



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

**O ENSINO DA INTERAÇÃO RADIAÇÃO-CORPO HUMANO NOS ANOS
INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA
E COLABORATIVA COM ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

Leandro da Silva Barcellos

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Espírito Santo, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Prof. Dr. Geide Rosa Coelho

Vitória
Dezembro, 2017



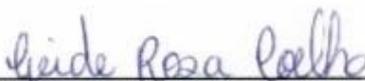
" O ensino da interação radiação-corpo humano nos anos iniciais do ensino fundamental: uma abordagem investigativa e colaborativa com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade "

Leandro da Silva Barcellos

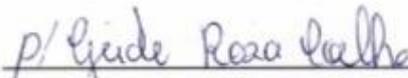
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 18 de dezembro de 2017.

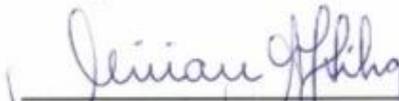
Comissão Examinadora



Prof. Dr. Geide Rosa Coelho
(Orientador PPGEnFis/UFES)



Profa. Dra. Lúcia Helena Sasseron
(Membro Externo USP)



Profa. Dra. Mirian do Amaral Jonis Silva
(Membro Interno PPGEnFis/UFES)

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)
Bibliotecária: Perla Rodrigues Lôbo – CRB-6 ES-000527/O

B242e Barcellos, Leandro da Silva, 1991-
O ensino da interação radiação-corpo humano nos anos
iniciais do ensino fundamental : uma abordagem investigativa e
colaborativa com enfoque ciência, tecnologia e sociedade /
Leandro da Silva Barcellos. – 2017.
163 f. : il.

Orientador: Geide Rosa Coelho.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) –
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências
Exatas.

1. Ciências (Ensino fundamental) - Estudo e ensino. 2. Corpo humano. 3. Radiação ultravioleta. I. Coelho, Geide Rosa. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas. III. Título.

CDU: 53

Dedico esta dissertação a minha família: minha avó Zilda, minha mãe Luciana e meu pai Gessildo, que sempre fizeram tudo para que eu tivesse as oportunidades educacionais que a vida não lhes permitiu.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus, por ter me colocado neste caminho.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Geide Coelho, minha referência como profissional. Fez-me entender o significado da frase "Se vi mais longe foi por estar de pé sobre ombros de gigantes". Seus ensinamentos ao longo de toda minha trajetória acadêmica tornaram-me o profissional que sou hoje e mostrou-me o profissional que almejo ser.

A Profa. Dra. Mirian Jonis, pelos ensinamentos, confiança e parceria nos trabalhos, que me motivou a fazer sempre o meu melhor. Sempre sábia e poética, um exemplo para mim.

A Profa. Dra. Lúcia Helena Sasseron, por ter gentilmente aceitado o convite para minha banca. É uma honra ter nesta pesquisa as contribuições de alguém que é uma das minhas referências como profissional.

A Jéssica Giesen, Elaine Apolinário e Helen Felício, pela parceria fundamental nesta pesquisa: sem elas nada disso seria possível.

Aos amigos Marcos, Paulo e Giovane, pela parceria nos eventos, contribuições no trabalho, risadas e por tornar o curso mais leve.

Ao meu parceiro Gabriel Monteiro, pelas incontáveis ajudas nas traduções.

Aos alunos que participaram da pesquisa.

A Suiany Gervásio, pela parceria e cumplicidade que muito me ajudaram.

A FAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

A classe trabalhadora por financiar esse curso de Mestrado na Universidade Federal.

A todos que contribuíram para esta pesquisa ou simplesmente torceram por mim durante esse tempo.

Faço aqui uma menção especial ao professor Ricardo Coelho de Berrêdo: grande professor, sempre terá meu respeito.

A frase mais emocionante
que se pode ouvir em ciência, a que anuncia
novas descobertas, não é “Eureka!”,
mas “Isto é divertido...”

Isaac Asimov

RESUMO

O ENSINO DA INTERAÇÃO RADIAÇÃO-CORPO HUMANO NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA E COLABORATIVA COM ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Leandro da Silva Barcellos

Orientador:

Prof. Dr. Geide Rosa Coelho

Neste trabalho apresentamos uma proposta para o ensino do tema interação radiação ultravioleta – corpo humano nos anos iniciais do ensino fundamental. Para isso, foi estruturada uma Sequência de Ensino Investigativa desenvolvida com estudantes do quinto ano do ensino fundamental de uma escola pública da rede municipal de Vitória, Espírito Santo. O tema escolhido possui caráter interdisciplinar e sociocientífico, estando de acordo com os pressupostos da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A teoria sociocultural de Vygotsky embasou a abordagem e as ferramentas analíticas utilizadas. A natureza interdisciplinar do tema interação radiação ultravioleta – corpo humano nos motivou a estabelecer uma relação entre o primeiro autor desta pesquisa (licenciado em física), a professora regente da turma (pedagoga) e uma licencianda em ciências biológicas que estava cursando seu estágio supervisionado na Universidade Federal do Espírito Santo, para a realização de uma pesquisa de caráter colaborativo. Durante as aulas foram produzidos dados através de videografações e relatos elaborados pelos alunos, com o intuito de construir indícios que nos permitissem analisar como a intervenção educacional contribuiu para o entendimento dos estudantes sobre o tema interação radiação–corpo humano. Os dados analisados sugerem que as atividades investigativas podem potencializar a construção de conceitos e o desenvolvimento de atitudes e procedimentos, e que os estudantes foram capazes de construir modelos estruturados para a formação do câncer de pele em decorrência da exposição prolongada ao Sol, abrangendo o aspecto científico do tema. A dimensão social foi contemplada a partir do posicionamento dos alunos sobre a prevenção do câncer de pele, atrelada à exposição segura e da adoção de medidas protetivas. O trabalho colaborativo entre profissionais com diferentes formações potencializou a troca de experiências, saberes e as formações inicial e continuada, e mostrou-se como uma opção metodológica para a abordagem de conteúdos interdisciplinares, que trabalhados nessa perspectiva podem contribuir para que os estudantes possam se posicionar frente a temas sociocientíficos.

Palavras-chave: Ensino de ciências nos anos iniciais, Abordagem investigativa, Enfoque CTS, Tema sociocientífico, Interação radiação-corpo humano, Aprendizagens conceitual, procedimental e atitudinal.

Vitória
Dezembro, 2017

ABSTRACT

THE TEACHING OF RADIATION-HUMAN BODY INTERACTION IN THE INITIAL YEARS OF ELEMENTARY SCHOOL: AN INQUIRY AND COLLABORATIVE APPROACH WITH A SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY VIEW

Leandro da Silva Barcellos

Advisor:

Prof. Dr. Geide Rosa Coelho

This paper presents a proposal for the teaching of the subject of ultraviolet radiation interaction-human body in the initial years of elementary school. For that, a Sequence of Investigative Teaching was structured, developed with students of the fifth year of elementary school in a public school of Vitória, Espírito Santo. The chosen theme has an interdisciplinary and socioscientific feature, being in agreement with the assumptions of the Science, Technology and Society (STS) view. Vygotsky's sociocultural theory grounded an approach and as analytical tools. The interdisciplinary nature of the theme ultraviolet radiation-human body interaction motivated us to establish a relationship between the first author of the research (licensed in physics), a teacher regent of the class (pedagogue) and a graduate in biological sciences who was studying his supervised internship in Federal University of Espírito Santo, for collaborative research. During product classes through videotapes and reports elaborated by the students, with the purpose of constructing evidence that allows us to analyze how the educational intervention contributed to the understanding of students on the subject radiation-human body interaction. The data analyzed suggest that investigative activities can potentiate concept construction and development of attitudes and procedures, so that students are able to construct structured models for a skin cancer formation due to prolonged exposure to the Sun, covering the scientific aspect of the theme. The social dimension was contemplated based on the students' positioning on a prevention of skin cancer, linked to safe exposure and the adoption of protective measures. Collaborative work between professionals with different backgrounds has potentiated an exchange of experiences, knowledge as initial and continuing training, and has proved to be a methodological option for an approach to interdisciplinary content, which works in this perspective can help students to position themselves to socioscientific issues.

Keywords: Science teaching in the early years, Inquiry approach, STS view, Socioscientific theme, Human-body radiation interaction Conceptual, procedural and attitudinal learning.

Vitória
December, 2017

Sumário

Introdução.....	16
Estrutura da dissertação.....	17
Capítulo 1 - Discussões teóricas	19
1.1 O enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).....	19
1.1.1 <i>Enfoque CTS e o ensino de ciências</i>	20
1.1.2 <i>Enfoque CTS e a interdisciplinaridade</i>	23
1.2 Perspectiva histórica do ensino por investigação.....	24
1.2.1 <i>Os pressupostos do ensino por investigação e as características das atividades investigativas</i>	27
1.2.2 <i>O papel do professor e do aluno no ensino por investigação</i>	28
1.3 O ensino de ciências nos anos iniciais.....	30
1.4 Aprendizagem de ciências em uma perspectiva sociocultural	34
1.4.1 <i>O desenvolvimento de atitudes e procedimentos em ciências</i>	38
Capítulo 2 - Procedimentos metodológicos.....	42
2.1 Objetivos da pesquisa	42
2.2 O contexto da intervenção e da pesquisa	42
2.2.1 <i>Caracterizando a escola e os sujeitos participantes do estudo</i>	42
2.3 A abordagem colaborativa como delineamento metodológico	46
2.4 A Sequência de Ensino Investigativa	49
2.4.1 <i>A construção das situações-problema</i>	50
2.4.2 <i>Estimativas para o câncer de pele</i>	51
2.5 Validação da SEI.....	53
2.6 A estrutura da intervenção e os procedimentos de produção e análises de dados	54
Capítulo 3 - Análise dos dados, resultados e discussões	64
3.1 Aula “A Luz Negra”	64

3.2	Aula “Células Mutantes”	79
3.3	A formação do câncer de pele e os posicionamentos dos estudantes em relação às formas de prevenção	87
	3.3.1 O entendimento dos estudantes sobre a formação do câncer de pele em decorrência da exposição prolongada ao Sol	88
	3.3.2 Posicionamento dos estudantes sobre a prevenção do câncer	98
3.4	O desenvolvimento do trabalho colaborativo	105
	Considerações finais.....	114
	Referências	117
	Apêndice I.....	124
	Apêndice II.....	125

Lista de Figuras

Figura 1: evolução das notas do 5º ano na prova Brasil.....	43
Figura 2: proporção de alunos com aprendizado adequado à sua etapa escolar.....	44
Figura 3: evolução das taxas de aprovação nos anos iniciais.....	44
Figura 4: dados do censo 2015 realizado na escola onde o estudo foi desenvolvido.....	45
Figura 5: alguns dos materiais utilizados nas aulas da sequência de ensino investigativa.....	56
Figura 6: alunos durante a realização da aula “Radiação e os olhos”.....	57
Figura 7: alunos durante a realização da aula “Arte UV”.....	58
Figura 8: alunos dispostos em semicírculo durante uma das aulas.....	59
Figura 9: procedimentos para o início da aula a Luz Negra.....	64
Figura 10: relato feito por Paloma.....	65
Figura 11: desenho que acompanhou o relato de Paloma.....	66
Figura 12: Jaílson gesticula durante a discussão inicial da aula “A Luz Negra”.....	67
Figura 13: professor gesticula com Jaílson durante a discussão sobre fontes de RUV.....	69
Figura 14: Paulo realizando inferência ao aplicar o protetor solar no braço de manequim.....	69
Figura 15: Jomar gesticula sobre o protetor formando uma camada sobre a pele.....	71
Figura 16: verificando os efeitos do bronzeador e hidratante no experimento.....	73
Figura 17: Mia elaborando sua hipótese sobre o funcionamento do bronzeador.....	73
Figura 18: uma rápida pesquisa na internet revela como é simples encontrar receitas caseiras para protetor solar.....	76
Figura 19: momento final da aula “A Luz Negra”.....	77
Figura 20: produções de Jorge e Peter, respectivamente, realizadas na aula “Células Mutantes”.....	83
Figura 21: produção de Malcom na aula “Células Mutantes”.....	83
Figura 22: estudantes realizando observações no microscópio.....	83
Figura 23: produção final de João.....	84
Figura 24: produção final de Antônio.....	84
Figura 25: produção final de Osvaldo.....	85
Figura 26: produção final de Jaciara.....	85
Figura 27: professora Rosemary realiza sua primeira observação em um microscópio.....	86

Figura 28: estudantes realizando a atividade de extração de DNA humano.....	89
Figura 29: relato produzido por Margarida.....	90
Figura 30: relato produzido por John.....	90
Figura 31: relato produzido por Morgana.....	90
Figura 32: relato produzido por Cyntia.....	90
Figura 33: trechos do vídeo “Câncer: conhecer, prevenir e vencer”.....	91
Figura 34: relato produzido por Sergio.....	92
Figura 35: relato produzido por Ziraldo na forma de desenho, explicando a formação do câncer.....	93
Figura 36: relato produzido por Sandro.....	94
Figura 37: relato produzido por Henrique.....	95
Figura 38: relato produzido por Marcia.....	95
Figura 39: relato produzido por Brenda.....	96
Figura 40: relato produzido por Alberto.....	100
Figura 41: relato produzido por Simone.....	100
Figura 42: relato produzido por Gilmar.....	100
Figura 43: Relato produzido por Geni.....	101
Figura 44: relato produzido por Jonathan.....	101
Figura 45: relato produzido por Hector.....	102
Figura 46: relato produzido por Percival.....	102
Figura 47: relato produzido por Francisca.....	103
Figura 48: relato produzido por Luís.....	104
Figura 49: relato produzido por Roger.....	104
Figura 50: alunos participando da discussão da aula Arte UV.....	107
Figura 51: Margareth contribuindo com a discussão da aula Arte UV.....	108
Figura 52: professora Rosemary zelando pelo aspecto disciplinar durante a realização das atividades.....	111
Figura 53: relato produzido por Joaquim retratando a participação colaborativa durante a aula A Luz Negra.....	112
Figura 54: relato produzido por Michel retratando a atividade de dissecação do olho de boi, conduzida por Jhennyfer, realizada na aula De Olho na RUV.....	112
Figura 55: relato produzido por Dinalda.....	112

Figura 56: relato produzido por Acácio.....	112
Figura 57: relato produzido por Eduardo.....	113
Figura 58: mensagem da professora Margareth sobre a intervenção desenvolvida.....	116

Lista de Tabelas e Quadros

Tabela 1: resumo do posicionamento dos estudantes perante o tema social.....	103
Quadro 1: atitudes para as aulas de ciências.....	39
Quadro 2: quadro-resumo das atividades da Sequência de ensino Investigativa.....	55
Quadro 3: procedimentos e atitudes analisados em cada episódio.....	63
Quadro 4: trecho da entrevista final em que as professoras falaram sobre a dimensão colaborativa do projeto.....	111

Lista de Abreviaturas e Siglas

INCA.....	Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva
CTS.....	Ciência, Tecnologia e Sociedade
SEI.....	Sequência de Ensino Investigativa
PCN.....	Parâmetros Curriculares Nacionais
BNCC.....	Base Nacional Comum Curricular
PCNEMs.....	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
RUV.....	Radiação Ultravioleta
LaPEF.....	Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física
UV.....	Ultravioleta
FPS.....	Fator de proteção solar
DNA.....	Ácido Desoxirribonucleico

Introdução

Durante minha trajetória acadêmico-profissional, uma das primeiras oportunidades de atuação na área de física que recebi foi a de monitor na Escola de Ciência-Física, um dos centros de ciências localizados em Vitória, Espírito Santo. Nesse espaço de educação não formal, pude interagir com os mais variados públicos, incluindo alunos do ensino fundamental. Sempre achei interessante o desafio de adaptar a linguagem e a mediação para os diferentes públicos, além da relação com amigos da área de biologia que lecionam a disciplina de ciências e apresentavam muitas dificuldades em relação a certos conceitos e definições. Nessas situações, colocava-me diversas vezes em conversas e discussões sobre o ensino de física para o ensino fundamental. Em 2013, tive a oportunidade de lecionar para turmas de nono ano em um projeto voluntário, mas, até o desenvolvimento deste projeto, nunca havia trabalhado formalmente com turmas de quinto ano.

Várias dessas discussões envolviam assuntos de caráter interdisciplinar, como a interação radiação ultravioleta – corpo humano, tema escolhido para este trabalho, que teve início em minha monografia de graduação no curso de licenciatura em física. No trabalho monográfico, investiguei o entendimento de estudantes do ensino médio sobre os conceitos científicos ligados à interação radiação ultravioleta – corpo humano. Os resultados do estudo demonstram que os alunos têm um conhecimento informativo sobre o tema, mas não apresentavam argumentos pautados em conhecimentos científicos escolares. Isso me motivou a desenvolver uma intervenção que contemplasse esse tema, além da sua relevância para a saúde pública, visto que o câncer de pele é a doença mais grave associada à interação radiação ultravioleta – corpo humano. Aliás, com base nos dados do Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA), no Brasil, o tipo mais comum dessa patologia é a de pele não melanoma, que corresponde a cerca de 25% dos casos diagnosticados, e a exposição prolongada à radiação ultravioleta proveniente do Sol é considerada a principal causa do câncer de pele tipo melanoma e não-melanoma¹.

O tema interação radiação ultravioleta – corpo humano possui caráter interdisciplinar e sócio-científico, estando em concordância com os pressupostos da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (doravante CTS) a qual tem implicações para o currículo de ciências (SANTOS; MORTIMER, 2002). Elas estão relacionadas a uma perspectiva que tenta, por meio da educação científica, empoderar os estudantes, para que possam participar democraticamente dos debates que envolvem a sua vida e o contexto sociocultural no qual estão inseridos.

Reconhecendo a interdisciplinaridade do tema e refletindo sobre os desafios que envolvem o ensino de conceitos físicos no ensino fundamental (muito em função da formação dos professores que atuam nessa etapa da escolarização básica, principalmente pedagogos e biólogos) enxergamos na

¹ Os carcinomas (ou não-melanomas) se desenvolvem em células das camadas basal, ou espinhosa, com menor risco de sofrer metástase (migração por via sanguínea, ou linfática de agentes patológicos). Já os melanomas se desenvolvem nos melanócitos, com grande risco de sofrer metástase.

escolha por trabalhar com anos iniciais a possibilidade de construir um projeto que estabelecesse uma relação entre diferentes sujeitos para produzirmos conhecimentos, extrapolar e debater o que está posto e prescrito, com vistas a melhorar os processos de aprendizagem e de criação nas coletividades locais (FERRAÇO; CARVALHO, 2012). Assim, esta pesquisa se iniciou no segundo semestre de 2016 e foi desenvolvida em parceria com: uma estudante de ciências biológicas, que estava cursando sua disciplina de estágio supervisionado, a qual chamaremos pelo nome fictício de Jhennyfer; a professora de ciências da escola onde a intervenção foi realizada, a qual chamaremos pelo nome fictício de Margareth, que possui formação em ciências biológicas; e a professora regente da disciplina de ciências do quinto ano do ensino fundamental, a qual chamaremos pelo nome fictício de Rosemary, que possui formação em pedagogia.

Para a realização da intervenção, optamos por desenvolver uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), com base em Carvalho (2013), e, em todas as aulas, estruturamos os objetivos educacionais em conceitual (C), procedimental (P) e atitudinal (A), baseados em Pozo e Gomez-Crespo (2009). Houve um total de nove aulas e, a partir disso, nosso objetivo de pesquisa foi analisar como uma intervenção educacional com enfoque CTS e pautada no ensino por investigação contribui para o entendimento dos estudantes do quinto ano do ensino fundamental sobre o tema interação radiação ultravioleta – corpo humano.

Estrutura da dissertação

A pesquisa relatada nesta dissertação está estruturada em três capítulos. Antes de apresentá-los, trago o tema na introdução, justificando sua escolha e discutindo as motivações para a realização deste trabalho. Após isso, no primeiro capítulo, são apresentadas a fundamentação teórica utilizada como base, com destaque para o ensino por investigação, o enfoque CTS e o ensino de ciências em uma perspectiva sociocultural. Foi feita também uma contextualização e um paralelo com o ensino tradicional, evidenciando a mudança nos papéis de alunos e de professores a partir da abordagem investigativa e das interações socioculturais no espaço escolar.

No segundo capítulo, são apresentados os objetivos desta pesquisa e seu percurso metodológico, contemplando o contexto da intervenção e caracterização do espaço em que ela foi desenvolvida. Foi exposta também a abordagem colaborativa de pesquisa, tal qual delineamento metodológico e a estruturação da sequência de ensino investigativa desenvolvida, retratando as atividades elaboradas e seus objetivos educacionais propostos.

No capítulo três, é feita a análise de dados propriamente dita, a apresentação e as discussões dos resultados, utilizando transcrições dos eventos ocorridos nas aulas, por meio das videografações, divididos e analisados em episódios, onde evidenciamos, entre outros fatores, os aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais a partir de uma perspectiva sociocultural.

Por fim, trazemos as considerações finais. Nela, é feita uma reflexão sobre a pesquisa como um todo a partir dos fatos apresentados, relacionando

os objetivos estabelecidos e sob à luz dos referencias teóricos utilizados. Esta dissertação também apresenta uma seção com as referências, seguida de três apêndices contendo os termos de consentimento livre e esclarecido e o produto gerado nesta pesquisa.

Capítulo 1 - Discussões teóricas

1.1 O enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)

O desenvolvimento tecnológico, muitas vezes oriundo do progresso científico, tem acarretado profundas transformações na sociedade atual, implicando também em aspectos políticos e econômicos, logo, é possível entender a ciência e a tecnologia como elementos importantíssimos do progresso e desenvolvimento humano. Essa é uma visão que permeia a sociedade há algum tempo, e começou a ser questionada por intelectuais no período pós-Segunda Guerra. De acordo com Bazzo (1998), o desenvolvimento científico-tecnológico foi do milagre à destruição entre os anos de 1960 e 1970.

Mortimer e Santos (2000) citam Waks (1990), para apresentar alguns fatores que propiciaram o surgimento dos currículos com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), entre eles: (i) a qualidade de vida da relativamente recente sociedade industrial, que também trazia implicações ambientais; e (ii) a necessidade de popularização do conhecimento científico, com o intuito de promover a participação popular nas decisões públicas e aspectos econômicos e políticos atrelados ao avanço tecnológico da época. Os mesmos pesquisadores sinalizam que, de acordo com Layton (1994), o currículo CTS surgiu nos países industrializados: Estados Unidos, Canadá, Austrália e Europa, os quais necessitavam de uma educação científica e tecnológica, que não alcançada através do ensino convencional de ciências.

A partir da década de 1960, o movimento CTS levou a proposição de currículos que incorporassem, de forma articulada e crítica, conteúdos de ciência, tecnologia e sociedade (AULER; BAZZO, 2001), questionando a supervalorização da tecnologia e da ciência, vistas como inabaláveis e incontestáveis.

É preciso que possamos retirar a ciência e a tecnologia de seus pedestais inabaláveis da investigação desinteressada da verdade e dos resultados generosos para o progresso humano. [...] Devemos ter cuidado para não produzir o que poderíamos chamar de 'vulgarização científica', o que, longe de reduzir a alienação do homem com relação à ciência e à tecnologia, contribuiria, na realidade, para aumentá-la, fornecendo a ilusão, perigosa, de ter compreendido o princípio sem entrar na essência da atividade da ciência contemporânea: sua complexidade, sua coerência e seu esforço (BAZZO, 1998, p.114).

Especificamente no campo da educação, Auler e Delizoicov (2006a) sinalizam para uma nova orientação em relação à educação em ciências. Para ambos, ela não deve se limitar à construção de conceitos e deve partir de situações-problema, preferencialmente contextualizadas, a fim de se atingir a aprendizagem. Dessa forma, o enfoque CTS nos currículos de ciências preza pela formação de indivíduos capazes de refletir de forma responsável sobre questões sociais no que tangem aos seus contextos, baseando-se, dentre outras coisas, nos conteúdos trabalhados nas aulas de ciências.

Na década de 1970, os currículos educacionais de ciências no Brasil começaram a incorporar a visão de ciência como produto dos contextos econômico, político e social. Nos anos de 1980, os currículos principiaram a analisar as implicações sociais consequentes do desenvolvimento científico e tecnológico (SANTOS e MORTIMER, 2002). Destaca-se a realização, em 1990, da “Conferência Internacional Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT – Alfabetização em Ciência e Tecnologia”, cuja temática central foi a educação científica dos cidadãos.

1.1.1 Enfoque CTS e o ensino de ciências

Não há uma única forma de definir um currículo CTS, mas algumas características são comuns a todas elas. Um currículo baseado nesse enfoque é centrado no aluno em vez de ser no professor, buscando desenvolver os conceitos científicos de modo que os fenômenos naturais estejam correlacionados aos ambientes sociais e tecnológicos que cercam os estudantes.

Ziman (1980) citado por Roehrig e Camargo (2014), aponta que o currículo tradicional de ciências negligencia os contextos sociais e políticos, enfatizando a ciência produzida nos padrões das comunidades acadêmicas. Esse mesmo autor diz que essa visão almeja formar pequenos cientistas com base na transmissão de conhecimentos acumulados ao longo da história.

Para Mortimer e Santos (2000), um currículo CTS deve potencializar a capacidade de tomada de decisão por meio da ênfase nas correlações entre a abordagem dos conceitos científicos, o planejamento tecnológico e a solução de problemas, culminando em um posicionamento crítico por parte dos estudantes perante temas de relevância social.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) mencionam o currículo 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 àquela 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 Base Nacional Comum Curricular (BNCC) evidencia a inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade no ensino de ciências:

Impossível pensar em uma educação científica contemporânea sem reconhecer os múltiplos papéis da tecnologia no desenvolvimento da sociedade humana. A investigação de materiais para usos tecnológicos, a aplicação de instrumentos óticos na saúde e na

observação do céu, a produção de material sintético e seus usos, as aplicações das fontes de energia e suas aplicações e, até mesmo, o uso da radiação eletromagnética para diagnóstico e tratamento médico, entre outras situações, são exemplos de como ciência e tecnologia, por um lado, viabilizam a melhoria da qualidade de vida humana, mas, por outro, ampliam as desigualdades sociais e a degradação do ambiente. Dessa forma, é importante salientar os múltiplos papéis desempenhados pela relação ciência-tecnologia-sociedade na vida moderna e na vida do planeta Terra como elementos centrais no posicionamento e tomada de decisões frente aos desafios éticos, culturais, políticos e socioambientais (BRASIL, 2017, p. 281).

Auler (2003) destaca que o enfoque CTS deve ser entendido como uma maneira de ensinar, e não como um componente curricular. Isso implica que nós, professores, precisamos abordar situações-problema de relevância social, de forma contextualizada, permitindo a reflexão e o desenvolvimento de posicionamento crítico por parte dos estudantes. Isso envolve um currículo de ciências que promova uma educação mais consciente, permitindo que os cidadãos se posicionem crítica e reflexivamente perante às questões atreladas ao desenvolvimento da ciência e tecnologia, bem como seus desdobramentos para a sociedade.

Uma possibilidade para a incorporação do enfoque CTS na organização de um currículo de ciências da natureza pode ocorrer a partir da dimensão da contextualização, a qual tem um papel essencial no ensino de ciências, destacado pela Base Nacional Comum Curricular (2017, p. 273):

A sociedade contemporânea está fortemente organizada com base no desenvolvimento científico e tecnológico. Da metalurgia, que produziu ferramentas e armas, passando por máquinas e motores automatizados, até os atuais chips semicondutores, ciência e tecnologia vêm se desenvolvendo de forma integrada com os modos de vida que as diversas sociedades humanas organizaram ao longo da história. No entanto, o mesmo desenvolvimento científico e tecnológico que resulta em novos ou melhores produtos e serviços também pode promover desequilíbrios na natureza e na sociedade. Para debater e tomar posição sobre alimentos, medicamentos, combustíveis, transportes, comunicações, contracepção, saneamento e manutenção da vida na Terra, entre muitos outros temas, são imprescindíveis tanto conhecimentos éticos, políticos e culturais quanto científicos.

Porém, Santos (2007) sinaliza que o ensino de ciências nas escolas vem sendo trabalhado de forma descontextualizada, mesmo com as orientações dos documentos oficiais norteadores da educação do país. O mesmo autor ressalta que a falta de contextualização dificulta o processo de associação entre ciência e cotidiano por parte dos estudantes, contribuindo para a construção de uma visão de ciência totalmente distorcida, por conceber seus conhecimentos pautados na memorização de fórmulas e resolução de problemas matematizados. Assim, muitos professores entendem que realizar contextualizações dos conceitos abordados significa apenas citar situações cotidianas nas quais esses fenômenos estão envolvidos. Essa pseudocontextualização é, muitas vezes, um subterfúgio para mascarar determinados conceitos vistos como muito abstratos (SANTOS, 2007). Continuando a discussão sobre isso, temos que reconhecer que:

Assim sendo, a contextualização no currículo poderá ser constituída por meio da abordagem de temas sociais e situações reais de forma dinamicamente articulada que possibilite a discussão, transversalmente aos conteúdos e aos conceitos científicos, de aspectos sociocientíficos (ASC) concernentes a questões ambientais, econômicas, sociais, políticas, culturais e éticas (SANTOS, 2007, p. 6).

Assim, pensar em um ensino de ciências da natureza contextualizado com as tecnologias e com as questões sociais significa contemplar o enfoque CTS. Currículos embasados nisso precisam considerar o contexto da sociedade tecnológica atual, o qual acarreta implicações à vida humana e impõe valores culturais (SANTOS, 2007).

Mortimer e Santos (2000) destacam alguns objetivos apontados por Waks (1990) como sendo importantes para a implementação do enfoque CTS no meio educacional: refletir constantemente sobre as formas de estudar e atuar sobre a natureza; questionar as diferenças entre conhecimento teórico e prático; combater a segmentação do conhecimento; e promover sua democratização.

Os currículos, normalmente, não contemplam de forma satisfatória o esse enfoque, tampouco os livros didáticos, os quais quase sempre o tratam de forma superficial, o que acaba por corroborar com a prática de transmissão de conteúdos por parte dos professores (BAZZO; VON LINSINGEN; PEREIRA, 2000).

A busca pela inserção desse tipo de enfoque nos currículos de ciências é apenas a etapa inicial do processo de formação de cidadãos com postura crítica-reflexiva, ou seja, a postura CTS pode se estender para outros contextos além da escola.

Nesse encaminhamento, o ensino-aprendizagem passará a ser entendido como a possibilidade de despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade. Emerge daí a necessidade de buscar elementos para a resolução de problemas que fazem parte do cotidiano do aluno, ampliando-se esse conhecimento para utilizá-lo nas soluções dos problemas coletivos de sua comunidade e sociedade (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 77).

Em relação a isso, Mortimer e Santos (2000) sinalizam para alguns pontos que julgam importantes de serem analisados ao se pensar na introdução do enfoque CTS em sala de aula, sendo eles: a questão da importação de modelos curriculares sem a devida contextualização local, ou seja, que ignora as demandas científicas, tecnológicas e sociais específicas de cada país; a formação de professores, os quais demonstram pouco conhecimento sobre a abordagem CTS, o que ratifica a necessidade da formação específica nesse campo; e sua inclusão nas formações iniciais e continuadas dos docentes.

1.1.2 Enfoque CTS e a interdisciplinaridade

O tema interação radiação ultravioleta (RUV) – corpo humano pode ser considerado uma forma de interdisciplinaridade, estando de acordo com o enfoque CTS, o qual possui tal elemento como um de seus pilares. Inclusive, ela é vista, segundo Klein (2001), como a palavra do século XX, sendo que seus primeiros estudos surgem, conforme afirma Fazenda (2002), na Europa em meados da década de 1970.

Neste trabalho, assumimos que “a interdisciplinaridade caracteriza-se pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas no interior de um mesmo projeto de pesquisa” (FAZENDA, 2011, p. 11). Somado a isso, nas palavras de Santomé (1998, p. 63) a interdisciplinaridade:

Implica em uma vontade e compromisso de elaborar um contexto mais geral, no qual cada uma das disciplinas em contato são por sua vez modificadas e passam a depender claramente uma das outras. Aqui se estabelece uma interação entre duas ou mais disciplinas, o que resultará em intercomunicação e enriquecimento recíproco e, conseqüentemente, em uma transformação de suas metodologias de pesquisa, em uma modificação de conceitos, de terminologias fundamentais, etc. Entre as diferentes matérias ocorrem intercâmbios mútuos e recíprocas integrações; existe um equilíbrio de forças nas relações estabelecidas.

É importante destacar que a interlocução entre as disciplinas não é uma tarefa simples. Kleiman e Moraes (1999) apontam certas dificuldades as quais permeiam essa questão, como a resistência à mudança de alguns profissionais que são retirados de suas zonas de conforto, além da dificuldade no desenvolvimento de projetos dessa natureza, em função da formação positivista e fragmentada, comum aos currículos dos cursos de formação de professores de ciências nas universidades.

Para Santomé (1998, p. 253), a prática interdisciplinar na escola exige dos professores uma postura diferenciada:

Planejar, desenvolver e fazer um acompanhamento contínuo da unidade didática pressupõe uma figura docente reflexiva, com uma bagagem cultural e pedagógica importante para poder organizar um ambiente e um clima de aprendizagem coerentes com a filosofia subjacente a este tipo de proposta curricular.

