca os dois produzem amido. O milho produz o processo de fotossíntese através do gás carbônico, água, luz solar e também com a ajuda da clorofila que após esse processo que acontece nas folhas, é produzida a glicose que com a ajuda de alguns nutrientes vira o amido que é reservado nas espigas. Já a mandioca também realiza o processo de fotossíntese através do gás carbônico, água, luz solar e também com a ajuda da clorofila que após esse processo que acontece nas folhas e é produzido a glicose que com a ajuda de alguns nutrientes vira o amido que é reservado na raiz. Com essas informações chego a conclusão que o milho e a mandioca realizam o mesmo processo de produção de amido mais não são iguais por terem a naturalidade diferente. O amido de milho pó ser utilizado para bolos, pudim, etc. E o amido da mandioca pode ser utilizado para tapioca, etc.”	Explicação Justificativa Raciocínio lógico
Aluno F3	“O amido da mandioca tem algumas semelhanças e algumas diferenças. Porque são plantas diferentes, mais vamos entrar no assunto. A mandioca realiza o processo da fotossíntese assim: o gás carbônico, luz solar e água, vão fazendo uma transformação nas folhas e faz a glicose e desse para a raiz. Faz a mesma coisa até a parte do gás carbônico, luz solar e água, a mandioca armazenado na raiz, embaixo da terra, e o milho em cima nas espigas. O amido serve como alimento para as plantas, exemplo: quando não tiver nada tipo água vai ter o amido como se fosse fonte de energia é o que acontece com o milho e a mandioca.”	Explicação Justificativa Raciocínio lógico

Aluno F4	“O amido da mandioca é muito utilizado em todo Brasil há muito tempo. O amido da mandioca serve para várias coisas. Mas há algumas diferenças nelas como acontece o processo do amido da mandioca, mas o processo é o mesmo da fotossíntese e da clorofila. A mandioca serve para fazer bolos, cozinhar e etc.”	Explicação
Aluno F5	“Bom a mandioca foi feita pelo amido de milho, esse amido pode ser feito a mingaus, papas, bolos, molhos, cremes, etc. O amido vem da raiz da planta que produz a mandioca e a glicose vem do açúcar que também vem da mandioca. A produção vem do amido que reserva a mandioca que utiliza a glicose.”	Explicação
Aluno F6	“A produção do amido de milho vem da espiga, e vai pro solo e do solo vai pra raiz, e do amido da mandioca vem da folha e vai pro caule, e depois pra raiz e aí que se forma a fotossíntese das duas plantas. Ele sempre reserva para cozinhar o milho, fazer mingau, etc. E da mandioca eles reserva para fazer farinha, e utilização do amido é para desenvolver as plantas e o solo.”	Explicação

Fonte: Elab. pela própria autora, 2014.

A **explicação** dada pelo aluno F1 apoia-se em uma **justificativa** que começa quando se diz que, para ter o amido na raiz, “primeiro tem que passar pelo processo de fotossíntese que a mandioca faz”; na tentativa de explicar a produção do amido pelo milho, apresenta uma compreensão errada ao dizer “mas eu acho que é diferente por que a mandioca armazena o amido na raiz e o milho armazena no vegetal e por isso a fotossíntese deve ser diferente”.

Os textos dos alunos F2 e F3 mostram uma construção mais complexa na explicação feita. As explicações apresentam a fotossíntese como processo de transformação de materiais que foram retirados do ambiente pelas plantas e transformados nas folhas em glicose, substância formadora do amido. Esta capacidade é apresentada nos dois textos como característica comum à mandioca e ao milho, apesar de terem suas especificidades. O texto F3 é mais completo nas **justificativas**, pois respondem a todos os objetivos da atividade de aplicação dos saberes. Apesar do texto F5 não responder a todas as questões propostas, ambos apresentam as ideias de forma muito coerente no desenrolar da argumentação, o que indica a presença de um **raciocínio lógico**.

Os três últimos textos mostram ideias ainda em construção, por isso podemos afirmar que são tentativas de elaboração de uma **explicação**, ainda bem inicial. Abaixo são apresentados alguns trechos que exemplificam o que foi dito:

“Mas há algumas diferenças nelas como acontece o processo do amido da mandioca, mas o processo é o mesmo da fotossíntese e da clorofila” F4

“O amido vem da raiz da planta que produz a mandioca e a glicose vem do açúcar que também vem da mandioca.” F5

“A produção do amido de milho vem da espiga, e vai pro solo e do solo vai pra raiz, e do amido da mandioca vem da folha e vai pro caule, e depois pra raiz e aí que se forma a fotossíntese das duas plantas.” F6

Essas explicações apresentam algum indício de aprendizado ainda no seu estágio inicial; muitas informações são citadas sem uma ordem correta, o que sinaliza pouco desenvolvimento na alfabetização científica, daí a necessidade de retomada destes conceitos em outras situações didáticas ao longo do ensino fundamental.

6.4 PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE A METODOLOGIA ABRP

Neste item serão apresentados e discutidos concomitantemente os resultados obtidos com a aplicação do questionário de avaliação da metodologia ABRP ‘O mistério do amido’, realizado com 89 alunos e com a entrevista de grupo focal feita com 18 alunos indicados pelas turmas. Serão utilizados apenas trechos dos discursos dos alunos que podem auxiliar na discussão dos dados coletados. Os alunos serão identificados por letras definidas aleatoriamente e pela turma de origem. Das seis questões que compõem o questionário, apenas a questão 01 permitia que os alunos marcassem o número de questões que quisessem. As demais envolviam a escolha de apenas uma opção. No quadro abaixo, estão os resultados dos questionários aplicados às turmas de 7º A, 7ºB e 7ºC, que participaram da pesquisa; no geral, pode-se observar certa proximidade de respostas em algumas questões.

Quadro 44 – Frequência das respostas dos alunos do 7ºA, 7ºB e 7ºC na avaliação da metodologia ABRP ‘O mistério do amido’.

Opções de escolha	7º A Nº- 30	7ºB Nº - 27	7ºC Nº - 32	Total Nº - 89
Questão 01 – Qual a sua opinião quanto à investigação que ocorreu nas aulas de ciências?				
Ensinou a procurar soluções para resolver um	26	25	31	82

problema.				92,1%
Ensinou a trabalhar melhor em equipe.	19	22	30	71 79,7%
Permitiu aprender conteúdos científicos.	26	25	31	82 92,1%
Ajudou a desenvolver a leitura e a escrita.	12	09	14	35 39,3%
Dificultou a aprendizagem.	00	00	00	00 0%
Foi muito demorada.	09	02	02	13 14,6%
Gerou muita indisciplina.	04	00	01	05 5,6%

Questão 02 - Após a apresentação do problema 'O mistério do amido', a professora pediu que os grupos encontrassem as pistas. Qual foi a sua participação?

Apenas procurei a pista no problema fornecido, após a professora me explicar o que era um.	04	05	09	18 20,2%
A professora apontou todas as pistas do problema e disse para a gente utilizar como solução.	15	07	10	32 35,9%
Sabia o que era uma pista importante e retirei do problema fornecido.	11	15	13	39 43,8%

Questão 03 - Você e seu grupo tiveram que fazer perguntas sobre o problema 'O mistério do amido'. O que você fez?

Sugeri perguntas ao grupo.	20	22	17	59 66,2%
Ouvi as perguntas sugeridas pelos colegas.	08	05	13	26 29,2%
Sabia sugerir perguntas, mas escolhi não participar.	02	00	02	04 4,4%

Questão 04 - Durante algumas aulas, os grupos ficaram pesquisando nos livros de Ciências as respostas para as perguntas. Como foi o seu desempenho?

Consegui por conta própria as respostas depois de pesquisar nos livros.	20	16	16	52 58,4%
Tive dificuldade em ler e entender os textos.	03	08	08	19 21,3%

Foi a professora que me deu todas as explicações e soluções.	07	03	08	18 20,2%
Questão 5 – Durante a confecção do cartaz sobre ‘O mistério do amido’:				
Tive dificuldade em colaborar com o grupo.	03	05	01	09 10,1%
Queria colaborar, mas escolhi esperar alguém começar.	05	01	05	11 12,3%
Colaborei com o grupo prontamente.	22	21	26	69 77,5%
Questão 06 - Quanto à autoavaliação do trabalho de grupo, acho que é:				
Um momento importante e democrático.	21	17	25	63 70,7%
Um momento desnecessário, pois o grupo não fala a verdade.	04	03	02	09 10,1%
Um momento importante, mas o grupo não sabe participar.	05	07	05	17 19,1%

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

A princípio, houve consenso quanto a dois itens levantados na primeira questão; do total de alunos, 92,1% afirmam que a investigação ‘O mistério do amido’ ensinou a procurar soluções para resolver problema e permitiu aprender conteúdos científicos, o que confirma algumas das potencialidades de um ensino por ABRP (VASCONCELOS; ALMEIDA). Outro item nesta questão que merece destaque está na leitura e escrita, duas competências fundamentais em qualquer nível de ensino, que foram observadas por 39,3% dos alunos. Nenhum aluno acha que a metodologia dificultou a sua aprendizagem, dado que recebe apoio em algumas falas feitas pelos alunos; durante a entrevista coletiva, ao serem questionados sobre a investigação ter facilitado ou dificultado a aprendizagem dos conteúdos de ciências, alguns responderam:

“Facilitou, nunca tinha aprendido assim. Da outra maneira, era normal, com caderno. Neste a gente fez o cartaz, já fez experiência.” Aluno Q-7ºB

“Eu acho que facilitou, porque a fotossíntese não envolve só especificamente a mandioca, envolve outras plantas. Não é só a mandioca que realiza fotossíntese, envolve outras plantas em geral, a gente aprender sobre a mandioca, tipo assim abriu as portas para a gente aprender sobre outras plantas, na matéria de ciências.” Aluno F- 7ºC

“Eu nunca me dei muito bem com Ciências, era só texto, texto. Aí surgiu este negócio de experiência, aí parece que combinou tudo, deu sentido ao problema.” Aluno L- 7ªA

O fato de terem permanecido em grupo por mais de três semanas parece não ter gerado muita indisciplina na opinião dos alunos; apenas 5,6% reclamaram deste aspecto, outros 79,7% consideram que o trabalho em equipe ajudou a gerenciar conflitos e opiniões. Podemos afirmar que a metodologia ABRP mostrou-se favorável a aprendizagem de Ciências, pois oportunizou a interação social entre colegas, o que para Vygotsky (2007) é uma condição essencial. Já na entrevista, o trabalho em grupo para alguns rendeu muitos conflitos e angústias, como brigas, xingamentos, brincadeiras, bagunça, bolinhas de papel, entre outros. Tal situação é percebida na fala do aluno Y do 7ºC: “Um mês com as mesmas pessoas brincando, não fazendo nada direito, foi muito chato”. Ou pelo aluno N, do 7ºA: “A gente tava no caminho do objetivo, e o outro atrapalhando.” A maioria dos alunos ressaltou positivamente o trabalho em equipe, como nas falas:

“Cada um no grupo tem uma ideia para poder distribuir, e si fizer só a gente talvez a gente não consiga fazer como se fosse em grupo.” Aluno N -7ºA

“Parece que quando você faz sozinho, parece que tudo vai dar errado, não tem ninguém para ajudar, parece que tudo fica atrasado, difícil, complicado, porque o grupo também ajuda, um faz uma coisa, não fica tudo para uma pessoa só.” Aluno T- 7ºB

“Eu achei legal também, porque a gente tem mais liberdade de perguntar os colegas, do que a professora.” Aluno X -7ºC

A questão 02 ajudou a verificar se a ABRP desenvolve aspectos importantes de uma investigação, como o recolhimento de fatos ou pistas do problema apresentado. Os resultados mostram diferenças na participação e envolvimento do aluno neste momento. Cerca de 43,8% afirmam saber o que era uma pista importante e conseguiram retirar do problema proposto; o restante assume não saber o que é uma pista ou espera que a professora aponte-a para ele copiar. Esta atitude de espera e dependência do outro pode indicar falta de algumas habilidades que não foram desenvolvidas nos primeiros anos do ensino fundamental, ou também, reflexo de acomodação e passividade quanto à responsabilidade pela sua própria aprendizagem. Esta situação é citada por um aluno do 7ºC: “Falta de atenção, tipo assim eles esperavam tudo de uma pessoa só, (não audível) é difícil, briga, pesquisar junto”. O aluno V, do 7ºB, salienta: “Faltou foco. Todos os grupos focaram no que tá fazendo. Não ficar brincando, conversando. Pesquisar mais.”

Outra potencialidade importante no ensino por ABRP está no favorecimento do questionamento. O aluno L, do 7ºA, destacou que “O título o mistério do amido chama curiosidade” o que podemos confirmar nos resultados da terceira questão, quando 66,2% dos alunos afirmam ter sugerido perguntas ao grupo, enquanto 29,2% apenas ouviram as perguntas sugeridas pelos colegas. Isso mostra que a metodologia possibilitou o desenvolvimento dos próprios alunos ao lerem um problema, formularem novas questões a fim de esclarecer melhor o problema e assim chegar às soluções. Quando perguntamos sobre a opinião dos alunos acerca do problema ‘O mistério do amido’, muitos alunos afirmaram ter achado o problema, relativamente difícil no início, mas que aos poucos foram compreendendo melhor. Tal situação foi citada pelo aluno W do 7º C: “Começo foi bastante difícil, mas foi trabalhando em equipe, foi pesquisando nos livros, outros em casa. A gente foi conseguindo entender mais.” Confirmamos com estes resultados que a proposta de ensino a partir de um problema estimulou os alunos a buscar soluções e a desenvolver habilidades, o que segundo Vygotsky (2007) seria como ponto de partida para mediação (GEHLEN, 2009).

Após a elaboração das questões, os alunos passavam para a etapa de resolução do problema, que exigia envolvimento do grupo na pesquisa em diferentes fontes de dados. No caso da ABRP ‘O mistério do amido’, foram oferecidos dois livros de Ciências durante todo este momento. Quando questionados sobre seu empenho, 58,4% afirmaram conseguir por conta própria encontrar as respostas ao pesquisar no livro, e o restante assumiu ter tido dificuldade, em ler e compreender os textos. Alguns alunos entrevistados apontaram a pesquisa nos livros como o momento de que menos gostaram, apesar de acharem os textos de fácil compreensão. Diante disso, questionamos o que levou os alunos a terem tido pouco envolvimento na leitura dos livros. Esta situação foi justificada pelo aluno T, do 7ºB: “Quando o texto é pequeno, lê. Quando o texto é grande e vai procurar uma pista num texto grande, tem muita preguiça.” e pelo aluno G do 7ºC “A parte de ler os textos no livro. Muitas meninas pegavam caderno de outra matéria, outras liam, outras não. Foi difícil.”

A questão 05 tratava da participação dos alunos na construção do produto final, em que se solicitava aos grupos a confecção de um cartaz que deveria conter um desenho e uma explicação sobre a origem do amido na raiz da mandioca. Primeiramente, deve-se salientar que, quando questionados durante a entrevista

coletiva sobre o que mais gostaram na investigação ‘ O mistério do amido’, a maioria citou fazer o cartaz como o momento mais prazeroso, o aluno T, do 7ºB, disse: “Através do cartaz, a gente soube as coisas que a planta precisa, por onde passa. E tudo mais”. O aluno L, do 7ºA, respondeu: “O cartaz, na hora que foi fazer o cartaz, prestar atenção também montar o texto, deu para entender”. E o aluno Z, do 7º C, disse: “Eu gostei da parte do desenho, foi legal desenhar”. Esses dados mostram que o desenho é uma forma de representação não verbal que alunos dos anos finais do ensino fundamental ainda gostam de fazer, e que segundo Vygotsky (2005) permite organizar o conhecimento aprendido de outra forma diferente da escrita, situação bem observada pelo aluno L, do 7ºA: “Cada coisa era diferente, era o mesmo assunto, mas cada jeito de falar era diferente.”

Do total de alunos, 77,5% afirmaram que colaboraram com o grupo prontamente ao fazer o cartaz; já na entrevista, alguns alunos comentaram este envolvimento nos grupos como algo pontual durante a investigação; o aluno I, do 7ºA, disse: “Eles colaboraram mais no cartaz. Por que era grande. Eu terminei de fazer as respostas das perguntas e eles ficaram desenhando. O texto fui eu que fiz.”. O aluno V, do 7ºB, comentou sobre a colaboração acontecer apenas no momento aparentemente mais fácil:

“Eu acho que nenhum dos dois foi fácil. Antes algumas pessoas não queriam pesquisar, ficava mais conversando. Na hora de fazer o cartaz, todo mundo queria fazer, é o mais fácil, desenhar e pintar. Todo mundo queria fazer e às vezes dava briga. Quase ninguém queria explicar. A maioria das pessoas queria desenhar.”

O fato de os alunos acharem fácil a tarefa de desenhar o pé de mandioca não significa que tenham atingido a compreensão do processo de fotossíntese; o que se observou ao final foram desenhos que respeitaram esteticamente as características anatômicas da planta. Acreditamos que a atividade criou condição para iniciar ou continuar a construção do significado conceitual pelos alunos, sendo necessário oportunizar a retomada de conceitos ao longo das aulas de Ciências, a fim de aproximar a compreensão destes alunos ao significado construído pela cultura científica (VYGOTSKY, 2005).

A maioria deles conseguiu demonstrar no cartaz apenas uma cooperação parcial entre os dois modos de explicar o mistério do amido e pouquíssimos casos de complementação por meio do desenho ao texto explicativo. As falas também

apontam as dificuldades da realização de um trabalho colaborativo, identificadas na convivência com os colegas do grupo e que podem ser minimizadas com maior frequência na realização de trabalho desta natureza, e também com autoavaliações e heteroavaliações entre os componentes do grupo e uma avaliação do trabalho realizado entre os próprios colegas de turma.

Na última questão, pedíamos que os alunos analisassem o momento da autoavaliação realizado pelos grupos ao final da investigação 'O mistério do amido'. Cada grupo tinha em mãos uma ficha de autoavaliação e heteroavaliação (APÊNDICE K) que servia de roteiro para discussão nos grupos. Logo de início, cada componente do grupo recebia uma nota indo de 0 a 3 quanto a sua participação em três etapas da investigação: o levantamento das questões sobre o problema, a resolução das questões e a confecção do produto final. Além disso, outras sete perguntas, solicitavam mais informações quanto ao envolvimento no grupo. Este momento, considerado por 70,7% como importante e democrático, rendeu acaloradas discussões nos grupos e muitos comentários durante a entrevista, tais como:

“Mas quando a gente foi avaliar o grupo, viram a nota. Eles diziam, ah! Mas eu fiz aquilo, mas eu fiz isto. Mas a gente tirou a nota, a gente pediu, mas eles não dispuseram a ajudar”. Aluno N – 7ºA.

“A gente não conseguia chegar num acordo. O grupo achava você não merece três, merece dois. Ai a pessoa falava eu quero três. Ficava no final o que o grupo decidia. (não audível)”. Aluno V – 7ºB.

“Porque foi o momento que os bagunceiros mais sentiram. Por isso que eu gostei, durante eles estavam tranquilo, bagunçando. Mas no momento da autoavaliação foi que eles sentiram. Com a autoavaliação eles vão se arrepender na próxima não vão fazer de novo”. Aluno F- 7ºC.

“Teve gente querendo mentir, eu e meu colega fomos dando a nota, porque a gente tava observando tudo”. Aluno Y -7ºC.

Os depoimentos acima mostram a importância da avaliação do desempenho de cada grupo, levando-os a refletir sobre os pontos positivos e negativos que merecem atenção de todos na realização de outra proposta de trabalho colaborativo (ZABALA, 1998). Na ABRP 'O mistério do amido', a avaliação ocorreu de forma cognitiva e social, conforme os pressupostos da metodologia segundo Vasconcelos e Almeida (2012); a primeira através da observação, análise e discussão dos produtos finais, no caso os cartazes, entre os grupos e professores das disciplinas de Ciências e artes; já a segunda avaliação, foi oportunizada pela observação da professora

durante as aulas, do comportamento dos grupos, articulada com a ficha de autoavaliação e heteroavaliação preenchidas pelos grupos.

7 A METODOLOGIA ABRP PODE SER UMA FERRAMENTA PEDAGÓGICA PARA PROMOVER A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO FUNDAMENTAL?

Neste capítulo, buscamos trazer algumas reflexões sobre a metodologia ABRP como ferramenta pedagógica para promover a alfabetização científica no ensino fundamental por meio de discussões envolvendo as duas propostas implementadas na sala de aula nesta investigação: a ABRP 'Da mandioca a farinha' e a ABRP 'O mistério do amido'. Ressaltaremos as potencialidades educativas evidenciadas ao longo da investigação e teceremos alguns comentários e discussões com os resultados alcançados, tendo em vista os referenciais adotados nesta pesquisa. Utilizaremos os dados descritos nas etapas de planejamento, validação, análise pedagógica, análise dos registros escritos e avaliação da metodologia ABRP.