Além disso, tal prática necessita de “pedagogia apropriada, processo integrador, mudança institucional e relação entre disciplinaridade e interdisciplinaridade” (KLEIN, 2001, p. 110). Essas dificuldades corroboram a necessidade de investigação, de estudo e de produção de material para essa área, pois acredita-se que a interdisciplinaridade e a contextualização podem tornar os conteúdos mais atrativos para os estudantes.

Morin (2003, p. 102) ressalta alguns pontos pertinentes no processo de ensino e de aprendizagem que busca a desfragmentação do conhecimento:

Fornecer uma cultura que permita distinguir, contextualizar, globalizar os problemas multidimensionais, globais e fundamentais, e dedicar-se a eles; preparar as mentes para responder aos desafios que a crescente complexidade dos problemas impõe ao conhecimento

humano; preparar mentes para enfrentar as incertezas que não param de aumentar, levando-as não somente a descobrirem a história incerta e aleatória do universo, da vida, da humanidade, mas também promovendo nelas a inteligência estratégica e a aposta em um mundo melhor.

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) chamam atenção para o baixo número de instituições no Brasil que possuem linha de pesquisa voltada para o enfoque CTS. Eles também destacam que a perspectiva disciplinar, na qual os professores são formados, não condiz com a necessidade da interdisciplinaridade característica do enfoque supracitado. Para esses autores, alunos e docentes não foram e nem estão sendo formados na concepção da interdisciplinaridade, o que dificulta a implementação do enfoque CTS.

Nessa concepção, destaca-se a necessidade de fornecer subsídios para que professores de todos os níveis possam refletir sobre suas práticas e conhecimentos com os quais trabalham. Qualquer mudança curricular que almeja ser efetiva precisa criar espaço para reflexões, diferentes pontos de vista e contemplar a formação continuada, não bastando apenas a reformulação dos currículos das licenciaturas. As reformas educacionais exigem políticas públicas efetivas e de abrangência nacional.

Assim, nesta pesquisa, apostamos em um trabalho colaborativo que permeou o planejamento e a execução das ações, com o intuito de enriquecer o processo de ensino-aprendizagem a partir das interações entre professores com diferentes formações e experiências, possibilitando a aproximação e o diálogo entre as disciplinas, os conteúdos e as práticas específicas de cada etapa escolar, de modo a explorar as potencialidades dessa metodologia de trabalho ainda pouco presente nos espaços formais de educação.

1.2 Perspectiva histórica do ensino por investigação

Zômpero e Laburu (2011) se baseiam em Deboer (2006), para afirmar que o ensino por investigação possui uma longa trajetória na história da educação em ciências. A abordagem começou a se consolidar no século XIX, quando as disciplinas de ciências passaram a integrar os currículos de vários países.

Ainda no mesmo século, surge o movimento progressista, em que John Dewey foi o precursor de uma pedagogia que defendia um ensino voltado para a vida e que aliasse teoria e prática, de forma que o estudante pudesse ser um sujeito ativo no seu processo de aprendizagem (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). As ideias progressistas têm correlação com elementos socioculturais na aprendizagem, e seus reflexos surgem na educação a partir da década de 1970, com a ascensão do cognitivismo.

Deboer (2006), citado por Zompero e Laburu (2011), sinaliza que a matemática e a gramática, consideradas disciplinas essenciais, dominavam os currículos até a segunda metade do século XIX, enquanto, paralelamente, um tímido movimento era iniciado por cientistas americanos e europeus, os quais entendiam que a ciência era uma disciplina diferente das demais. Ainda no século XIX, o ensino através do uso de processo investigativo em laboratório

recebeu apoio de cientistas, como Herbert Spencer (1820-1903), o qual acreditava que o uso do laboratório contribuiria para uma melhor compreensão dos fenômenos naturais, e Charles Eliot (1834-1926), o qual defendia que as práticas investigativas poderiam desenvolver habilidades de pensamento nos estudantes.

Conforme Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), baseados em Barrow (2006), em 1938, Dewey lançou o livro *Logic: The Theory of Inquiry*, em que criticava a educação científica baseada no ensino de fatos, que não estimulava o raciocínio e as habilidades mentais. Segundo os autores, para Dewey, os estudantes deveriam propor problemas e investigá-los utilizando seus conhecimentos, sendo, assim, participantes ativos do processo de ensino-aprendizagem. Em 1950, surgiram críticas ao ensino de ciências que estabelecia grande ênfase nos aspectos sociais e perda no rigor acadêmico e formativo dos discentes. Em virtude do lançamento do satélite Sputnik, por parte dos soviéticos, reacendeu nos Estados Unidos a perspectiva de ensino de ciências para a formação de cientistas, visando a manter a hegemonia e a segurança dos norte-americanos.

As transformações ocorridas nessa perspectiva foram diretamente influenciadas pela situação mundial do pós-segunda guerra. No Brasil, o Decreto Lei nº 9355 de 13/06/46 estabeleceu a criação do IBECC, Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura, o qual pode ser considerado o precursor do movimento que buscava mudanças no ensino de ciências no país. Esse instituto objetivava a melhoria da “formação científica” dos estudantes de ensino superior, por meio de um ensino diferenciado (SÁ, 2009).

Conforme Sá (2009), em 1961, foi sancionada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, Lei nº 4.024, de 21 de dezembro de 1961, que conferia maior liberdade às escolas para estabelecer seus programas curriculares, de modo que cada estado da Federação compartilhava da responsabilidade da normatização do ensino. Essa flexibilização permitiu ao Brasil se engajar na corrida pelo progresso científico, com aval dos Estados Unidos, assumindo, assim, alguns dos projetos norte-americanos para o ensino de ciências.

Essas propostas curriculares tinham como intenção levar os alunos a aprenderem como os cientistas trabalhavam, almejando que parte deles seguissem a carreira acadêmica futuramente. Nas palavras de Sá (2009, p. 20):

Esses projetos incorporavam a idéia de que as atividades investigativas liderariam a formação e o aprendizado de conceitos e princípios das ciências, enquanto permitiam aos professores fornecer um ambiente de aprendizagem no qual fosse possível orientar os estudantes a produzir o conhecimento.

Para Krasilchick (1987), citada por Sá (2009), essa perspectiva de ensino destacava a participação dos estudantes em processos, como elaboração de hipóteses, identificação de problemas, análise de variáveis, planejamento e aplicação de resultados obtidos.

Zômpero e Laburu (2011) afirmam, com base em Deboer (2006), que a perspectiva de ensino voltada para a formação de “pequenos cientistas” foi muito criticada, sendo que isso propiciou espaço para as ideias construtivistas no fim da década de 1970. Nesse mesmo período, surge o movimento das

concepções alternativas. Diante desse cenário, entre as décadas de 1970 e 1980, iniciou-se na Grã-Bretanha uma abordagem que novamente trazia preocupações com os aspectos sociais atrelados às questões científicas e tecnológicas (GOUVEIA e LEAL, 2001). As atividades investigativas, então, abordavam problemas, como o aquecimento global, poluição dentre outros temas socialmente relevantes.

Barrow (2006), citado por Zômpero e Laburu (2011), conta que, em 1996, foi publicado nos Estados Unidos o documento *National Science Education Standards*, o qual continha orientações para a Alfabetização Científica², abordando também a importância do ensino por investigação.

No Brasil, esse tipo de ensino também pode ser encontrado nos documentos norteadores, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (1997) e, mais recentemente, na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (2017). Inclusive, ela expõe de maneira explícita que:

Para tanto, é imprescindível que eles sejam progressivamente estimulados e apoiados no planejamento e na realização cooperativa de atividades investigativas, bem como no compartilhamento dos resultados dessas investigações. Isso não significa realizar atividades seguindo, necessariamente, um conjunto de etapas pré-definidas, tampouco se restringir à mera manipulação de objetos ou realização de experimentos em laboratório. Ao contrário, pressupõe organizar as situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras, estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções. Dessa forma, o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem (BRASIL, 2017, p. 274).

Logo, a história mostra que o ensino por investigação é bem difundido nos Estados Unidos, e, de acordo com Sá e outros (2007), mesmo havendo um documento orientador de currículos, os PCNs e, atualmente, a BNCC, os quais trazem, como eixo formativo, processos investigativos no plano da sala de aula, essa ainda não é uma prática bem estabelecida no Brasil. Talvez isso seja um indicativo de que a orientação explícita dos documentos oficiais não garantem sua incorporação nas ações realizadas em sala de aula pelos docentes, sugerindo, então, a necessidade de outras formas de mudanças nos currículos, a fim de que elas sejam efetivas.

² Sasseron e Carvalho (2011) assumem a polissemia do conceito de alfabetização científica, mas reconhecem que “o objetivo desse ensino de Ciências que almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida” (2011, p. 60).

1.2.1 Os pressupostos do ensino por investigação e as características das atividades investigativas

Borges (2002) sinaliza que professores da educação básica concordam que uma melhoria no ensino de ciências envolve a inclusão de aulas práticas nos currículos. Porém, quando as aulas prático-experimentais são realizadas na escola, normalmente, elas se constituem na forma de laboratório tradicional, caracterizada pelo emprego de atividades práticas, associando observação e medidas por parte dos estudantes acerca de fenômenos previamente determinados pelo professor. Para o mesmo autor, o laboratório pode e deve ter um papel mais relevante no processo de ensino e aprendizagem em ciências, e um importante passo para isso é buscar novas maneiras de usar tais atividades com propósitos bem definidos e com criatividade, como na perspectiva do laboratório investigativo.

Há muitas opções de abordagens para o trabalho em laboratório, cada qual com sua utilidade, de acordo com os objetivos pretendidos pelo docente. Borges (2002) destaca a estruturação das atividades laboratoriais como investigações, ou problemas práticos abertos, os quais não possuem uma solução imediata por meio de fórmulas, exigindo elaboração de hipóteses, de testes e de reflexões, sem orientações pré-definidas pelo professor, ou roteiros estruturados. Esse autor ainda argumenta que, por meio dessa abordagem, alunos sem conhecimento específico do conteúdo científico conseguem formular problemas simples e propor soluções em laboratório, que são elementos essenciais no processo de construção do conhecimento e de introdução na cultura das ciências.

Existem diferentes possibilidades para o ensino por meio de atividades investigativas. Mesmo não havendo um consenso entre os pesquisadores da área, há diversos pontos comuns em relação a essas práticas. Sá e outros (2007) e Azevedo (2004) concordam que uma atividade investigativa se inicia com a criação de uma situação-problema, e ampliam a discussão, apresentando outros elementos essenciais, os quais podem caracterizar essa abordagem, que se aproxima de uma investigação científica, quando os alunos elaboram hipóteses, coletam e analisam dados, debatem a partir de múltiplas interpretações e comunicam seus resultados, sempre atuando em parceria com o professor.

Munford e Lima (2007) destacam que as atividades investigativas podem estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo dos estudantes, provocar a argumentação, a socialização de ideias e conceitos na sala de aula, proporcionando, aos sujeitos inseridos nessa prática, experiências genuínas de produção de conhecimento científico escolar.

Continuando a discussão sobre a situação-problema no ensino de ciências por investigação, Azevedo (2004, p. 22) nos diz que:

[...] a solução de problemas pode ser, portanto, um instrumento importante no desenvolvimento de habilidades e capacidades, como: raciocínio, flexibilidade, astúcia, argumentação e ação. Além do conhecimento de fatos e conceitos, adquirido nesse processo, há a aprendizagem de outros conteúdos: atitudes, valores e normas que favorecem a aprendizagem de fatos e conceitos. Não podemos

esquecer que, se pretendemos a construção de um conhecimento, o processo é tão importante quanto o produto.

As situações-problema associadas às atividades investigativas propostas na intervenção apresentada nesta pesquisa estão atreladas a um tema central: o câncer de pele originado por exposição prolongada aos raios UV. Isso norteou todas as ações e estabeleceu um vínculo entre as aulas. Por adotarmos o enfoque CTS, optamos por um problema de relevância social e que está inserido na realidade dos sujeitos da pesquisa, de modo que as investigações realizadas ao longo das aulas pudessem conduzir os estudantes em um caminho que culminasse na adoção de um posicionamento crítico perante uma questão social das medidas protetivas relativas à exposição ao sol, a qual está correlacionada aos saberes científicos da interação radiação – corpo humano.

As situações-problema que envolvem temas sócio-científicos podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico-reflexivo e tomada de decisão por parte dos estudantes, pois abrangem a formação de opinião e de escolhas individuais e coletivas, as quais podem ter relação com questões de relevância local, nacional e até global.

1.2.2 O papel do professor e do aluno no ensino por investigação

No ensino por investigação, o papel do professor se modifica em relação ao ensino tradicional. Ele se torna responsável por fomentar os debates com novas questões e discussões, conduzindo e auxiliando os estudantes no processo de ressignificação dos conceitos compartilhados na sala de aula, possibilitando o desenvolvimento da autonomia de pensamento por parte dos discentes (AZEVEDO, 2004).

Parte-se do princípio de que eles podem ser inseridos na cultura científica, quando se depararem com situações-problema, as quais podem ser criadas pelo professor, sendo que o conhecimento científico é requerido e avaliado na busca pela solução delas. Para Carvalho e outros (1998, p. 36):

É o professor que propõe problemas a serem resolvidos, que irão gerar ideias que, sendo discutidas, permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios; promove oportunidades para a reflexão, indo além das atividades puramente práticas; estabelece métodos de trabalho colaborativo e um ambiente na sala de aula em que todas as ideias são respeitadas.

Assim, a mudança ocorre tanto nas ações quanto no planejamento, o qual precisa estabelecer uma problematização adequada, que possibilite a criação do ambiente investigativo. Isso significa que o problema deve ser claro, delimitado, estar atrelado ao novo conceito a ser trabalhado e, se possível, conectado a alguma aplicação cotidiana dos estudantes. No ensino por investigação, as atividades devem ser centradas neles, os quais não podem se limitar apenas ao trabalho de manipulação, ou observação, e sim serem levados a questionar, a argumentar e a organizar suas ideias. Na visão de Azevedo (2004, p. 22),

Utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando a causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações.

As atividades investigativas podem desempenhar um importante papel no desenvolvimento dos estudantes, desde que sejam devidamente planejadas pelo professor, que precisa garantir o estabelecimento de um ambiente rico em trocas verbais. Assim, os alunos terão liberdade para inventar e propor, de forma engajada no processo de conversação e manipulação de objetos e ideias, supervisionados pelo professor (LIMA; MAUES, 2006).

Na abordagem investigativa, o aluno passa a ser o protagonista das ações e tem papel principal na construção do conhecimento, rompendo com a postura passiva comum ao ensino centrado no discurso do professor. Vale ressaltar que a problematização deve ser bem construída, a fim de que faça sentido para os alunos, além de explicitar o porquê de eles estarem realizando a investigação daquele fenômeno.

Por tratarmos de um tema sócio-científico nesta pesquisa, apresentamos algumas atribuições do professor em uma abordagem com esse viés. Martínez e Carvalho (2012) nos dizem que o ensino de ciências que busca empoderar os estudantes para uma tomada de decisão é reconstituído a partir de um processo de negociação entre a cultura acadêmica e a cultura dos alunos. Assim, o docente precisa desenvolver estratégias que permitam o diálogo entre essas culturas. Martínez e Carvalho (2012) citam Santomé (2001), com o intuito de ratificar a importância desse encontro cultural no espaço escolar, de modo que as disciplinas contemplem a realidade dos alunos, a fim de ajudá-los a compreender suas realidades e se comprometerem com suas ações de relevância social.

De acordo com Martínez e Carvalho (2012, p. 13), ao abordar temas sociocientíficos em aulas de ciências os quais almejam a tomada de decisão, o professor:

não deve considerar apenas as estratégias didáticas que favorecem o desenvolvimento de habilidades dos estudantes para realizar suas próprias escolhas, mas também deve levar em consideração a cultura dos estudantes, que influencia na forma como eles tomam suas próprias decisões. Salientamos a necessidade de relacionar a cultura dos estudantes com a cultura das disciplinas científicas do currículo, pois, desse modo, os estudantes terão melhores condições e oportunidades para aprender a fundamentar suas escolhas a partir de sua própria realidade.

Assim, cabe a ele propor atividades que estimulem o pensamento crítico-reflexivo e que permitam a elaboração de diversas estratégias para a solução do mesmo problema, além de potencializar o desenvolvimento de atitudes relativas ao respeito às diferentes ideias e pensamentos, proporcionando aos alunos socializá-las de maneira democrática.

1.3 O ensino de ciências nos anos iniciais

As crianças chegam à escola trazendo um repertório de crenças e de representações adquiridas em suas vivências em sociedade e em suas culturas. A escolarização permite a tomada de consciência de que a natureza pode ser interpretada de diferentes maneiras socialmente aceitas, e, nos primeiros anos desse processo, o ensino de ciências promove o contato com diferentes saberes de natureza científica, possibilitando aos alunos ressignificarem os fenômenos por eles vivenciados. Isso corrobora com a importância de um ensino que potencialize a compreensão da ciência como produção humana, histórica, social e cultural (BERTAGNA-ROCHA, 2013).

Bertagna-Rocha (2013) afirma ainda que, nos anos iniciais, os alunos estão em processo de desenvolvimento de diferentes linguagens (oral, descritiva, narrativa, casual), e, por meio delas, eles poderiam ser iniciados nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal dos conhecimentos científicos. A mesma autora afirma que o desenvolvimento das diferentes linguagens poderia ser potencializado com o aprendizado dos conhecimentos científicos, caso o professor incite o estudante a ler, a escrever, a interpretar, a perguntar, a descrever etc. Ela aponta a importância do ensino de ciências nos anos iniciais como uma:

[...] necessidade de se construir, em crianças que estão na fase inicial de escolarização, uma compreensão de mundo em que elas se sintam integrantes e atuem como agentes transformadores, reforço a importância do Ensino de Ciências nesse nível de ensino. Para que este ensino se efetive e não se reduza a mais uma disciplina escolar obrigatória, o professor, mediador do aprendizado dos conhecimentos das Ciências da Natureza e formador para uma cidadania atuante e democrática, deveria ser formado para compreender e para ensinar Ciências sob esta perspectiva (BERTAGNA-ROCHA, 2013, p. 56).

Somado a isso, Zancul (2004) apresenta outros argumentos que corroboram com a necessidade da presença dos conteúdos científicos no currículo escolar dos anos iniciais, entre eles, o fato do conhecimento científico ser parte da cultura elaborada e fundamental para conhecimento do mundo. Para a autora, ainda é importante reconhecer a criança como sujeito social, a qual participa cada vez mais em diferentes questões, como as relativas ao meio ambiente. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ratifica a importância de um ensino de ciências e aponta para perspectivas voltadas à sua abordagem nos anos iniciais da educação básica:

Assim, ao iniciar o Ensino Fundamental, qualquer aluno possui vivências, saberes, interesses e curiosidades sobre o mundo natural e tecnológico que devem ser valorizadas e mobilizadas. Esse deve ser o ponto de partida de atividades que assegurem a eles construir conhecimentos sistematizados de Ciências, oferecendo-lhes elementos para que compreendam desde fenômenos de seu ambiente imediato até temáticas mais amplas. Nesse sentido, não basta que os conhecimentos científicos sejam apresentados aos alunos. É preciso oferecer oportunidades para que eles, de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam vivenciar momentos de investigação que lhes possibilitem exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de observação, de raciocínio lógico e de criação, desenvolver posturas mais

colaborativas e sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural e tecnológico, e sobre seu corpo, sua saúde e bem-estar, tendo como referência os conhecimentos, as linguagens e os procedimentos próprios das Ciências da Natureza (BRASIL, 2017, p. 283).

É consensual no discurso de muitos professores que existem poucas atividades de ciências que sejam adequadas para os anos iniciais. Isso se baseia na ideia de que crianças em fase de alfabetização nem sempre necessitam aprender esse componente curricular. Comumente, o ensino de Ciências da Natureza envolve estratégias, como lista de exercícios e provas escritas, nas quais cabe aos alunos decorar conceitos repetidos em sala (BONANDO, 1994). Sobre essas estratégias metodológicas, Harlen (1997) evidencia em sua pesquisa que elas são adotadas pelos mesmos professores os quais afirmam não ter dificuldades em lecionar ciências, declarando incluir esses conteúdos em seus planejamentos, acreditando que elas são a melhor forma de ensinar, ou seja, sugerindo que o ensino de ciências é algo simples. Mas é importante destacar que isso não significa que eles estejam alcançando seus objetivos.

Por outro lado, Lima e Maeus (2006) atestam que existem pesquisas que mostram alguns professores os quais também apresentam limitações conceituais, entretanto, conseguem ensinar ciências de maneira satisfatória, possibilitando uma aprendizagem a seus alunos por meio de estratégias que estimulam a criatividade, favorecem a interação e contato de conhecimentos. Esses elementos são contemplados no ensino por investigação, o qual preza pelo desenvolvimento de habilidades, como observar, explorar, interpretar e comunicar, pois, se almejamos um ensino que busque a formação voltada à cidadania, que perpassa por uma formação crítica e investigativa das crianças para compreensão e transformação de suas realidades, seria contraditório o apoio a práticas transmissivas e memorísticas.

Um ponto importante relacionado à maneira pela qual os professores dos anos iniciais ensinam ciências é a reprodução de práticas vivenciadas por eles enquanto estudantes da educação básica. Segundo Monteiro e Teixeira, (2004, p. 23) existe:

medo de não conseguir atingir seus objetivos e a falta de um conhecimento mais amplo sobre o que vai ensinar levam o professor a adotar estratégias de subterfúgio. Ao se sentirem ameaçados, retomam a prática que sempre trouxe segurança.

Isso evidencia a influência da formação ambiental³ nas práticas dos professores sobre como se desenvolve o ensino de ciências. A insegurança associada à falta de domínio conceitual é um assunto pertinente para os pesquisadores, os formadores de professores e os próprios pedagogos. Mas a formação específica na área garantiria uma mudança significativa no cenário de ensino de ciências para os anos iniciais?

³ Carvalho e Gil-Pérez (2001) utilizam o termo formação ambiental referindo-se às ideias, às atitudes e aos comportamentos sobre ensino dos professores, oriundos de suas experiências enquanto estudantes. Segundo os autores, a influência dessa formação é muito grande, pois está relacionada às experiências reiteradas e adquiridas de maneira não-reflexiva, como se fossem naturais, ou óbvias, aproximando-se do que seria um senso comum sobre ensino.

Em concordância com Zuzovsky, Tamir e Chen (1989), citados por Lima e Maués (2006), existem pesquisas que indicam que não há diferenças significativas na aprendizagem dos alunos de conceitos científicos ensinados por professores generalistas e especialistas. Nesse sentido, Borges (2002), dialoga com as ideias de Di Martino (1990), a qual afirma que o professor não precisa ser um cientista, mas também não pode desconhecer os conteúdos das ciências. Ele precisa ter uma boa formação, ser interessado, criativo e conhecer o processo de desenvolvimento intelectual de seus alunos, entendendo seus conhecimentos prévios e suas realidades, usando esses elementos como ponto de partida para suas ações.

Carvalho e Gil-Pérez (2001) nos dizem que a formação de professores de ciências no Brasil anseia por inovações e reestruturações há pelo menos uma década. Bertagna-Rocha (2013) sinaliza que esses profissionais são formados em uma perspectiva conteudista, fragmentada e dissociada da realidade das salas de aula, o que pouco contribui para que eles possam trabalhar com os estudantes da educação básica o desenvolvimento de uma postura crítica-reflexiva.

A graduação em pedagogia, a qual forma inicialmente o professor para ministrar a disciplina de ciências, assim como as outras disciplinas específicas nos anos iniciais, contempla, na maioria dos seus currículos, o ensino de ciências na forma de disciplina regular relacionada aos campos da didática e de metodologia de ensino. Em relação a isso, Bertagna-Rocha (2013) sintetiza algumas críticas apontadas por pesquisas sobre formação de professores desse período de atuação. Dentre elas, existem: a predominância da abordagem tradicional de ensino; a crença por parte de professores e estudantes de que a ciência é uma verdade absoluta e superior às outras formas de conhecimento; e os conteúdos dissociados das práticas escolares e vistos como irrelevantes pelos discentes.

A autora também aponta para certa falta de interesse dos futuros pedagogos pelos conteúdos científicos, reconhecendo as áreas de língua portuguesa e de matemática como prioritárias, muitas vezes, incentivadas por políticas públicas de longas décadas que enfatizavam aquelas disciplinas. Bertagna-Rocha (2013, p. 59) ainda sinaliza para uma tendência relacionada às práticas de formação inicial para atuação do pedagogo com ensino de ciências nos anos iniciais:

A tendência predominante encontrada foi a da disciplinaridade com enfoque, em uma área específica das Ciências da Natureza, normalmente relacionadas à área de formação do formador, em detrimento da outra tendência: a interdisciplinaridade, cujo enfoque esteve marcado pela presença de questões ambientais e na abordagem CTS.

Aliás, sobre esse último quesito, indo na contramão dessa tendência, é que construímos uma intervenção destinada a investigar o tema interação radiação – corpo humano, o qual possui caráter sócio-científico, envolvendo conhecimentos de diferentes áreas das ciências, estando, assim, contemplado pelo enfoque CTS. A partir do trabalho colaborativo no planejamento e na execução das ações, almejamos contribuir com a formação inicial de Jhenyfer e com a formação continuada de Margareth e Rosemary, além da minha

própria formação enquanto sujeito envolvido diretamente nas ações da pesquisa.

Fernandes (2009) afirma que a produção acadêmica voltada à pesquisa e à investigação sobre o ensino de ciências nos anos iniciais é bastante reduzida. Esses dados ratificam a necessidade de ações para a melhoria dessa área nos anos iniciais, tanto na formação inicial, quanto nos cursos de formação continuada. Aliás, entre algumas ações apontadas pela autora, destacamos estas: ouvir os docentes e conhecer suas concepções sobre ensino de ciências; conhecer suas trajetórias; dialogar sobre a estrutura dos cursos de formação continuada, a fim de entender o que os docentes trazem como demandas; e promover a reflexão sobre a prática docente visando a uma melhor compreensão do que é ensinar ciências naturais. Nessa perspectiva,

[...] parece que a formação de professores que ensinam (ensinarão) Ciências, nos primeiros anos de escolarização, deveria ser inserida num projeto de decisões no nível das finalidades e da estrutura curricular do curso de Pedagogia, bem como no nível da própria formação, cujos formadores deveriam estar conscientes das finalidades dessa formação, das concepções que fundamentam as metodologias e as teorias do campo de formação para o Ensino de Ciências. A princípio, a formação para a pesquisa crítica (e emancipatória), e com uma abordagem interdisciplinar dos conteúdos específicos das diferentes áreas do conhecimento, parece ser uma escolha que se aproximaria do que se espera, nos dias atuais, do professor dos anos iniciais: um professor mediador do aprendizado dos alunos, proponente da investigação de problemas relacionados ao cotidiano dos alunos e da formação de cidadãos envolvidos com questões ambientais, capazes de participar e transformar responsabilmente a sociedade (BERTAGNA-ROCHA, 2013, p. 82-83).

Em relação a isso, existe, há mais de duas décadas, o grupo de pesquisadores do Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física (LaPEF) da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo o qual vem desenvolvendo uma série de trabalhos sobre ensino de física nos anos iniciais. As pretensões dele a partir das atividades desenvolvidas com os estudantes são “[...] oferecer-lhes oportunidades para que possam, a partir dos conhecimentos que já possuem, emitir hipóteses e testá-las mediante um trabalho de investigação” (REY et al., 1996, p. 211).

Essa perspectiva associada ao objetivo de construir conceitos científicos sobre o tema proposto norteou todo o processo de criação e de desenvolvimento deste projeto de pesquisa. Consideramos que é possível trabalhar conceitos científicos em uma perspectiva interdisciplinar nos anos iniciais e almejamos trazer contribuições significativas para a área. Sobre isso, Lima e Maus (2006, p. 172) comentam que

As crianças nessa fase da vida falam com desenvoltura sobre o que pensam, sem medo ou vergonha de errar. Estão mais desarmadas para ouvir explicações diferentes das delas, ainda que não as compreenda ou concorde com elas. Uma professora que enriquece a sala de aula com a investigação, com a organização do espaço coletivo de participação para o saber falar e ouvir estará educando para o aprendizado de ciências e sobre ciências.

É importante destacar que, de acordo com estudos orientados por Carvalho e outros (1998), as crianças nesse período escolar podem ir além da observação e da descrição dos fenômenos, sendo capazes de tomar consciência de suas ações e propor explicações causais.

Porém, Bertagna-Rocha (2013) faz uma ressalva importante relativa a algumas ações e propostas voltadas à formação inicial e continuada de professores de ciências desse período. Ao analisar uma série de artigos de diferentes periódicos em sua pesquisa, a autora identificou uma predominância de temas de domínio majoritariamente da física, em detrimento a uma abordagem multi, ou interdisciplinar de temas de ciências da natureza. Para essa pesquisadora, isso pode contribuir com a visão fragmentada das ciências, e também estimular a manutenção das práticas e metodologias tradicionais, contrastando com qualquer perspectiva multidimensional de fenômenos naturais.

Portanto, neste trabalho, optamos pela abordagem CTS articulada com o ensino por investigação com situações-problema de cunho sócio-científico, objetivando promover um ensino de ciências a partir de uma visão ampla da natureza e construída por diferentes sujeitos de forma colaborativa. Acreditamos que esses elementos possam potencializar o alcance, o interesse e contribuir de alguma forma com o ensino de ciências nos anos iniciais.

1.4 Aprendizagem de ciências em uma perspectiva sociocultural

A perspectiva sociocultural embasa trabalhos cujos objetos de estudos envolvam atividades sociais. Lemke (2001), citado por Trindade e Rezende (2010), nos diz que essa perspectiva surge no âmbito dos estudos das ciências na década de 1980, os quais eram desconexos de suas relações políticas, sociais e culturais. Nesse cenário, afloraram ideias que defendiam uma visão da ciência, como construção humana, cujo foco e interesses estariam fortemente atrelados às questões político-culturais dominantes.

A perspectiva sociocultural procura correlacionar o desenvolvimento de todas as atividades humanas aos diversos contextos nos quais elas estão inseridas. Trindade e Rezende (2010) se baseiam em Lemke (2001), a fim de afirmar que a pesquisa em educação passa a adotar essa perspectiva a partir da introdução das ideias da teoria de Vygotsky, a qual considera os aspectos sociais e culturais na aprendizagem e no desenvolvimento. Para os mesmos autores, o pesquisador russo concebia as interações sociais, como elementos fundamentais do processo de aculturação, sendo elas mediadas por sistemas simbólicos, tal qual a linguagem, que seria um recurso semiótico a qual proporciona a interação dos indivíduos e a estipulação de significados entre eles.

Vygotsky correlacionou os contextos social e cultural às funções psicológicas humanas, estabelecendo a cultura como parte constituinte da natureza humana. O homem está inserido em um contexto cultural, e é dele que se originam os processos interpessoais os quais possibilitam o desenvolvimento mental. Para Trindade e Rezende (2010, p. 490):

Nessa perspectiva, a educação em ciências é vista como uma atividade social conduzida dentro de estruturas culturais e institucionais e as questões de investigação dizem respeito ao papel da interação social em salas de aula de ciências.

Wickman e Östman (2002) apontam que os contextos sociocultural e situacional são indissociáveis da aprendizagem e da construção de significados. A vida em organizações sociais de grande escala nos ensina ferramentas com as quais os sentidos são construídos. Entender o conhecimento científico tal qual uma construção social traz implicações diretas à educação em ciências, entre elas, a necessidade de iniciação dos estudantes nas formas científicas de se conhecer, pois esses sujeitos dificilmente descobrirão por meio de suas próprias investigações as ideias e as entidades científicas que são construídas, validadas e divulgadas por meio das instituições culturais de ciências. Driver e outros (1999) afirmam que o aprendizado em ciências está relacionado à iniciação de forma significativa dos discentes às ideias e às práticas da comunidade científica. Nas palavras desses mesmos autores:

Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; é tornar-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento. Antes que isso possa acontecer, no entanto, os indivíduos precisam engajar-se em um processo pessoal de construção e de atribuição de significados. Caracterizado dessa maneira, aprender ciências envolve tanto processos pessoais como sociais. No plano social, o processo envolve ser introduzido aos conceitos, símbolos e convenções da comunidade científica (DRIVER et al. 1999, p. 6).

Na perspectiva sociocultural, o professor tem um papel essencial na introdução dos estudantes às particularidades da comunidade científica, auxiliando-os no processo de construção de significados. A troca desses com um sujeito mais experiente (o professor) nesse processo é fundamental, devido à sua natureza dialógica. Assim, cabe ao docente introduzir novas ideias e ferramentas culturais, bem como fornecer suporte e orientação aos alunos, com o intuito de que eles deem sentido a elas, contemplando o processo de compartilhamento de conhecimentos e promovendo o encontro das diferentes culturas existentes. Além disso, devemos nos preocupar com a forma com a qual as atividades instrucionais estão influenciando a aprendizagem dos discentes, e com isso obter subsídios para novas intervenções (DRIVER et al., 1999).