Em relação ao planejamento das ABRPs, a validação com pares ressaltou algumas potencialidades dos planejamentos propostos para a intervenção pedagógica. Uma delas está na promoção da alfabetização científica no ensino fundamental. Sob tal perspectiva, confirmamos a relevância dos três eixos estruturantes para AC que serviram de suporte no planejamento das aulas de Ciências nesse trabalho, (SASSERON; CARVALHO, 2008) não deixando que caíssemos em um planejamento puramente voltado para a ampliação do vocabulário científico, mas preocupado com a compreensão do fazer ciência e na sua aplicação no dia a dia. (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001)

A integração de conhecimentos químicos e biológicos, como também com outras disciplinas relacionadas a aspectos voltados às temáticas CTSA, também foi evidenciada positivamente na validação. Vale ressaltar que a interdisciplinaridade ocorreu tanto em aulas de Ciências da professora/pesquisadora quanto em parceria com a disciplina de história na primeira ABRP e com artes na segunda ABRP. Essa abordagem interdisciplinar, já prevista no planejamento, possibilitou aos estudantes perceber as relações entre os conhecimentos e as suas conexões com a vida. (KRASILCHIK, 2012). Podemos afirmar que a metodologia da ABRP, nesse instante, ajudou a superar um ensino de Ciências enciclopédico, descontextualizado e fragmentado. (SANTOS, 2007b).

Em relação aos cenários propostos, foram considerados problemas sociocientíficos, pois possuem uma visão de alfabetização científica apoiada na formação do cidadão crítico e ativo (GALVÃO, ALMEIDA, 2013). Os alunos foram desafiados a resolver um problema que estava condicionado a uma realidade local e que envolvia relações com a CTSA. Oportunizou-se dessa forma a articulação dos conteúdos científicos com as questões locais escolhidas (BRASIL, 1998, 2013). Além disso, a situação problemática propiciou aos alunos o desenvolvimento de aspectos da investigação científica enquanto buscavam a solução do problema, servindo de ponto de partida para a mediação da proposta de ensino (VYGOTSKY, 2005, GEHLEN, 2009, AZEVEDO, 2010).

Também foram destacadas nos planejamentos as possibilidades criadas para o trabalho com vários conteúdos de aprendizagem, não focando apenas os conteúdos conceituais, como geralmente ocorre. As atividades não só oportunizaram a aprendizagem de novos conceitos, mas também o desenvolvimento de procedimentos necessários a uma atividade científica (ZABALA, 1999); por exemplo, na primeira ABRP, os alunos fizeram coletas de dados por meio de entrevistas com as lideranças indígenas e observações na área de cultivo da mandioca e casa de farinha. Já na segunda ABRP, o trabalho experimental exigiu dos grupos a utilização de diferentes materiais, montagens e mensurações.

Outro conteúdo de aprendizagem também proporcionado foi a valorização das regras e atitudes na convivência em grupo durante a investigação (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012; BRASIL, 1998; ZABALA, 1998). Na segunda ABRP, os alunos permaneceram em grupos por mais de três semanas, o que exigiu respeito mútuo, comunicação e cooperação em todas as etapas. Criou-se um ambiente de interação social que é uma condição essencial para o aprendizado (VYGOTSKY, 2007). As posturas de cada um do grupo foram confrontadas no momento da autoavaliação, que ocorreu ao final dessa metodologia, sendo considerado por 70,7% um momento importante e democrático. As atitudes e os comportamentos de cada um no desenrolar das ABRPs eram revistos e avaliados por todos, permitindo uma reflexão sobre sua própria postura.

Desta forma, podemos considerar que os planejamentos de ensino analisados contribuem para um ensino de Ciências, no ensino fundamental, não disciplinar,

livresco e fragmentado, indo ao encontro das orientações dos documentos oficiais federais. (BRASIL, 1998, 2013). Tais planejamentos apresentavam coerência com os pressupostos e objetivos da metodologia ABRP (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012), pois enquanto investigavam um problema de forma colaborativa, os alunos aprendiam novos conceitos científicos.

Quanto à análise dos registros escritos dos alunos, foram encontrados, nas duas propostas, muitos problemas relacionados à escrita/redação que, na fase de ensino ora em questão, já deveriam estar superadas, fator que dificultou em parte a identificação dos indicadores de AC. Devemos considerar que o domínio da linguagem científica e de muitas habilidades ligadas ao fazer Ciências dependem do ensinar a ler e escrever em Ciências. Apesar disso, ao todo, na primeira proposta ABRP, foram 57 registros que apresentaram ideias escritas possíveis de serem compreendidas, e, na segunda proposta, foram ao todo 74 registros escritos analisados.

No quadro abaixo, apresentamos o número de vezes em que os indicadores de AC apareceram nos registros analisados nas duas propostas. A ABRP 'Da mandioca a farinha' será representada pelo número 1 e a ABRP 'O mistério do amido' será indicada pelo número 2.

Quadro 45 – Ocorrência de indicadores de Alfabetização Científica nos registros escritos analisados.

Indicadores de Alfabetização Científica	Ficha de Monitoramento ABRP		Produto Final		Aplicação de saberes		Total de Registros	
	Nº36 ABRP	Nº36 ABRP	Nº06 ABRP	Nº06 ABRP	Nº15 ABRP	Nº32 ABRP	Nº57 ABRP	Nº74 ABRP
	1	2	1	2	1	2	1	2
Seriação de informações	13,8%	0%	0%	0%	0%	0%	13,8%	0%
Organização de informações	55,5%	22,2%	100%	0%	0%	0%	45,6%	10,8%
Classificação de informações	50%	0%	100%	0%	0%	0%	42,1%	0%
Raciocínio lógico	0%	11,1%	0%	50%	0%	40,6%	0%	27,0%
Raciocínio proporcional	0%	2,7%	0%	0%	0%	0%	0%	1,3%
Levantamento de hipóteses	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Teste de hipóteses	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Justificativa	22,2%	30,5%	0%	50%	66,6%	59,3%	31,5%	44,5%
Previsão	0%	0%	0%	0%	13,3%	0%	3,5%	0%
Explicação	38,8%	63,8%	0%	83,3%	86,6%	87,5%	47,3%	75,6%

Fonte: Elab. pela autora, 2014.

Após a análise dos registros feitos pelos alunos durante as etapas da metodologia ABRP, foi possível tecer alguns comentários sobre as observações feitas e os resultados encontrados.

Observamos, nas fichas de monitoramento da primeira ABRP, que os textos descritivos apareceram geralmente acompanhados com o primeiro grupo de indicadores de alfabetização científica (**seriação, organização e classificação de informações**). Geralmente tais habilidades se relacionam com o trabalho dos dados coletados no início da investigação e do processo argumentativo (SASSERON;

CARVALHO, 2008). Vale ressaltar que nessa fase de preenchimento da Ficha de monitoramento da ABRP, pediu-se aos grupos que não só anotassem as pistas e questões relativas ao problema, mas também as soluções encontradas nas fontes de dados.

Em relação à segunda ABRP, podemos perceber que este momento de elaboração e resolução de questões favoreceu o desenvolvimento de cinco indicadores de alfabetização científica. A **organização de informações** aparece apenas neste momento, uma vez que os grupos partem de algumas pistas retiradas do problema e vão em busca de dados nos livros e endereços eletrônicos. As soluções registradas na ficha apresentaram uma construção mais complexa, pois 63,8% dos textos construíram **explicações** a partir das informações coletadas, sendo que 30,5% conseguiram utilizar estes dados como garantias para sua argumentação. É possível que o nível cognitivo das questões elaboradas tenha favorecido a construção de soluções mais complexas e a utilização de outros indicadores como o **raciocínio proporcional e lógico** (DOURADO; LEITE, 2010).

Percebemos que a atividade planejada para o produto final da ABRP 'Da mandioca a farinha', que pedia a construção de uma sequência de fotos legendadas sobre o cultivo da mandioca e a fabricação de farinha, contribuiu para o desenvolvimento da **organização e classificação de informações**. Esta última caracterizada por ser uma habilidade científica que busca estabelecer uma relação entre os dados coletados, conferindo uma ordem a todas as observações feitas durante a visita à aldeia. A atividade foi apreciada por todos os grupos e previa a utilização de outro modo de representar o mesmo conhecimento obtido na ocasião da visita à aldeia (VYGOTSKY, 2005). Além disso, oportunizou-se a produção de uma descrição à medida que os alunos tiveram que escrever e apresentar suas ideias por meio de frases e imagens, de forma coerente e coesa, respeitando-se o que havia sido observado.

Na etapa de construção do produto final referente à ABRP 'O mistério do amido', pediu-se aos grupos que explicassem a origem do amido na raiz da mandioca, por meio de um desenho e um texto. Os cartazes produzidos pelos grupos revelaram que a maioria (83,3%) conseguiu construir uma **explicação** para o mistério do amido, apresentando uma solução ao problema. Metade dos cartazes utilizou

justificativas para garantir a resolução do problema, apresentando aspectos da produção e armazenamento de alimento pela planta de forma coerente e coesa. Os desenhos nos cartazes contribuíram para reforçar o que estava sendo explicado no texto, além de ser outro modo de representação que favoreceu a aprendizagem de conceitos científicos (VYGOTSKY, 2005).

Já na fase final da primeira ABRP, 66,6% dos registros feitos na aplicação dos saberes fizeram uso de **justificativas** para garantir suas **explicações**, tornando assim a argumentação mais segura. Nesta etapa da metodologia ABRP, esperava-se que os grupos já utilizassem os conceitos científicos aprendidos em outra situação semelhante (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012). Os textos produzidos pelos alunos referentes à segunda proposta revelaram que, mesmo individualmente, houve a utilização de mais de um tipo de indicador, neste caso, 87,5% elaboraram uma **explicação** utilizando informações relacionadas à nutrição vegetal, ao comparar as duas plantas citadas no enunciado da atividade. Os textos também mostram que 59,3% conseguiram citar uma ou mais **justificativas** como condição para que a produção do amido ocorresse na mandioca e no milho. Cabe reconhecer, no entanto, que apenas 40,6% dos alunos mostraram evidências de um **raciocínio lógico** na maior parte da sua argumentação.

Observamos que em todas as etapas analisadas da ABRP foram trabalhados mais de dois indicadores de Alfabetização Científica; outros indicadores apareceram poucas vezes ou nem apareceram, como, por exemplo, o levantamento e os testes de hipóteses. Deve-se ressaltar que tais habilidades foram previstas e incorporadas nos personagens fictícios do cenário proposto, a fim de que os alunos pudessem progressivamente identificá-los por meio do recolhimento de pistas e fatos, exemplificando com o trecho do cenário 'O mistério do amido' em que os alunos elaboraram uma hipótese e uma atividade experimental para a origem do amido da mandioca. Segundo Sasseron (2008), cabe ao professor, durante o planejamento das atividades de registros, estar atento a quais habilidades científicas se deseja trabalhar tendo em vista a alfabetização científica.

Podemos verificar que a etapa de formulação e resolução de problemas, prevista na metodologia ABRP, favoreceu o trabalho com o maior número de indicadores de alfabetização científica. Entre eles, a **organização de informações**, uma

capacidade de recolher dados no próprio problema proposto e nas fontes de pesquisa disponibilizadas, indicador que aparece entre os três mais evidenciados nas duas propostas, com 45,6%, na primeira ABRP, e 10,8%, na segunda. Em relação a esta última, os grupos mostraram muita espera e dependência de respostas prontas, indo contra o papel do professor na ABRP, que deve buscar ter o cuidado de não apontar as respostas nos livros (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012).