Nesse sentido, podemos entender a aprendizagem em ciências, como sendo um processo de enculturação, ou seja, uma introdução dos estudantes a cultura científica, guiada por um membro mais experiente, no caso, o professor. Na busca para se obter o processo de enculturação, esse precisa disponibilizar aos alunos as ferramentas culturais da comunidade científica, conduzindo-os no processo de apropriação dos modelos, reconhecimento de seus domínios e aplicabilidades, para que eles sejam capazes de utilizá-los.

Conferir significado é um processo dialógico entre pessoas, e a aprendizagem se dá pela introdução dos sujeitos a uma cultura, auxiliados

pelos membros mais experientes. Assim, o conhecimento é construído a partir do engajamento social desses sujeitos em situações-problema e conversações, e, à medida que isso acontece, ocorre a apropriação das ferramentas culturais (DRIVER et al., 1999). Corroborando com essa perspectiva, Gil-Pérez e outros (1991) afirmam que o docente deve criar um ambiente intelectualmente ativo em sala de aula, a fim de que os alunos possam aprender e que eles estejam organizados em grupos cooperativos.

O ensino por investigação potencializa a criação de ambientes em que possa haver interação entre todos os sujeitos da sala de aula, isto é, professor-aluno, aluno-professor e aluno-aluno. Segundo Máximo e Abib (2012, p.3-4):

As interações sociais são uma característica marcante de qualquer atividade investigativa, pois ela deve propiciar aos estudantes momentos para argumentar em favor de uma ideia, identificar pontos positivos e negativos de uma afirmação, avaliar a validade de argumentos utilizados. Tais procedimentos são essenciais para avançar, com o auxílio do professor e dos demais colegas, na busca de uma explicação com base na ciência para a resolução do problema proposto.

De acordo com Mortimer e Scott (2002), a perspectiva sociocultural nos permite analisar o desenvolvimento de entendimentos e de significados criados por meio das interações sociais ocorridas no contexto da sala de aula. Os mesmos pesquisadores, inspirados nos pressupostos vigotskianos, consideram que, nessa perspectiva, o processo de conceitualização é equacionado com a construção de significados, logo, o foco deixa de ser o entendimento individual do aluno sobre o assunto abordado e torna-se o processo de significação. Para eles:

Os significados são vistos como polissêmicos e polifônicos, criados na interação social e então internalizados pelos indivíduos. Além disso, o processo de aprendizagem não é visto como a substituição das velhas concepções, que o indivíduo já possui antes do processo de ensino, pelos novos conceitos científicos, mas como a negociação de novos significados num espaço comunicativo no qual há o encontro entre diferentes perspectivas culturais, num processo de crescimento mútuo. As interações discursivas são consideradas como constituintes do processo de construção de significados (Mortimer & Scott, 2002, p. 284).

Carvalho (2013), na interlocução com as ideias de Vygotsky, destaca dois pontos que tangem o ensino: o primeiro é que as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais, e esse entendimento modificou toda a interação professor-aluno; e o segundo é que as interações sociais são mediadas a partir da utilização de ferramentas, ou de artefatos culturais, como a linguagem, considerada a mais importante entre elas, sendo vista também como algo além de um meio facilitador para processos mentais já estabelecidos.

Além disso, a linguagem das Ciências não é só uma linguagem verbal. As Ciências necessitam para expressar suas construções, de figuras, tabelas, gráficos e até mesmo da linguagem matemática. Portanto, temos de prestar atenção nas outras linguagens, uma vez que somente as linguagens verbais – oral e escrita – não são suficientes para comunicar o conhecimento científico. Temos de integrar, de maneira coerente, todas as linguagens, introduzindo os alunos nos diferentes modos de comunicação que cada uma das

disciplinas utiliza, além da linguagem verbal, para a construção de seu conhecimento (CARVALHO, 2013, p. 6).

Lima, Aguiar Junior e Martins (2011) afirmam que a influência da teoria vygotskyana nas pesquisas em educação passa pela questão da formação de conceitos, e, ao citarem Vygotsky (1991), ressaltam que o ensino direto de conceitos tem se mostrado infrutífero, e que o professor engajado nessa prática, normalmente, obtém apenas um verbalismo vazio, ou seja, uma repetição de palavras por parte dos estudantes, o qual simula certo conhecimento, mas, na verdade, mascara a falta de significado.

Em relação a isso, pode-se traçar um paralelo crítico ao ensino tradicional de ciências, o qual comumente se apoia na apresentação de conteúdos, de memorização de definições e fórmulas, bem como na repetição de exercícios com pouca, ou nenhuma variação. Corroborado por Lima e Silva (2007, p.102), “A definição de um conceito é uma síntese, a formalização de certas relações que já estão, de certo modo, compreendidas por parte de quem as formula”.

Lima, Aguiar Junior e Martins (2011) chamam atenção para as especificidades e a natureza dos conceitos científicos ao citarem Oliveira (1999), o qual afirma que a ciência constrói categorias formais de organização de seus objetos e processos de generalização, buscando leis e princípios universais, baseados em um sistema teórico. Dessa forma, a esfera das ciências é diferente da esfera do senso comum.

No processo de formação de conceitos científicos, os estudantes precisam se apropriar de novos modos de falar e de pensar. Lima, Aguiar Júnior e Martins (2011) recorrem a Brait (2005), a fim de afirmar que a formação de conceitos é um trabalho semiótico e social, cuja apropriação é fruto do processo de correlacionar um signo interior de que se dispõe, a novos signos apresentados através das interações sociais. Vygotsky (1993, p. 48) nos ajuda a compreender a importância deles na formação de conceitos ao dizer que:

Todas as funções psíquicas superiores são processos mediados, e os signos constituem o meio básico para dominá-las e dirigi-las. O signo incorporado à sua estrutura como parte indispensável, na verdade a parte central do processo como um todo. Na formação de conceitos, esse signo é a palavra, que em princípio tem o papel do meio na formação de um conceito e, posteriormente, torna-se seu símbolo.

Mortimer (2000) aponta que aprender ciências é entrar em um novo mundo, de linguagem própria, onde é necessário tomar consciência das correlações existentes entre a linguagem das ciências e as diversas outras formas de entender o mundo. Nessa perspectiva, aprender ciência é um processo complexo, lento e infundável, visto que os conceitos serão sempre ampliados e aprimorados.

Facci (2010) dialoga com Vygotsky (1993), para nos dizer que as funções intelectuais superiores, as quais exigem consciência refletida e controle deliberado, ocupam o primeiro plano no processo de desenvolvimento logo no início da idade escolar, sendo na primeira infância que podemos encontrar as raízes para o desenvolvimento dos processos que, posteriormente, podem ceder lugar à formação de conceitos. Aliás, para ela:

todas as funções intelectuais básicas estão presentes na formação dos conceitos e, desde os estágios mais primitivos, o desenvolvimento mental da criança ocorre sob a influência constante da sua comunicação com os adultos (FACCI, 2010, p. 130).

A autora ainda destaca dois fatores sobre esse desenvolvimento: a linguagem, a qual embasa a formação dos complexos processos de regulação das ações humanas, que é condição necessária para a verdadeira formação de conceitos; e o contexto cultural, no qual a criança se desenvolve, que irá lhe propiciar condições para atribuir significado às palavras.

A mediação do professor, balizada pela Sequência de Ensino Investigativa (SEI) proposta, pode promover a criação de um ambiente propício às argumentações e aos debates, além de estimular o compartilhamento de ideias e de pensamentos em sala de aula. Nas palavras de Carvalho e outros (1998, p. 31):

Aprender a ouvir, a considerar as ideias de outro colega, não é só, do ponto de vista afetivo, um exercício de descentralização; é também, do ponto de vista cognitivo, um momento precioso de tomada de consciência de uma variedade de hipóteses diferentes sobre o fenômeno discutido. Nessa situação de diálogo, os alunos são ainda estimulados por desafios a suas ideias, reconhecendo a necessidade de reorganizá-las e reconceituá-las.

Desta forma, apoiamo-nos na perspectiva sociocultural ao atribuir o protagonismo das ações aos alunos, de modo que eles possam ter acesso ativo à cultura científica, a qual almejamos introduzi-los. Mello (2010) alerta para pesquisas que revelam sobre as crianças as quais conseguem desenvolver, com alto grau de complexidade, diferentes capacidades intelectuais e práticas a partir da vivência coletiva da experiência social intencionalmente organizada. Contudo, a mesma pesquisadora ressalta que o fato delas se mostrarem capazes de desenvolver inteligência e personalidade precocemente sob a influência do trabalho educativo intencional não sugere que se deva abreviar a infância, ou apressar de qualquer forma seu desenvolvimento psíquico.

1.4.1 O desenvolvimento de atitudes e procedimentos em ciências

Assumir a aprendizagem em ciências na perspectiva sociocultural significa dizer que esse processo envolve a aprendizagem de conceitos, mas também o desenvolvimento de atitudes e procedimentos típicos da cultura científica escolar. Essas dimensões não são dissociadas da aprendizagem em ciências. A inserção de estudantes nessa nova cultura envolve a apropriação de conceitos, o desenvolvimento de atitudes e de procedimentos por meio da linguagem.

Os objetivos de aprendizagem das atividades da Sequência de Ensino Investigativa utilizada nesta pesquisa foram estruturados nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal. Os conteúdos conceituais se referem à compreensão dos conceitos científicos; os conteúdos procedimentais dizem respeito ao saber fazer; e os atitudinais concernem ao saber ser com os sujeitos (LIMA; MAUES, 2006).

Pozo e Gómez-Crespo (2009) ressaltam que não há unanimidade na definição dos conteúdos procedimentais, mas afirmam que eles estão atrelados com as estratégias e as técnicas adotadas pelos alunos, a fim de solucionar os problemas estudados, bem como o saber fazer adquirido por meio de ações práticas. Ainda segundo esses autores, os procedimentos estão “situados ao longo de um *continuum* de generalidade e complexidade que iria das simples técnicas e destrezas até as estratégias de aprendizagem e raciocínio” (POZO; GÓMEZ-CRESPO, 2009, p. 49).

Os conteúdos procedimentais podem ser vistos nos demais conteúdos, mas possuem muitas peculiaridades. Sua natureza dificulta avaliações e até mesmo a verbalização das ações realizadas. Aliás, existe uma diferença significativa entre o saber fazer e o explicar o que foi feito (POZO; GÓMEZ-CRESPO, 2009). Sobre isso, Lima e Maus (2006, p. 171) atestam que:

As crianças têm grande curiosidade sobre mundo natural. Não se cansam de perguntar o porquê, mesmo que os adultos se mostrem impacientes em respondê-las. Estão sempre disponíveis para testar suas hipóteses e apresentam características importantes para se construir novos conhecimentos. Essa característica do universo em que a criança vive é a chave para a incursão da professora na dimensão procedimental dos conteúdos escolares. Não se quer dizer com isso de um aprendizado que se descola do conteúdo conceitual, mas a favor de uma intervenção qualificada e fortemente orientada pelo saber fazer ou saber procedimental e do saber ser ou atitudinal, conforme os PCNs.

Pozo e Gómez-Crespo (2009) sinalizam que, a fim da elaboração de um currículo que contemple os conteúdos atitudinais, é necessário que os professores tomem consciência das atitudes que almejam desenvolver com seus alunos, bem como as atitudes que expressam em suas práticas. Os mesmos autores destacam as dificuldades inerentes a esse processo, devido à formação docente, a qual, normalmente, é pautada apenas nos conteúdos conceituais, não havendo uma disciplina específica no currículo em que os conteúdos atitudinais seriam trabalhados.

O aspecto atitudinal dos conteúdos encontra-se relacionado com os pilares, aprender a viver junto e aprender a ser, de forma que, o indivíduo na sua vivência e em relaciona-se com outros adquira valores e concepções de mundo e seja atuante e crítico no mesmo. Esta dimensão dos conteúdos demanda a reflexão sobre situações concretas, para que valores e posturas sejam promovidos tendo em vista o cidadão que se tem a intenção de formar (BRASIL, 1998, p.30).

No quadro 1, destacam-se três tipos de atitudes que, para Pozo e Gómez-Crespo (2009), devem ser promovidas nas aulas de ciências.

Quadro 1: Atitudes para as aulas de ciências.

Atitudes que devem ser promovidas entre os alunos com o ensino de ciências	
Atitudes com respeito à ciência (atitudes científicas)	
Interesse por aprendê-la	Motivação intrínseca Motivação extrínseca

Atitudes específicas (conteúdos)	Gosto pelo rigor e precisão no trabalho; Respeito pelo meio ambiente; Sensibilidade pela ordem e limpeza do material de trabalho; Atitude crítica frente aos problemas apresentados pelo desenvolvimento da ciência.
Atitudes com respeito à aprendizagem da ciência	
Relacionadas com o aprendizado	Enfoque superficial (repetitivo) Enfoque profundo (busca de significados)
Relacionadas com o autoconceito	Conduta Intelectual Social
Relacionadas com os colegas	Cooperativa em oposição à competitiva; Solidariedade em oposição ao individualismo.
Relacionadas com o professor	Modelo de atitude
Atitudes com respeito às implicações sociais da ciência	
Na sala de aula e fora dela	Valorização crítica dos usos e abusos da ciência; Desenvolvimento de hábitos de conduta e consumo; Reconhecimento entre desenvolvimento da ciência e mudança social; Reconhecimento e aceitação de diferentes pautas de conduta nos seres humanos.

Fonte: Pozo; Gómez-Crespo (2009, p. 38).

Azevedo (2004) enaltece a relevância dos conteúdos procedimentais e atitudinais, atribuindo a eles a mesma importância dos conteúdos conceituais. Ela também destaca que o desenvolvimento desses conteúdos e a aprendizagem estão condicionados ao envolvimento do estudante na solução dos problemas. Em relação a isso, Lima e Maus (2006, p. 171) declaram que:

Argumentamos a favor de que o ensino de ciências nas séries iniciais se constitua como um espaço rico de vivências. Esse espaço se dá pela intervenção intencionalmente planejada, com objetivos e metas definidas a partir da compreensão do mundo da criança, de suas necessidades e possibilidades. Há que se disponibilizar um conjunto de metodologias privilegiadas para ajudar a criança a construir e organizar sua relação com o mundo material, que as auxilie na reconstrução das suas impressões do mundo real, proporcionando-lhes o desenvolvimento de novos observáveis sobre aquilo que ela investiga, indaga e tenta resolver.

Portanto, o trabalho com atividades investigativas nos anos iniciais exige um dimensionamento adequado dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, com o intuito de que possam efetivamente

promover a autonomia dos estudantes. Sem as condições adequadas, a manipulação pode se tornar puramente mecânica e os conceitos meramente repetições de falas sem significado. É importante também que o professor saiba reconhecer os elementos relativos aos procedimentos e às atitudes, para que a aula não se limite a dimensão conceitual.

Capítulo 2 - Procedimentos metodológicos

Esta seção apresenta os objetivos estabelecidos para a pesquisa e aos aspectos relacionados à intervenção realizada, como: estrutura e validação da SEI, embasamento teórico-metodológico, contexto da intervenção desenvolvida e a abordagem colaborativa como delineamento.

2.1 Objetivos da pesquisa

Este trabalho possui o objetivo geral de analisar de que forma uma intervenção educacional com enfoque CTS e pautada no ensino por investigação contribui para o entendimento dos estudantes do quinto ano do ensino fundamental sobre o tema interação radiação ultravioleta – corpo humano.

Como objetivos específicos, temos:

- a. Desenvolver e validar uma sequência de ensino investigativa sobre o tema sócio-científico interação radiação ultravioleta – corpo humano;
- b. Analisar, por meio das interações discursivas dos estudantes e professores, a construção de conceitos e desenvolvimento de atitudes e de procedimentos na sala de aula de ciências;
- c. Analisar os conceitos estruturados pelos estudantes voltados à explicação da formação do câncer de pele em decorrência da exposição prolongada ao Sol e o posicionamento sobre a necessidade da realização de procedimentos relativos à prevenção desse fenômeno;
- d. Investigar a dimensão colaborativa desenvolvida na intervenção.

2.2 O contexto da intervenção e da pesquisa

A escolha de desenvolver a intervenção em turmas de quinto e nono ano do ensino fundamental não foi feita ao acaso. Enxergamos nessas etapas escolares a possibilidade de desenvolver um trabalho colaborativo que potencializa a formação inicial e continuada de professores e permite também a articulação entre os diferentes campos da ciência, visando à interdisciplinaridade e à contextualização, corroborando ainda com a escolha de um tema sócio-científico.

2.2.1 Caracterizando a escola e os sujeitos participantes do estudo

A intervenção foi desenvolvida em três turmas, sendo duas de nono ano e uma de quinto ano. Em virtude do grande volume de dados produzidos, foi necessário tomar uma decisão metodológica em relação a qual deles seriam analisados. Para esta dissertação, escolhemos analisar os dados gerados na intervenção realizada na turma de quinto ano, devido às seguintes razões:

- Enxergamos nessa etapa um maior potencial para o trabalho colaborativo, pois permitiria o envolvimento de quatro professores (com o nono ano seriam apenas três): além do autor desta dissertação, haveria também a Jhennyfer, a qual estaria realizando seu estágio supervisionado, Margareth, a qual havia trabalhado com a turma em um projeto de clube de ciências desenvolvido por ela mesma, e Rosemary, a professora regente da disciplina de ciências naturais da turma;
- A contribuição para a formação continuada de professores dos anos iniciais, uma vez que, como discutimos anteriormente, o licenciado em Pedagogia, com uma formação inicial sem maiores aprofundamentos em relação ao ensino de Ciências Naturais (DUCATTI-SILVA, 2005), pode se sentir inseguro, por causa da falta de domínio do ponto de vista conceitual dos temas ensinados, o que pode gerar pouca confiança ao lecioná-los;
- Maior demanda na produção de material para professores desses anos que, geralmente, usam, como estratégias predominantes, as exibições de vídeos, a leitura de livros didáticos, o estudo dirigido, o uso de questionários e a escrita de resumos (HARLEN, 1997).

A princípio, a intervenção seria feita apenas nas duas turmas de nono ano do turno vespertino, mas, a pedido da professora Margareth⁴, a qual nos recebeu na escola e viabilizou todo este trabalho, incluímos também duas turmas do quinto ano. Porém, uma delas foi retirada do projeto logo na segunda aula, porque não conseguimos estabelecer uma parceria com a professora regente da turma para a realização de um trabalho colaborativo. A intervenção ocorreu em uma escola da rede pública municipal do Espírito Santo. Nas figuras de 1 a 4, são apresentados alguns dados sobre a instituição.

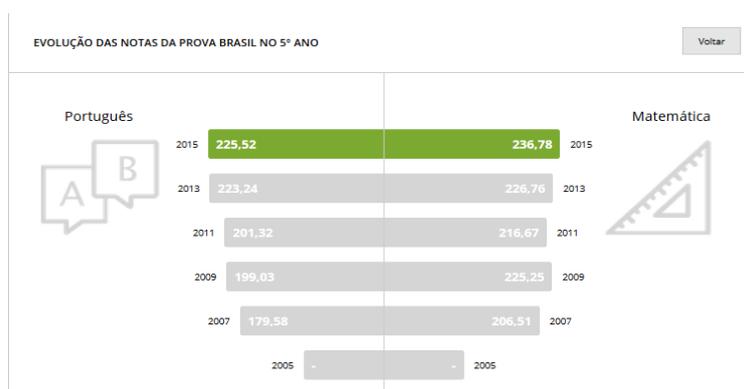


Figura 1: evolução das notas do 5º ano na prova Brasil. Fonte: QEdu.org.br. Dados do Ideb/Inep (2015).

⁴ Todos os nomes neste trabalho são fictícios, a fim de se preservar a identidade dos participantes.

Aprendizado dos alunos na escola



Com base nos resultados da Prova Brasil 2015, é possível calcular a proporção de alunos com aprendizado adequado à sua etapa escolar

! **Conheça o conceito de aprendizado adequado**

Português, 5º ano

74%

É a proporção de alunos que aprenderam o adequado na competência de leitura e interpretação de textos até o 5º ano.

Dos 53 alunos, 39 demonstraram o aprendizado adequado.

Referência

70%

Legenda: 0% 100%

Essa é a proporção de alunos que deve aprender o adequado até 2022, segundo o movimento Todos Pela Educação.

Essa classificação não é oficial.

Português, 9º ano

34%

É a proporção de alunos que aprenderam o adequado na competência de leitura e interpretação de textos até o 9º ano.

Dos 38 alunos, 13 demonstraram o aprendizado adequado.

Matemática, 5º ano

63%

É a proporção de alunos que aprenderam o adequado na competência de resolução de problemas até o 5º ano.

Dos 53 alunos, 33 demonstraram o aprendizado adequado.

Matemática, 9º ano

27%

É a proporção de alunos que aprenderam o adequado na competência de resolução de problemas até o 9º ano.

Dos 38 alunos, 10 demonstraram o aprendizado adequado.

Fonte: Prova Brasil 2015, Inep. Classificação não oficial.

Figura 2: proporção de alunos com aprendizado adequado à sua etapa escolar. Fonte: Prova Brasil 2015, Inep. Classificação não oficial.

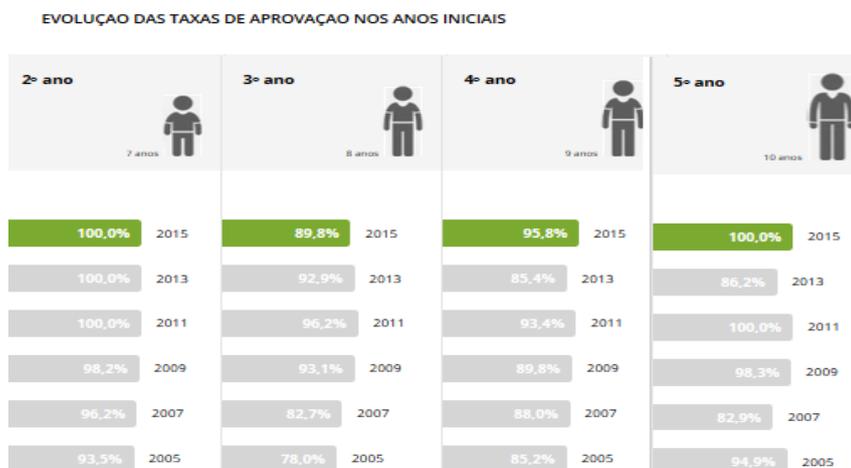


Figura 3: evolução das taxas de aprovação nos anos iniciais. Fonte: QEdu.org.br. Dados do Ideb/Inep (2015). Fonte: QEdu.org.br. Dados do Ideb/Inep (2015).

Número de Funcionários da Escola	86
A escola possui organização por ciclos?	Sim

Alimentação

Alimentação é fornecida aos alunos?	Sim
A escola possui água filtrada?	Sim

Matrículas

Creche	0
Pré escola	0
Anos iniciais (1ª a 4ª série ou 1º ao 5º ano)	256
Anos finais (5ª a 8ª série ou 6º ao 9º ano)	208
Ensino Médio	0
Educação de Jovens e Adultos	65
Educação Especial	0

Matrículas por Série

Matrículas 1º ano EF	54
Matrículas 2º ano EF	47
Matrículas 3º ano EF	51
Matrículas 4º ano EF	51
Matrículas 5º ano EF	53
Matrículas 6º ano EF	54
Matrículas 7º ano EF	64
Matrículas 8º ano EF	52
Matrículas 9º ano EF	38
Matrículas 1º ano EM	0
Matrículas 2º ano EM	0
Matrículas 3º ano EM	0

Acessibilidade

As dependências da escola são acessíveis aos portadores de deficiência?	Não
Os sanitários são acessíveis aos portadores de deficiência?	Sim

Infraestrutura (dependências)

Existe sanitário dentro do prédio da escola?	Sim
Existe sanitário fora do prédio da escola?	Não
A escola possui biblioteca?	Sim
A escola possui cozinha?	Sim
A escola possui laboratório de informática?	Sim
A escola possui laboratório de ciências?	Não
A escola possui sala de leitura?	Não
A escola possui quadra de esportes?	Sim
A escola possui sala para a diretoria?	Sim
A escola possui sala para os professores?	Sim
A escola possui sala de atendimento especial?	Sim

Equipamentos

Aparelho de DVD	Sim
Impressora	Sim
Copiadora	Sim
Retroprojektor	Sim
Televisão	Sim

Saneamento Básico

Abastecimento de água	Rede pública
Abastecimento de energia	Rede pública
Destino do esgoto	Rede pública
Destino do Lixo	Coleta periódica

Computadores e Internet

Internet	Sim
Banda larga	Sim
Computadores para uso dos alunos	22
Computadores para uso administrativo	12

Figura 4: dados do censo 2015 realizado na escola onde o estudo foi desenvolvido. Fonte: Censo Escolar/INEP 2015.

Os números acima revelam uma alta taxa de aprovação na escola onde a intervenção foi realizada. Os dados referentes ao quinto ano mostram ainda uma crescente evolução das notas na Prova Brasil⁵, tanto em português quanto em matemática, além de um indicador favorável em relação ao quantitativo de alunos com aprendizagem adequada a sua etapa escolar.

Esses dados corroboram com os elogios tecidos pelas professoras Margareth e Rosemary à turma. Elas mencionaram experiências de intervenções em que os estudantes demonstraram engajamento no que concerne às atividades desenvolvidas na disciplina de ciências, como foi o caso do Clube de Ciências, produzido por Margareth no contraturno. O envolvimento dos alunos nessa proposta contribuiu para que as professoras indicassem os quintos anos a participarem da intervenção desta pesquisa. Margareth relatou que, no clube, foram trabalhados temas científicos associados à saúde e à higiene, os quais eram uma demanda identificada pelo corpo docente da instituição. No fim, houve uma repercussão extremamente positiva, implicando em mudanças de atitudes por parte dos discentes, observadas por docentes e pais, que enaltecem o trabalho realizado.

Nesta pesquisa, apresentamos a análise da intervenção desenvolvida com o 5º ano A, do turno vespertino, o qual contava com 21 estudantes, sendo 12 meninos e 9 meninas. Acerca da infraestrutura física, a escola deixa a desejar em alguns aspectos, como a falta de laboratório de ciências e de acessibilidade aos sujeitos com deficiência física. A estrutura básica de saneamento e de água atende bem a demanda. Além disso, as professoras regentes não se queixaram do número de alunos por turma. Em relação a alguns recursos multimídia, todas as salas possuíam uma televisão (modelo antigo) e a coordenação disponibiliza aparelhos de Datashow, o laboratório de informática conta com um bom número de máquinas, todas com acesso à internet, porém, fomos alertados sobre alguns problemas relacionados às impressões e às cópias, as quais, frequentemente, apresentavam estavam indisponíveis.

Margareth informou sobre a falta de recursos e de espaço físico, dificultando muito seu trabalho. Ela já havia financiado algumas atividades do Clube de Ciências, e, em outras, contava com a ajuda dos estudantes, quando podiam contribuir. É importante destacar que a escola se localiza em uma área bem abastada da capital, contudo, boa parte dos alunos é oriunda dos bairros periféricos.

2.3 A abordagem colaborativa como delineamento metodológico

Nogueira (2013) cita Hargreaves (1998) afirmando que a escola parece se manter distante da atual tendência de globalização profissional, a qual permeia diversos contextos da sociedade, em que as práticas individuais e

⁵ É uma avaliação para diagnóstico, em larga escala, desenvolvidas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep/MEC). Ela têm o objetivo de avaliar a qualidade do ensino oferecido pelo sistema educacional brasileiro a partir de testes padronizados e questionários socioeconômicos. Fonte: <<http://portal.mec.gov.br/prova-brasil>>. Acesso em 11/10/2017.

solitárias são substituídas por práticas colaborativas, as quais visam a atingir um objetivo comum. Fullan e Hargreaves (2000) sugerem que a individualidade no trabalho docente está atrelada a fatores, como: arquitetura das escolas, estrutura dos horários, sobrecarga de trabalho e a própria história da profissão docente.

Mesmo em momentos nos quais os professores se encontram reunidos, como em conselhos de classe e planejamento de área, não é comum haver espaço destinado à reflexão de práticas e transformações. Esses períodos acabam sendo utilizados para à realização de atividades burocráticas e à resolução de problemas emergenciais (MARTINS, 2002).

Em oposição a isso, as práticas colaborativas possibilitam a troca de experiências e, conseqüentemente, potencializam aprendizagens. Nono e Mizukami (2001) reforçam a importância da troca de experiências entre professores, afirmando que, por meio dela, pode haver o desenvolvimento da destreza na análise crítica, da solução de problemas e da tomada de decisões. Inclusive, Damiani (2008) aponta para alguns estudos⁶ com foco nos benefícios do trabalho docente colaborativo.

Nogueira (2013) dialoga com Fullan e Hargreaves (2001), afirmando que as culturas colaborativas promovem ambientes profissionais mais satisfatórios e produtivos, refletindo em um aumento do sucesso dos alunos. Elas também ajudam a capacitar os professores e a reduzir as incertezas de suas práticas, que, de outro modo, seriam enfrentadas em isolamento.

Contudo, o trabalho colaborativo não é algo trivial, pois exige tempo e o rompimento de barreiras. Há também fatores institucionais que fogem do alcance dos professores, o que corrobora com a importância das políticas públicas voltadas à promoção de práticas dessa natureza.

Aliás, é importante ressaltar a diferença entre cooperação e colaboração, os quais são, muitas vezes, entendidos como sinônimos. Cooperar é derivado da palavra “operare”, que, em latim, significa operar, executar. Colaborar vem de “collaborāre”, o qual “laborāre” significa trabalhar, mais o prefixo “co”, o qual representa junto de, em companhia de. Associando-os, o sentido é de desenvolver atividades em parceria, tendo em vista um certo fim⁷. Na cooperação, ocorre ajuda mútua na execução de tarefas, porém, não necessariamente há diálogo por parte do grupo na elaboração das mesmas. Já na colaboração, os membros do grupo trabalham em conjunto em todos os momentos, direta, ou indiretamente, a liderança é compartilhada, há corresponsabilidade e tendência a não-hierarquização.

Nessa perspectiva, é válido demarcar que, ao dividir os estudantes em grupos para a realização de tarefas, não estamos necessariamente promovendo trabalho colaborativo. A relação entre atividade em grupo e colaboração não é de causa e efeito. Carvalho (2013) alerta que, em muitas ocasiões, o trabalho em grupo se torna uma somatória de trabalhos individuais.

⁶ Passos (1999), Magalhães e Celani (2000), Dickel, Colussi, Bragagnolo e Andreolla (2002), Detsch e Gonçalves (2002) e Silva (2002).

⁷ Cf. em <https://origemdapalavra.com.br/site/palavras/colaborar/>: Acesso em 19 de fevereiro de 2018

Assim, a mediação exercida pelo professor será o principal agente potencializador do trabalho colaborativo, pois, ao adotar uma postura que permita interações discursivas e trocas verbais, o docente estará sinalizando para os alunos que, ali, todas as vozes têm espaço e podem dialogar e se complementar, exemplificando e ratificando a postura que ele almeja para os aprendizes. Até mesmo a forma como a sala é organizada pode influenciar esse processo: ao dispor os alunos, por exemplo, em semicírculo, eles podem ver uns aos outros com clareza e interagir mais facilmente, de modo que, com a mediação adequada, a colaboração entre eles pode surgir na complementação das falas e na apropriação de ideias.

Em relação a isso, a formação continuada pode se constituir por meio do trabalho colaborativo docente, proporcionando momentos de socialização de conhecimentos, reflexão sobre as práticas e a formação de identidade grupal. Lacerda (2002) atesta que as diferenças entre as formações organizadas por professores em conjunto e as disponibilizadas por órgãos administrativos. Para essa autora, formações ofertadas por meio de cursos preestabelecidos por agentes externos à escola são pouco efetivas, visto que, normalmente, são estruturadas apenas para transmissão de informação, sem considerar os docentes como fontes de conhecimento.

Damiani (2008) cita Rausch e Schlindwein (2001), reconhecem a necessidade de os professores teorizarem sobre suas práticas para que possam ressignificá-las, e ainda afirmam que esse movimento não se efetiva somente em seminários, palestras, ou treinamentos, mas sim muitos mais quando os docentes podem refletir coletivamente e criticamente em formações continuadas. Elas destacam a necessidade de se promover estratégias coletivas, dinâmicas e processuais no espaço escolar, a fim de que os professores possam compartilhar suas experiências, debater pontos de vista e negociar significados, de modo que haja estímulo ao comprometimento com a prática pedagógica.

Outro importante momento no qual o trabalho colaborativo pode se constituir é no estágio supervisionado, componente obrigatória nos cursos de licenciatura. Esse não deve ser entendido como uma atividade burocrática para o prosseguimento do curso, tampouco se limitar a simples observação, preenchimento de fichas e regência sem objetivos definidos de investigação e aprendizado. Tardif e Lessard (2005) ressaltam a importância da experiência do estágio, afirmando que ele possibilita a incorporação de aspectos sociais e profissionais.

[...] viver uma situação profissional como um revés ou um sucesso não é apenas uma experiência pessoal. Trata-se também de uma experiência social, na medida em que o revés e o sucesso de uma ação são igualmente categorias sociais através das quais um grupo define uma ordem de valores e méritos atribuídos à ação (TARDIF; LESSARD, 2005, p. 53).

Portanto, o trabalho colaborativo é um dos pilares desta pesquisa. A licenciatura em física só permite a atuação no ensino médio, o que me levou a articular o trabalho com Margareth, professora de ciências do ensino fundamental, a qual, habitualmente, recebe alunos da licenciatura em biologia para realização de estágio supervisionado na escola em que atua. O período no qual a intervenção seria aplicada coincidia com a realização do estágio de

Jhennyfer, o que possibilitou sua colaboração na intervenção. O caráter interdisciplinar (principalmente entre a física e a biologia) do tema interação radiação – corpo humano embasou nossa articulação, a qual foi complementada com o pedido de Margareth de que a intervenção fosse realizada também no quinto ano do ensino fundamental, etapa da escolarização que a disciplina de ciências é regida pela professora Rosemary, graduada em pedagogia. Mesmo não ministrando aulas regulares para essa turma, Margareth já trabalhara com ela em um Clube de Ciências que se reunia no contra turno.

Jhennyfer participou ativamente de todas as etapas da intervenção, desde o planejamento prévio até sua realização. Ela revisou os textos de leitura complementar e participou de sua validação, analisando os conteúdos biológicos, linguagem, tamanho e estrutura. Também colaborou na construção das atividades, sugerindo, validando e conduzindo as aulas em diversos momentos, já que seu estágio supervisionado envolvia observação e regência. Margareth também se integrou ao processo de validação da SEI, e, durante a intervenção, fez contribuições no planejamento e no desenvolvimento das atividades, bem como Rosemary. Desta forma, a dimensão colaborativa desta pesquisa será discutida na subseção 3.4 do capítulo 3 (p. 105).

2.4 A Sequência de Ensino Investigativa

Esta pesquisa envolveu a elaboração de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) baseada em Carvalho (2013). A pesquisadora caracteriza uma SEI como:

[...] sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada uma das atividades é planejada, sob o ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciarem novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e tendo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (CARVALHO, 2013, p. 7).

Carvalho (2013) também revela algumas atividades fundamentais para que uma SEI possa atingir seus objetivos. São elas iniciar com um problema contextualizado, seguido de uma atividade de sistematização do conhecimento, preferencialmente, envolvendo leitura. Depois, uma atividade que permita ao aluno contextualizar o conhecimento construído e, por fim, uma avaliação. A autora também destaca que determinados temas podem exigir vários ciclos de atividades, dependendo de seu grau de complexidade.

A contextualização dos conteúdos assume um papel importante em uma SEI. Ela pode ocorrer por meio de textos, de discussões, ou de qualquer outra atividade que aborde aplicações interessantes do que foi estudado. A contextualização deve permitir um aprofundamento do estudo, possibilitando a correlação de novos conceitos a serem introduzidos em outras sequências (CARVALHO, 2013).

As atividades de uma SEI também precisam ser avaliadas, e a construção, ou a escolha da forma dessa avaliação é muito importante. Carvalho (2013) sugere que essa tenha caráter formativo, ou seja, deve permitir que professor e alunos verifiquem se os objetivos foram alcançados. Isso possibilita que esses se autoavaliem, desde que orientados de maneira adequada, de modo que possam reconhecer seus avanços e aspectos os quais precisam melhorar.

Os objetivos de ensino da SEI realizada nesta pesquisa foram estruturados em conceituais, procedimentais e atitudinais, logo, a avaliação precisa contemplar essas três dimensões. Avaliar os conteúdos conceituais é um hábito para os professores, ao contrário dos conteúdos procedimentais e atitudinais. Uma forma que encontramos para avaliar a aprendizagem dos conteúdos procedimentais é analisar a maneira pela qual os estudantes descrevem as ações feitas e observadas, como relacionam causa e efeito e de que forma explicam o fenômeno estudado. Além disso, pode-se buscar momentos em que eles elaboram, testam, registram e socializam hipóteses, constroem sínteses e estruturam ideias. Nos relatos, foi possível observar textos e/ou desenhos nos quais os alunos evidenciam as ações realizadas, a correlação entre elas e o problema investigado.

A avaliação dos conteúdos atitudinais está relacionada ao comportamento dos estudantes, por exemplo, ao esperar a vez para falar, prestar atenção na fala dos colegas, respeitar a diferença de ideias e pensamentos e ter uma postura crítica perante as situações-problema apresentadas. Nos relatos, buscamos o uso de verbos que indicam ação no plural e desenhos que representem ações coletivas.

Quando na etapa da resolução do problema em pequenos grupos, observando os alunos, se estes colaboram entre si na busca da solução do problema eles apresentam comportamento que indica uma aprendizagem atitudinal e se eles discutem buscando ideias que servirão de hipóteses e as testam isto indica uma aprendizagem processual do grupo. É preciso ver quem não participa nem em termos de atitude nem em termos de processo. Esta avaliação deve ser feita sempre que os grupos trabalharem. É esse o papel do professor nesta etapa da aula. (CARVALHO, 2013, p. 14).

Desta forma, todo esse processo de avaliação exige mudança na postura do professor, o que não é algo trivial, dado que, comumente, as avaliações contemplam apenas conteúdos conceituais, quase sempre através de provas escritas tradicionais. O docente precisa se atentar às ações e aos resultados obtidos pela turma durante a realização das atividades, além de observar e registrar o que julgar pertinente, a fim de obter dados os quais permitam a análise e a reflexão sobre a SEI desenvolvida.

2.4.1 A construção das situações-problema

Toda atividade investigativa deve iniciar com um problema. Sua elaboração é uma das tarefas mais árduas da abordagem, pois ele deve ser adequado ao nível da turma, instigante e permitir discussões, não produzindo

apenas uma resposta direta. Assim, utilizamos três tipos de problemas nas atividades da nossa intervenção:

- A. Problemas experimentais: é o tipo mais comum e que gera maior envolvimento dos alunos. Nele, o material didático deve proporcionar que os estudantes variem suas ações e observem as alterações ocorridas, pois são esses momentos em que eles propiciam a estruturação intelectual. Essa abordagem, normalmente, envolve etapas, como: a distribuição de material e proposição do problema; a resolução por parte dos alunos; a sistematização dos conhecimentos elaborados pelos grupos; e escrever e desenhar (CARVALHO, 2013). Nas aulas “Arte UV” e “Células Mtantes”, foram utilizados problemas dessa natureza;
- B. Demonstração investigativa: são problemas experimentais em que o professor realiza as ações, pois os materiais oferecem algum tipo de risco aos alunos (uso de objetos cortantes, fogareiro etc.). Nela, as etapas de desenvolvimento são semelhantes às dos problemas experimentais, exceto que, como o docente será o responsável por agir sobre os materiais, é necessário que ele tenha um maior controle, com o intuito de que não solucione o problema antes das proposições dos estudantes (CARVALHO, 2013). Nas aulas “A Luz negra” e “De olho na RUV”, foram utilizados esse tipo de problema;
- C. Problemas não experimentais: são problemas teóricos, restritos a operações intelectuais. Eles podem ser considerados mais difíceis que os outros, por não possuir uma natureza manipulativa. Em virtude disso, exigem maior cuidado na mediação por parte do professor (CARVALHO, 2013). Na aula “Onde tem RUV?”, foi utilizado esse tipo de problema.

2.4.2 Estimativas para o câncer de pele

Apresentamos, nesta subseção, algumas estimativas feitas pelo INCA (Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva) acerca do câncer de pele, as quais influenciaram nossa escolha sobre o tema a ser abordado nesta pesquisa. De acordo com as estimativas de 2016 do instituto, para o Brasil, esperam-se 80.850 novos casos de câncer de pele não melanoma nos homens e 94.910 nas mulheres. Isso representa um risco estimado de 81,66 novas ocorrências a cada 100 mil homens e 91,98 para cada 100 mil mulheres (ESTIMATIVAS, 2016). O câncer de pele não melanoma é o mais incidente nas regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste, e o segundo nas regiões Norte e Nordeste, conforme as estimativas de 2016 do instituto supracitado. É importante ressaltar que é provável que exista um subregistro desse tipo de câncer em função do subdiagnóstico, podendo, assim, subestimar as taxas de incidência e os números esperados de novos casos (ESTIMATIVAS, 2016).

Quanto ao melanoma, sua incidência é baixa, sendo 3 mil novos casos em homens e 2.670 novos casos para mulheres, porém, sua letalidade é bastante elevada (ESTIMATIVAS, 2016). As estatísticas de 2016 do INCA

apontam que as maiores estimativas para homens e mulheres no Brasil se encontram na região Sul.

Sobre as causas ligadas ao desenvolvimento de câncer de pele, aproximadamente 80% dos casos estão associados à exposição à radiação ultravioleta solar, principalmente em pessoas de pele sensível, ou seja, que se queimam com facilidade, pele clara e pele com múltiplas sardas (ESTIMATIVAS, 2016). Já indivíduos de pele escura possuem menor risco de apresentar essa doença. O prognóstico desse câncer é considerado bom, se os tumores forem diagnosticados e tratados, de forma adequada, em sua fase inicial. Caso sejam detectados em fases mais avançadas, principalmente com a presença de metástases, eles apresentam piores prognósticos (ESTIMATIVAS, 2016). Esses dados corroboram com a necessidade de promover ações de enfrentamento a essa doença, como:

Educação em saúde em todos os níveis da sociedade; promoção e prevenção orientadas a indivíduos e grupos (não esquecendo da ênfase em ambientes de trabalho e nas escolas); geração de opinião pública; apoio e estímulo à formulação de leis que permitam monitorar a ocorrência de casos. Para que essas ações sejam bem-sucedidas, será necessário ter como base as propostas em informações oportunas e de qualidade (consolidadas, atualizadas e representativas) e análises epidemiológicas a partir dos sistemas de informação e vigilância disponíveis (ESTIMATIVAS, 2012, p. 27).

É comum vermos durante o verão campanhas de conscientização sobre os riscos da exposição prolongada ao Sol, mas é importante ressaltar o caráter cumulativo e da posição geográfica, que, no caso do Brasil, exigem cuidados durante todo ano.

Pesquisas mostram que há forte correlação entre o câncer de pele e exposição à radiação ultravioleta solar, principalmente se ela ocorrer desde a infância. Apesar de informações a respeito serem veiculadas toda vez que um novo verão se inicia, cada dia há mais pessoas se expondo exageradamente ao sol sem proteção adequada, ou mesmo em câmaras artificiais de bronzeamento, uma vez que a pele bronzeada é considerada padrão de beleza e de saúde em muitos países (OKUNO; VILELA, 2005, prólogo).

A necessidade de atingir toda a população torna a tarefa de conscientização ainda mais complexa, uma vez que é comum ver, em alguns trabalhos braçais, pessoas expostas ao Sol por longas horas sem proteção, bem como no Verão, no qual se verifica um grande público que passa horas nas praias.

Além do entendimento científico sobre de que forma a interação RUV – corpo humano pode contribuir para o surgimento do câncer de pele, existe também uma questão social atrelada a esse tema, a qual diz respeito ao posicionamento dos cidadãos sobre a prevenção do câncer, que passa pela exposição ao Sol de maneira consciente e a adoção de medidas protetivas. Na intervenção realizada, procuramos contemplar as dimensões sociais e científicas do tema interação RUV – corpo humano, sendo que essa discussão se encontra na seção 3.3 do capítulo 3 (p. 87).

2.5 Validação da SEI

A SEI desenvolvida nesta pesquisa foi submetida a processos de validação, os quais buscaram avaliar suas potencialidades do caráter investigativo de suas atividades. Com base em Guimarães e Giordan (2011), foi utilizado o processo de análise prévia, o qual fundamenta teoricamente a elaboração da sequência em uma perspectiva sociocultural. Nela, foi possível formular as hipóteses que nortearam a formação e validação da SEI.

Houve o processo de validação por pares, realizado durante o seminário: formação de educadores em ciências em contextos escolares e não escolares, no segundo semestre do ano de 2016, contando com professores mestrandos em educação, com a formação em licenciatura em física e em biologia. Foram feitos apontamentos a respeito do número de atividades em cada aula, do tempo de duração de cada momento e das propostas de avaliação. Essa etapa priorizou o olhar profissional dos avaliadores, em que se almejou melhorias e adaptações na sequência de ensino, na perspectiva conceitual e práticas educativas, a partir do conhecimento teórico e prático dos sujeitos envolvidos.

A SEI também foi validada por Jhennyfer, a qual contribuiu com olhar mais cuidadoso voltado à maneira pela qual os conceitos biológicos foram introduzidos na sequência de ensino. Ela fez apontamentos em relação à linguagem e ao tamanho dos textos utilizados como leitura complementar, além de participar ativamente na elaboração e realização das atividades investigativas 4 e 5 da SEI (ver quadro 2, p. 52), as quais possuem um viés biológico bem marcante. O fato da sequência abordar um tema interdisciplinar reforça a necessidade da análise conjunta com uma professora especialista na área.

Ao iniciar o planejamento e construção da intervenção, vislumbrávamos seu desenvolvimento apenas com turmas de nono ano do ensino fundamental. Portanto, as validações descritas anteriormente foram norteadas por esse pensamento. Todavia, ao chegarmos à escola, Margareth solicitou que aplicássemos também ao quinto ano. A partir disso, iniciou-se um processo de adaptação da SEI, a qual foi retextualizada a partir das análises das professoras Margareth e Rosemary, as quais acrescentaram, principalmente, com suas ricas experiências no trabalho com anos iniciais, fazendo apontamentos relativos à linguagem, às contextualizações, aos exemplos e à condução das atividades durante o projeto. Elas também sinalizaram para algumas peculiaridades da turma, as quais foram fundamentais para o desenvolvimento da intervenção. Optamos por não utilizar os textos de apoio com o quinto ano, em virtude da falta de tempo para sua reelaboração e também pela falta de suporte da escola em relação às cópias e à distribuição. Logo, mesmo não os tendo aplicados ao quinto ano, mantê-los-emos no apêndice III desta pesquisa e no produto, pois acreditamos que eles possam ser úteis como material de suporte aos professores generalistas e também para servirem de base para reelaborações, caso o docente assim deseje.

É importante demarcar que não estabelecemos nenhum pré-requisito em relação à implementação das atividades da SEI, pois, como estamos lidando com uma questão de saúde pública, existe a necessidade de alertar

toda a população, e entendemos que a exigência de determinados conhecimentos prévios poderia retardar a realização da intervenção. Destacamos também que não nos propusemos a ensinar conceitos de ondulatória, ou de histologia. A transversalidade do tema interação radiação – corpo humano implica em discussões que envolvem esses e outros conceitos oriundos de diferentes campos do conhecimento, como física, química e biologia. Entendemos que o professor pode aprofundar as discussões que julgar pertinente na respectiva etapa escolar em que esteja realizando a intervenção, de modo que eles possam contribuir com o verdadeiro objetivo da referida sequência, a qual envolve o entendimento da formação do câncer de pele por exposição prolongada ao Sol.

Nas validações submetidas, buscamos analisar a elaboração das atividades, suas especificidades e dificuldades de realização em sala de aula, bem como a relação entre os objetivos almejados e objetivos possíveis. Como apontado por Guimarães e Giordan (2011), a SEI foi avaliada considerando a realidade social e cognitiva do público alvo. Esse processo de validação permitiu dimensionar e analisar o número de aulas e a qualidade das atividades propostas em termos linguísticos e conceituais para estruturar a abordagem do tema interdisciplinar.

Zabala (1998) afirma que avaliar as sequências elaboradas é um passo natural e importante do planejamento de ensino. Além disso, destaca que é durante a aplicação delas que ocorrem efetivamente as ações do processo de ensino-aprendizagem.

O planejamento e a avaliação dos processos educacionais são uma parte inseparável da atuação docente, já que o que acontece nas aulas, a própria intervenção pedagógica, nunca pode ser entendida sem uma análise que leve em conta as intenções, as previsões, as expectativas e a avaliação dos resultados (Zabala, 1998, p. 17).

A análise da aplicação da sequência é de fundamental importância para a melhora de sua estrutura, além de fornecer dados concretos que permitem a reflexão e reelaboração das estratégias e das metodologias. Consoante com Zanon e Freitas (2007), esse processo possibilita a produção de significados no ensino de ciências.

2.6 A estrutura da intervenção e os procedimentos de produção e análises de dados

Normalmente, fenômenos relacionados à ondulatória são estudados na 2ª série do ensino médio e os relacionados ao espectro eletromagnético são destinados à 3ª série. Surge, aí, o primeiro momento de reflexão e de adaptação para a abordagem. O enfoque CTS nos respalda em relação ao rompimento da linearidade dos conteúdos, o qual contradiz a ideia da impossibilidade de se aprender um assunto sem ter estudado seu antecessor (KLEIN, 2001).

O segundo momento de reflexão veio da análise dos conteúdos e das estratégias comumente utilizadas no ensino de ciências da natureza nos anos iniciais. Normalmente, os professores dão menos ênfase aos conteúdos ligados

à área de ciências, os quais apresentam certo receio, devido à falta de domínio conceitual. Por causa desse fato, optam por conteúdos relacionados à saúde, à higiene e à alimentação, os quais eles possuem maior afinidade (SILVA, 2003).

Sobre isso, ao trazer a proposta do ensino por investigação, buscamos promover um ambiente no qual docentes e estudantes colaborem mutuamente com a construção do conhecimento. Concordante com Sá e outros (2007), nessa abordagem, o professor deixa de ser o único fornecedor de conhecimentos, ao passo que os alunos assumem um papel mais ativo, deixando de serem apenas receptores de informações. Isso retira o foco puramente conceitual da aula, compartilhando responsabilidades entre todos os sujeitos do espaço escolar, o que pode contribuir para o rompimento com o receio em trabalhar conteúdos relacionados às ciências da natureza, devido à falta de formação específica. A partir disso, foi construída a Sequência de Ensino Investigativa (SEI), a qual será o produto final deste trabalho, podendo ser encontrada na íntegra no apêndice III. Um breve resumo das atividades é apresentado no quadro 2.

A intervenção foi desenvolvida em nove aulas, sendo cinco delas de atividades investigativas. Em duas, optamos pela demonstração investigativa (CARVALHO, 2013), uma em virtude da quantidade de material disponível e outra por envolver o uso de bisturi, o qual oferece risco, se manipulado de maneira incorreta. Todas as atividades foram construídas, a fim de que se criasse um ambiente investigativo, iniciando com um problema que levassem os alunos a questionar e a refletir sobre ele, elaborar e testar hipóteses, permitindo a formulação de evidências, para, enfim, explicar e comunicar seus resultados. O planejamento também contemplou a estruturação de objetivos educacionais de dimensões conceitual, procedimental e atitudinal. Em quatro das cinco aulas realizadas, foram feitos registros em áudio e vídeo. Somente em uma das atividades houve apenas o registro sonoro. Isso ocorreu, por causa de uma eventual dificuldade no apoio operacional.

Quadro 2: quadro-resumo das atividades da Sequência de ensino Investigativa.

	Formato (tipo)	Material curricular	Objetivos conceituais de aprendizado	Objetivos procedimentais de aprendizagem	Objetivos Atitudinais de aprendizagem	Duração
Atividade 1 – A luz negra	Demonstração investigativa	Braço de manequim (pintado com tinta fluorescente), lâmpada de luz negra, protetor solar, bronzeador e hidratante.	C1: compreender a interação entre a radiação ultravioleta e os diferentes produtos de proteção; C2: Entender o que é o fator de proteção.	Construir modelos explicativos; Elaborar hipóteses; Testar hipóteses; Produzir textos/desenhos.	Dialogar e respeitar as diferenças de ideias e pensamentos; Desenvolver um posicionamento crítico e investigativo perante a situação-problema.	1 aula
Atividade 2 – Arte UV	Problema experimental	Miçangas sensíveis a RUV, canetas laser.	C1: Compreender a dissociação da radiação ultravioleta com a luz visível e infravermelho.	Desenvolver modelos explicativos; Elaborar hipóteses; Testar hipóteses; Produzir textos/desenho; Contextualizar situações.	Dialogar e respeitar as diferenças de ideias e pensamentos; Desenvolver um posicionamento crítico e investigativo perante a situação-problema.	1 aula

Atividade 3 – Onde tem RUV?	Problema não-experimental	Projeção estática	C1: Entender os fatores naturais que influenciam na incidência de radiação ultravioleta.	Construir modelos explicativos; Elaborar hipóteses; Testar hipóteses; Contextualizar situações.	Dialogar e respeitar as diferenças de ideias e pensamentos; Desenvolver um posicionamento crítico e investigativo perante a situação-problema.	1 aula
Atividade 4 – Células mutantes	Problema experimental	Microscópio, lâminas com células expostas e não expostas.	C1: Entender as alterações na célula causadas pela exposição à RUV; C2: Compreender a interação microscópica entre a RUV e as células.	Construir modelos explicativos; Elaborar hipóteses; Testar hipóteses; Produzir textos/desenhos.	Dialogar e respeitar as diferenças de ideias e pensamentos; Desenvolver um posicionamento crítico e investigativo perante a situação-problema.	1 aula
Atividade 5 – De olho na RUV	Demonstração investigativa	Olho de boi, óculos escuros, ferramentas para dissecação.	C1: Compreender o olho humano como um instrumento óptico complexo; C2: entender a correlação entre a estrutura do olho de boi com a do olho humano; C3: Entender as estruturas afetadas nos mais comuns problemas de visão relacionados à RUV.	Desenvolver modelos explicativos; Construir sínteses; Fazer generalizações para outros contextos; Elaborar texto e desenho.	Dialogar e respeitar as diferenças de ideias e pensamentos; Desenvolver um posicionamento crítico e investigativo perante a situação-problema.	1 aula

Fonte: o autor.

Vários materiais curriculares foram utilizados como recursos educacionais (ZABALA, 1998). São eles: textos impressos, microscópio, miçangas sensíveis à radiação ultravioleta, protetor solar, caneta laser, dentre outros. É apresentada, a seguir, a descrição de duas atividades que compõe a SEI em questão.

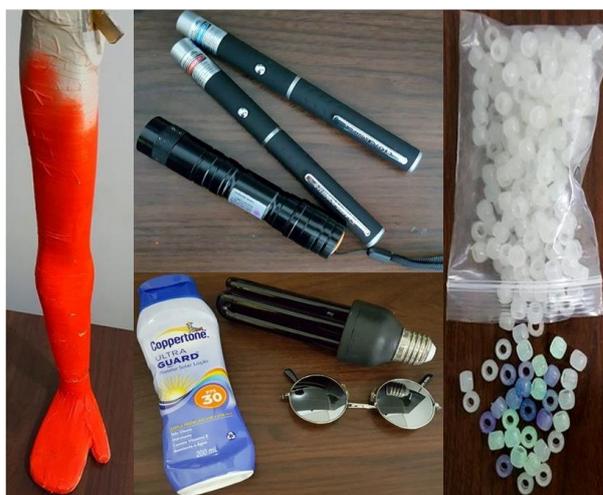


Figura 5: alguns dos materiais utilizados nas aulas da sequência de ensino investigativa. Fonte: o autor.

A aula “De olho na RUV” aborda o tema interação radiação ultravioleta–olho humano. Ela foi iniciada com a problematização: existe risco ao usar óculos de sol alternativo (“camelô”)? Após a discussão inicial, utilizamos um laser roxo, miçangas e dois óculos (um original e um alternativo) para analisar como eles interagem com a radiação ultravioleta. Logo após isso, houve uma discussão pós-atividade, e, em seguida, foi realizada uma demonstração investigativa de dissecação do olho de boi. A partir desse procedimento, os alunos tiveram a chance de ver estruturas internas do olho, como córnea, cristalino, humor vítreo, humor aquoso e fundo do olho, além de estabelecer uma comparação com o olho humano. Depois de apresentarmos as estruturas do olho e suas funções, realizamos discussões, a fim de compreender de que forma esse órgão pode ser afetado pela radiação ultravioleta e quais de suas estruturas estão envolvidas com as mais comuns doenças relacionadas à RUV, como a Catarata, a Ceratoconjuntivite e o Pterígio. Com isso, buscamos que os alunos construíssem uma base, com o intuito de se posicionarem em relação à problematização inicial da aula. Como atividade avaliativa, sugerimos a produção de texto e de desenho. Para essa aula, os objetivos educacionais foram: 1) conceituais: compreender o olho humano tal qual um instrumento óptico complexo; entender a correlação entre a estrutura do olho de boi com a do humano; e entender as estruturas afetadas nos mais comuns problemas de visão relacionados à RUV. 2) procedimentais: desenvolver modelos explicativos; construir sínteses; fazer generalizações para outros contextos; elaborar texto e desenho; e 3) atitudinais: dialogar e respeitar as diferenças de ideias e pensamentos; e desenvolver um posicionamento crítico e investigativo perante a situação-problema.



Figura 6: alunos durante a realização da aula “Radiação e os olhos”. Fonte: o autor.

A aula “Arte UV” foi iniciada com o seguinte problema: é possível se proteger da radiação ultravioleta sem aparatos, como boné, protetor solar e óculos? O intuito foi instigar a discussão sobre algumas concepções alternativas, tais quais: estar na sombra significa estar protegido da RUV?;

mergulhar na água te protege da RUV?; e, em dias nublados, a RUV não chega até nós? Após essa etapa inicial, os alunos receberam miçangas que mudam de cor na presença de raios ultravioleta. Eles investigaram lugares⁸ e situações nas quais acreditavam estarem imunes ao RUV. Após a atividade, eles regressaram à sala para a discussão e sistematização. Como avaliação, sugerimos a produção de texto e de desenho contando o que fizeram. Para essa aula, os objetivos educacionais foram: 1) conceitual: compreender a dissociação da radiação ultravioleta com a luz visível e infravermelho; 2) procedimental: elaborar hipóteses; testar hipóteses; desenvolver modelos explicativos; fazer generalizações para outros contextos; e produzir texto/desenho; e 3) atitudinal: dialogar e respeitar as diferenças de ideias e pensamentos e; buscar o diálogo entre os estudantes, respeitando as diferenças.



Figura 7: alunos durante a realização da aula “Arte UV”. Fonte: o autor.

Todas as atividades foram realizadas inteiramente em sala de aula, exceto a aula “Arte UV”, a qual, em dado momento, os estudantes foram conduzidos pelos professores para a entrada da escola. Em sala, procuramos sempre os dispor em semicírculo nos momentos de discussões. Eles erguiam a mão para falar e todos eram ouvidos pacientemente. Durante as explicações causais dadas por eles, sempre instigávamos com mais perguntas, a fim de incentivar o avanço no conhecimento, o poder de argumentação e obter mais detalhes das ações e pensamentos desenvolvidos (CARVALHO et al., 1998).

As aulas foram elaboradas com base nas etapas de ação e reflexão, conforme Carvalho e outros (1998):

- a. O professor propõe o problema;
- b. Agindo sobre os objetos para ver como eles reagem;
- c. Agindo sobre os objetos para obter o efeito desejado;
- d. Tomando consciência de como foi produzido o efeito desejado;
- e. Dando explicações causais;
- f. Escrevendo e desenhando; e
- g. Relacionando atividade e cotidiano.

⁸ Para essa, atividade foi necessário deslocar os estudantes para uma área externa a sala de aula.



Figura 8: alunos dispostos em semicírculo durante uma das aulas. Fonte: o autor.

O paradigma desta pesquisa é qualitativo e sua natureza é a pesquisa colaborativa baseada em anotações de um diário de bordo, registros em áudio e vídeo e de dados coletados ao longo da intervenção educacional. Foi solicitada a permissão dos responsáveis legais dos estudantes para a participação no projeto, sendo que o modelo do termo de consentimento livre e esclarecido se encontra no apêndice I. No apêndice II, incluímos um segundo modelo de termo de consentimento livre e esclarecido, reelaborado com linguagem mais acessível, pois muitos dos representantes legais dos alunos não concordaram com o termo do apêndice I, por não o compreender. Durante todo este trabalho, os sujeitos envolvidos tiveram suas identidades preservadas por meio do uso de nomes fictícios. Nessa mesma perspectiva, optamos por censurar seus rostos nas imagens, a fim de impossibilitar qualquer tipo de identificação.

A pesquisa qualitativa surge em contextos em que há mais interesse pela intensidade do que pela extensão dos temas. Ela lida com sujeito-objeto, e não com um simples objeto de análise, o que torna a comunicação implícita e explícita igualmente essenciais.

A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento. Os dados coletados são predominantemente descritivos. A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto. A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo. Os pesquisadores não se preocupam em buscar evidências que comprovem hipóteses definidas antes do início dos estudos. As abstrações formam-se ou se consolidam basicamente a partir de inspeção dos dados num processo de baixo para cima (LUDKE; ANDRÉ, 1986, p. 11-13).

Esta pesquisa tem, como fonte natural de dados, os eventos ocorridos no espaço escolar. Logo, as videografações e as produções dos estudantes assumem um papel essencial, pois elas permitiram a coleta de um grande volume de dados que embasaram a maior parte das análises realizadas.

[...]. O analista qualitativo observa tudo, o que é ou não dito: os gestos, o olhar, o balanço, o meneio do corpo, o vaivém das mãos, a cara de quem fala ou deixa de falar, porque tudo pode estar imbuído de sentido e expressar mais do que a própria fala, pois a comunicação humana é feita de sutilezas, não de grosserias. Por isso, é impossível reduzir o entrevistado a objeto (DEMO, 2012, p. 33).

Neste trabalho, a preocupação com o processo foi tão grande quanto com o produto, porque, ao mesmo tempo em que prezamos pela SEI e as interações socioculturais dos sujeitos da pesquisa, a aprendizagem sobre o tema sempre esteve em evidência.

Um tópico importantíssimo das pesquisas qualitativas é a questão da validade e fidedignidade dos resultados obtidos. Em relação a isso, Carvalho (2004) cita Erickson (1998) ratifica a importância de se reforçar a credibilidade deles a partir de dados oriundos de diferentes fontes. Nesta pesquisa, foram utilizadas para a coleta as seguintes ferramentas: videogravações, diário de campo, entrevistas com os docentes, desenhos e produções escritas dos estudantes. Essa gama de fontes possibilita diferentes visões do mesmo evento, potencializando as análises dos resultados e aumentando seu grau de confiabilidade.

Com a produção de um diário de campo, procuramos contemplar a dimensão reflexiva do trabalho desenvolvido e evidenciar dimensões do processo de ensino e aprendizagem, que, de certa forma, ajudaram-nos a compreender alguns sentidos atribuídos pelos estudantes em algumas atividades.

Essa ferramenta foi construída por meio de registros em áudio após cada aula, de forma que as impressões, as emoções e os fatos mais marcantes ocorridos em cada momento eram relatados, e, ao fim do turno, era feita uma análise geral por todos os professores desta pesquisa. Pretendemos sempre explicitar o que havia de implícito, bem como as sensações deixadas depois da aula realizada. Detalhes sobre as peculiaridades do trabalho colaborativo com três a quatro professores juntos na mesma sala surgiam, além de comentários sobre o engajamento de cada turma, a interação dos estudantes conosco e várias outras sutilezas que não eram captadas pelos dispositivos de gravação de áudio e de vídeo.

[...]. O diário também é utilizado para retratar os procedimentos de análise do material empírico, as reflexões dos pesquisadores e as decisões na condução da pesquisa; portanto ele evidencia os acontecimentos em pesquisa do delineamento inicial de cada estudo ao seu término (ARAÚJO et al., 2013, p. 54).

O diário procurou contemplar a dimensão descritiva, ou seja, ações, conversas observadas e procedimentos, além da dimensão reflexiva, isto é, preocupações, anseios, ideias e sentimentos. Ambas fornecem dados importantes sobre os eventos, porque o diário possui uma natureza intimista e subjetiva. Ao longo dos eventos descritos e analisados neste trabalho, não evidenciaremos situações específicas em que o diário de campo foi utilizado, visto que ele permeou muitos momentos da pesquisa, como as conversas com Margareth e Rosemary sobre as particularidades da escola e das turmas (subseção 2.2.1, p. 42); as reflexões pós-aulas (por exemplo, no episódio 1 da seção 3.4, p. 105); a opinião das professoras sobre o trabalho colaborativo (quadro 4, p. 111); além de praticamente todos os detalhes contidos nas análises do capítulo 3 (p. 64).

Este estudo teve como base uma intervenção elaborada para contemplar a dimensão do trabalho colaborativo entre diferentes sujeitos e a interdisciplinaridade a partir de uma demanda existente no contexto escolar. A

princípio, o papel dos pesquisadores vindos da universidade nesta pesquisa envolveu a inserção na realidade da escola e a compreensão dos modos pelos quais os sujeitos produziam conhecimento. Após a integração com as professoras regentes da turma, buscamos, por meio do trabalho colaborativo, a criação de um ambiente que permitisse a reflexão coletiva, a problematização, análise e compreensão das práticas realizadas, a fim de produzir saberes os quais pudessem nortear um processo de mudança na cultura escolar, e, com isso, potencializar o crescimento pessoal e profissional, incentivando as ações coletivas e democráticas (PIMENTA, 2005).