Outro fator que possivelmente não permitiu que a **organização das informações** fosse mais bem desenvolvida durante a investigação foi o fato de que recolher informações exige do aluno mais concentração e domínio na leitura, principalmente porque os grupos tinham disponível mais de uma fonte para a pesquisa nas suas mesas. O confronto com dois ou mais textos distintos tratando do mesmo assunto é algo eventual para a maioria acostumada somente ao livro didático do aluno, além disso, a postura passiva na espera da explicação pela professora são fatores que, somados a falta de cooperação pelos componentes dos grupos, podem ter interferido nos resultados obtidos.

Percebemos que a **explicação** é o indicador de AC que mais aparece nos textos dos alunos: esteve presente em 47,3%, na primeira ABRP, e 75,6%, na segunda proposta investigativa. Cabe reconhecer que as ABRPs mantiveram na maior parte do tempo os adolescentes estimulados na busca da resolução do problema. Isso talvez se deva às estratégias e atividades integradas ao ensino para a ABRP, como visitas a espaços não formais e atividades experimentais, que se mostraram desafiadoras e interessantes para os alunos (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012). A **explicação** é um indicador que apareceu sempre quando os grupos buscaram relacionar as informações coletadas com as hipóteses que aparecem nos cenários, sendo assim, colocado em prática ao longo de todas as etapas do ciclo da ABRP.

Também é possível observar um crescimento na utilização desse indicador durante a investigação, pois, no início da segunda ABRP, 63,8% souberam construir uma explicação para as questões-problema. Já no produto final, com a apresentação do resultado do trabalho investigado, houve um aumento para 83,3%, e na aplicação dos saberes, para 87,5% o número de alunos que souberam explicar pontos comuns e diferentes entre a mandioca e o milho, utilizando conhecimentos aprendidos ao longo da investigação.

Estes resultados mostram a importância da retomada de conceitos durante uma investigação; no caso da metodologia ABRP, isto foi oportunizado em diferentes momentos que são previstos no ciclo tutorial. Observamos também que a construção de um cartaz, utilizando duas formas de linguagem - a escrita e o desenho - colaborou na construção de significados de conceitos como o de fotossíntese, daí a importância no planejamento de o professor estar atento à diversidade de atividades a serem utilizadas na proposta de trabalho, pois os diferentes modos de representação para um mesmo conceito contribuíram para a aprendizagem de conceitos científicos (VYGOTSKY, 2005). Ao final, o momento de aplicação dos saberes, mais uma vez, fez com que o aluno retomasse dos conhecimentos aprendidos uma nova questão problemática.

Observamos que o questionamento teve espaço dentro da metodologia ABRP, exigindo do professor uma postura dialógica durante todas as etapas do ciclo tutorial. A elaboração das questões envolvendo o problema foi um momento marcado por mudanças na postura também do aluno, que, de receptor passivo do conhecimento, passou a assumir uma postura ativa e participativa na sua construção. A elaboração das próprias perguntas que conduziram à investigação foi destacada pelos alunos que participaram da primeira proposta como algo mais interessante e desafiador, fazendo-os sentir falta daquilo que não sabe (FREIRE, 1987, 1996).

Na segunda turma, 66,2% afirmaram ter sugerido perguntas ao grupo, enquanto 29,2% apenas ouviram as perguntas dos colegas. Quando analisamos o nível cognitivo das vinte questões elaboradas para o primeiro problema, 07 são do tipo 'Procura de solução', 07 de 'Compreensão' e 06 do tipo 'Enciclopédicas'. Quanto ao segundo cenário, foram seis questões selecionadas, das quais a metade como do tipo 'Procura de solução', duas 'Relacional' e uma de 'Compreensão'. Esses resultados mostram que houve uma participação significativa na elaboração das questões pelos alunos e que elas apresentaram um maior nível cognitivo, exigindo reflexão e discussão na busca de resposta e sendo adequadas ao ensino orientado para a ABRP (DOURADO; LEITE, 2010).

Em cada etapa vivenciada na metodologia ABRP, foram oportunizados o desenvolvimento de habilidades e a aprendizagem de novos conhecimentos

científicos. Estes indicadores de alfabetização científica foram identificados principalmente na etapa de preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP e na construção do produto final. Verificou-se que o fato de haver diferentes tipos de fontes de dados para a pesquisa, como livros, endereços eletrônicos e outras estratégias de ensino, ajudou a envolver os alunos ao longo da investigação. Mesmo assim, é importante destacar que o incentivo à leitura foi algo necessário a todo o momento para que o aluno pudesse realmente tornar-se sujeito de sua aprendizagem.

Os cenários desenvolvidos nas duas propostas investigativas possibilitaram a compreensão da natureza da ciência e o conhecimento necessário para uma participação mais inteligente e crítica nas questões sociais que envolvem a atividade científica. O cenário 'Da mandioca a farinha' promoveu articulações entre os saberes indígenas e os saberes escolares sobre a compreensão da natureza. A ciência provisória da cultura científica e a experimentação pela observação da cultura indígena dialogaram no cenário 'O mistério do amido'. Tais situações foram possibilitadas pela elaboração de um problema com base na realidade local e nos vários conteúdos levantados quanto ao tema, envolvendo aspectos das temáticas CTSA.

Em relação à primeira proposta investigativa, a ABRP 'Da mandioca a farinha', percebemos que o cenário apresentado além de promover a aproximação da cultura científica e a cultura indígena, ajudou na valorização das contribuições indígenas nos nossos hábitos alimentares (DELIZOICOV, et al, 2011). Vale destacar que a visita à aldeia indígena ajudou a dar mais significado e motivação à investigação aos alunos, criando um ambiente favorável às expectativas e à resolução das questões levantadas em sala. Neste sentido, a visita a espaços não formais de educação, articulada com a metodologia de ensino orientado para a ABRP, mostra-se potencialmente mais significativa à aprendizagem dos alunos (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012).

Dentre os aspectos da investigação científica que foram evidenciados nos registros escritos feitos nas fichas de monitoramento da ABRP, no produto final e na aplicação de saberes, está o recolhimento de dados, que foi oportunizado nas entrevistas às lideranças indígenas e nas pesquisas nas fontes de dados propostas,

58,4% dos alunos que responderam ao questionário, apontam conseguir por conta própria encontrar respostas ao pesquisar. Outros aspectos desenvolvidos foram a construção de uma explicação e a comunicação das soluções, este último trabalhado nos momentos da exposição de fotografias 'Da mandioca à farinha' e na exposição do cartaz sobre 'O mistério do amido'.

Outro aspecto evidenciado foram os textos explicativos que apareceram em 47,3% dos registros escritos relacionados à primeira ABRP, sendo que 31,5% apresentavam justificativas para garantir suas argumentações. Já na segunda ABRP, as justificativas aumentaram para 44,5% nas explicações construídas, e a coesão nos pensamentos apresentados foi identificada em 27% dos registros. Tais resultados mostram que a construção do processo argumentativo nos alunos de ensino fundamental é de fato lenta e precisa ser retomada durante tal modalidade de ensino para propiciar a construção de conceitos que são a base da argumentação científica (VYGOTSKY, 2007, GEHLEN, AUTH, AULER, 2008).

Os alunos destacaram a importância do trabalho em grupo para sua aprendizagem, pois ensinou a trabalhar melhor em equipe (79,7%), apesar dos conflitos internos que houve ao longo da investigação (VYGOTSKY, 2005, VASCONCELOS; ALMEIDA, 2008). Nas entrevistas coletivas, os alunos destacavam a falta de atenção e a de empenho por parte de alguns componentes do grupo que acabavam atrasando a execução da tarefa no tempo determinado, principalmente na pesquisa nos livros. Vale ressaltar que devido ao contexto escolar, os grupos não se encontraram fora da escola, o que acarretou aumento no número de aulas previstas e destinadas à finalização de pesquisas e construção do produto final.

Diante dessa discussão, consideramos a metodologia ABRP uma alternativa para a renovação no ensino de Ciências e na promoção da alfabetização científica no ensino fundamental, tendo em vistas as diversas potencialidades evidenciadas no processo ensino e aprendizagem ao longo desta investigação.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa analisou o desenvolvimento de duas propostas investigativas envolvendo o tema sociocientífico 'Agricultura e alimentos' com foco no cultivo da mandioca e a fabricação de seus derivados. Elas foram construídas e validadas com base nos pressupostos da metodologia Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (ABRP), segundo Vasconcelos e Almeida (2012). Nossos questionamentos iniciais eram investigar as possibilidades de um ensino de Ciências por intermédio da ABRP em auxiliar na Alfabetização Científica no ensino fundamental, e ao mesmo tempo, envolver conteúdos de Ciências com ênfase na realidade local.

Observamos por meio da pesquisa que o ensino de Ciências com questões voltadas à agricultura e alimentos contribuiu na formação para a cidadania, pois oportunizou a construção de conteúdos científicos e ao mesmo tempo estabeleceu uma relação com aspectos sociais, ambientais e tecnológicos. O trabalho com o cultivo da mandioca e a fabricação de seus derivados mostrou-se contextualizado na realidade local, e, ao mesmo tempo, articulou-se com uma dimensão global, tornando o assunto investigado mais relevante e significativo aos alunos. A contextualização temática escolhida configura-se como uma opção favorável à discussão crítica de questões científicas e tecnológicas e possibilita o confronto das diferenças entre a cultura científica e outras culturas populares, como a cultura indígena.

A análise pedagógica possibilitou a identificação dos três eixos estruturantes da alfabetização científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008) (a compreensão de novos conceitos científicos, a compreensão da natureza das ciências e a compreensão das relações das ciências e sociedade), que serviram de suporte na elaboração dos dois planos de ensino para o desenvolvimento de habilidades que são utilizadas na atividade científica. É importante ressaltar que o ponto-chave da educação científica é a formação para a cidadania, isto é, tornar os alunos criticamente capazes de resolver problemas e fazer escolhas relacionadas às ciências e às tecnologias no cotidiano.

Ao analisar a presença dos eixos estruturantes da AC nas propostas de trabalho aplicadas na pesquisa, constatamos que na ABRP 'Da mandioca à farinha', os eixos apareceram nas seis etapas analisadas da metodologia. Cabe, entretanto, destacar

que, durante a apresentação do cenário e na visita à aldeia indígena, os três eixos foram trabalhados, e que, na etapa da aplicação dos saberes, apenas um eixo aparece. Já na ABRP 'O mistério do amido', os eixos apareceram nas cinco etapas do ciclo tutorial analisadas, sendo que apenas na apresentação do cenário os três eixos são contemplados; dois eixos estavam presentes durante a pesquisa nas fontes de dados e na aplicação dos saberes. O preenchimento da ficha da ABRP e a elaboração do produto final possibilitaram o trabalho com um único eixo.