Como almejamos indícios de apropriação do conhecimento científico, os dados coletados naturalmente devem ser oriundos das atividades produzidas pelos estudantes. Em relação a isso, os registros em áudio e em vídeo são de fundamental importância, pois permitem analisar detalhadamente o grande volume de dados gerado nas discussões, o qual é essencial nas práticas investigativas. Inclusive, são nesses momentos que esses indícios de apropriação são mais evidentes. Segundo Carvalho (2004, p. 3), as videografações:

[Têm] se mostrado altamente produtiva quer nas pesquisas em que o enfoque é o professor quer nas investigações que procuram entender como os alunos constroem os conhecimentos científicos durante as aulas.

Os vídeos mostram detalhes do processo de ensino-aprendizagem os quais são tênues demais para serem notados durante a aula, e, quando articulados com os registros feitos por alunos e professores, possibilitam uma maior compreensão e validação dos dados produzidos. Uma mesma gravação pode ser analisada diversas vezes e vista pelo olhar de vários especialistas, permitindo que ela sirva como fonte de dados para mais de uma investigação, dentro de seu referencial teórico.

Ao examiná-las, devemos procurar o que Carvalho e outros (1993) denominam de “episódios de ensino”, os quais consistem em momentos específicos de uma aula em que uma situação que se deseja investigar é explicitada

Essas situações, que se relacionam com as perguntas do pesquisador, pode ser, por exemplo, a participação dos alunos, levantando de hipóteses durante a resolução de um problema experimental, a argumentação que aparece em um debate entre professor e alunos, os tipos de perguntas que os professores fazem para seus alunos, as sequências das explicações dos alunos durante uma experiência, a discussões dos alunos após a leitura de um texto de história das ciências, etc. (CARVALHO, 2004, p. 9).

É importante destacar que os eventos de uma sala de aula não ocorrem de maneira linear. O processo de tomada de consciência e de construção do conhecimento envolve idas e vindas a partir de diferentes interações. Logo, um episódio de ensino não precisa ser necessariamente contínuo, ou seja, ele pode ser interrompido e retomado em outro momento. Nesse caso, cabe ao pesquisador construir o episódio a partir desses diferentes momentos, como se fosse à montagem de um filme em que as cenas se encaixam, de modo que os diálogos ganhem sentido.

As transcrições fiéis das falas em cada episódio das videograções são essenciais para a análise, pois exaltam detalhes da linguagem verbal e não verbal que podem passar despercebidos. As transcrições possibilitam a preservação da entonação, das pausas e do humor, além de permitirem que outras pessoas acessem as falas analisadas, o que corrobora com a fidedignidade dos resultados obtidos.

Apoiados em Carvalho e outros (1998), solicitamos que os alunos elaborassem relatos⁹ contendo desenhos e/ou textos, os quais contam o que fizeram e explicando o porquê. Isso possibilita aos estudantes mais uma oportunidade de refletir sobre o trabalho desenvolvido e sistematizar o conhecimento construído. Esses autores ainda ressaltam que o professor não deve sugerir nenhum tipo de padronização para os relatos, deixando o discente livre para se expressar e destacar os pontos que julgue pertinentes em relação à atividade realizada.

Quando os alunos estão livres para escrever, fazem-no de maneira bastante criativa e chegam a surpreender seus professores. No entanto, o professor não deve esperar que relatem tudo o que aconteceu, pois eles se detêm nos aspectos que mais chamaram a sua atenção (CARVALHO et al., 1998, p.43).

De acordo com Lima, Carvalho e Gonçalves (1998), Vygotsky entendia que o desenho e a escrita são expressões de linguagem originadas na fala, e que a criança utiliza o recurso gráfico, quando não sente confiança na escrita para descrever seu pensamento. Lima e Carvalho (2003) citam Ferreira (1998), afirmando que os desenhos das crianças representam aquilo que sabem, ou interpretam sobre determinado objeto, e que elas o utilizam, com o intuito de significar seu pensamento, imaginação e conhecimento, estabelecendo, assim, um modo simbólico de expressar suas ideias.

Com base no importante papel da linguagem na formação e na construção do conhecimento, solicitamos aos estudantes que produzissem relatos. A produção individual desses possibilita conhecer o que foi mais marcante na atividade para cada um dos alunos, além de estimular o desenvolvimento da linguagem e escrita. Carvalho e outros (1998) ressaltam que essas produções proporcionam ao professor um retorno de suas aulas e da compreensão dos estudantes, mesmo que não haja explicações completas, ou até mesmo explicação alguma, isso não significa que não houve compreensão. Sobre isso, vale frisar que pode haver uma grande variedade de tipos e de estilos de relatos: alguns bem completos com desenho e texto, outros podem apresentar somente texto (curtos, ou não) e outros apenas desenhos.

Ao analisar os relatos, buscamos entender os sentidos atribuídos pelos estudantes aos conceitos abordados, bem como as explicações causais dos fenômenos envolvidos nas atividades realizadas, a fim de entender o processo de construção do conhecimento. Nossa análise também contemplou outros aspectos relacionados à aprendizagem, como: criatividade, linguagem utilizada (escrita e gráfica), capacidade de articulação e aspecto afetivo relacionado ao envolvimento com a intervenção desenvolvida.

⁹ Usaremos esse termo para nos referir às produções escritas, desenhos e falas/diálogos.

Portanto, as dimensões procedimentais e atitudinais serão investigadas nos relatos produzidos e analisadas, conforme o sistema de categorização sugerido por Souza (2014), com base em Pozo e Gómez-Crespo (2009).

Quadro 3: Procedimentos e atitudes analisados em cada episódio.

Tipos de Aprendizagens	Categorias de aprendizagens	Aprendizagens inferidas ao longo da atividade
Atitudinal	Atitudes com respeito à ciência	A1: Ter um posicionamento crítico e investigativo perante situação-problema
	Atitudes com respeito à aprendizagem de ciências	A2: Trabalhar em grupo de forma colaborativa A3: Buscar o diálogo entre os estudantes respeitando as diferenças
Procedimental	1. Aquisição da informação	P1: Estruturar ideias por meio de desenho, linguagem escrita ou linguagem oral
	2. Interpretação da informação	P2: Interpretar ideias estruturadas e executar procedimentos
	3. Análise da informação e realização e inferências	P3: Elaborar Hipóteses P4: Desenvolver/Aplicar modelos explicativos P5: Testar hipóteses
	4. Compreensão e organização conceitual da informação	P6: Realizar inferências P7: Construir sínteses P8: Fazer Generalizações para outros contextos
	5. Comunicação da Informação	P9: Realizar exposição oral P10: Elaborar relatório

Fonte: Souza (2014), adaptado de Pozo; Gómez-Crespo (2009).

Capítulo 3 - Análise dos dados, resultados e discussões

Neste capítulo, trazemos algumas aulas da sequência de ensino, com o intuito de construir evidências que permitam analisar se os objetivos desta pesquisa foram alcançados. As aulas foram fragmentadas em episódios descritos fielmente como ocorreram. A partir deles, almejamos entender o processo de construção dos conceitos científicos, dos procedimentos e das atitudes estabelecidas durante a intervenção educacional. A subseção 3.1 apresenta a análise da aula “A Luz Negra”, a qual foi escolhida, por envolver diretamente a principal medida protetiva mencionada pelos estudantes, o protetor solar. Nela, buscamos indícios que nos permitam analisar se essa aula se caracterizou como investigativa e se os objetivos educacionais estabelecidos para ela foram atingidos. A subseção 3.2 contém a análise da aula “Células Mutantes”, a qual foi selecionada, por não ter se caracterizado como investigativa, mas por evidenciar elementos importantes da experiência vivida e da validação *in loco*, os quais consideramos pertinentes à discussão. Na subseção 3.3, examinamos o desenvolvimento dos temas científico e social, utilizando elementos de diversas aulas da SEI e da produção final dos alunos. Por fim, a subseção 3.4 analisa a dimensão colaborativa da pesquisa, também empregando evidências obtidas em diferentes momentos da intervenção.

3.1 Aula “A Luz Negra”

Essa foi à segunda aula da SEI e a primeira em que foi proposta uma demonstração investigativa. Nela, procuramos indícios que nos permitam analisar se essa aula se caracterizou como investigativa e se os objetivos educacionais estabelecidos para ela foram atingidos.



Figura 9: procedimentos para o início da aula a Luz Negra. Fonte: o autor.

Os estudantes foram dispostos em semicírculo, de modo que todos pudessem ver com clareza e equidistantes uns dos outros. Os seguintes materiais foram postos sobre a mesa no centro da sala: braço de manequim pintado com tinta fluorescente, lâmpada de luz negra, protetor solar,

bronzeador e hidratante. A parte prática dessa atividade consistiu basicamente em expor um braço de manequim pintando com tinta fluorescente (comum, comprada em lojas de material de construção) à luz emitida pela lâmpada de luz negra. Ao fazer isso, a parte pintada brilha intensamente, mas, ao passar o protetor solar em algum lugar dessa área, o brilho cessa, deixando uma região escura. Ao aplicar o bronzeador, nota-se certa diminuição do brilho, mas não totalmente, enquanto o hidratante não causa qualquer interferência. A radiação ultravioleta emitida pela lâmpada induz a fluorescência da tinta do braço. O protetor solar impede que a tinta receba essa radiação ao absorvê-la, deixando a região escura. O bronzeador não bloqueia com a mesma eficiência, logo, permite a passagem de certa quantidade de radiação e o hidratante não tem a capacidade de impedir a RUV de chegar até a tinta.

EPISÓDIO 1 – O PROBLEMA INICIAL

Iniciei a aula perguntando sobre o nosso último encontro, com o intuito de que os alunos resgassem a discussão da aula anterior, na qual foi feita uma introdução ao tema e foi pedido a eles que elaborassem um relato contando suas experiências sobre exposição ao Sol, visando a levantar seus conhecimentos prévios sobre o assunto.

Analisando as produções, notei um elevado número de situações envolvendo idas à praia com longas horas de exposição ao Sol sem protetor solar, que implicaram em queimaduras e vermelhidão, como observado no relato feito por Paloma.

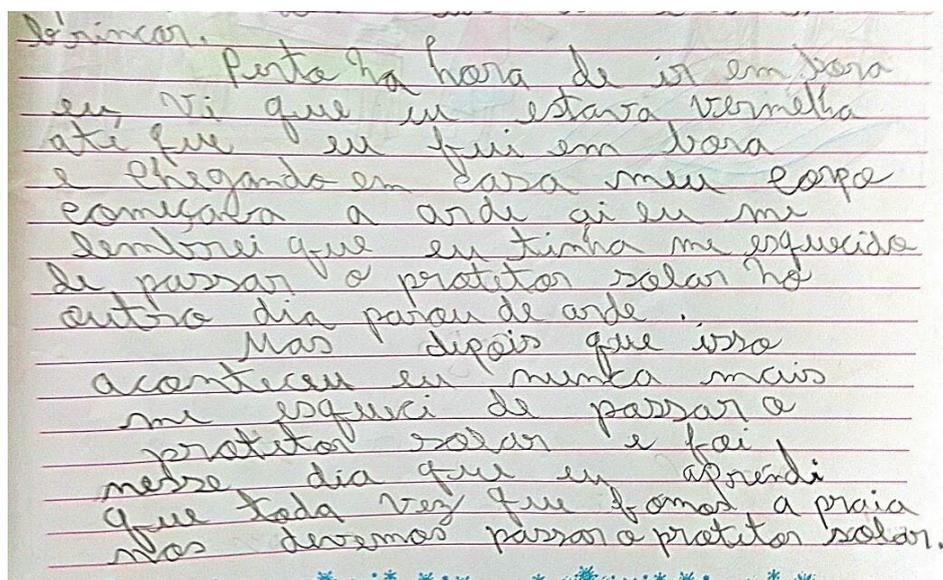


Figura 10: Relato feito por Paloma: “Perto da hora de ir embora eu vi que eu estava vermelha até que eu fui embora e chegando em casa meu corpo começava a arde [sic] ai eu me lembrei que eu tinha me esquecido de passar o protetor solar no outro dia parou de arde [sic]. Mas depois que isso aconteceu eu nunca mais me esqueci de passar o protetor solar e foi nesse dia que eu aprendi que toda vez que fomos [sic] a praia nos devemos passar o protetor solar.” Fonte: o autor.

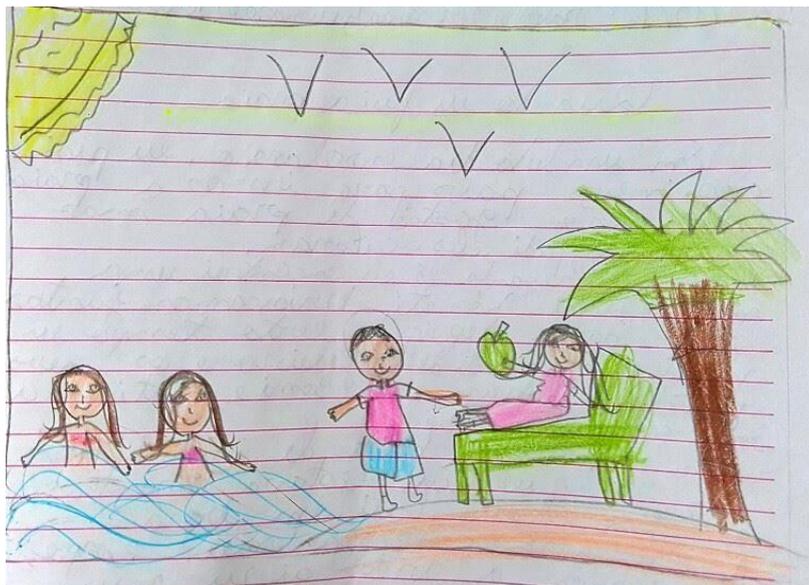


Figura 11: desenho que acompanhou o relato de Paloma. Fonte: o autor.

Além do relato dela, outros revelaram que os alunos conhecem os mais comuns malefícios que a exposição excessiva ao Sol pode causar, mencionando: queimaduras, manchas na pele, vermelhidão e até o câncer de pele. O protetor solar foi a medida protetiva mais citada e sua não utilização justificou todos os efeitos nocivos mencionados. Em virtude disso, nossas ações foram norteadas e optamos pela aula da “Luz Negra” como atividade inicial.

Professor: Boa tarde, pessoal, vocês lembram o que a gente conversou aula passada?

Turma: sim, sobre o Sol.

Professor: Isso! Vocês escreveram um texto e eu li. Muita gente contou que foi a praia e a mãe chamou para passar protetor solar, aí não ouviu e ficou queimado ou algo assim, mas no geral falaram muito do protetor. Se eu perguntasse a vocês como funciona o protetor solar, o que vocês responderiam?

Jaílson: ele protege contra os raios ultravioleta.

Professor: legal, mas como ele protege? Como isso acontece?

Jaílson: ((Jaílson gesticula)).



Figura 12: Jaílson gesticula durante a discussão inicial da aula “A Luz Negra”. Fonte: o autor.

Paulo: Ele não deixa o Sol entrar em contato com a sua pele.

Jaílson inicia a discussão com uma resposta, confirmando o seu entendimento sobre a função do protetor solar. Logo, faço outro questionamento direcionado a ele sobre como seria essa proteção. Conforme pode ser observado na figura 12, Jaílson responde flexionando os braços em uma linguagem não verbal, utilizando um gesto, sinalizando não saber explicar. Cabe aqui uma reflexão acerca da importância das videograções articulada às transcrições em pesquisas qualitativas no âmbito educacional, como trazido por Carvalho (2004, p. 10):

Queremos interpretar a fala, a escrita, os gestos e ações dos professores e alunos durante as aulas e para a análise destas diferentes linguagens ocorridas durante o ensino à transcrição é um instrumento essencial. Detalhes de linguagem ou mesmo a coerência entre a linguagem oral e o gestual pode passar despercebido numa análise direta do áudio ou do vídeo ficando mais claras nas transcrições.

Ao longo desta seção, evidenciamos a dimensão da comunicação gestual dos estudantes em vários dos episódios analisados por meio de imagens destacadas com círculos. Nas palavras de Piccinini e outros (2003, p. 6): “Há uma grande solidariedade entre as palavras e os gestos, que em paralelo, reforçam, ilustram, demonstram e explicam-se mutuamente [...]”.

Rapidamente, Paulo complementa a resposta de Jaílson, dizendo: “**Ele não deixa o Sol entrar em contato com a sua pele**”. Nesse diálogo, pode-se notar a colaboração entre os estudantes em seus enunciados, pois Paulo contribui com a resposta de Jaílson, respeitando a fala e posicionamento do outro, evidenciando a dimensão atitudinal **A₃** (buscar o diálogo entre os estudantes, respeitando as diferenças).

Paulo, ao contrário de Jaílson, não utiliza a palavra radiação para explicar o processo de interação entre o Sol e a pele, indicando assumir um “modelo realístico” (GROSSLIGHT et al., 1991) em que a entidade física corresponde à cópia da realidade concreta, ou seja, não é a radiação solar que interage com nossa pele, mas sim o próprio Sol, evidenciando a dimensão procedimental (**P₄**), em que o estudante desenvolve seu modelo explicativo para a situação apresentada.

Desta forma, a fala de Jaílson sinaliza para uma apropriação da palavra, mas não de seu significado conceitual do ponto de vista científico, pois, até aquele momento da aula, o termo raios ultravioleta não havia sido mencionado, e, logo após o diálogo descrito no episódio 1, lanço um questionamento para a turma envolvendo o termo em questão, e, como pode ser observado na análise do episódio 2, os estudantes não indicaram a compreensão conceitual do mesmo.

EPISÓDIO 2 – INICIANDO A DEMONSTRAÇÃO INVESTIGATIVA

Digo à turma que iríamos realizar um experimento, a fim de tentar entender melhor a questão proposta. Então, apresento a eles os materiais, em especial, a lâmpada de luz negra, a qual desperta um grande interesse nos estudantes.

Professor: porque esse nome ultravioleta na lâmpada? O que é uma coisa ultra?

Mia: a mais.

Professor: exato, ela é a mais, está além da cor violeta! Acima da luz violeta.

Professor: que outra coisa emite luz ultravioleta?

James: o Sol.

Paulo: a Lua.

Jaílson ((falando para Paulo)): a Lua não emite, ela só reflete a luz do Sol.

Professor: exato! A Lua reflete a luz do Sol ((enquanto aponto para Jaílson)).



Figura 13: professor gesticula com Jaílson durante a discussão sobre fontes de RUV. Fonte: o autor.

Professor: se eu passar um pouco de protetor solar nesse braço, o que vocês acham que vai acontecer?

Paulo: vai ficar mais escuro porque o protetor vai proteger.

Kauã: vai continuar a mesma coisa.

Professor: por quê?

Kauã: não sei.

Professor: Vamos passar um pouco do protetor no braço pra gente vê o que vai rolar. Peço a ajuda de um aluno.



Figura 14: Paulo realizando inferência ao aplicar o protetor solar no braço de manequim. Fonte: o autor.

Após isso, chamo atenção para o termo ultravioleta, citado por Jaílson, com o intuito de investigar se havia a compreensão de seu significado científico. Pelas respostas dadas e pela expressão dos alunos, concluí que esse era um tópico que precisava de um esclarecimento maior nas aulas seguintes. Direcionei o assunto para as fontes de radiação ultravioleta por meio da pergunta: “que outra coisa emite luz ultravioleta?”, e logo se inicia um diálogo entre os estudantes (**A₃**) com diferentes posicionamentos críticos (**A₁**) associados à situação-problema lançada. Os alunos James e Paulo elaboram hipóteses (**P₃**) e realizaram exposições orais de seus pensamentos (**P₉**). Paulo cita a Lua como fonte de radiação ultravioleta, sinalizando para uma concepção alternativa sobre a natureza desse corpo celeste. Ele pode entender que, ao iluminar à noite, similar a forma como o Sol ilumina o dia, ela também poderia ser uma fonte emissora de radiação, indicando-a tal qual uma fonte primária.

Jaílson expõe oralmente sua ideia (**P₉**) discordando do argumento de Paulo, mas mantém uma atitude respeitosa em relação as diferentes formas de pensar (**A₃**). Ao dizer: “**a Lua não emite, ela só reflete a luz do Sol**”, Jaílson constrói um modelo o qual incorpora dois termos da linguagem científica relativos à ondulatória: reflexão e emissão, empregados em conformidade com o modelo aceito pela comunidade científica.

Enquanto James, Paulo e Jaílson dialogavam, eu apenas observei e analisei suas falas, zelando para que a discussão pudesse fluir de maneira adequada. Não realizei qualquer interferência no sentido de corrigir a fala de Paulo. Após os três entrarem em um aparente consenso, aponto para Jaílson, enquanto balanço a cabeça em sinal de concordância (figura 13), e reforço a sua fala com a turma, a fim de ratificar a natureza de cada um desses corpos celestes.

Ao longo de todos os episódios apresentados nesta pesquisa, podemos notar as várias ramificações que as discussões foram tomando no decorrer das aulas, como, por exemplo, o debate arrolado acima sobre a natureza dos corpos celestes em relação à emissão de radiação. Muitos assuntos foram trazidos e questionados, os quais gostaríamos de ter explorado e aprofundado, porém, devido à quantidade limitada de aulas que possuímos, dado que a turma pertencia a Rosemary e ela gentilmente nos cedeu suas aulas dentro do seu planejamento, fomos obrigados a minimizar muitas discussões que emergiram. Entendemos essa gama de questões trazidas pelos alunos durante a aula como evidências de que a mediação adotada promoveu um ambiente propício a trocas verbais e interações discursivas, ou seja, esses temas se manifestaram, porque os estudantes consideraram que aquele momento era adequado para isso, além de indicar engajamento e imersão na busca pela solução do problema.

Ostermann e Cavalcante (2010) apontam que o processo de construção do conhecimento envolve a dimensão dialógica em que ocorre uma negociação de significados, por meio da linguagem, entre estudantes e professores a partir das interações estabelecidas no contexto da sala de aula. Isso corrobora com a importância dos momentos de discussões entre os estudantes, conforme relatado no início do episódio 2. Sobre as concepções alternativas, como a apresentada pelo estudante Paulo, Crepalde e Aguiar Jr. (2013) nos dizem que, no processo de negociação de significados, não se deve

esperar que os alunos substituam essas concepções ao serem apresentados aos conceitos científicos, pois o que ocorre, em muitos casos, é uma hibridização entre o discurso científico e o cotidiano, porque que cada um desses saberes possui sua própria gênese. Esses autores entendem que hibridização surge, quando os sujeitos tentam atribuir significado social e pessoal aos complexos termos da cultura científica.

Em seguida, lanço uma questão sobre o experimento a ser realizado: “se eu passar um pouco de protetor solar nesse braço, o que vocês acham que vai acontecer? ”. Paulo e Kauã levantam hipóteses (P_3). Peço ajuda a Paulo, o qual passa o protetor solar no braço do manequim e o expõe para a turma, contemplando a dimensão procedimental P_6 (realizar inferências).

EPISÓDIO 3 – ANALISANDO O RESULTADO OBTIDO

Professor: porque onde passei o protetor ficou mais escuro?

Paulo: Porque protege dos raios ultravioleta.

Professor: e ai, porque onde passei o protetor não está brilhando?

Paulo: se ele protege contra os raios do Sol, protege também contra essa lâmpada aí.

Professor: Porque onde eu passei o protetor ficou escuro e o restante do braço ficou brilhando?

Mário: porque o protetor fez ele mudar de cor, os raios ultravioleta.

Jomar: eu tenho uma teoria bem simples que o protetor solar simplesmente ele tipo faz uma espécie de camada, que protege da radiação do Sol.



Figura 15: Jomar gesticula sobre o protetor formando uma camada sobre a pele. Fonte: o autor.

Jocione: o protetor solar refletiu a luz, ele não absorveu, não deixou chegar na pele.

Este episódio evidencia o diálogo entre os estudantes e com o professor, respeitando as diferentes ideias e pensamentos (**A₃**), atitude a qual perdurou durante toda a discussão.

Iniciei perguntando sobre o efeito observado. Repito a pergunta para instigar a participação e logo mais hipóteses surgem. A fala de Paulo revela a **estruturação** de sua ideia e **exposição** dela por meio de linguagem oral (**P₁** e **P₉**). Ele **generaliza** o efeito da radiação solar para o contexto da lâmpada (**P₈**) ao dizer “**se ele protege contra os raios do Sol, protege também contra essa lâmpada aí**”.

Em suas falas, Jomar e Jocione expõem oralmente (**P₉**) os modelos explicativos que desenvolveram (**P₄**) para a situação-problema, que, de certa forma, estão correlacionadas. De fato, o protetor solar forma uma camada sobre a derme, a qual absorve a radiação ultravioleta e, conseqüentemente, impede que ela atinja a pele. O modelo construído por Jomar mostra a estrutura da camada protetora sobre a pele, a qual ele reforça por meio da linguagem gestual, conforme pode ser observado na figura 15, mas sem revelar como ocorre efetivamente essa proteção. A fala de Jocione carrega dois termos da linguagem científica, também relativos à ondulatória: reflexão e absorção, sendo esse último inédito até aquele momento da aula. Para a estudante, o protetor solar impediu a chegada da luz à pele por meio da reflexão, e não da absorção. Essa construção se mostra mais complexa em relação aos discursos dados até então e sinaliza, de certa forma, para o modelo aceito cientificamente, se considerarmos que o bloqueador solar (produto não problematizado na atividade que realizamos) protege a pele refletindo a RUV, ao contrário do filtro solar (chamado comumente de protetor solar) que absorve a radiação ultravioleta.

Após a discussão, realizo a etapa de sistematização sobre o funcionamento dos produtos investigados a partir das falas dos alunos, em especial dos termos citados por Jocione e Jomar. Procurei defini-los com base no conhecimento científico e esclarecer a correlação com o fenômeno estudado.

Após as discussões e reflexões, é a vez do professor sistematizar as explicações dadas ao fenômeno, preocupando-se em enfatizar como a ciência descreve e, algumas vezes, quando necessário, chegando às representações matemáticas que descrevem o fenômeno (AZEVEDO, 2004, p. 27).

Jhennyfer chamou atenção para à forma de aplicação do protetor e de sua manutenção, a fim de que a proteção realmente ocorresse, além de ter falado dos tipos de protetor solar e de alguns produtos de maquiagem os quais possuem componentes de proteção.

EPISÓDIO 4 – PROBLEMATIZANDO OUTROS PRODUTOS

Após o momento de sistematização sobre o funcionamento do protetor solar, conduzo o debate para a diferença entre ele e outros produtos destinados à pele, começando pelo hidratante e passando em seguida ao bronzeador. Depois da discussão prévia, convido os estudantes para pensarmos sobre as diferenças nas propriedades do protetor e do hidratante.

Professor: Qual a diferença entre um protetor solar e um hidratante qualquer?

Paulo: É que o hidratante não vai ter a mesma propriedade do protetor solar.

Professor: que propriedade é essa?

Paulo: eles colocam alguma coisa pra [sic] proteger.

Pep: qual o produto que eles colocam no protetor solar?

((Espero para ver se algum estudante propõe algo, mas a turma fica em silêncio)).

Professor: e o bronzeador?

Paulo: é a mesma coisa, só que um pouco menos.

Professor: então vamos investigar o que acontece se eu passar esses produtos no nosso braço aqui.



Figura 16: verificando os efeitos do bronzeador e hidratante no experimento. Fonte: o autor.

Mia: o bronzeador é mais líquido, aí faz uma camada mais fina.



Figura 17: Mia elaborando sua hipótese sobre o funcionamento do bronzeador. Fonte: o autor.

Professor: Olha, ela disse aqui que o bronzeador é mais líquido, por isso fez uma camada mais fina. Foi isso que aconteceu com o braço quando eu passei o bronzeador?

Turma: brilhou menos!

Professor: e o hidratante?

Turma: não aconteceu nada!

Logo no início da discussão, Paulo expõe um posicionamento crítico e investigativo (**A₁**) mediante o problema apresentado ao dizer: **“É que o hidratante não vai ter a mesma propriedade do protetor solar”**. Esse posicionamento evidencia elementos da dimensão procedimental, como: a estruturação de ideias e sua exposição por meio de linguagem oral (**P₁** e **P₉**); e desenvolvimento de modelo explicativo (**P₄**). Questiono-o sobre que propriedade seria essa e ele prontamente constrói a síntese (**P₇**): **“eles colocam alguma coisa pra [sic] proteger”**. A fala de Paulo sinaliza para a ideia de que a proteção oferecida pelo protetor é oriunda de alguma substância adicionada a sua fórmula e isso o diferencia dos demais produtos, como o hidratante, ou seja, ele demonstra entender que o protetor solar precisa de uma formulação específica para funcionar, mesmo sem saber exatamente qual o elemento responsável pela proteção. Quando pergunto acerca do funcionamento do bronzeador, ele generaliza sua ideia para esse contexto (**P₈**) ao dizer: **“é a mesma coisa, só que um pouco menos”**. Aqui, o aluno demonstra entender que o bronzeador fornece certa proteção, inferior a oferecida pelo protetor solar, devido ao fato de ter menos dessa “alguma coisa” a qual é adicionada ao protetor.

Em seguida, reúno os estudantes ao redor da mesa para aplicarmos os produtos mencionados e observarmos os efeitos produzidos, como pode ser visto na figura 16. Após esse momento de aplicação do bronzeador e do hidratante, pedi-lhes que retornassem às suas carteiras, a fim de que pudessemos iniciar a discussão sobre os resultados obtidos. Percebo que uma aluna espera todos se sentarem para falar comigo, conforme aparece na figura 17. Mia elabora uma hipótese (**P₃**) e realiza sua exposição (**P₉**) para mim (e não para a turma), e, em seguida, retorna a seu lugar. Cabe aqui um comentário a respeito da atitude dela: mesmo com todos os esforços para se construir um ambiente democrático de debate e respeito às falas, a questão da personalidade se mostra como um fator importante nos momentos de diálogo e socialização de ideias. Mia se dirige a mim com uma voz baixa, demonstrando timidez. Acredito que ela não tenha sido a única estudante a se privar de participar dos debates, em virtude da postura que assumimos para conduzir esses momentos dialógicos, em que prezamos pela disposição semicircular dos alunos, permitindo que eles pudessem ver uns aos outros ao realizar exposições abertas para toda a turma.

Ao dizer: **“o bronzeador é mais líquido, aí faz uma camada mais fina”**, ela indica uma possível interpretação da ideia de formação de camada sobre a pele (**P₂**) sugerida por Jaílson, associada à fala de Jhenyfer acerca do modo de aplicação do protetor na discussão anterior, e generalizando do contexto protetor para o bronzeador (**P₈**). Mia afirma que a ideia do produto agindo tal qual uma barreira física, analisando sua consistência e dando a entender que, quanto mais fina é essa camada, mais facilmente a radiação a transporia, explicaria o brilho mais acentuado do bronzeador em relação ao protetor.

Assim, espero-a se sentar e repito sua hipótese em voz alta à turma, reforçando que foi de sua autoria, a fim de lhe dar confiança e motivá-la a interagir mais. Em seguida, iniciamos a sistematização sobre as diferenças entre os produtos investigados, buscando esclarecer os aspectos relacionados à composição e à finalidade de cada um deles. O protetor solar possui

componentes que absorvem a radiação ultravioleta, impedindo seu contato com a pele. O bronzeador possui componentes que aceleram a produção de melanina e induzem a pigmentação. Ele também possui componentes em comum com o protetor solar, mas em menor quantidade, por isso seu fator de proteção solar (FPS), normalmente, não passa de 6. Já o hidratante não oferece qualquer tipo de proteção aos raios UV, sendo um produto destinado a outros fins.

EPISÓDIO 5 – DISCUSSÃO SOBRE FPS E PRODUTOS ALTERNATIVOS

Professor: No bronzeador está escrito fator de proteção 6 e no protetor 30. O que significa isso?

Paulo: que a força... O protetor solar é bem mais forte que o bronzeador.

Professor: mas o que você quer dizer com mais forte?

Paulo: mais forte assim... De te proteger do Sol. O fator 30 é bem mais forte e vai proteger bem mais que o outro.

Professor: E aí? (pergunto para a turma).

Turma em silêncio.

Professor: vocês já ouviram falar ou conhecem pessoas que fazem protetor solar caseiro?

Lívia: meu primo já fez.

Paulo: já ouvi falar que tem como fazer.

Professor: E vocês quando ouviram falar disso, lembram que materiais as pessoas usaram?

Lívia: não.

Professor: vocês acham que existe algum perigo de misturar produtos ou tentar fazer um protetor caseiro?

Lívia: se usar limão pode dar queimaduras na pele. Meu irmão já se queimou quando estava fazendo bebidas. Ele estava misturando limão com cachaça e depois foi sentar no Sol e ficou muito tempo. Quando entrou em casa ele estava com manchas pretas.

Esse episódio retrata a discussão final da aula, a qual almejou aprofundar o entendimento dos estudantes acerca dos produtos investigados. Iniciei perguntando aos alunos sobre o fator de proteção escrito no rótulo do protetor e do bronzeador. Paulo prontamente elabora uma hipótese (P_3) e a expõe oralmente (P_9), ratificando sua postura crítica e investigativa perante o problema apresentado (A_1), a qual ele demonstrou durante toda a aula. Paulo disse: **“que a força... O protetor solar é bem mais forte que o bronzeador”**.

Seu discurso apresenta a palavra força, a fim de explicar o fato de o protetor ter um fator de proteção maior do que o bronzeador. Questiono-o sobre o que ele quis dizer com força e ele responde: **“mais forte assim... De te proteger do Sol. O fator 30 é bem mais forte e vai proteger bem mais que o outro”**. Paulo utiliza o termo força, com o intuito de se referir a uma maior capacidade de proteção de um produto em relação a outro, revelando uma concepção alternativa sobre o fator de proteção solar (FPS). Sua fala sugere que, quanto maior o FPS, maior a capacidade de proteção oferecida por um produto. De acordo com o que é aceito pela comunidade científica, o FPS está relacionado ao tempo de proteção, e não à capacidade de proteger a pele. Ele sugere uma estruturação do conceito cotidiano de força com base em sua experiência vivida.

O restante da turma aparenta concordar com Paulo e não surgem mais respostas. Então, conduzo a discussão para a questão do protetor solar caseiro. Durante o planejamento, decidimos abordar esse assunto, em virtude de diversos sites na internet exibirem receitas para a produção de protetor solar caseiro, como pode ser visualizado na figura 18.

The image shows a Google search results page for the query "como fazer protetor solar caseiro". The search bar at the top contains the text "como fazer protetor solar caseiro" and the Google logo. Below the search bar, there are navigation tabs for "Todas", "Vídeos", "Shopping", "Imagens", "Notícias", "Mais", "Configurações", and "Ferramentas". The search results indicate approximately 371,000 results found in 0.41 seconds.

The first result is titled "Aprendendo a fazer um protetor solar caseiro" and includes a list of ingredients:

1. Meia xícara de azeite de oliva.
2. ¼ xícara de óleo de coco.
3. ¼ xícara de cera de abelha.
4. Duas colheres de óxido de zinco. ...
5. Algumas gotas de óleo essencial do aroma que mais te agrade.

An image of a coconut and a small glass jar with a yellow substance is shown next to the list. Below the list is a link to "Como fazer um protetor solar caseiro? - Melhor com saúde" with the URL <https://melhoroomsaude.com/protetor-solar-caseiro/>.

Other search results include:

- "Como fazer um protetor solar caseiro? - Melhor com saúde" with a snippet: "Por sorte é possível fazer um protetor solar em casa, que pode ser tão efetivo ... você aprenderá a preparar um protetor solar fantástico e totalmente caseiro, de ..."
- "Dermatologista ensina como fazer protetor solar caseiro - G1 Goiás ..." with a video thumbnail and a snippet: "Especialista afirma que em caso de emergência o produto pode ser utilizado para proteger a pele dos ..."
- "Protetor solar caseiro – veja como é fácil fazer o seu! - Dicas Online" with a snippet: "15 de jun de 2016 - Para que não existam mais desculpas, vamos ensinar aqui como fazer 2 tipos diferentes de protetores solares caseiros para você utilizar ..."
- "como fazer um protetor solar caseiro - YouTube" with a video thumbnail and a snippet: "23 de jul de 2016 - Vídeo enviado por Maria Clara 43219 como fazer um protetor solar caseiro. Maria Clara 43219. Loading. essa menina e burra não de faz ..."
- "DIY Protetor solar CASEIRO/Natural e fácil de fazer Todos os tipos de..." with a video thumbnail and a snippet: "11 de abr de 2017 - Vídeo enviado por Delícia de ver Neste vídeo vou compartilhar com vocês um jeito muito fácil, acessível e muito eficaz PROTETOR SOLAR ..."
- "COMO FAZER UM PROTETOR SOLAR FATOR 50 - YouTube" with a video thumbnail and a snippet: "10 de dez de 2015 - Vídeo enviado por Sany Machado Faça você mesma o seu protetor solar fator 50 usando óxid.... Agora você vai poder fazer o seu próprio ..."
- "Aprenda a fazer protetor solar caseiro! - Dicas Naturais" with a snippet: "5 de jun de 2016 - Os dias de sol são sempre acompanhados de um protetor solar, para garantir uma pele protegida e bem hidratada. Deve optar por soluções ..."
- "Como Fazer seu Protetor Solar Natural Caseiro Livre de Substâncias ..." with a snippet: "14 de out de 2014 - Como Fazer seu Protetor Solar Natural Caseiro Livre de Substâncias ..."

Figura 18: uma rápida pesquisa na internet revela como é simples encontrar receitas caseiras para protetor solar. Fonte: <<https://www.google.com/search?q=como+fazer+protetor+solar+caseiro&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab>>.

Início a discussão e logo surgem as vozes de Livia e Paulo. Ele confirma que já ouviu falar sobre a prática, e ela conta que o primo já o fez, mas sem entrar em detalhes sobre o processo. Lanço outra questão, agora, abordando a mistura de produtos, e, novamente, ela contribui com um relato envolvendo queimadura causada por limão. Durante esse episódio, nenhum estudante se mostrou favorável à ideia de fabricar um protetor solar caseiro. Então, a partir de suas falas, realizamos a sistematização. Abordei a questão do fator de proteção solar, enquanto Jhennyfer expôs a questão da escolha do protetor com fator de proteção adequado ao seu tipo de pele e como algumas frutas cítricas podem causar manchas e queimaduras, além de reforçar os perigos de se misturar produtos visando à fabricação de protetor solar caseiro. Após o término das discussões, convidei os estudantes a fazerem desenhos com protetor solar, a fim de observarmos sua interação com a lâmpada de luz negra.

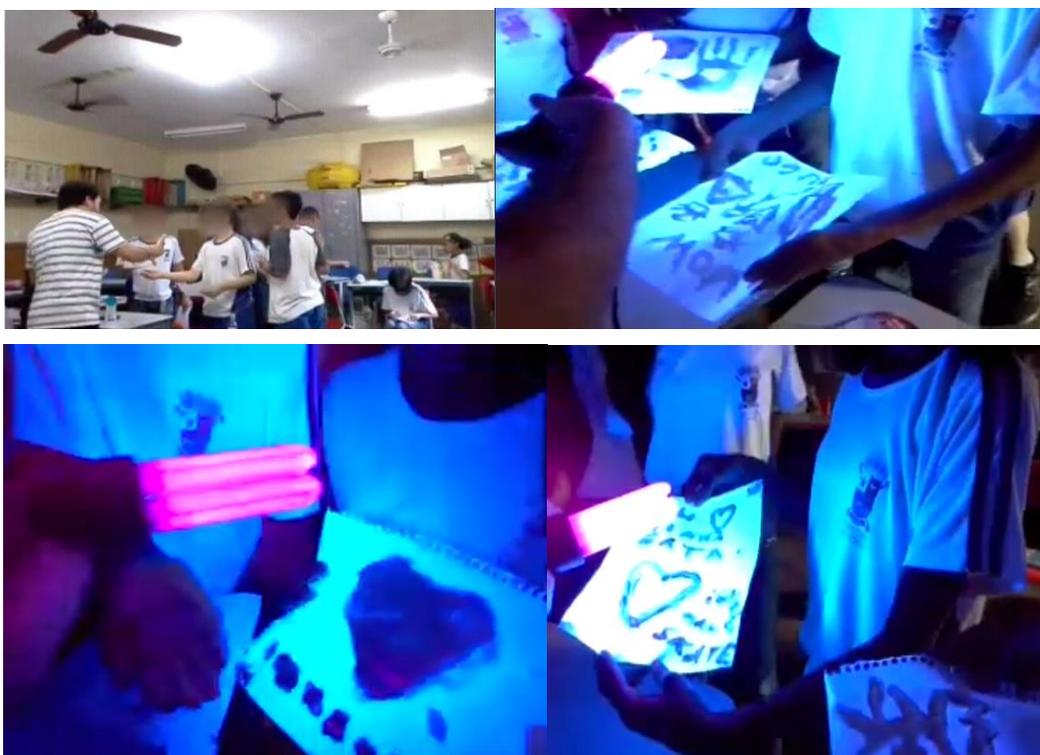


Figura 19: momento final da aula “A Luz Negra”. Fonte: o autor.

Logo depois de analisar os episódios descritos nesta seção, observamos indícios que nos permitem entender que a aula “A Luz Negra” se caracterizou como sendo investigativa e que seus objetivos educacionais foram alcançados. A aquisição de procedimentos e de atitudes ficou evidente nas falas e gestos descritos, bem como a atividade investigativa se mostrou importantíssima para o desenvolvimento desses objetivos educacionais (AZEVEDO, 2004).

De início, tive certo receio ao propor uma demonstração investigativa, acreditando que, por não realizarem diretamente as ações, os alunos não se envolveriam o suficiente. Porém, isso não ocorreu. Os estudantes foram além

das explicações causais e mostraram-se bastante engajados, conforme as palavras de Borges (2002, p. 295):

[...] o importante não é a manipulação de objetos e artefatos concretos, e sim o envolvimento comprometido com a busca de respostas/soluções bem articuladas para as questões colocadas, em atividades que podem ser puramente de pensamento [...].

Analisando os conceitos construídos e compartilhados relativos à compreensão da interação RUV - produtos de proteção, nota-se uma hibridização de termos do discurso científico (CREPALDE, AGUIAR JR., 2013), como absorção, emissão e reflexão, e do discurso cotidiano, como em “Ele não deixa o Sol entrar em contato com a sua pele” e “o bronzeador é mais líquido, aí faz uma camada mais fina”. Paulo, no episódio 2, e Mia, no episódio 4, sugeriram se apropriar do discurso alheio oriundo dos debates realizados, o que possibilitou a interpretação e a confrontação de ideias para a formação de novos signos, ratificando o caráter dinâmico e dialógico do processo, pois os estudantes se envolvem em uma nova forma de pensar e falar (LIMA; AGUIAR JUNIOR; MARTINS, 2011).

De acordo com Driver e outros (1999), os alunos carregam representações cotidianas sobre os fenômenos científicos, as quais são construídas, comunicadas e validadas nas diferentes culturas do dia a dia em quem estão inseridos. Elas foram evidenciadas nos episódios apresentados nesta seção, bem como as interações sociais desenvolvidas no espaço de sala de aula entre os próprios alunos, entre alunos e professores e entre alunos e as ferramentas culturais utilizadas na aula “A Luz Negra”. Buscamos destacar o papel do professor tal qual o responsável pela introdução dos estudantes às ideias e às ferramentas da cultura científica, ou, nas palavras de Driver e outros (1999, p. 39) “o professor é o guia, quase sempre pressionado, dessa excursão, que faz a mediação entre o mundo cotidiano das crianças e o mundo da ciência”. Ao conceber a escola como mais um espaço sociocultural frequentado pelos alunos, buscamos, a partir das aulas de ciências:

Um imbricamento profundo, menos pela natureza em si destes dois domínios de produção de conhecimento, isto é, em termos epistemológicos, do que pela necessidade da inter-relação mediada por significados produzidos na vida social, de modo que os sujeitos possam se apropriar de aspectos da cultura científica sem se sujeitarem a ela (CREPALDE; AGUIAR JR, 2013, p. 322).

Cada estudante compreenderá, de forma singular, as maneiras de ver a natureza que lhes são apresentadas, e, se houver uma distinção grande entre as representações cotidianas e científicas, o aprendizado será mais árduo (DRIVER et al., 1999), cabendo ao professor mediar essa negociação, pois existe uma relação entre os contextos cotidiano e científico, mesmo quando não a vemos (CREPALDE; AGUIAR JR, 2013). Assim, em uma perspectiva sociocultural, mesmo atingindo os objetivos conceituais em uma aula, como trouxemos na análise da aula “A Luz Negra”, não esperamos que os estudantes simplesmente abdicuem de suas representações cotidianas, e sim que as novas ideias adquiridas coexistam com as anteriores, e que eles saibam em que contexto cada uma pode ser empregada (MORTIMER, 1996).

3.2 Aula “Células Mutantes”

A análise dessa aula buscou aspectos importantes do processo de validação de uma sequência de ensino, em que as atividades elaboradas nem sempre atingem todos os objetivos educacionais propostos, porém, outros elementos relativos à experiência vivida pelos estudantes acabam se sobressaindo, o que não invalida as ações realizadas, mas nos ajudam no processo de reflexão sobre a prática desenvolvida.

Durante a elaboração da SEI, a aula “Células Mutantes” foi pensada basicamente na seguinte estruturação:

- i. Discussão inicial com os estudantes sobre os efeitos da RUV na pele/células;
- ii. Atividade de observação no microscópio de células afetadas e de células não afetadas por RUV;
- iii. Elaboração de relatos exaltando as diferenças observadas;
- iv. Discussão pós-atividade; e
- v. Sistematização.

Na prática, apenas o primeiro tópico atingiu o objetivo proposto. O segundo e o terceiro foram realizados, mas com ressalvas, e os dois últimos não foram desenvolvidos, devido à falta de tempo e aos subsídios das etapas anteriores. Assim, trazemos aqui uma análise sobre os fatos ocorridos nessa aula.

Episódio 1 – O Problema Inicial

Professor: o que acontece com nossa pele quando ela é afetada pela radiação?

Kelvin: fica vermelha!

Egídio: fica descascando.

Keirrisson: aparecem manchas.

Professor: agora falando especificamente das células, o que acontece com nossas células quando elas são afetadas pela radiação?

Mônica: elas ficam queimadas.

Egídio: elas morrem.

Vivi: as células ficam fracas.

Escobar: a pele perde o poder de te proteger do Sol.

Essa foi à quinta aula da SEI, e, em momentos anteriores, já havíamos trabalhado a ideia da radiação ultravioleta como sendo a responsável pelos

efeitos malignos sobre os quais estávamos estudando. Então, iniciei a discussão com a pergunta: “o que acontece com nossa pele, quando ela é afetada pela radiação? ”, para fomentar o debate e reforçar a ideia de quem era o agente causador.

Kelvin, Egídio e Keirrisson, rapidamente, elaboram hipóteses (**P₃**) e as expõem oralmente (**P₉**) à turma. As falas “**fica vermelha**” e “**fica descascando**” reforçam a dimensão da experiência vivida pelos estudantes, dado que esses são efeitos imediatos da exposição à RUV, além de serem bem comuns aos frequentadores de praias. Em seguida, inicio um aprofundamento, usando o termo células em vez de pele. Logo, mais hipóteses surgem. É importante destacar que, provavelmente, os alunos não haviam sido apresentados de maneira formal ao termo célula, por não integrar o conteúdo programático dessa série. Porém, optamos por introduzir a palavra da ciência logo no início da problematização, com o intuito de observar a reação dos estudantes e os possíveis conhecimentos prévios os quais poderia emergir, visto que almejávamos discutir a ideia de célula na etapa de sistematização. É possível que a incorporação desse termo nos discursos dos estudantes tenha sido induzida pela escolha que fizemos *a priori*. Assim, cabe aqui uma reflexão sobre a seleção de palavras a serem empregadas nas situações-problema: nossa falta de experiência em lidar com turmas dos anos iniciais nos levou a construir uma questão envolvendo um termo que não tínhamos certeza se era do domínio dos estudantes. Assim, para futuras reaplicações dessa atividade, é prudente reformular a indagação, a fim de não influenciar as construções dos alunos.

Mônica, ao dizer: “**elas ficam queimadas**” parece contextualizar para as células um efeito macroscópico observado na derme. As falas de Egídio e Vivi (“**elas morrem**” e “**as células ficam fracas**” respectivamente) indicam concepções sobre o processo de apoptose celular¹⁰ (morte programada das células), em que, de fato, elas passam por processos que envolvem a perda de funções até seu rompimento.

Essas falas também sugerem que os estudantes podem não compreendê-las como elementos formadores do tecido epitelial, e sim como estruturas que estão simplesmente presentes na pele, ou sendo a própria pele em si, sem a ideia de estruturas que compõe algo maior.

Escobar, ao dizer: “**a pele perde o poder de te proteger do Sol**”, indica entendê-la tal qual estrutura capaz de oferecer proteção, a qual seria perdida a partir da exposição aos raios ultravioleta. Após a discussão, conduzo o debate à questão do câncer de pele, que surgiu naturalmente nas falas dos alunos.

¹⁰ Assim como o termo célula, o termo apoptose provavelmente não havia sido apresentado formalmente aos estudantes, por não integrar o conteúdo programático do quinto ano do ensino fundamental.

Episódio 2 – Primeira discussão sobre o câncer

Professor: e essas células que foram afetadas, elas podem causar algum problema pra [sic] gente?

Egídio: sim, câncer de pele.

Professor: você poderia explicar melhor?

Egídio: não sei, mas é uma doença que acontece. Você pode pegar câncer.

Professor: o que a radiação faz pra [sic] poder aparecer o câncer?

Egídio: a radiação destrói as células, o corpo fica mais fraco e aí fica doente.

Francelan: As células sofrem alterações e aí você fica doente.

Alexis: A radiação afeta o DNA das células deixando elas mais fracas, e aí dependendo você pode ficar doente.

Início o episódio 2 perguntando sobre a possibilidade das células afetadas por RUV nos causarem problemas, e a primeira resposta que surgiu, dada por Egídio (P₃), introduziu a questão do câncer de pele. Peço que ele explique melhor, e ele respondeu: “**não sei, mas é uma doença que acontece. Você pode pegar câncer**”. O estudante afirma não saber explicar, mas percebi que talvez a pergunta não tenha sido clara o bastante. Então decido reformulá-la para: “o que a radiação faz pra [sic] poder aparecer o câncer?”. Sobre isso, ele desenvolve um modelo explicativo (P₄) para a relação entre a radiação e o câncer, expondo isso oralmente (P₉) ao dizer: “**a radiação destrói as células, o corpo fica mais fraco e aí fica doente**”. Tal fala sinaliza para uma concepção com base em experiências cotidianas. O estudante parece associar a ideia de que alguém com a saúde debilitada está mais sujeito a ficar doente, e que essa deterioração da saúde viria por meio da destruição das células, causada pela radiação.

Francelan elabora uma hipótese (P₃) que, de certa forma, assemelha-se à ideia de Egídio, mas com uma nova interpretação (P₂), ao dizer: “**As células sofrem alterações e aí você fica doente**”. Ao contrário de Egídio, o discurso de Francelan não carrega a ideia de destruição delas, e sim que a doença surge a partir de alterações sofridas pelas células, devido à radiação. Alexis também elabora uma hipótese (P₃) que remete a uma interpretação (P₂) das falas de Egídio e Francelan, mas com a introdução de um termo que não havia surgido até então, o DNA. Ela expõe oralmente (P₉) para a turma ao dizer: “**a radiação afeta o DNA das células deixando elas mais fracas, e aí dependendo, você pode ficar doente**”. Alexis parece incorporar à ideia de células “enfraquecidas” potencializando o desenvolvimento de doenças, mas seu discurso sugere que esse enfraquecimento é oriundo do DNA afetado pela radiação. Nota-se aqui uma hibridização de conceitos, na qual o discurso científico se entrelaça a concepções alternativas, pois, de fato, a radiação pode afetar o DNA celular, induzindo a processos os quais podem ocasionar a formação do câncer. Porém, o termo “**fracas**”, utilizado pela estudante para adjetivar as células, não está em concordância com a linguagem da cultura

científica. Pozo e Gómez-Crespo (2009) sinalizam para o fato de que os alunos comumente utilizam de maneira indiferenciada os conceitos de força e energia, como se fossem sinônimos, mesmo após receberem instruções. Neste capítulo, observa-se algo semelhante em falas, como: “as células **ficam fracas**”, dito por Vivi, “o corpo fica **mais fraco**”, dito por Egídio e “afeta o DNA das células deixando elas **mais fracas**”, dito por Alexis, ou seja, essas falas sugerem que os estudantes empregam o termo força de maneira indiferenciada para mais contextos, o que é corroborado por construções de episódios da subseção 3.1 (p. 64), como: “que **a força**... O protetor solar é bem **mais forte** que o bronzeador” e “**mais forte** assim... De te proteger do Sol. O fator 30 é **bem mais forte** e vai proteger bem mais que o outro”, ditos por Paulo no episódio 4 da aula “A Luz Negra”.

Cabe aqui um destaque sobre as falas de Francelan e Alexis. O discurso de Alexis foi o primeiro a trazer o termo DNA, o qual ela empregou corretamente em sua frase, de acordo com o modelo aceito cientificamente, ao dizer “o DNA das células”. O estudo desse composto orgânico não faz parte do conteúdo programático do quinto ano, mas é interessante notar como a ideia surgiu durante a discussão, evidenciando a influência dos diferentes meios culturais que os alunos estão inseridos em seus vocabulários e conhecimentos. Nas palavras de Trindade e Rezende (2010, p. 490):

[...] a cultura é construída pela articulação da comunidade com suas subcomunidades de uma maneira muito particular, podemos afirmar que as comunidades são heterogêneas entre si em função das diferentes naturezas que marcam as relações estabelecidas com tais subcomunidades.

A hipótese de Francelan se aproxima mais do modelo aceito cientificamente do que a de Alexis, pois, mesmo incorporando o termo DNA, ela associa a doença a um enfraquecimento celular causado pela RUV, enquanto Francelan correlacionou o câncer à alterações nas células causadas pelos raios ultravioleta, o que concorda com o modelo aceito pela comunidade científica, uma vez que as mutações são alterações na estrutura do DNA, e, a partir delas, o câncer pode ser originado.

Após as discussões, digo aos alunos que continuaríamos a investigação por meio da atividade de observação no microscópio de células afetadas e não afetadas por RUV. Peço a eles que observem e registrem, por meio de texto, ou desenhos, as diferenças notadas, visando à comparação entre elas. Para essa atividade, possuíamos apenas um microscópio, emprestado pela Universidade Federal do Espírito Santo. Então, os 21 estudantes se revezaram na observação. Como havia duas lâminas, uma com as células afetadas e outra com as não afetadas, cada aluno fez duas observações. Optamos por primeiro equipar o microscópio com a lâmina das células não afetadas, e, depois, alterná-los na observação. Em seguida, trocamos as lâminas e, novamente, eles se revezaram. Pedimos que, paralelamente, eles realizassem os registros, à medida que tivessem feito a observação. Em seguida, Apresentamos alguns desses registros.

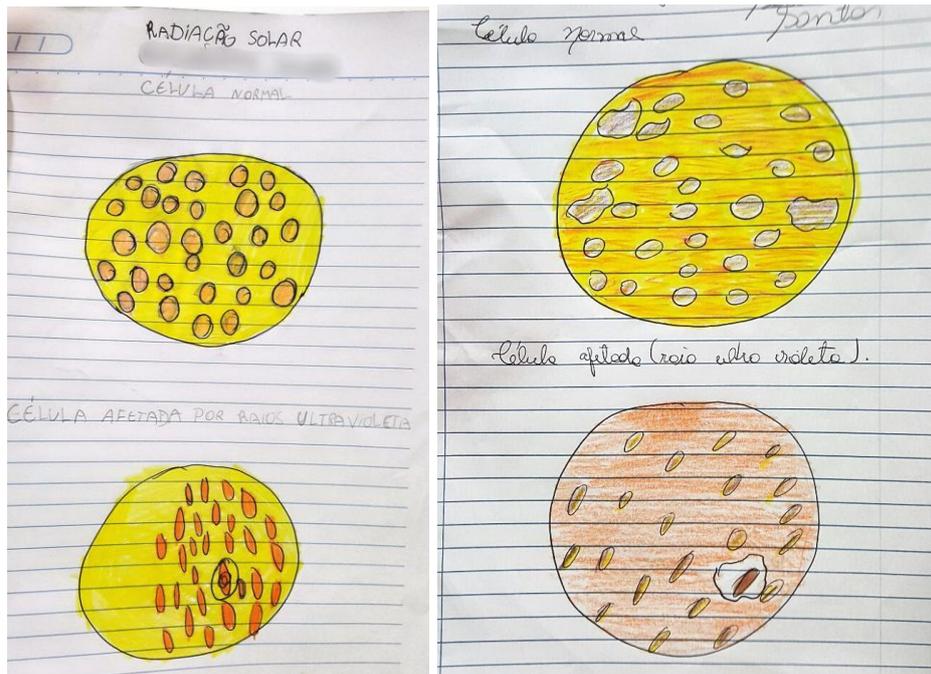


Figura 20: produções de Jorge e Peter, respectivamente, realizadas na aula “Células Mutantes”. Fonte: o autor.

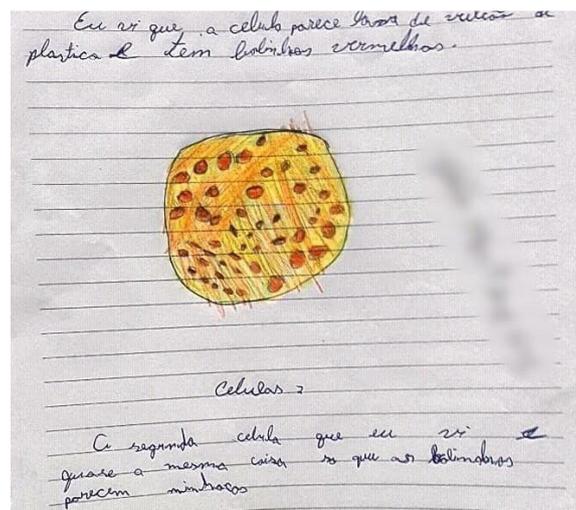


Figura 21: Produção de Malcom na aula “Células Mutantes”. “Célula 1: Eu vi que a célula parece lava de vulcão de plástico e tem bolinhas vermelhas. Célula 2: a segunda célula que eu vi é quase a mesma coisa só que as bolinhas parecem minhocas”. Fonte: o autor.



Figura 22: estudantes realizando observações no microscópio. Fonte: o autor.

A observação levou muito mais tempo do que o esperado, sendo concluída apenas no término do horário da aula, ou seja, não foi possível realizar a discussão pós-atividade e a sistematização. O fato de termos somente um microscópio, de ter de trocar as lâminas por duas vezes, além dos ajustes do foco e auxílio aos estudantes para conseguir enxergar comprometeu a atividade. Eles também ficaram bastante ociosos enquanto aguardavam a vez de observar, o que tornou a aula um pouco desgastante.

A análise das produções revelou que os alunos tiveram muitas dificuldades em interpretar o que foi observado. Eles até evidenciaram nos desenhos as diferenças visuais, mas sem compreender o que elas significavam, conforme a figura 21. Entendemos que essa atividade possui um grau de complexidade elevado em termos da observação e diferenciação das células para alunos dessa etapa escolar, sendo necessária uma reestruturação dos objetivos conceituais propostos e de sua metodologia.

Apesar de todos esses contratemplos, foi surpreendente ver que a aula “Células Mutantes” foi uma das mais citadas pelos estudantes, quando perguntamos, em suas produções finais realizadas na última aula da SEI, qual a atividade eles mais gostaram. Apresentamos alguns exemplos a seguir.

A) Qual das aulas do projeto você mais gostou? Por quê? Faça um desenho mostrando como foi essa aula, o que você fez nela e o que aprendeu.

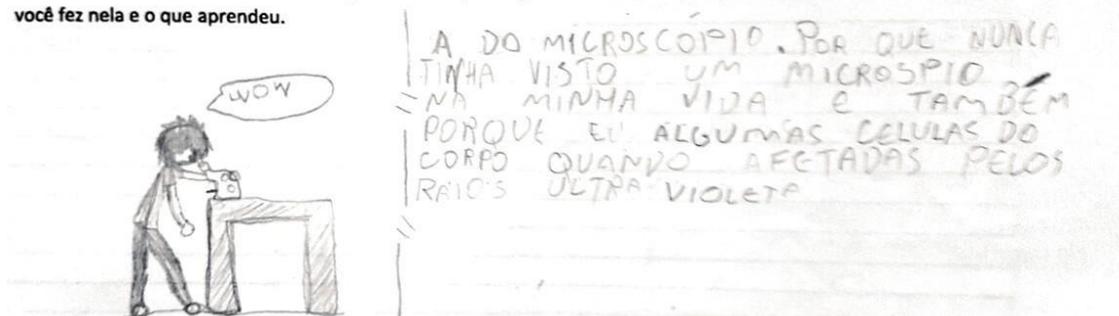


Figura 23: produção final de João. “A do microscópio, porque nunca tinha visto um microscópio na minha vida e também porque algumas células do corpo quando afetadas pelos raios ultravioleta”. Fonte: o autor.

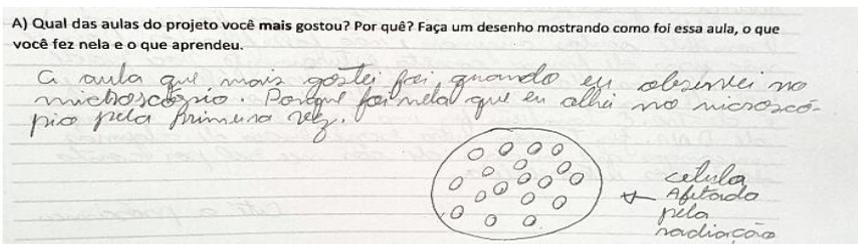


Figura 24: produção final de Antônio. “A aula que mais gostei foi quando eu observei no microscópio, porque foi nela que eu olhei no microscópio pela primeira vez”. Fonte: o autor.

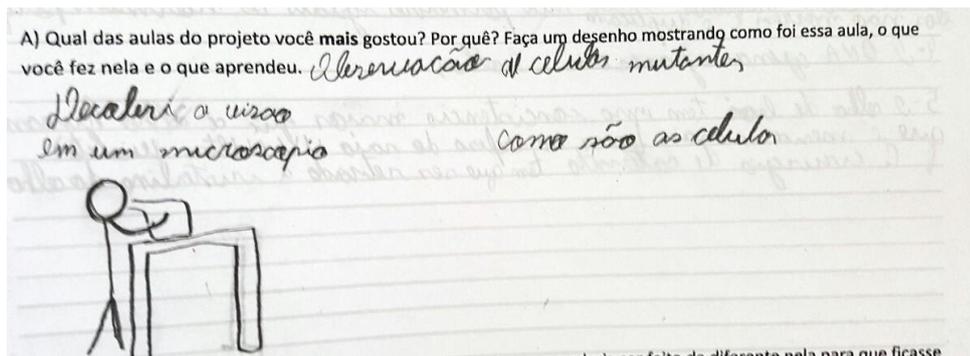


Figura 25: produção final de Osvaldo: “observação de células mutantes”; “como são as células”; “... a visão em um microscópio”. Fonte: o autor.

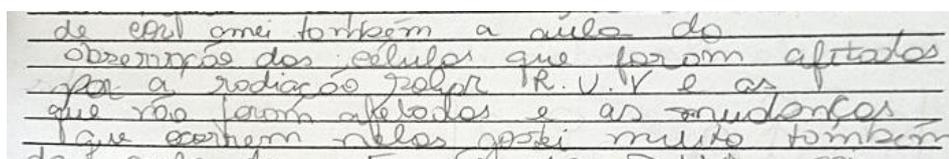


Figura 26: produção final de Jaciara: “... amei também a aula do [sic] observação das células que foram afetadas por [sic] a radiação solar RUV e as que não foram afetadas e as mudanças que ocorrem nelas...”. Fonte: o autor.

Os relatos evidenciam a dimensão da importância da experiência vivida, a qual é essencial, quando concebemos os estudantes como sujeitos socioculturais, os quais, por meio de experiências sociais, reproduzem e elaboram suas próprias culturas. Nas palavras de Dayrell (1996, p. 25), os alunos:

Vivenciam o espaço escolar como uma unidade sócio-cultural complexa, cuja dimensão educativa encontra-se também nas experiências humanas e sociais ali existentes. Os alunos parecem vivenciar e valorizar uma dimensão educativa importante em espaços e tempos que geralmente a Pedagogia desconsidera: os momentos do encontro, da afetividade, do diálogo. Independente dos objetivos explícitos da escola, vem ocorrendo no seu interior uma multiplicidade de situações e conteúdos educativos, que podem e devem ser potencializadas.

Segundo Driver e outros (1999, p. 39):

O papel do professor, como autoridade, possui dois componentes importantes. O primeiro deles é introduzir novas idéias ou ferramentas culturais onde for necessário e fornecer apoio e orientação aos estudantes a fim de que eles próprios possam dar sentido a essas idéias.

Nessa perspectiva, ao assumir o ensino de ciências tal qual um processo de enculturação, buscamos, ao elaborar uma aula envolvendo o microscópio, familiarizar os alunos com essa ferramenta da cultura científica. Porém, esse processo só pode ser iniciado a partir do momento em que tal recurso é disponibilizada no espaço escolar. A escola onde a intervenção foi realizada não possui laboratório de ciências, tampouco equipamentos específicos da cultura científica. Assim, advogamos a favor da necessidade de

se equipar adequadamente os espaços em que se pretende ensinar ciências, sejam eles formais, ou não formais, dado que, dificilmente, a maioria dos brasileiros terão acesso a essas ferramentas em suas vidas cotidianas.

No contexto desta pesquisa, a ferramenta em si se mostrou mais importante para os estudantes do que o conteúdo da observação, como exposto na discussão da figura 21. Ou seja, se tivéssemos apresentado em um projetor as imagens das lâminas ampliadas, contemplaríamos a observação e haveria tempo para as discussões posteriores, no entanto, privaríamos os estudantes da oportunidade de interagir com o microscópio, o qual, para eles, era inédito. Consequentemente, a experiência vivida seria drasticamente reduzida, e, provavelmente, a aula “Células Mutantes” não teria o mesmo número de menções, como sendo aquela da qual os alunos mais gostaram.