Outro aspecto observado durante o desenvolvimento da intervenção pedagógica nas aulas de Ciências foi o favorecimento à integração de conteúdos biológicos, químicos e físicos à medida que a investigação se desenrolava. Os cenários construídos favoreceram a construção de novos conceitos científicos relacionados à nutrição vegetal, à reprodução vegetal, a hábitos alimentares, a grupos de alimentos, à história dos alimentos, ao manejo do solo, à fabricação de alimentos, a misturas, a substâncias, às propriedades dos materiais, à separação de misturas, à diversidade, à adaptação, entre outros. Acreditamos que foi oportunizado aos alunos um primeiro contato com alguns conceitos científicos que precisam ser retomados ao longo dos anos para uma completa aprendizagem.

Importante ressaltar que a aprendizagem de novos conceitos científicos, é uma potencialidade destacada pelos alunos que participaram da aplicação do segundo cenário, entretanto quando observamos os registros analisados na segunda ABRP, apenas 44,5% utilizaram os conhecimentos trabalhados nas suas explicações. Há aspectos, nesse caso, que podem de alguma forma ter influenciado nos resultados apresentados. O fato de os alunos estarem adaptados a uma abordagem tradicional do professor nas aulas, por exemplo, pode ter influenciado no nível de envolvimento nas pesquisas e contribuído para uma postura passiva na construção do conhecimento. Não podemos esquecer as dificuldades de leitura e interpretação dos textos, além de pouca familiaridade com a metodologia ABRP.

A metodologia ABRP oportunizou ao aluno do ensino fundamental o confronto com situações problemáticas do cotidiano, o desenvolvimento de pensamento crítico e maior comunicação entre os indivíduos. Entretanto, foram determinantes para que isso acontecesse dois aspectos principais: a mediação do professor ao longo de todas as etapas do ciclo tutorial e o trabalho colaborativo nos grupos. Este tipo de

abordagem exigiu do professor circulação e acompanhamento a todo instante nos grupos de trabalho, a fim de que eles não se dispersassem e cumprissem a tarefa exigida naquela etapa. Os conflitos nos grupos são constantes nesta faixa etária do ensino fundamental e exigiram da professora muita paciência e orientação nos grupos.

Além disso, podemos afirmar que as propostas investigativas com base na metodologia ABRP mostraram-se com potencial para o ensino de Ciências da Natureza no ensino fundamental, pois propiciaram a inovação dos conteúdos de Ciências com a realidade local, como o desenvolvimento das habilidades e competências necessárias à resolução de problemas. Cabe ressaltar que em várias etapas do ciclo tutorial foi oportunizado o desenvolvimento de aspectos da investigação científica, como a elaboração de questões, o recolhimento de dados e a apresentação de resultados obtidos, sendo fundamental o ensino da leitura e escrita em Ciências durante a intervenção pedagógica, a fim de tornar o aluno sujeito de sua aprendizagem.

Nesse contexto, fica claro que o ensino de Ciências orientado pela ABRP contribui para o desenvolvimento de várias habilidades necessárias à atividade científica, na medida em que foram identificados seis indicadores de alfabetização científica nos registros escritos relativos à primeira proposta investigativa e cinco nos textos referentes à segunda proposta. Podemos constatar que na fase de resolução do problema que envolveu o preenchimento da ficha de monitoramento da ABRP os indicadores de coleta de dados (seriação, organização e classificação de informações) são mais propícios de serem identificados. Já nos momentos de síntese do processo de investigação, que aconteceram durante o produto final e a aplicação de saberes, foram favoráveis para o desenvolvimento dos indicadores que sinalizam a compreensão da situação-problema (justificativa previsão e explicação).

Concluimos, com os resultados deste trabalho, que é importante oportunizar aos alunos diferentes formas de aprender, para isso, é urgente oportunizar ao professor o conhecimento de diferentes formas de ensinar, oportunidade conquistada pela professora e também pesquisadora das turmas investigadas. Por essa razão, houve preocupação em fazer um relato escrito de forma clara, ampla e que se aproximasse da experiência dos professores de Ciências da Natureza, para que tivessem

condições de apropriar dos fundamentos teóricos da metodologia, a fim de desenvolver propostas de trabalho no ensino de Ciências com base na ABRP e que almejassem a Alfabetização Científica no ensino fundamental. Justifica-se também pela pouca familiaridade com a metodologia ABRP na Educação Básica do Brasil.

Nesse sentido, acredita-se que o detalhamento do processo de obtenção e de análise de dados nesta pesquisa contribuirá para que outras pesquisas na área de ensino de Ciências possam buscar mais resultados quanto à metodologia ABRP e sua aplicação em escolas brasileiras, pois, como afirma Carvalho (2006, p. 14), “é para esse processo de intercâmbio, de réplicas e tréplicas, de confirmações ou não de resultados alcançados, que temos de nos preocupar com os aspectos metodológicos de nossas pesquisas”.

9 PRODUTO FINAL

Ao final de todo o processo, elaboramos, como produto final, um Guia Didático da ABRP, que irá compor uma série de Guias Didáticos resultantes de pesquisas em Educação em Ciências e Matemática, vinculadas ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (EDUCIMAT).

O professor terá acesso ao guia por meio do *site* do programa Educimat, que disponibilizará o produto final, juntamente com a dissertação, a qualquer pessoa interessada.

Nosso objetivo é auxiliar o professor da Educação Básica interessado em se familiarizar ou implementar as etapas dessa metodologia em sua sala de aula e contribuir com o professor que deseja elaborar outros cenários problemáticos contextualizados com o tema trabalhado.

A proposta de trabalho está apresentada em uma linguagem que dê ao professor a compreensão necessária para a sua familiarização com a metodologia, com explicação das etapas do ciclo tutorial e os princípios do trabalho planejado com base na ABRP, como o respeito aos conhecimentos prévios dos alunos e na valorização do trabalho colaborativo.

O conteúdo do guia é composto por: apresentação, introdução, potencialidades da temática 'Cultivo da mandioca e a fabricação de seus derivados', a Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino de Ciências, o cenário 'Da mandioca a farinha'(planejamento, cenário e considerações sobre uma aplicação), o cenário 'O mistério do amido'(planejamento, cenário e considerações sobre uma aplicação), considerações finais, referências e apêndice.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, Ana Sofia; RODRIGUES, Francisco; LOURENÇO, Patrícia. O valor educativo dos Problemas nos museus e centros interativos de ciência. In: ENCONTRO SOBRE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS. **Atas**. Instituto de Educação. Universidade do Minho, p. 79-97, 2013.
- AMADO, Manuella Villar. **Contributos da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Educação para o Desenvolvimento Sustentável em Espaços de Educação não Formal**. Relatório de Pós-Doutoramento. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2014.
- ARACRUZ. PREFEITURA MUNICIPAL DE ARACRUZ. SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO. **Pensando e Fazendo Educação: Fundamentos e concepções que norteiam a política educacional no município de Aracruz**. Aracruz, ES, 2006.
- AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, jun., 2001.
- AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In CARVALHO, Ana Maria Pessoa de (Org.). **Ensino de Ciências Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Cengage Learning, p.19-33, 2010.
- BARBOSA-LIMA, Maria da Conceição; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. O desenho infantil como instrumento de avaliação de construção do conhecimento físico. **Revista Electronica de Ensenanza de las Ciencias**. V.7, n.2, 2008.
- BIOLOGICAL SCIENCE CURRICULUM STUDY (BSCS). **Developing Biological Literacy: A Guide to Developing Secondary and Post-Secondary Biology Curricula**. Colorado Springs: Biological Science Curriculum Study, 1993.
- BIZZO, Nélio. **Ciências: fácil ou difícil?** 1. Ed. São Paulo: Ática, 1998.
- BIZZO, Nélio; JORDÃO, Marcelo. **Ciências BJ: Manual do Professor**. v.2, 7 ano, 2 ed. São Paulo, 2009
- BOGDAN, Roberto C., BIKLEN, Sari Konpp. **Investigação Qualitativa em Educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais, Terceiro e Quarto Ciclos**. Brasília, DF: SEB, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. MEC/SEB/DICEI, 2013.
- CACHAPUZ, António; GIL-PEREZ, Daniel; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. **A necessária Renovação do Ensino das Ciências**. 3 ed. São Paulo: Editora Cortez, 2011.

CACHAPUZ, António; PRAIA, João; JORGE, Manuela. Da educação em ciências às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & Educação**, Bauru, v.10, n.3, p. 363-381, 2004.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de, BARBOSA-LIMA, Maria da Conceição. **O Falar, o escrever e o desenhar na construção de conceitos científicos. Linguagens, Leituras e Ensino da Ciência**. Campinas, SP: Mercado de Letras: Associação de Leitura do Brasil, p.183-206, 1998.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em sala de aula. In: SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos, GRECA, Ileana Maria (Orgs.) **A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Editora Unijuí, 2006.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de (Org.) Critérios Estruturantes para o Ensino de Ciências. In: CARVALHO, Ana Maria Pessoa de (Org.). **Ensino de Ciências Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Cengage Learning, p.19-33, 2010.

CHASSOT, Attico. **A ciência através dos tempos**. 2 ed. reform. São Paulo: Moderna, 2004.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira da Educação**, Jan/Fev/Mar/Abr, n.22, p.89-100, 2003.

COUTINHO, José Maria. **Uma história do povo de Aracruz**. Volume I e II, REITEM, Aracruz, ES, 2006.

COSTA, Cíntia. A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e a formulação de questões a partir de cenários disciplinares e transdisciplinares: um estudo centrado nas Ciências e na Geografia. In: ENCONTRO SOBRE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS. **Atas**. Instituto de Educação. Universidade do Minho, p. 149-160, 2013.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DOURADO, Luís, LEITE, Laurinda. Questionamentos em manuais escolares de ciências: que contributos para a aprendizagem baseada na resolução de problemas da 'sustentabilidade na Terra'. **Boletín das Ciências (ENCIGA)**, n.71, nov., 2010.

DRIVER, Rosalind, ASOKO, Hilary, LEACH, John, MORTIMER, Eduardo, SCOTT, Philip. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**. n. 9, mai., 1999.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários a prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GALVÃO, Cecília, ALMEIDA, Paulo. Os problemas sócio-científicos e a formação científica dos cidadãos. In: ENCONTRO SOBRE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS. **Atas**. Instituto de Educação. Universidade do Minho, p. 33-47, 2013.

GEHLEN, Simoni Tormohlen. **A função do problema no processo Ensino-aprendizagem de Ciências: contribuições de Freire e Vygotsky**. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

GEHLEN, Simoni Tormohlen; AUTH, Milton Antonio; AULER, Décio. Contribuições de Freire e Vygotsky no contexto de propostas curriculares para a Educação em Ciências. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v.7, n 1, 2008.

GEHLEN, Simoni Tormohlen; SCHROEDER, Edson; DELIZOICOV, Demétrio. A Abordagem historicocultural no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), VI. **Atas**. Florianópolis, 2007.