Equipar bem um laboratório é apenas uma parte do processo. Capacitar o professor para utilizar esses recursos de maneira adequada é um elemento fundamental, pois a ferramenta em si é inútil, se não houver quem a opere. A experiência vivida com a observação do microscópio não foi inédita apenas para os alunos. A professora Rosemary participou da atividade e nos revelou em particular que nunca havia feito uma observação daquela natureza. Pensar em uma docente veterana na profissão e que nunca teve a oportunidade de lidar com uma ferramenta como o microscópio é, no mínimo, preocupante. Infelizmente, esse não deve ser um caso isolado. Em sua pesquisa, Gatti (2010) revela o baixíssimo número de disciplinas dos cursos de pedagogia que são voltadas aos conhecimentos específicos a serem ensinados em sala de aula, entre eles, o de ciências da natureza, o que nos permite estender o raciocínio à familiarização com as ferramentas da cultura científica.



Figura 27: professora Rosemary realiza sua primeira observação em um microscópio. Fonte: o autor.

Esse cenário corrobora com a importância das formações inicial e continuada do professor, pois saber manipular as ferramentas é um requisito necessário para se pensar nas atividades a serem exploradas com elas. Se almejamos que a experimentação se torne algo comum nas práticas escolares, precisamos equipar bem nossas escolas e fornecer subsídios teóricos suficientes para que o professor possa atuar em diferentes abordagens e estratégias destinadas à sua utilização. Esses elementos estão atrelados às questões que envolvem políticas públicas para a educação, reestruturação de

currículos e ementas dos cursos de formação inicial, além de condições e subsídios para que o professor possa, efetivamente, apropriar-se dos equipamentos da cultura científica.

A experiência vivida, as relações sociais e as experiências culturais diversas podem contribuir no processo de desenvolvimento dos estudantes como sujeitos socioculturais. A análise realizada nesta seção corrobora com essa perspectiva, pois, mesmo não atingindo os objetivos conceituais propostos e a aula não tendo se configurado como investigativa, esse momento se mostrou marcante aos alunos, mais do que outros em que esse feito foi alcançado. Embora tendo submetido à aula “Células Mutantes” a diferentes processos de validação, conforme foi exposto na subseção 2.5 do capítulo 2 (p. 53), na prática, ela não conseguiu criar um ambiente investigativo, o que corrobora com a importância da validação em campo de qualquer ferramenta educacional.

Os objetivos procedimentais e atitudinais foram, de certa forma, contemplados no primeiro momento da aula, como descrito nos episódios 1 e 2. A análise realizada a partir do quadro elaborado por Souza (2014) sugere uma relativa aquisição de procedimentos e de atitudes: os alunos elaboraram hipóteses e as expuseram oralmente; desenvolveram modelos explicativos; interpretaram as falas dos colegas, respeitando a diferença de ideias e pensamentos; e trouxeram os termos DNA e câncer de pele, inéditos até aquele momento, resgatando elementos das aulas anteriores, como alguns efeitos imediatos da exposição aos raios UV, isto é, vermelhidão da pele e descamação. Esses dados sugerem que a aula “Células Mutantes” poderia ser potencializada, caso as outras etapas propostas para ela fossem desenvolvidas.

O fato de não atingir completamente todos os objetivos educacionais propostos não a torna uma atividade descartável, ao passo que contemplar a dimensão da experiência vivida pode ajudar a tornar uma aula marcante e significativa aos estudantes. Portanto, ambas devem subsidiar o professor no processo de elaboração, de reflexão e de reestruturação das atividades, as quais são essenciais na prática docente.

3.3 A formação do câncer de pele e os posicionamentos dos estudantes em relação às formas de prevenção

O câncer de pele é o mais nocivo efeito que a radiação ultravioleta pode produzir no corpo humano. Segundo a subseção 2.4.2 (p. 51), o número de casos esperados para o Brasil é alarmante, e quase todos eles estão associados à exposição prolongada sem proteção. Essa patologia é um efeito tardio, ou seja, é, normalmente, resultado de anos e anos de exposição. Tal fato, de certa forma, dificulta sua prevenção, pois as pessoas tendem a se preocupar mais com os efeitos imediatamente visíveis, como queimaduras e vermelhidão. Ao adotarmos o enfoque CTS para abordar a interação radiação – corpo humano, objetivamos promover uma contextualização social dos estudos científicos escolares, possibilitando a articulação entre ciência, tecnologia e sociedade, além de desenvolver nos estudantes o pensamento crítico-reflexivo

para a tomada de decisões socialmente responsáveis. A exposição prolongada aos raios UV é um tema que traz implicações científicas e sociais, pois ela pode causar efeitos maléficos à saúde humana, tal qual o câncer de pele, cujo entendimento está atrelado a conhecimentos construídos pela cultura científica e a não adoção de medidas protetivas por parte da sociedade pode potencializar os efeitos nocivos da RUV no corpo humano. Segundo Santos e Mortimer (2009, p. 192), questões dessa natureza “[...] têm sido geralmente denominadas *socioscientific issues* (SSI) que podem ser traduzidas por questões sociocientíficas ou temas sociocientíficos”.

Santos e Mortimer (2009) nos dizem que os temas sócio-científicos não precisam ser necessariamente explorados a partir de perguntas controversas, ou de temas do currículo escolar. A abordagem desses temas pode emergir de conteúdos problematizados culturalmente, como parte integrante do processo de reflexão sobre o papel social da ciência. Com base nessas premissas, estabelecemos como um dos objetivos desta pesquisa analisar os conceitos estruturados pelos estudantes voltados à explicação da formação do câncer de pele em decorrência da exposição prolongada ao Sol, entendendo essa moléstia tal qual uma questão científica e o posicionamento sobre a necessidade da realização de procedimentos relativos à prevenção, compreendendo-a como uma questão social, pois envolve a tomada de decisão consciente.

3.3.1 O entendimento dos estudantes sobre a formação do câncer de pele em decorrência da exposição prolongada ao Sol

Na SEI desenvolvida, começamos a discutir o processo de formação do câncer a partir da quinta aula, na qual foi realizada a quarta atividade investigativa proposta (aula “Células Mutantes”), cuja análise se encontra na seção 3.2 do capítulo 3 (p. 79). Nessa aula, os estudantes sinalizaram para um entendimento do câncer de pele como um dos possíveis efeitos causados pela RUV, sendo que houve colocações, a exemplo de Alexis, a qual disse: **“A radiação afeta o DNA das células deixando elas mais fracas, e aí dependendo você pode ficar doente”**. Essa fala apresenta indícios da correlação entre radiação e DNA, mostrando-se bastante complexa e, de certa forma, aponta para a direção do modelo aceito pela comunidade científica.

Na sexta aula, realizamos uma atividade de extração de DNA humano. Os alunos foram divididos em grupos, sendo que fornecemos os materiais, o roteiro estruturado dos procedimentos e oferecemos o suporte necessário para a realização da atividade. Essas características nos permitem classificá-la como sendo de laboratório tradicional, baseado em Borges (2002). É importante destacar que, em uma SEI, nem todas as aulas precisam envolver atividades investigativas. Nas palavras de Carvalho (2012, p. 7):

Algumas SEIs, para dar conta de conteúdos curriculares mais complexos, demandam vários ciclos destas três atividades ou mesmo outros tipos de atividades precisam ser planejadas.

A exploração de atividades de laboratório tradicional pode contribuir com o processo de enculturação dos estudantes, pois permite explorar

elementos essenciais, como: a manipulação precisa, destreza e inferência, leitura e interpretação de texto dos roteiros e apresentação formal/calibração/preparação de ferramentas científicas (como balanças, multímetros e obtenção da incerteza), as quais também fazem parte das práticas da ciência escolar e que são mais dificilmente contemplados na abordagem investigativa. Na figura 28, podemos ver que os estudantes conseguiram extrair o DNA da saliva, o que só foi possível, em virtude do cumprimento total das orientações do roteiro e da precisão nas medidas. A inclusão de uma atividade tradicional em uma sequência de aulas com base no ensino por investigação, a qual explora outros aspectos igualmente essenciais da cultura da ciência, tais quais a elaboração e teste de hipóteses, realização de contextualizações e generalizações, análise e explicação dos resultados obtidos e socialização de conhecimentos, foi importante para contemplar diferentes elementos dessa cultura, uma vez que a diversidade de ações permitiu desenvolver um maior número de conhecimentos.

Antes da atividade, Jhennyfer realizou uma exposição sobre o DNA a partir da colocação de Alexis da aula anterior. Ela buscou evidenciar a correlação entre a atividade da aula “Células Mutantes” com a atividade de extração de DNA, reforçando a ideia de que estávamos nos aprofundando na investigação da interação RUV – corpo humano, lidando, agora, com um elemento de escala ainda menor e que está presente no interior das células. A seguir, apresentamos algumas imagens da aula “Extração de DNA humano” (figura 28), na qual podemos observar indícios de atitudes colaborativas e envolvimento com a tarefa.



Figura 28: estudantes realizando a atividade de extração de DNA humano. Fonte: o autor.

Em seguida, exibimos trechos de produções finais dos estudantes em que a aula “Extração de DNA humano” foi eleita como sendo aquela da qual eles mais gostaram, o que sugere que essa atividade pode ter propiciado uma experiência vivida importante para esses alunos, conforme é visto nos relatos de Margarida e Cyntia (figuras 29 e 32 respectivamente), as quais justificaram suas escolhas pelo fato da atividade ter envolvido os seus DNA’s.

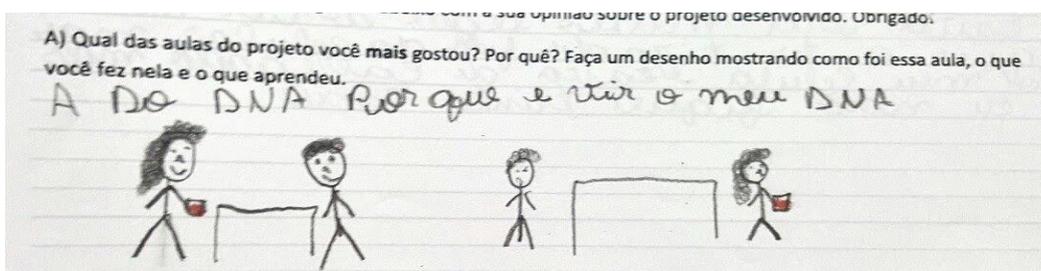


Figura 29: relato produzido por Margarida: “A do DNA porque e [sic] vir [sic] o meu DNA”. Fonte: o autor.

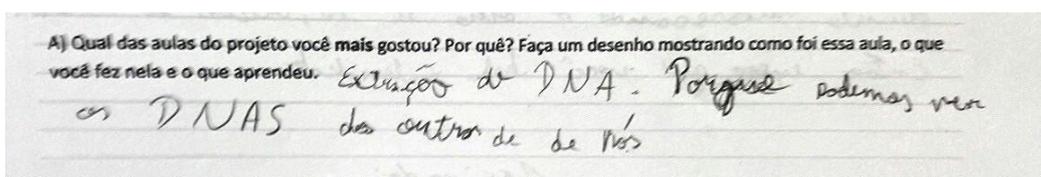


Figura 30: relato produzido por John: “Extração de DNA, porque podemos ver os DNAs das outras de nós [sic]”. Fonte: o autor.

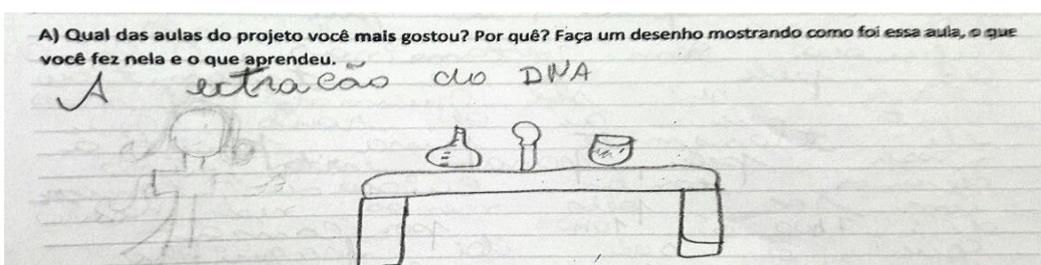


Figura 31: relato produzido por Morgana: “A extração do DNA”. Fonte: o autor.

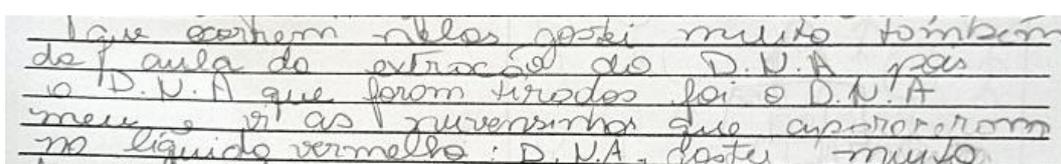


Figura 32: relato produzido por Cyntia: “... gostei muito também da aula de extração do DNA pois o DNA que foram [sic] tirados [sic] foi o DNA meu e vi as nuvensinhas [sic] que apareceram no líquido vermelho: DNA...”. Fonte: o autor.

Na sétima aula da SEI, foi realizada uma sistematização sobre como ocorre a formação do câncer, por meio do vídeo “Câncer: conhecer, prevenir e vencer”, de autoria do Professor Doutor Paulo Cesar Naoum, disponível no canal do Youtube denominado “academiadeciencia”.

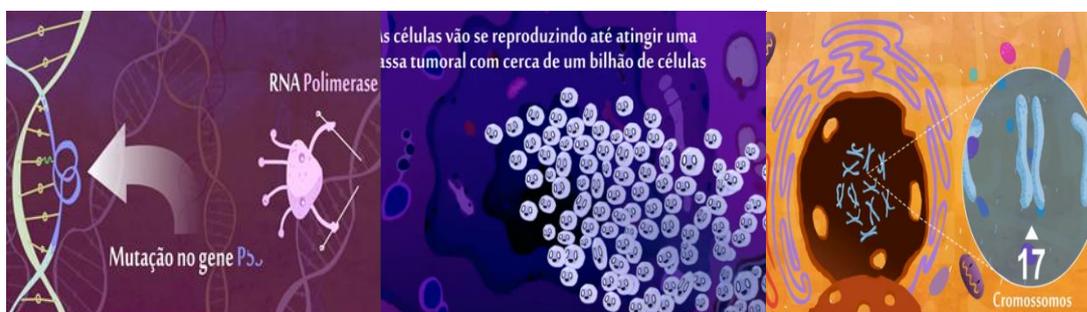


Figura 33: trechos do vídeo “Câncer: conhecer, prevenir e vencer”. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=HU2sXd5H48Q>>. Acesso em 07/06/2017.

Exibimos o vídeo e, em seguida, realizamos uma discussão com os estudantes, investigando as principais dúvidas e os elementos que eles destacaram. Depois, reexibimos o material gravado, pausando e comentando os principais pontos relativos ao processo de formação de um câncer. Por fim, pedimos que eles elaborassem relatos sobre o que entenderam desse processo.

Na nona e última aula da SEI, solicitamos aos estudantes a seguinte tarefa:

Um novo aluno acaba de chegar à escola e, infelizmente, não pode participar das nossas aulas. Escreva uma carta para ele, contando todas as experiências que você viveu durante nossas aulas: quais atividades foram feitas, o que você aprendeu em cada uma delas, o que mais gostou, o que você não gostou, o que acha que poderia ser feito diferente para melhorar, como foi sua participação, e, principalmente, ajude seu novo colega a entender como o sol pode causar o câncer de pele e o que você pode usar/fazer para evitar isso. Você pode fazer desenhos para facilitar o entendimento do seu novo colega :D (se precisar, pode pegar uma folha do seu caderno).

Portanto, é a partir dos relatos produzidos na nona e na sétima aula que buscamos indícios os quais nos permitam analisar de que maneira os estudantes entendem a formação do câncer com base nos conceitos compartilhados durante a intervenção realizada. Foram selecionadas as produções nas quais eles evidenciaram claramente essa dimensão, pois nem todos a contemplaram.

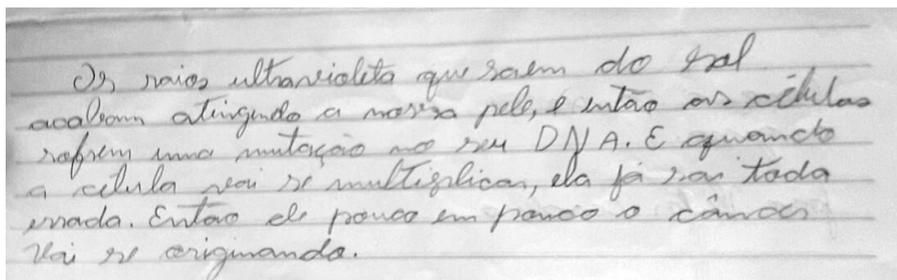


Figura 34: Relato produzido por Sérgio. “Os raios ultravioleta que saem do sol [sic] acabam atingindo a nossa pele, e então as células sofrem mutação no seu DNA. E quando a célula vai se multiplicar, ela já sai toda errada. Então de pouco em pouco o câncer vai se originando”. Fonte: o autor.

O relato de Sérgio evidencia um modelo que se aproxima bastante do aceito pela comunidade científica. Ele identifica o Sol tal qual emissor de radiação ultravioleta, a qual chega até a pele e origina a mutação do DNA contido nas células. Surge, em seguida, a dimensão da reprodução celular, inédita nos relatos até então produzidos, acompanhada da fala: “**ela já sai toda errada**”, referindo-se à célula gerada após o processo que o aluno denominou de “multiplicação”, o qual corresponde a uma das etapas do processo de reprodução, que envolve também a divisão celular. A fala sugere que o estudante atribui o mesmo significado para ambas as etapas. A expressão utilizada faz parte da linguagem cotidiana, mas pode carregar alguns significados que nos ajudam a entender como esse aluno concebeu o processo de formação do câncer. Ao dizer que após a multiplicação a célula sai “**toda errada**”, ele sinaliza para a ideia de que a mutação ocorrida na célula inicial, a qual a deixou “**toda errada**”, será propagada para a nova célula gerada, o que, de certa forma, aponta para a direção do modelo aceito cientificamente, pois, na reprodução, a célula faz uma cópia de seu material genético, e, mesmo havendo mecanismos que auxiliam na transcrição, as mutações podem ser passadas adiante. Ao assumir que ela está “**errada**”, o aluno indica entender que existem células que estão “**certas**”, ou seja, que elas possuem funções específicas, as quais podem ser afetadas a partir das mutações, e que nos permitem analisar se estão desempenhando suas atividades como esperado, o que também aponta para o modelo aceito cientificamente, uma vez que as funções das células de cada estrutura são bem conhecidas, e reconhecer comportamentos fora do padrão ajuda no diagnóstico de enfermidades. Por fim, o relato apresenta a fala: “**de pouco em pouco o câncer vai se originando**”. Isso sugere a ideia do câncer tal qual um efeito tardio, resultado de um longo processo de pequenos danos, o que também é compatível com o modelo científico, no qual, normalmente, o câncer é resultado de danos acumulados pelas linhagens celulares.

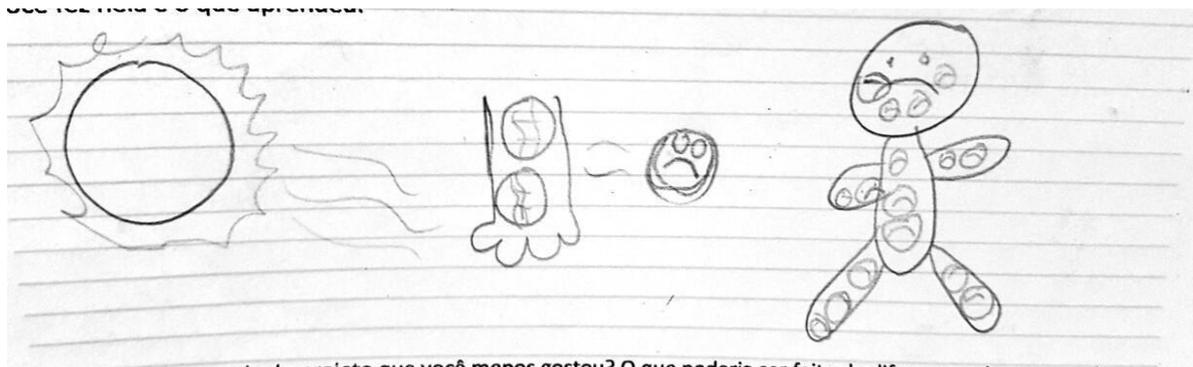


Figura 35: relato produzido por Ziraldo na forma de desenho, explicando a formação do câncer. Fonte: o autor.

A figura 35 mostra uma construção apenas com desenhos, sem qualquer espécie de texto. Consoante à Lima, Carvalho e Gonçalves (1998), para Vygotsky, a criança pode utilizar o recurso gráfico para expressar seu pensamento em situações nas quais ela não se sente segura para fazê-lo por meio da escrita, o que não torna o relato menos complexo, ou com menos significados.

Analisando os desenhos da esquerda para a direita, em ordem, temos, a princípio, uma representação do Sol, o qual é a principal fonte natural de radiação ultravioleta. Ao seu lado, temos uma possível representação de raios emitidos por ele. Esse modelo de representação utilizado por Ziraldo não esclarece se essas ondas são os raios ultravioleta, ou “raios solares”, pois ambos os termos permearam a intervenção em diferentes momentos, e foram empregados muitas vezes com o mesmo sentido. À direita, temos uma representação de um braço humano com dois círculos dentro. Esses círculos podem ser entendidos como células que compõe a pele, por serem semelhantes às representações dessas estruturas construídas na aula “Células Mutantes”, conforme as figuras 20 e 21 da seção 3.2. Em seus interiores, notam-se representações em forma de escada, as quais podem ser entendidas como sendo o DNA contido no núcleo celular, pois se assemelham bastante com o modelo de dupla hélice empregado em livros didáticos e que desenhamos no quadro durante a sistematização da sétima aula da SEI. A direita do braço, temos um sinal que pode representar o símbolo matemático de igualdade, seguido de um círculo com uma “expressão facial” associada à tristeza, a qual pode ser também uma representação de célula, e sua “expressão triste” sugere que algo de ruim aconteceu com ela. Por fim, temos uma representação humana com expressão de dor/tristeza com vários círculos com a mesma expressão em seus interiores, e, seguindo a lógica do quarto desenho, podemos compreendê-los como sendo as várias células da pele que estariam doentes.

Esses desenhos, em sequência (da esquerda para a direita), revelam o modelo construído por Ziraldo, a fim de explicar o processo de formação do câncer. Uma possível interpretação deles sugere o Sol tal qual emissor de ondas, as quais chegam até às células da pele, afetando o DNA contido em seus núcleos, resultando em um efeito negativo para elas, o que pode estar relacionado à “expressão de tristeza” representada no terceiro desenho. Na quarta ilustração, nota-se o resultado da célula “triste”, do desenho anterior,

espalhado por todo o corpo, o que pode ter ligação com o fato da derme revestir o corpo humano.

O modelo construído por Sergio revela um elevado grau de complexidade, incorporando termos pouco comuns no vocabulário infantil relativos à mutação, ao DNA, à reprodução celular e à ondulatória. A possível interpretação do modelo construído por Ziraldo não evidencia com clareza todas essas dimensões, mas também mostra alto grau de complexidade, apontando no sentido da construção do conhecimento científico, variando em conformidade com suas possibilidades de observação, de reflexão e de percepção.

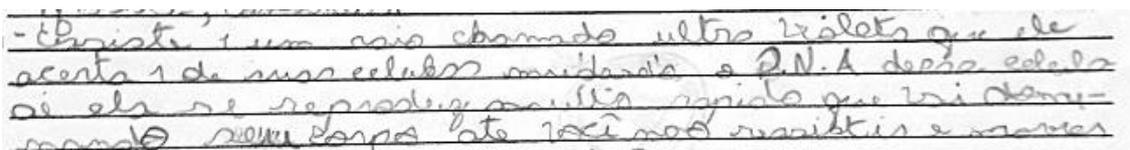


Figura 36: relato produzido por Sandro: “Existe 1 um [sic] raio chamado ultra violeta [sic] que ele acerta 1 de suas células mudando o DNA dessa célula ai ela se reproduz muito rápido que vai dominando seu corpo até você não resistir e morrer”. Fonte: o autor.

O relato produzido por Sandro mostra a ideia do raio ultravioleta atingindo uma célula e, nas palavras dele, mudando o DNA. Assim como Ziraldo, Sandro não evidencia o termo mutação, mas sinaliza para ele com um termo cotidiano, “**mudando o DNA dessa célula**”, o qual, de certa forma, aponta para a direção do conhecimento científico, pois uma mutação pode ser entendida tal qual uma mudança na estrutura original do DNA. Em seguida, Sergio incorpora a dimensão da reprodução celular de maneira semelhante à de Sandro, mas esse utilizou a expressão “ai ela se **reproduz**”, enquanto aquele disse “E quando a célula vai se **multiplicar**”. Ambos os termos, de certa forma, indicam o mesmo processo, haja vista que, no modelo científico, para se reproduzir, a célula precisa multiplicar seu material genético e passar pelo processo de citocinese¹¹. Desta forma, eles utilizaram diferentes palavras, conforme suas experiências próprias, a fim de manifestar seus entendimentos, não se omitindo de elaborar explicações e ratificando o cuidado que tiveram para empregar termos que julgaram necessários.

Por fim, Sandro apresenta a fala: “ela se reproduz muito rápido que vai dominando seu corpo”. Isso sinaliza para a perda do controle da proliferação celular, que, no modelo científico, é consequência dos danos causados pela RUV aos mecanismos de regulação do ciclo celular, ou seja, essa fala, de certa forma, aponta para a construção aceita pela comunidade científica. Ele conclui seu relato com: “dominando seu corpo até você não resistir e morrer”, evidenciando o caráter progressivo da doença, e que, de fato, pode levar ao óbito.

¹¹ Fase da divisão celular em que ocorre efetivamente a separação das duas células, após a formação dos novos núcleos.

O cancer e calzado pelas dirverssar calzar. principlamente por causa do sol e e chamado camsser de pele isso ocorre quando tomo muito radiação solar e danifica as celulas. e essas selulas se multiplicam.

jim.

Figura 37: relato produzido por Henrique: “O camcer [sic] e calzado [sic] pelas dirverssar [sic] calzar [sic], principlamente [sic] por causa do sol [sic] e e chamado camsser [sic] de pele isso ocorre quando tomo muito [sic] radiação solar e danifica as celulas [sic], e essas selulas [sic] se multiplicação [sic]”. Fonte: o autor.

O relato de Henrique revela certa fragilidade na linguagem escrita, o que não o impediu de expressar suas ideias da forma como podia, ratificando seu engajamento com a atividade. Ele inicia sua construção dizendo que o câncer possui diversas causas, e o Sol, no caso do câncer de pele, é a principal delas, devido à exposição exagerada, a qual ele sinaliza com a expressão “**quando tomo muito [sic] radiação solar**”. Essa fala, de certa forma, aproxima-se do modelo científico, pois existem diversos fatores que contribuem para a formação do câncer: hábitos, como exposição excessiva a fontes de radiação, consumo de álcool, tabaco, determinados medicamentos, alimentos processados e fatores genéticos; e a exposição excessiva ao Sol, a qual é a principal causa dessa patologia. Em seguida, Henrique diz que as células são danificadas pela radiação solar e se multiplicam. Temos aqui um terceiro termo que remete à dimensão da mutação celular: além de “mutação” e “mudam o DNA”, trazidos por Sergio e Sandro respectivamente, Henrique revela que as células são danificadas pelos raios solares. Ele não evidencia a ideia de DNA nem de radiação ultravioleta, ao contrário dos outros dois colegas citados, mas também contempla a dimensão da multiplicação celular.

O relato de Henrique possui um grau de complexidade próprio. Mesmo trazendo termos mais cotidianos e generalistas, ele foi capaz de construir um modelo que, de certa forma, aponta para a direção do modelo aceito pela comunidade científica.

2- O ultra violeta e apenas o calor do ambiente, a miranga mudou de cor com o ultra violeta

3- As celulas mutadas não são formadas iguais as normais porque elas não morrem e se duplicam

Figura 38: relato produzido por Marcia: “As celas [sic] mutantes não são formadas iguais as normais porque elas não morrem e se duplicam”. Fonte: o autor.

Já o relato produzido por Marcia é mais breve e enfatiza menos dimensões do que os analisados anteriormente. Ela inicia sua fala sugerindo

entender que existe uma diferença no processo de formação de uma célula mutante e de uma célula normal, mas não evidencia quais seriam esses elementos. Em seguida, a aluna diz que a diferença entre esses dois tipos de células está no fato de que as células mutantes não morrem, e sim se duplicam. De fato, as mutantes podem perder o controle do ciclo celular, o qual envolve os processos de reprodução e de apoptose, ou seja, a fala de Marcia sinaliza, de certa forma, para o modelo científico, mesmo com a utilização de termos cotidianos. Nota-se, no relato dela, mais uma palavra que remete à ideia da reprodução celular: além de multiplicação, trazido por Sergio e Henrique, e reprodução, trazido por Sandro, Marcia utiliza o termo “duplicam”, o qual, de alguma forma, está relacionado ao conhecimento científico, pois, na fase mitótica, que é uma das etapas do processo de divisão celular, uma célula origina outras duas com a mesma composição genética. É importante destacar que não introduzimos o termo mitose nas aulas da intervenção, e, provavelmente, os alunos também não haviam sido apresentados previamente de maneira formal a ele, porém, a ideia de reprodução celular foi trabalhada na sétima aula da SEI. Empregamos os termos reprodução e multiplicação como sinônimos, usando-os, a fim de nos referir ao processo em que uma célula gera outra de igual material genético e, assim, propagando a mutação sofrida. O entendimento do complexo processo de reprodução celular não fazia parte dos objetivos da intervenção. Desta forma, limitamo-nos a trabalhar a ideia de que uma célula pode gerar outra igual.

Essa variedade de palavras empregadas nos relatos corrobora com o caráter singular das produções, dado que cada criança tem um vocabulário, fruto das interações com diferentes culturas e em diferentes graus de complexidade.

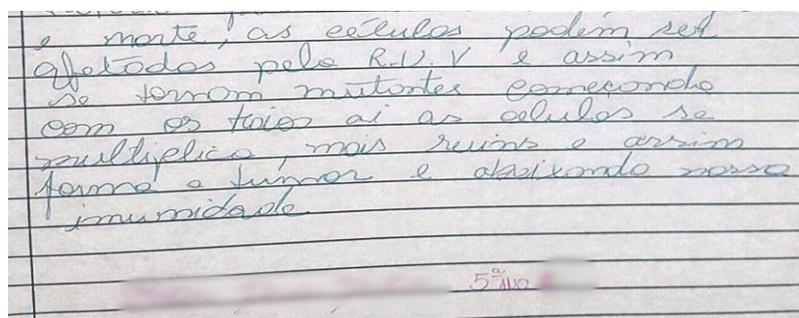


Figura 39: relato produzido por Brenda: “as células podem ser afetadas pelo RUV e assim se tornam mutantes começando com os raios aí as células [sic] se multiplica [sic], mais ruins [sic] e assim forma o tumor e abaixando nossa imunidade”. Fonte: o autor.

A produção de Brenda começa sinalizando para a ideia de mutação induzida por radiação, e, em seguida, contempla as fases da mutação e da reprodução celular, utilizando a expressão: “**as células [sic] se multiplica [sic]**”, de maneira similar a Sergio no relato da figura 33. Ela encerra seu relato com a fala: “**as células [sic] se multiplica [sic], mais ruins [sic] e assim forma o tumor e abaixando nossa imunidade**”. Temos aqui uma segunda expressão empregada, com a finalidade de se referir às células geradas a partir das mutantes: além de “ela já sai toda errada”, dita por Sandro, surge, na fala de Brenda, a expressão “as células [sic] se multiplica [sic], mais ruins [sic]”. A aluna usa uma expressão cotidiana baseada em sua experiência vivida,

sinalizando para uma interpretação de “células ruins”, ou seja, aquelas que não realizariam bem suas funções. Inclusive, sua construção incorpora um termo inédito: tumor, o qual pode indicar uma equivalência ao termo câncer. No modelo aceito pela comunidade científica, câncer é um nome genérico dado a um conjunto de doenças, enquanto tumor é uma etapa desse processo. É bastante comum confundir esses conceitos, pois, normalmente, o diagnóstico desse tipo de patologia só é dado após a detecção de um tumor. O final do discurso de Brenda incorpora a dimensão da baixa imunidade, a qual apresenta como uma consequência causada pela “multiplicação ruim” das “células mutantes”, o que, de certa forma, aponta para o modelo aceito pela comunidade científica, pois, em muitos casos, o câncer pode originar a baixa imunidade.