JOÃO, Patrícia; PEDROSA, Maria Arminda; REIS, Paulo. Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas e Energia: materiais para Ciências Físico-Químicas, 7º ano. In: ENCONTRO SOBRE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS. **Atas**. Instituto de Educação. Universidade do Minho, p. 200-212, 2013.

KRASILCHIK, Myriam. **O professor e o currículo de Ciências**. (Reimpr.) São Paulo: EPU, 2012.

KRASILCHIK, Myriam; MARANDINO, Martha. **Ensino de ciências e cidadania**. 2 ed. São Paulo: Moderna, 2007.

LABURÚ, Carlos Eduardo; ZÔMPERO, Andreia de Freitas; BARROS, Marcelo Alves. Vygotsky e múltiplas representações: Leituras convergentes para o Ensino de Ciências. **Cad. Bras. Física**, v.30, n.1, p.7-24, abr. 2013.

LAMBROS, Ann. Problem – Based Learning: from theory to practice. In: ENCONTRO SOBRE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS. **Atas**. Instituto de Educação. Universidade do Minho, 2013.

LEITE, Laurinda, AFONSO, Ana Sofia. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Características, organização e supervisão. **Boletín das Ciências**, ENCIGA, n.48, p.253-260, 2001.

LEITE, Laurinda, COSTA, Cíntia; ESTEVES, Esmeralda. Os manuais escolares e a aprendizagem baseada na resolução de problemas: um estudo centrado em manuais escolares de Ciências Físico-Químicas do Ensino Básico. **Boletín das Ciências**. ENCIGA, n.66, nov. 2008.

LOUREIRO, Ismênia Maria Gomes. **A aprendizagem baseada na resolução de problema e a formulação de questões a partir de contextos problemáticos**: um estudo com professores e alunos de Física e Química. Dissertação de mestrado. Instituto de Educação. Universidade do Minho, Portugal, 2008.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, junho, 2001.

LÜDKE, Menga, ANDRÉ. Marli. Eliza Dalmazo Afonso. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Ed. EPU, 1986. Coleção Temas Básicos de Educação e Ensino

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. Tradução de Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira. São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010

MELO VAZ, Maria da Anunciação Pais Lopes de. **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Desenvolvimento de competências cognitivas e processuais em alunos do 9º ano de escolaridade**. Tese (doutorado) Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Educação, 2011.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EDU, 1986.

MORAES, Jerusa Vilhena. **A alfabetização científica, a resolução de problemas e o exercício da cidadania**. Uma proposta para o ensino de geografia. Tese (Faculdade de Educação) Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2010.

MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**. 9 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

MORIN, Edgar. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**. 2 ed. rev. São Paulo: Cortez, 2011.

MORTIMER, Eduardo Fleury. SCOTT, Phil. Atividades discursivas nas salas de aulas de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n.3, p.283-306, 2002.

MORTIMER, Eduardo Fleury. CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Referenciais Teóricos para análise do processo de ensino de Ciências. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n.96, p. 5-14, fev. 1996.

MUNDIM, Julianda Viégas; SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Ensino de Ciências no Ensino Fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. **Ciência & Educação**. v.18, n.4, p.787-802, 2012.

MUNDIM, Julianda Viégas. **Avaliação da abordagem de um tema CTS em aulas de ciências das séries finais do ensino fundamental: análise de uma intervenção pedagógica**. 129 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação. Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta; von LINSINGEN, Irlan. Articulações entre o enfoque CTS e a Um diálogo entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. JORNADAS LATINOAMERICANAS DE ESTUDIOS SOCIALES DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA, VI. **Atas**. Bogotá : Universidad Nacional de Colombia, 2006.

NASSAR, Nagib M. A. Mandioca: opção contra fome. Estudos e lições no Brasil e no mundo. **Ciência Hoje**. v.39. n. 231.p. 30-36. Outubro, 2006.

NETO, António J. Para uma didática das Ciências transdisciplinar: o contributo da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas. In: ENCONTRO SOBRE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS. **Atas**. Instituto de Educação. Universidade do Minho, p. 22-32, 2013.

OLIVEIRA, Martha Kohl de **Vygotsky Aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico**. Scipione. São Paulo, 1997.

PEDROSA, Maria Arminda; JOÃO, Patrícia. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Educação em Ciências para a Sustentabilidade. In: ENCONTRO SOBRE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS. **Atas**. Instituto de Educação. Universidade do Minho, p.63-78, 2013.

RAMOS, Luan da Costa, SÁ, Luciana Passos. A alfabetização científica na educação de jovens e adultos em atividades baseadas no programa “mão na massa”. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 123-140, 2013.

REIS, Pedro. Ciência e Educação: Que relação? **Interacções**, n 3, p.160-187, 2006.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Um discurso sobre as ciências**. São Paulo: Cortez, 2003.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v.1, número especial, 2007a.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação Científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**. v.12, n.36, set/dez, 2007b.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2002.

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. Tese de doutorado. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa 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, p.333-352, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.6, n.1, p.59-71, 2011.

SILVA, Evanildo Lopes da. **Contextualização no Ensino de Química: ideias e proposições de um grupo de professores**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Instituto de Química. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2007.

SILVA, Marisa; LEITE, Laurinda; PEREIRA, Alexandra. A resolução de problemas sócio-científicos: que competências evidenciam os alunos de 7ºano? In: ENCONTRO SOBRE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS ATRAVÉS DA APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS. **Atas**. Instituto de Educação. Universidade do Minho, p. 186-198, 2013.

SHULMAN, Lee. **Aprendizagem Baseada em Problemas**. Com Ciência SBPC/Labjor. N.115, 10 fev. 2010. Entrevista concedida a Daniela Ingui. Disponível em: <<http://www.comciencia.br>>. Acesso em: 31 de mar. 2014.

VALE. **Estudo componente Indígena – ECI para a Terra Indígenas Comboios e Terra Indígena Tupiniquim-Guarani (ES) referente ao processo de licenciamento ambiental corretivo da Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM)**. Brasília: 2013.

VASCONCELOS, Clara; AMADOR, Maria Filomena; SOARES, Rosa Bento; PINTO, Tania Filipa. Questionar, investigar e resolver problemas: reconstruindo cenários geológicos. **Investigações em Ensino de Ciências**. v 17 (3), p.709-720, 2012.

VASCONCELOS, Clara; ALMEIDA, Antonio. **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino das Ciências**: Propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geografia. Porto, Portugal: Porto Editora, 2012.

VILCHES, Amparo; GIL PÉREZ, Daniel; PRAIA, João. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: SANTOS, Wilson Luiz Pereira dos, AULER, Décio. **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília. UNB. p. 161-184. 2011

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **Pensamento e Linguagem**. 3 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007

ZABALA, Antoni. **A prática Educativa**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZABALA, Antoni. (org) **Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula**. 2 ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 1999.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. **Atividades Investigativas no Ensino de Ciências**: Aspectos históricos e diferentes abordagens. Ensaio. Belo Horizonte, V.13, n.3, p.67-80, set-dez, , 2011.

ANEXO A – Ficha de monitoramento da ABRP (VASCONCELOS; ALMEIDA, 2012)

Data: _____

Grupo: _____

FICHA DE MONITORAMENTO DA ABRP	
Caso:	
Lista de fatos ou pistas	Questões-problema
Proposta de Investigação	
Soluções alcançadas	

ANEXO B – Instrumento de análise, avaliação e validação do planejamento da ABRP.

INSTRUMENTO DE ANÁLISE, AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO DO PLANEJAMENTO DA ABRP					
(para ABRP construída com base em Vasconcelos e Almeida, 2012) (questionário elaborado para a Disciplina de Espaços Educativos Não Formais/2013- Manuella V Amado)					
TEMA DA ABRP ANALISADA:					
DATA: / /			PÚBLICO ALVO:		
NOME DO PROFESSOR AVALIADOR:					
DISCIPLINA(S) MINISTRADA(S) PELO AVALIADOR:					
Questões para validação da ABRP por pares					
Atribuir um valor de suficiência quanto a coerência	1	2	3	4	5
TEMA (CONTEXTUALIZAÇÃO): O tema proposto tem como ponto principal a contextualização para o desenvolvimento de um conteúdo científico que sirva como elemento explicativo de determinada situação ou mesmo como potencial agente solucionador de problemática socioambiental?					
CONTEXTUALIZAÇÃO CURRICULAR: O tema proposta está presente no currículo (federal, estadual ou municipal) de ciências?					
TEMPO: O tempo designado é condizente com as atividades elencadas no ciclo tutorial?					
PRÉ-REQUISITOS: Os conteúdos propostos estão respeitando os pré-requisitos conceituais relativos a faixa etária e série?					
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: Os objetivos são claramente informados? Estes se vinculam com a problemática e os conceitos apresentados? Estão efetivamente direcionados a aprendizagem dos conteúdos e conceitos propostos?					
ARTICULAÇÃO DISCIPLINARES: A proposta da ABRP tem articulação entre diferentes disciplinas? Ou pelo menos busca articular diferentes conceitos dentro da mesma disciplina?					
CONCEITOS: Existi estreita relação entre a problemática do cenário e os conceitos científicos? O conhecimento dos conceitos é capaz de responder o problema apresentado, para que se alcancem os objetivos que tal ABRP se propõe?					
CENÁRIO: A escolha e formulação do problema central do cenário foram construídas segundo a temática proposta? A temática é atual? A resolução de tal problema, conforme apresentado, é ou torna-se (no desenrolar do cenário) uma necessidade? O cenário motivará os alunos?					
CENÁRIO (PERSPECTIVA CTSA/SUSTENTABILIDADE): A problemática, conforme apresentada, fornece elementos para análise crítica de situações socioambientais sob a perspectiva da ciência, tecnologia sociedade e ambiente? Os problemas fazem parte da realidade social e/ou do seu cotidiano vivencial dos alunos? É estabelecida claramente a relação entre a sociedade, a Ciência e as implicações socioambientais do tema?					
CENÁRIO (ARTICULAÇÃO COM ESPAÇO DE EDUCAÇÃO NÃO FORMAL): O cenário ou a resolução das questões-problema possu(em) articulação com pelo menos uma visita a espaço educativo não formal?					
LEVANTAMENTO DE QUESTÕES-PROBLEMA: as questões-problema levantadas pelo professor são coerentes com os objetivos propostos? O problema permite levantar questões de nível cognitivo inferior e superior?					
PRODUTO FINAL: O produto final é resultado de todo trabalho de investigação? Apresentam as soluções encontradas para as questões-problema formuladas no âmbito do cenário proposto?					
FONTE DE DADOS: a bibliografia indicada pelo professor permite aos alunos uma consulta/leitura proveitosa para resolver as questões-problemas apresentadas?					
PASSOS DO CICLO TUTORIAL: Os passos do ciclo tutorial são adequados e suficientes para alcançar os objetivos planejados? As estratégias didáticas são diversificadas e apropriadas para o desenvolvimento da problemática proposta?					
APLICAÇÃO: Após a investigação os alunos são capazes de resolver outras questões problemáticas com os conteúdos aprendidos?					
PROPOSTA DE AVALIAÇÃO: O(s) instrumento(s) de avaliação propostos são adequados? Os métodos de avaliação são condizentes com os objetivos e conteúdos (conceituais procedimentais e atitudinais) propostos? A avaliação é integrada ao longo da ABRP? ou apresentada no final, ou seja, avalia-se todo o percurso do aluno ou a					

avaliação é prioritariamente classificatória vinculada aos resultados a serem atingidos no produto final?					
ORIGINALIDADE DA PROPOSTA ABRP: A proposta de ABRP é original? Existem outras propostas muito parecidas? É inovadora?					
CLAREZA E INTELIGIBILIDADE DA PROPOSTA: As explicações contidas no planejamento da ABRP são suficientes para um entendimento do que é proposto? Está claro como esta deve ser aplicada em sala de aula?					
Você (como professor de ciências ou afim) utilizaria essa proposta de ABRP em sua sala de aula? Justifique sua resposta.					
Justifique os maiores e menores valores de suficiência atribuídos aos critérios de avaliação evidenciando os pontos fortes e fracos da proposta de ABRP. Sugerir mudanças para minimizar os pontos fracos evidenciados pelo avaliador.					

ANEXO C - Textos de apoio para a pesquisa.

Plantando mandioca

Observe as características de três tipos de mandioca:

Mandioca “brava” possui teor muito alto de substâncias venenosas, crescimento vigoroso e produtividade alta; nunca é atacada por insetos e pragas.

Mandioca “mansa” possui teor baixo de substâncias venenosas, crescimento moderado e produtividade média; dificilmente é atacada por insetos e pragas.

Mandioca “muito mansa” possui teor muito baixo de substâncias venenosas, crescimento lento e produtividade pequena, e é muito atacada por insetos e pragas.

Infelizmente, não é muito fácil distinguir uma mandioca brava das demais só pela aparência. As pessoas experientes podem fazê-lo porque conhecem a origem das mandiocas em seus mandiocais e sabem se elas são ou não bravas. Durante a lavagem da mandioca e a preparação da farinha, especialmente quando ela é torrada, as substâncias venenosas são inteiramente destruídas.

BIZZO, 2001.

Sementes de mandioca?

As três variedades de mandioca existente - brava, mansa e muito mansa - derivam umas das outras, e a brava é a mais primitiva. Quando fazemos uma plantação de mandioca, corremos o risco de aparecerem, no mandiocal, exemplares das três variedades.

As mandiocas podem ser plantadas através de sementes ou de estacas. Estacas são pedaços de mandioca que contêm os órgãos reprodutores – chamados de nó, entre-nó e gema. Elas são capazes de autorreprodução sem ser fecundadas – ou seja, reprodução assexuada. A nova mandioca é idêntica à mandioca original – e se chama **clone**.

Quando plantamos sementes, elas podem estar misturadas e conter os genes de vários tipos de mandioca portanto, poderão produzir os vários tipos da planta, inclusive os que não desejamos. Quando plantamos uma estaca, ela reproduz uma mandioca exatamente igual à mandioca da qual foi cortada.

BIZZO, 2001.

APÊNDICE A – Termo de autorização para o desenvolvimento da pesquisa



INSTITUTO FEDERAL
ESPÍRITO SANTO



Ministério
da Educação

Ministério da Educação – Instituto Federal do Espírito Santo
Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática
Mestrado Profissional – Credenciado pela CAPES/MEC



TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA NA INSTITUIÇÃO

Eu, Regina Célia Avilha Mendonça, ocupante do cargo de direção na Escola Municipal de Ensino Fundamental Placidino Passos, autorizo a realização da pesquisa "Desenvolvimento de uma Abordagem Temática no Ensino de Ciências", sob a responsabilidade da pesquisadora Patrícia Regina Carvalho Ottz nesta instituição.

Cabe citar que estou ciente de que a pesquisadora está regularmente matriculada no programa de pós-graduação *Stricto sensu* em Educação em Ciências e Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo, sob orientação do professor Antonio Henrique Pinto.

Foi esclarecido que os sujeitos da pesquisa serão os alunos de uma turma de 7º ano devidamente matriculados na E.M.E.F Placidino Passos. Estou ciente de que a pesquisa consiste em desenvolver uma proposta de abordagem temática contextualizada, com vistas a analisar as contribuições para o processo de ensino e aprendizagem em ciências, além da construção da cidadania, não comprometendo a qualidade de ensino e nem os sujeitos da pesquisa.

A qualquer momento, os alunos poderão desistir de participar da pesquisa, não causando nenhum prejuízo às instituições envolvidas, à pesquisa ou aos envolvidos. Cabe citar que os procedimentos adotados pela pesquisadora garantem sigilo da identidade dos participantes. Os dados serão utilizados para a realização de relatórios internos e publicações científicas.

Aracruz, 01 de outubro de 2013.

Regina Célia Avilha Mendonça

Diretor da E.M.E.F. Placidino Passos
Regina Célia Avilha Mendonça

Diretora Escolar

Decreto nº 25.666 / 2013

Pesquisadora: Patrícia Regina Carvalho Ottz – patriciaottz@hotmail.com

Orientador: Antonio Henrique Pinto – ahp.mat@gmail.com

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Eu, _____, responsável pelo aluno (a) _____ matriculado (a) no 7º ano _____ da EMEF Placidino Passos, autorizo sua participação no estudo intitulado **“A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, a Alfabetização Científica e o Ensino Fundamental: Do Cultivo da Mandioca a Ciências Naturais”** com o objetivo de validar um plano de ensino de ciências baseado na metodologia da ABRP (Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas). Como sujeito da pesquisa, entendo que o aluno terá a oportunidade de participar de um estudo que oferece uma metodologia de ensino inovadora para os anos finais do Ensino Fundamental de Aracruz, ES.

Em qualquer etapa do estudo, reconheço como responsável que terei acesso à pesquisadora responsável Patrícia Regina Carvalho Ottz, que pode ser encontrada no endereço Rua Leopoldo Barcelos Rangel, 113, Polivalente - Aracruz, ES, Cep 29.190-400; no telefone (27) 3256-8563 e no email: patriciaottz@hotmail.com.

As informações que o aluno fornecer para o pesquisador será lacrado e ficarão sob a responsabilidade da pesquisadora Patrícia Regina Carvalho Ottz por 5 (cinco) anos. As mesmas não serão utilizadas em seu prejuízo econômico ou financeiro. Como voluntário, durante ou depois da pesquisa é garantido o anonimato das informações fornecidas.

Ficam claros para o responsável quais as finalidades do estudo, os riscos e benefícios para o aluno, à forma como a pesquisa será realizada e garantida sua confidencialidade e privacidade de minhas informações.

Concordo em autorizar voluntariamente a participação do aluno acima citado no estudo e, se for de meu desejo, poderei retirar sua participação deste estudo em qualquer momento, durante ou após sua participação, sem penalidades, perdas ou prejuízos para sua pessoa ou de qualquer benefício que possa ter adquirido.

Sendo assim, declaro para os devidos fins que eu _____ responsável pelo aluno _____ matriculado no 7º ano _____ da EMEF Placidino Passos que li às informações sobre o estudo e estou claramente informado sobre a sua participação nesta pesquisa.

Vitória, ____ de _____ de 2013/2014.

Assinatura do responsável

Assinatura do Pesquisador

.....
Também, declaro para os devidos fins que eu _____ responsável pelo aluno _____ matriculado no 7º ano _____ da EMEF Placidino Passos, permito a gravação de suas falas e imagens em áudio e vídeo, tão somente para fins de coleta e análise de dados dessa pesquisa.

Vitória, ____ de _____ de 2013/2014.

Assinatura do Voluntário Participante

Assinatura do Pesquisador

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Eu, _____, aceito participar do estudo intitulado **“A Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas, a Alfabetização Científica e o Ensino Fundamental: Do Cultivo da Mandioca a Ciências Naturais”** no Instituto Federal do Espírito Santo(campus Vitória) com vistas a validar com pares um plano de ensino baseado na metodologia da ABRP (Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas).

Em qualquer etapa do estudo, terei acesso à pesquisadora responsável Patrícia Regina Carvalho Ottz, que pode ser encontrada no endereço Rua Leopoldo Barcelos Rangel, 113, Polivalente - Aracruz, ES, Cep 29.190-400; no telefone (27) 3256-8563 e no email:patriciaottz@hotmail.com.

As informações que eu fornecer para o pesquisador será lacrado e ficarão sob a responsabilidade da pesquisadora Patrícia Regina Carvalho Ottz por 5 (cinco) anos. As mesmas não serão utilizadas em seu prejuízo econômico ou financeiro. Como voluntário, durante ou depois da pesquisa é garantido o anonimato das informações fornecidas.

Ficam claros para o responsável quais as finalidades do estudo, os riscos e benefícios para minha pessoa, à forma como a pesquisa será realizada e garantida sua confidencialidade e privacidade de minhas informações.

Concordo em participar voluntariamente deste estudo e, se for de meu desejo, poderei deixar de participar em qualquer momento, durante ou após sua participação, sem penalidades, perdas ou prejuízos para sua pessoa ou de qualquer benefício que possa ter adquirido.

Sendo assim, declaro para os devidos fins que eu _____

RG/CPF/nº de matrícula _____ li às informações sobre o estudo e estou claramente informado sobre minha participação nesta pesquisa.

Vitória, ____ de _____ de 2013/2014.

Assinatura do Voluntário Participante

Assinatura do Pesquisador

Também, declaro para os devidos fins que eu _____ permito a gravação de minhas falas em áudio, tão somente para fins de análise de dados e divulgação de resultados dessa pesquisa em sites institucionais, eventos da áreas, relatórios de atividades e artigos científicos.

Vitória, ____ de _____ de 2013/2014.

Assinatura do Voluntário Participante

Assinatura do Pesquisador

APÊNDICE C – Questionário diagnóstico aplicado às turmas de 2014

Iniciais do nome e sobrenome: _____

Idade: _____ Sexo: (____) masculino (____) feminino

Bairro onde mora: _____

1- Você acha importante aprender Ciências na escola?

(____) sim (____) não

2- Você acha que os conteúdos de Ciências podem ajudar no seu dia a dia? Caso sua resposta seja sim, de que forma?

3- Você acha importante o trabalho em grupo nas aulas de ciências?

(____) sim (____) não

4- Você tem dificuldades para realizar trabalho em grupo fora da escola? Caso sua resposta seja sim, escreva quais são?

5- Para realizar pesquisas de Ciências em casa, precisamos de alguns recursos. Marque um x nos itens que você tem acesso na sua casa.

(____) computador

(____) internet

(____) livros didáticos

(____) coleções do tipo enciclopédias

(____) revistas ligadas a assuntos científicos

(____) jornais

(____) outros _____

6- Você acha que investigar problemas ajuda aprender Ciências?

(____) Sim (____) Não

Caso tenha respondido sim, o que deve fazer o aluno durante uma investigação científica?

APÊNDICE D – Questionário de avaliação da metodologia ABRP ‘O mistério do amido’

Apenas na questão nº1 você poderá marcar quantas achar necessário.

Questão1- Qual a sua opinião quanto à investigação que aconteceu nas aulas de ciências?

- a) Ensinou a procurar soluções para resolver um problema.
- b) Ensinou a trabalhar melhor em equipe.
- c) Permitiu aprender conteúdos científicos.
- d) Ajudou a desenvolver a leitura e a escrita.
- e) Dificultou a aprendizagem.
- f) Foi muito demorada.
- g) Gerou muita indisciplina.

Das questões de número 2 a 6, você poderá escolher apenas uma resposta.

Questão 2 – Após a apresentação do problema ‘O mistério do amido’, a professora pediu que os grupos encontrassem as pistas. Qual foi a sua participação?

- a) Apenas procurei a pista no problema fornecido, após a professora me explicar o que era um.
- b) A professora apontou todas as pistas do problema e disse para gente utilizar como solução.
- c) Sabia o que era uma pista importante e retirei do problema fornecido.

Questão 3 – Você e seu grupo tiveram que fazer perguntas sobre o problema ‘O mistério do amido’. O que você fez?

- a) Sugerir perguntas ao grupo.
- b) Ouvi as perguntas sugeridas pelos colegas.
- c) Sabia sugerir perguntas, mas escolhi não participar.

Questão 4- Durante algumas aulas os grupos ficaram pesquisando nos livros de ciências as respostas para as perguntas. Como foi o seu desempenho?

- a) Consegui por conta própria as respostas depois de pesquisar nos livros.
- b) Tive dificuldade em ler e entender os textos.
- c) Foi à professora que me deu todas as explicações e soluções.

Questão 5 – Durante a confecção do cartaz sobre ‘O mistério do amido’:

- a) Tive dificuldade em colaborar com o grupo.
- b) Queria colaborar, mas escolhi esperar alguém começar.
- c) Colaborei com o grupo prontamente.

Questão 6 – Quanto à autoavaliação do trabalho de grupo, acho que é:

- a) Um momento importante e democrático.
- b) Um momento desnecessário, pois o grupo não fala a verdade.
- c) Um momento importante, mas o grupo não sabe participar.

APÊNDICE E – Roteiro da entrevista com o grupo focal – ABRP ‘Da mandioca a farinha’

- 1- Durante toda a investigação, vocês trabalharam em grupos pequenos, isso foi importante? Por quê?
- 2- No início da investigação a professora apresentou um problema intitulado ‘Da mandioca a farinha’. Vocês se lembram? Foi fácil ou difícil a sua compreensão?
- 3- Após a professora apresentar o problema vocês se lembram o que foi feito? O que vocês acharam de começar a investigação com questões elaboradas por vocês?
- 4- A professora apresentou as fontes de dados no qual você iriam pesquisar para encontrar as soluções das questões. Quais vocês utilizaram para pesquisar?
- 5- Vocês conseguiram responder todas as questões levantadas no início da investigação?
- 6- Qual era o produto final que os grupos tinham que fazer? Qual a opinião de vocês em relação à elaboração do produto final? Quais atividades que foram desenvolvidas que vocês mais gostaram de fazer?

Roteiro da entrevista com o grupo focal – ABRP ‘O mistério do amido’

- 1- O que você mais gostou na investigação do ‘Mistério do amido’?
- 2- O que você não gostou na investigação do ‘Mistério do amido’?
- 3- Você acha que a investigação do Mistério do amido facilitou ou dificultou aprender conteúdos de ciências? Por quê?
- 4- O que faltou na investigação ‘Mistério do amido’? Por quê?
- 5- Em sua opinião, houve alguma diferença na maneira de aprender ciências? Qual?

Outras perguntas:

- O ambiente da sala - O que você achou de trabalhar em grupo durante toda a investigação?
- Ligação dos alunos ao problema - Qual a sua opinião sobre o problema proposto? No início seu grupo estava entendendo o problema?
- Revisitando o problema - O que você acha do envolvimento dos grupos durante a pesquisa nos livros? Quais as dificuldades?
- Realização do produto final - O que você acha da participação dos grupos na confecção do cartaz?
- Autoavaliação - Como a turma encarou a autoavaliação?

APÊNDICE F – Avaliação da visita à aldeia indígena

No retorno da visita, faça a sua avaliação.

Questão 01 - Você gostou da visita à aldeia indígena?

Nada pouco muito muitíssimo

Questão 02 - Você acha esta visita útil para a resolução das questões levantadas em sala?

Nada pouco muito muitíssimo

Questão 03 -Suas expectativas quanto à visita foram satisfeitas?

Não pouco muito

Questão 04 - Ao longo da visita foram dados os esclarecimentos e apoio necessários?

Não Pouco Muito

Questão 05 – Para você o que faltou na visita?

APÊNDICE G – Roteiro da atividade experimental ‘Extração do amido da mandioca’.

Objetivo: Reconhecer a extração de amido de mandioca como uma técnica antiga de separação de mistura,

Material: Mandioca, água, liquidificador, peneira fina, pano de algodão.

Procedimento

Cortar a mandioca em pedaços e colocar água suficiente para fazer o liquidificador funcionar Triture a mandioca e passe a massa por uma peneira fina. Depois, passe a mandioca peneirada e o líquido obtido em um pano de algodão, esprema bem. O líquido leitoso que passa pelo pano é rico em amido. Deixar o líquido em repouso para a decantação do amido. Depois de algumas horas, todo o amido estará no fundo do recipiente. Escorra o líquido e coloque um pano limpo e seco sobre o amido para absorver a água excedente. Deixe cerca de 1 hora. O amido (goma) deve ser revirado para ficar em torrões.

Discussão em grupo

- Por que é necessário triturar as raízes de mandioca para extrair o amido? Uma dica: os seres vivos são formados por células.

- Podemos afirmar que o líquido leitoso extraído da mandioca é uma mistura de substâncias?

(___)sim (___) não Justifique sua escolha

- Existem dois tipos de misturas: a homogênea, que é aquela em que não se consegue distinguir os seus componentes, e a heterogênea, que é aquela em que se consegue distinguir seus componentes. Como vocês classificam o líquido leitoso extraído da mandioca?

(___) mistura homogênea (___) mistura heterogênea

Justifique sua escolha

- Quais os processos que vocês utilizaram para separar o amido da mistura?

- Por que o amido decantou no fundo do copo?

APÊNDICE H – Atividade experimental ‘Identificação de alimentos pelo teste do iodo’.

Objetivo: Observar a presença de amido em determinados alimentos pelo teste do iodo.

Material: Solução de iodo, amido de milho, água, pedaços de mandioca crua e cozida, suporte com tubos de ensaio, pipeta graduada.

Procedimento

1ª parte

- Rotule dois tubos de ensaio com os números 1 e 2.
- Coloque 6 ml de água + 1 colher de chá de amido de milho no tubo 1.
- Coloque 6 ml de água no tubo 2.
- Anote as cores iniciais apresentadas pelas soluções nos tubos 1 e 2.
- Acrescente a cada um dos tubos duas gotas de tintura de iodo.
- Observe e anote as cores finais das soluções.

Preencha a tabela seguinte de acordo com as observações feitas na primeira parte dessa experiência.

Tubos	Conteúdo	Coloração inicial	Coloração final	Teste Positivo/negativo
Tubo 1				
Tubo 2				

2ª parte

Em sua mesa, encontra-se um pedaço de mandioca crua e cozida. Anote as cores iniciais desses alimentos. Adicione a cada um deles duas gotas de tintura de iodo. Houve mudança de coloração na área do alimento em contato com o iodo?

Complete a tabela com as observações feitas na 2ª parte da experiência.

Alimentos	Coloração inicial	Coloração final	Resultado
Mandioca crua			
Mandioca cozida			

Problematização: Que método químico foi utilizado para identificar o amido nos alimentos? Com qual coloração este reagente identifica o amido nos alimentos? Que tubo de ensaio foi usado como controle? Explique.

APÊNDICE I – Instrumento de análise e avaliação do produto final da ABRP ‘O mistério do amido’

Grupo avaliador: _____

Grupo avaliado: _____

Questões para reflexão sobre a produção	
Desenho:	Respostas
a) O desenho feito está adequado à proposta?	
b) O desenho apresenta quais partes de um vegetal? Elas estão identificadas?	
c) O desenho apresenta características específicas de um pé de mandioca? Quais?	
d) O desenho está completamente pronto? Ou parcialmente pronto?	
e) Existe algum detalhe (símbolos, setas, linhas coloridas) que complementa o desenho? Quais?	
f) Quantas palavras-chaves aparecem no desenho? Está suficiente? Elas estão escritas nos locais certos?	
Texto	Respostas
a) O texto está de acordo com o desenho?	
b) O texto está de acordo com o título?	
c) O texto obedece ao máximo de 50 palavras permitido?	
d) As palavras-chaves que aparecem no desenho estão no texto? Quais são elas?	
e) O texto está claro ou confuso? Por quê?	
f) O texto responde ao que foi pedido na proposta? Apresentam explicações sobre os processos envolvidos na fotossíntese?	

Vocês utilizariam esse cartaz na Mostra de Conhecimento da escola?

(____) sim (____) não

Justifique a escolha

Sugira mudanças para diminuir os pontos fracos identificados pelo grupo avaliador.

APÊNDICE K – Ficha de auto e heteroavaliação da ABRP ‘O mistério do amido’

Essa ficha deve ser preenchida com seriedade e de forma democrática, ou seja, quando houver discordância sobre alguma pergunta deve prevalecer à resposta da maioria.

1-

Integrantes Nome dos alunos	Nota de 0 a 3 para a participação do aluno na etapa:		
	Levantamento das questões sobre o problema	Resolução de questões - Pesquisas na fonte de dados.	Produto final – Confecção do cartaz

0 - não participou 1 – participou pouco 2- participou 3- participou muito

2. Algum integrante participou mais ativamente do trabalho, a ponto do grupo concordar que ele mereça tirar nota superior aos demais participantes? Se sim, quem?

3. Algum integrante contribuiu com informações de pesquisas feitas fora do horário de aula? Se sim, quem?

4. Depois de pronto o cartaz da produção de amido na mandioca e após a finalização da ABRP, vocês gostariam de mudar alguma coisa? Justifique

5. Que nota vocês dariam ao cartaz feito pelo grupo (considerando as questões e respostas) de 0 a 3? _____

6. Que nota vocês dariam para o preenchimento da ficha de questões-problemas feita pelo grupo (considerando as questões levantadas e as repostas) de 0 a 3?

7. O grupo considera ter aproveitado bem o tempo na execução das atividades? _____

8. Na maior parte do tempo, o grupo trabalhou de forma colaborativa? Houve diálogo e respeito entre os componentes?