Os relatos analisados nesta seção revelam uma variedade de formas, de extensão e de complexidade nas produções dos estudantes. Tivemos relatos com apenas desenhos, apenas textos e com ambos, o que evidencia as diferentes formas de linguagens que as crianças utilizam. Os alunos com certas dificuldades na linguagem escrita não se privaram de registrar suas ideias, e, para isso, exploraram outros recursos, de acordo com suas experiências vividas e seus níveis de desenvolvimento. As produções sugerem o engajamento deles com o projeto e o cuidado que tiveram ao realizar seus relatos, não demonstrando receio em lançar hipóteses e empregar termos. Essa proposta de avaliação buscou estimular a escrita e a possibilidade de investigar a incorporação de palavras pouco comuns ao vocabulário coloquial infantil, que surgiram nos relatos analisados, como: mutação, tumor, radiação, DNA, ultravioleta etc.

Facci (2010) nos diz que, na perspectiva vygotskyana, quando a criança aprende uma nova palavra, ela é, inicialmente, uma generalização do tipo elementar, mas, à medida que ela vai se desenvolvendo, essa palavra pode ser substituída por generalizações mais complexas, resultando no processo de formação dos verdadeiros conceitos.

Levando isso em consideração, tivemos um grande número de relatos nos quais os estudantes construíram um modelo explicativo voltado à formação do câncer de pele, e todos, de alguma forma, apontam no sentido do modelo aceito pela comunidade científica. Há variações nos termos empregados, grau de complexidade e exatidão, mas nossa proposta não envolveu a classificação das respostas em níveis. A análise dos relatos sugere que eles foram capazes de reconhecer e de construir um modelo para a formação do câncer de pele, de acordo com suas particularidades de graus de precisão e aprofundamento. A análise realizada fornece indícios que a Sequência de Ensino Investigativa apresentada nesta pesquisa atingiu seu objetivo relativo ao entendimento da formação do câncer de pele, e os estudantes parecem se apropriar de conceitos científicos envolvidos no processo de formação dessa doença a partir da exposição prolongada sem proteção adequada.

Nessa perspectiva, Vygotsky (1993 apud FACCI, 2010, p. 133), nos diz que:

O desenvolvimento do conceito científico de caráter social se produz nas condições do processo de ensino, que constitui uma forma singular de cooperação sistemática entre o pedagogo e a criança.

Durante o desenvolvimento desta cooperação amadurecem as funções psíquicas superiores da criança com ajuda e participação do adulto. No campo que nos interessa, este encontra sua expressão na crescente relatividade do pensamento causal e no fato de que o pensamento científico da criança avança até alcançar um nível de voluntariedade, nível que é produto das condições de ensino. A singular cooperação entre a criança e o adulto é um aspecto crucial do processo de ensino, juntamente com os conhecimentos que são transmitidos à criança segundo um determinado sistema. Estes fatores explicam o amadurecimento precoce dos conceitos científicos e também o fato de que o nível de desenvolvimento intervenha como uma zona de possibilidades muito próximas aos conceitos cotidianos, abrindo-lhes o caminho e preparando seu desenvolvimento.

O processo de formação de um câncer possui um alto grau de generalidade, pois envolve uma série de conceitos, sobre os quais podemos dizer que possuem diferentes níveis de generalidade, mas não que há uma hierarquia entre eles. A intervenção realizada não buscou definir esses conceitos, porém, contemplou-os de modo que os estudantes pudessem iniciar um processo de tomada de consciência, possibilitando uma integração entre esses fenômenos em um sistema maior de conceitos.

Os relatos pré-intervenção revelaram que os alunos conheciam os malefícios da exposição prolongada ao Sol, ou seja, eram situações familiares a eles, bem como o câncer de pele, o qual foi trazido durante as discussões realizadas ao longo da SEI. Os relatos analisados aqui e na seção 3.1 mostram a construção de novos sentidos por partes dos estudantes em relação ao processo de formação do câncer, os quais se aproximam mais do modelo aceito pela comunidade científica do que do cotidiano.

3.3.2 Posicionamento dos estudantes sobre a prevenção do câncer

Outro questionamento feito aos discentes na última aula da SEI foi: **“Você pretende tomar mais cuidado com o Sol? O que pode fazer para ajudar seus amigos e familiares a se protegerem também?”**. Nosso objetivo ao realizar essa pergunta foi de investigar o posicionamento deles sobre as medidas protetivas relacionadas aos perigos da exposição prolongada ao Sol. Para Martínez e Carvalho (2012), a abordagem de temas sócio-científicos não pode se limitar aos conteúdos específicos das ciências, pois, apesar de serem extremamente importantes, não são suficientes para contemplar as questões sociais, políticas e éticas atreladas ao papel do cidadão. Inclusive, Santos e Mortimer (2001, p. 97) corroborando com essa perspectiva, os quais consideram que “o principal objetivo dos cursos CTS é capacitar os alunos para a tomada de decisão e para uma ação social responsável [...]”.

Os dados apresentados pelo INCA nas estimativas para o Brasil preveem um grande número de casos de câncer de pele associados à exposição prolongada ao Sol sem proteção, e, a partir disso, é possível levantar três hipóteses: (i) as pessoas não adotam medidas protetivas por não as conhecerem; (ii) elas não aplicam medidas protetivas por não ter ciência dos riscos que correm; e (iii) as pessoas optam por não se protegerem.

Por empregar o enfoque CTS, esta pesquisa objetivou empoderar os estudantes, a fim de que pudessem, por meio da educação tecnológica, assumir uma posição perante a questão das medidas protetivas. Em relação à terceira hipótese, é preciso lembrar que existem pessoas as quais têm consciência dos riscos que correm ao se expor ao Sol por muitas horas sem proteção e, mesmo assim, escolhem o fazer. Situação similar foi relatada pelo professor Eduardo Mortimer durante a terceira mesa redonda do Encontro de Ensino de Ciências por Investigação¹² (EnECI) ocorrido no primeiro semestre de 2017. Segundo ele, pescadores de Belo Horizonte, MG, pescam e consomem peixes capturados na Lagoa da Pampulha, a qual foi considerada imprópria para uso humano, mesmo tendo sido alertados pela própria prefeitura sobre os perigos de tais práticas, devido, entre outros fatores, à contaminação da água e dos peixes por metais pesados. A liberdade para escolhermos nossas ações é um dos pilares da nossa sociedade democrática, além de ser um direito que deve ser respeitado e assegurado. Santos e Mortimer (2001, p. 101), a partir do trabalho de Santos e Schnetzler (1997), afirmam que:

a educação para a cidadania não seria aquela que apresentaria já de pronto as soluções para os estudantes. Não se trata de fornecer a fórmula determinada da justiça, mas de apontar os critérios negativos do juízo, permitindo ao indivíduo que ele determine o que é inaceitável. A decisão, no entanto, é do indivíduo inserido no grupo.

Logo, as pessoas que não conhecem os métodos de proteção, ou que não sabem o porquê deveriam se proteger, podem ser consideradas um grupo de risco, o qual precisa ter acesso aos conhecimentos científicos relativos à interação radiação – corpo humano, com o intuito de que possam se posicionar de maneira plena e consciente.

Entendemos que, para se posicionar criticamente perante questões socialmente relevantes, é necessária uma compreensão das variáveis atreladas a elas, como: riscos, benefícios, malefícios, custos, além de perspectivas a curto, médio, longo prazo etc. O entendimento de certas variáveis só é possível mediante a instrução formal dos conhecimentos construídos pela cultura científica, os quais dificilmente serão adquiridos em outros meios. Desta forma, isso ratifica o papel social da escola na formação do cidadão, pois, para que esse tome decisões socialmente responsáveis, ele precisa refletir sobre todos os elementos relacionados ao tema, utilizando conhecimentos adquiridos nas diferentes culturas vividas, ou seja, os conceitos científicos, as crenças, as impressões pessoais e o poder de argumentação são itens que podem ter influência em um processo de tomada de decisão. Nas palavras de Santos e Mortimer (2001, p. 103), “Uma decisão responsável é caracterizada por uma explícita consciência dos valores que a orientou”.

Nessa perspectiva, ao indagarmos os estudantes acerca das medidas protetivas após as aulas do projeto, buscamos investigar de que forma eles se posicionariam a partir dos conhecimentos construídos coletivamente ao longo da intervenção. Esse posicionamento social aparece nas produções de

¹² A discussão ocorreu durante a mesa redonda: O ensino por investigação e as especificidades das disciplinas científicas, realizada no dia 17/05/2017, na qual o professor Mortimer debateu com as professoras Maira Batistoni e Deise Vianna. Mais informações sobre o evento podem ser encontradas em: <<http://www.veradata.com.br/eneci/>>. Acesso em 02/10/2017.

maneiras distintas. Sobre isso, foram produzidos 21 relatos, os quais discutiremos alguns exemplos a seguir.

D) Você pretende tomar mais cuidado com o Sol? O que pode fazer para ajudar seus amigos e familiares a se protegerem também? *Sim, motivar a usar utensílios de segurança para o Sol*

Figura 40: Relato produzido por Alberto: “Sim, motivar a usar utensílios de segurança para o Sol”. Fonte: o autor.

Em seu relato, Alberto afirma que pretende tomar mais cuidado em relação ao Sol e que pode ajudar outras pessoas, motivando-as a usar o que ele chamou de “utensílios de segurança”. Seu relato não esclarece quais utensílios seriam esses (talvez o protetor solar, óculos, bonés, os quais foram discutidos abertamente ao longo da intervenção), nem fornece qualquer tipo de evidência sobre a forma como utilizá-los, mas ele afirma a necessidade da adoção de itens externos, o que pode ter relação com um possível entendimento de que a nossa proteção natural (oriunda da pele e da melanina principalmente) pode não ser suficiente para garantir a segurança.

D) Você pretende tomar mais cuidado com o Sol? O que pode fazer para ajudar seus amigos e familiares a se protegerem também? *Sim, vou falar para passar protetor solar quase toda hora.*

Figura 41: Relato produzido por Simone: “sim, vou falar para passar protetor solar quase toda hora”. Fonte: o autor.

O relato de Simone está no grupo dos que dizem que pretendem ser mais cuidadosos, e apresenta sua ideia de contribuição para a prevenção contra os malefícios da exposição prolongada ao Sol. Ela é enfática ao dizer: “vou falar para passar protetor solar quase toda hora”. Aliás, percebe-se o uso de hipérbole nesse trecho e, ao contrário de Alberto (figura 39), Simone especifica a medida protetiva, o protetor solar, evidenciando um entendimento da forma de sua utilização, no que tange à necessidade de reaplicação do produto, o qual pode ser perdido, por exemplo, ao entrar e ao sair da água do mar, ou ao se secar com uma toalha.

D) Você pretende tomar mais cuidado com o Sol? O que pode fazer para ajudar seus amigos e familiares a se protegerem também? *Sim, sempre quando ir a praia passar o protetor, quando for comprar um óculos tomar cuidado.*

Figura 42: Relato produzido por Gilmar: “sim, sempre quando ir a praia passar o protetor, quando for comprar um óculos tomar cuidado”. Fonte: o autor.

Gilmar revela em sua produção que pretende ser mais zeloso em relação ao Sol e menciona duas medidas protetivas: o protetor solar e os óculos. O primeiro ele contextualiza na ida à praia, mas sem apresentar detalhes sobre sua aplicação. Em seguida, ele cita os óculos, dizendo que é preciso ter cuidado na hora de sua aquisição. O estudante pode estar evidenciando os perigos oferecidos pelo uso de óculos alternativos (óculos de camelô), que, muitas vezes, possuem estética atrativa e preços bastante acessíveis, porém suas lentes não oferecem qualquer proteção contra os raios ultravioleta.

D) Você pretende tomar mais cuidado com o Sol? O que pode fazer para ajudar seus amigos e familiares a se protegerem também?

Sim. Espricado o que o leandro falou a Jhennifer.

Figura 43: Relato produzido por Geni: “Sim. espricado [sic] o que o leandro [sic] falo [sic] e a Jhennifer”. Fonte: o autor.

O relato de Geni corrobora com a perspectiva da cautela com relação à exposição ao Sol e afirma que pode contribuir explicando aos outros sobre o que foi falado pelos professores. Ela não esclarece nenhum detalhe sobre medidas protetivas, ou quais informações pode divulgar, mas sua produção evidencia algumas dimensões importantes notadas em outros relatos analisados ao longo desta pesquisa, como: o engajamento em expor sua posição, mesmo sem dominar completamente a linguagem escrita; a citação do nome do autor desta pesquisa e da estagiária de ciências biológicas, sinalizando para o aspecto colaborativo da intervenção; além dos diferentes graus de complexidade e forma dos relatos.

D) Você pretende tomar mais cuidado com o Sol? O que pode fazer para ajudar seus amigos e familiares a se protegerem também?

Sim. POSSO AJUDAR FALANDO SOBRE ALGUMAS COISAS QUE APRENDE.

Figura 44: Relato produzido por Jonathan: “Sim. Posso ajudar falando sobre algumas coisas que aprende [sic]”. Fonte: o autor.

O relato de Jonathan se assemelha ao de Geni (figura 42) no sentido de ratificar a intenção de tomar mais cuidado com o Sol e de contribuir falando sobre assuntos discutidos nas aulas da intervenção. Ambos os relatos são breves e não revelam muitos detalhes, porém eles apresentam expressões importantes empregadas por Geni e Jonathan, associadas à aprendizagem e à explicação (“algumas coisas que aprende [sic]” e “espricado [sic] o que o...”, respectivamente).

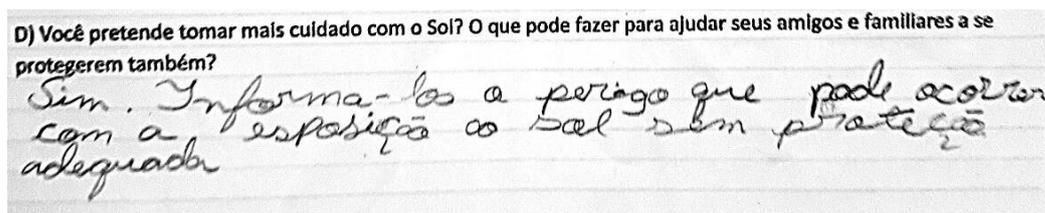


Figura 45: Relato produzido por Hector: “Sim. Informa-los o perigo que pode ocorrer com a exposição [sic] ao sol [sic] sem proteção adequada”. Fonte: o autor.

Em seu relato, Hector diz que pode informar seus familiares e amigos acerca do perigo da exposição prolongada ao Sol, explicitando ainda a dimensão da proteção adequada. Ele não evidencia o que seria essa proteção, nem como obtê-la, mas sua produção corrobora com a intenção de ser mais cuidadoso em relação à exposição ao Sol, a qual ele sinaliza ao responder positivamente a primeira pergunta.

Em 19 dos 21 relatos produzidos pelos estudantes, observamos claramente um posicionamento favorável à adoção de medidas protetivas. Em relação às outras duas produções, uma apresentou a resposta “eu não sei” e a outra trazemos adiante:

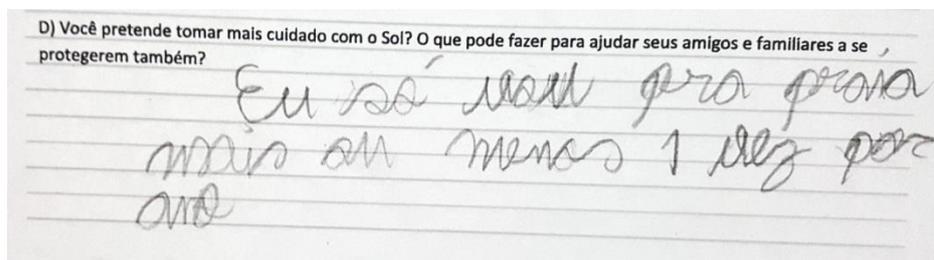


Figura 46: Relato produzido por Percival: “Eu só vou pra [sic] praia mais ou menos 1 vez por ano”. Fonte: o autor.

Nesse relato, a praia é apresentada como contexto principal, e o estudante ainda completa dizendo que não costuma frequentá-la. Uma possível interpretação seria de que, para Percival, o fato de não ir à praia com frequência implica em não precisar alterar seus hábitos em relação à adoção de medidas protetivas. É importante destacar que é recomendado o uso de protetor solar diariamente, não apenas no contexto litorâneo, dado que o índice UV para o Brasil é altíssimo em todas as estações do ano. Percival não afirma claramente se pretende, ou não ser mais cuidado em relação à exposição ao Sol, tampouco fornece evidências sobre o uso, ou não de medidas protetivas no dia a dia. Assim, optamos por incluir esse posicionamento em um grupo à parte em relação aos outros relatos apresentados.

Tabela 1: resumo do posicionamento dos estudantes perante o tema social.

Posicionamento sobre a adoção de medidas protetivas	Número de Estudantes
Afirmaram claramente que pretender ser mais cuidadosos e alertar amigos/familiares	19
Eu não sei	1
Vou à praia uma vez por ano	1
Total de relatos	21

Fonte: o autor.

É importante demarcar que essa análise não buscou indícios de mudança de comportamento por parte dos estudantes no que diz respeito às medidas protetivas. Isso não seria viável, pois esse processo envolve idas e vindas, não se constituindo de forma instantânea. Nosso objetivo era promover o acesso dos alunos aos saberes da cultura científica relativos à interação radiação – corpo humano, e, a partir disso, construir subsídios teóricos, a fim de para que eles pudessem se posicionar perante a questão social proposta, articulando os conhecimentos que já possuíam com os adquiridos ao longo da intervenção. De acordo com Santos e Mortimer (2001, p. 98) “A tomada de decisão nos currículos CTS é vista por muitos autores como um processo racional que envolve várias etapas”, e, da mesma forma que não existe um único método científico, também não há apenas um método de tomada de decisão, devido à complexa natureza desse processo.

O que buscávamos e obtivemos foram indícios de que algumas inquietações foram despertadas nos alunos, dada a articulação de suas respostas positivas sobre a intensão de serem mais precavidos em relação à exposição ao Sol e à manifestação sobre a maneira pela qual poderiam ajudar outras pessoas, o que sinaliza para uma dimensão social atrelada a aspectos que envolvem atitudes coletivas, ao invés de apenas individuais. Essa dimensão foi percebida ao longo de todas as atividades da intervenção, e refletiu-se na produção final dos estudantes em que eles relataram a socialização dos conhecimentos com familiares e amigos sobre várias das atividades desenvolvidas, como nos exemplos apresentados a seguir.

C) Você contou para alguém da sua família ou amigos sobre o que você aprendeu nas aulas do projeto? Se sim, o que você disse? E como a pessoa reagiu? *sim. Eu disse sobre a célula do cancer, ela falo que eu to sabendo demais!*

Figura 47: Relato produzido por Francisca: “sim. Eu disse sobre a célula [sic] do cancer [sic], ela falo [sic] que eu to [sic] sabendo demais...”. Fonte: o autor.

C) Você contou para alguém da sua família ou amigos sobre o que você aprendeu nas aulas do projeto? Se sim, o que você disse? E como a pessoa reagiu?

Sim, eu disse sobre o braço com protetor solar. A pessoa falou que vai ficar mais atenta.

Figura 48: Relato produzido por Luís: “sim, Eu disse sobre o braço com protetor solar. A pessoa falou que vai ficar mais atenta”. Fonte: o autor.

C) Você contou para alguém da sua família ou amigos sobre o que você aprendeu nas aulas do projeto? Se sim, o que você disse? E como a pessoa reagiu?

Sim. Disse o que aconteceu nas aulas e o que aprendi. ficaram surpresos e curiosos.

Figura 49: Relato produzido por Roger: “Sim. Disse o que [sic] aconteceu nas aulas e o que [sic] aprendi. ficaram [sic] surpresos e curiosos”. Fonte: o autor.

A análise realizada revelou que, em 19 dos 21 relatos, os alunos afirmaram que pretendem ser mais cuidadosos no que tange à exposição ao Sol, além de almejarem alertar familiares e amigos, de diferentes formas, como, por exemplo: informando sobre os riscos da exposição prolongada; informando sobre tudo que foi aprendido nas aulas da intervenção realizada; e atentar sobre algumas medidas protetivas. Essa diversidade ratifica o caráter idiossincrático das produções, nas quais cada estudante sinalizou para os conhecimentos que considerou mais pertinentes destinados a alertar sobre os problemas causados pela exposição prolongada aos raios ultravioleta.

A intervenção realizada objetivou potencializar na escola a reflexão sobre um problema de relevância social, de modo que esse espaço assumisse um papel de produtor de conhecimento, e não apenas de reprodutor, visando à formação de sujeitos críticos e capazes de tomar decisões responsáveis. Então, a partir das análises realizadas ao longo de todo o capítulo 3, o qual nos forneceram indícios de que os estudantes se apropriaram dos conhecimentos científicos relacionados à interação RUV – corpo humano, entendemos que eles foram capazes de assumir uma posição crítica perante a questão social apresentada.

É importante destacar que a busca pela solução de um problema de relevância social é diferente da solução de problemas acadêmicos. Segundo Santos; Mortimer (2001) problemas socialmente relevantes muitas vezes não envolvem a escolha entre alternativas dicotômicas, e sim a superação das mesmas. Nas palavras dos mesmos pesquisadores (2001, p. 102):

[...] enquanto o problema escolar tem caráter bastante objetivo, a tomada de decisão em problemas reais tem caráter predominantemente subjetivo. Assim, não se pode querer que a tomada de decisão siga passos rígidos como na solução de questões acadêmicas.

As respostas positivas dadas pelos alunos à indagação feita sugerem um posicionamento concordante com a necessidade de adoção de medidas protetivas, porém, elas não nos permitem fazer qualquer tipo de afirmação sobre quais serão suas futuras ações em relação a essa questão, mas sejam elas quais forem, temos evidências de que não serão influenciadas apenas pelos conhecimentos da cultura cotidiana. Santos e Mortimer (2001), a partir do trabalho de Kortland (1992), alertam que existe uma discrepância entre atitude e intenção nas ações dos estudantes. Segundo esses autores (2001, p. 104), essa discrepância possui relação com o fato de que

as intenções são influenciadas não só pela atitude que o sujeito adota em relação ao seu comportamento, mas também pela percepção e aceitação de pontos de vista dos outros.

Portanto, os relatos produzidos corroboram com a importância da vinculação do conteúdo abordado com o contexto social em que os sujeitos da pesquisa estão inseridos, além da relação dos estudantes com a situação discursiva. Concordamos com Martínez e Carvalho (2012), quando dizem que o ensino de ciências abordando temas sociocientíficos possui grande potencial para a inovação educativa, como também exige planejamento e ações bem sustentadas, aliadas à participação ativa do professor.

3.4 O desenvolvimento do trabalho colaborativo

Nesta seção, faremos uma análise da forma pela qual se desenvolveu a dimensão colaborativa da intervenção, buscando elementos que nos permitam compreender as particularidades dessa metodologia em aulas de ciências, levando em consideração um contexto com três professores com diferentes formações, os quais atuam simultaneamente no mesmo espaço de sala de aula.

A ideia do trabalho colaborativo surgiu durante o processo de elaboração das atividades da SEI. Jhenyfer me auxiliou desde o princípio, e já estava tão inserida no projeto quanto eu, quando fizemos as articulações burocráticas com Margareth, para a realização da intervenção na escola em que atuava. Esse foi o primeiro momento em que a dimensão colaborativa foi evidenciada: a troca de experiências e de saberes durante a elaboração das atividades, dos textos e dos conceitos a serem abordados. Aliás, foram momentos extremamente ricos e de crescimento para ambos. Por mais que eu tivesse estudado os conteúdos que são de domínio da biologia, a visão de um professor especialista acrescenta muitos elementos essenciais à aula, os quais, com certeza, eu não teria sido capaz de incorporar sozinho.

Após elaborar as atividades, reuni-me com Jhenyfer, a fim de planejarmos como seria o desenvolvimento das aulas. Encontramos diversos referenciais teóricos que discutiam a importância do trabalho colaborativo, suas potencialidades, as condições para sua implementação nas escolas e as políticas públicas necessárias, com o intuito de que essa metodologia se popularizasse. Mas não encontramos subsídios teóricos suficientes sobre a forma de se conduzir uma aula a partir de uma perspectiva colaborativa. Nossa maior preocupação era de não torná-la uma espécie de jogral, e sim que ela

pucesse fluir naturalmente. Decidimos, então, dividir os tópicos que cada um abordaria nas aulas, mas deixando aberta a possibilidade de transitarmos, em qualquer momento, entre eles, projetando espaço para as contribuições de Margareth e de Rosemary.

Construímos toda a intervenção antes do contato com Margareth, com o intuito de apresentar-lhe uma proposta clara e estruturada do projeto, mas contemplando momentos destinados às suas contribuições conceituais e sobre as particularidades das turmas, dado que os estudantes não nos eram familiares. No período pré-intervenção, a docente não trouxe muitas colaborações ao planejamento, e participou timidamente nas primeiras aulas, bem como Rosemary. O fato de não sermos muito próximos e de termos chegado com a SEI pronta pode ter contribuído com esse receio em intervir, gerando, assim, certa inibição.

Porém, à medida que as aulas foram desenvolvidas, nossa relação se tornou mais dialógica e as participações delas passaram a ser mais frequentes, conforme pode ser exemplificado na discussão ocorrida na aula “Arte UV”, a qual nos levou à inclusão de mais uma aula na SEI.

Episódio 1 – As primeiras intervenções de Margareth

Leandro: E no alto de uma montanha, por exemplo, no Pico da Bandeira, vocês acham que tem mais ou menos radiação do que aqui?

Milton: menos!

Leandro: por quê?

Milton: Porque o lugar que é mais alto o Sol bate mais rápido

Jhennyfer: mesmo se o local for frio?

Milton: sim, menos, porque quando você sobe mais, chega uma hora que fica mais frio! Eu acho que é porque quanto mais você sobe mais frio fica.

Jhennyfer: quem acha tem mais radiação no alto da montanha, levanta a mão.

Jhennyfer: agora quem acha tem menos radiação no alto da montanha, levanta a mão.



Figura 50: alunos participando da discussão da aula Arte UV. Fonte: o autor.

Leandro: porque vocês acham que tem menos?

Uma parte da turma: porque é frio.

Leandro: e vocês que acham que tem mais?

Outra parte da turma: porque é mais alto.

Jhennyfer: Mas eu não contei para vocês que eu subi o Pico da bandeira e fiquei toda queimada?

Margareth: Leandro, acho que eles estão confundindo com a questão do calor. Por exemplo, lá fora, quando estávamos na sombra, a gente se queima ou não?

Turma: SIM!

Wellington: sim, porque o cordãozinho mudou de cor na sombra também. ((Ele refere-se às miçangas que mudam de cor quando expostas a radiação ultravioleta)).

Margareth: então na sombra também tem radiação ultravioleta?

Turma: SIM!

Margareth: a gente pode falar que na sombra não tem Sol, correto, e o Leandro falou que a gente não consegue ver esses raios ultravioleta, correto. Lá em cima da montanha, no Pico da Bandeira, por exemplo, lá é frio então tem menos Sol. Vai ter mais raio ultravioleta lá ou aqui?

Turma: LÁ!



Figura 51: Margareth contribuindo com a discussão da aula Arte UV. Fonte: o autor.

O episódio 1 retrata parte da etapa de sistematização da aula “Arte UV”, na qual estávamos discutindo sobre fatores que influenciam na quantidade de RUV que chega até nós. Abordamos a questão da altitude, perguntando se, no alto de uma montanha, a incidência de RUV seria maior, ou menor em relação ao nível do mar. No que diz respeito a tal questionamento, e os alunos mostraram opiniões divergentes. Os que defendiam que no topo haveria maior incidência argumentaram que isso seria em virtude da altura. Os que defendiam que a incidência seria menor argumentaram que o topo das montanhas é frio, devido à baixa incidência de radiação ultravioleta.

Após a segunda resposta de Milton, Jhenyfer o instiga com outra pergunta, e, depois, utiliza uma estratégia com a turma, a fim de identificar o quão divididos eles estavam. Por fim, ela tenta fomentar o debate, resgatando uma história que havia contado na primeira aula da intervenção sobre uma ida ao Pico de Bandeira, famoso ponto turístico da divisa Espírito Santo – Minas Gerais. Nesse momento, ocorre a primeira intervenção de Margareth: ela faz a leitura da situação e identifica que os estudantes estavam associando a RUV ao calor. Em seguida, ela prossegue com o debate, realizando duas colocações, remetendo a atividade recém-realizada com as miçangas sensíveis à RUV, até que a aula se encerra. Em nossa reunião pós-aula, concluímos que

era necessário um esclarecimento maior sobre essa dissociação entre a RUV e o infravermelho. Então, decidimos acrescentar uma nova aula a SEI (aula “**Onde tem RUV?**”). Aproveitei também para enaltecer a importância das contribuições de Margareth e reforçar o pedido de que ela e Rosemary participassem sempre que julgassem necessário.

A leitura de Margareth sobre a situação foi precisa, e suas falas¹³, as quais resgataram elementos da atividade prática realizada naquela aula, revelaram questões que julgávamos já termos esclarecido. A reflexão sobre a prática feita a partir dessas colocações foi essencial à condução da SEI, uma vez que o planejamento não deve ser algo rígido e precisa contemplar as demandas que emergem dos estudantes. Logo, esse momento foi importante para nós enquanto grupo de trabalho. A partir desse dia, Margareth e Rosemary passaram a interagir mais, suas participações ficaram mais fluidas e o ambiente mais aberto a diálogos. Na aula seguinte, à qual foi acrescentada a SEI, Rosemary realizou suas primeiras intervenções.

Episódio 2 – As primeiras intervenções de Rosemary

Leandro: por exemplo, se eu fechasse todas as janelas, a porta e apagasse a luz, nós teríamos luz visível?

Turma: não!

Leandro: E vai ter infravermelho dentro da sala?

Turma em silencio.

Leandro: nós vamos parar de sentir calor porque eu apaguei a luz?

Turma: NÃO!

Rosemary: Se a gente fechasse a sala toda, ficasse bem escura, aí todo mundo sobe nas mesas e vamos soltar uma cobra aqui. Ela vai saber onde tem gente?

Turma: SIM!

Paulo: por causa da luz infravermelha.

Leandro: que vem da onde?

Paulo: da pele.

Rosemary: do nosso...

Turma: CORPO!

Rosemary: no escuro, você pode pensar: “ela não vai me ver”, mas ela vai saber onde você está, mesmo sem luz nenhuma. Vocês mesmo falaram que ela caça no escuro.

¹³ Nesta subseção, não nos propusemos a analisar as falas das professoras em relação à dimensão conceitual no que tange a física, apenas buscamos elementos que nos permitissem discutir sobre a dimensão colaborativa da pesquisa.

A discussão trazida no episódio 2 ocorreu no início da aula “Onde tem RUV?”, cujo um dos objetivos conceituais é entender a dissociação entre a RUV e o infravermelho. Lancei uma pergunta que envolvia uma situação teórica sobre radiação, iniciando, assim, o debate. Mas, logo a turma começou a divagar, e, rapidamente, Rosemary realizou sua primeira intervenção. Os alunos reagiram melhor ao problema elaborado por ela e a discussão voltou a fluir. Esse episódio evidenciou minha falta de experiência com turmas dos anos iniciais, pois Rosemary criou uma situação-problema mais clara e com uma linguagem mais próxima dos estudantes, fato que foi fundamental para que eles retomassem o diálogo. A partir desse momento, passei a examinar melhor as construções de Rosemary, a fim de me apropriar de elementos específicos dessa etapa escolar. No decorrer da aula, senti que Rosemary estava mais à vontade em participar, tanto que o fez em mais oportunidades dessa mesma aula. Após a atividade, agradei-lhe pelas contribuições e reforcei o desejo de que isso ocorresse mais vezes.

A experiência de Rosemary se mostrou essencial em muitos momentos da intervenção, principalmente, na sétima aula, na qual fizemos uma sistematização do processo de formação do câncer. Esse momento trouxe diversos termos da cultura científica, e, em muitas das minhas colocações, os estudantes apresentaram dificuldades de compreensão, mas Rosemary estava sempre atenta às expressões de dúvidas dos alunos, reestruturando várias das minhas frases. Um exemplo disso ocorreu na reta final dessa aula. Quando considerei que havíamos concluído, ela disse: **“Leandro, eu acho que você poderia estar fazendo uma síntese mais simples tipo: O Sol faz isso e aquilo com a célula e tal, dessa maneira, por que... É muita informação, sabe? De uma maneira mais simples”**. Prontamente, atendi sua sugestão e notei como os estudantes reagiram melhor. Esse foi um momento em que aprendi muito com ela sobre linguagem e expressão dessa etapa escolar, visto que ela poderia simplesmente ter reestruturado minha fala para os alunos ao invés de me dar a oportunidade de fazê-lo, em virtude da importância daquela sintetização, a qual, de fato, foi o ápice da aula.

As intervenções de Margareth e Rosemary foram totalmente espontâneas, ou seja, não havíamos combinado previamente os momentos em que elas fariam colocações, ao contrário da estratégia adotada por Jhennyfer e eu, sendo que essa configuração permeou todo o projeto: elas analisavam nossas falas e as interações com os estudantes, e, quando julgavam necessário, realizavam intervenções diretamente com os estudantes, ou conosco, dando sugestões sobre discursos e ações. Essa estratégia potencializou muitos elementos importantes. Com a condução das aulas, pude adquirir experiência no trabalho com anos iniciais, assim como Jhennyfer, a qual estava realizando seu estágio supervisionado, regendo as aulas no ensino regular pela primeira vez. Inclusive, ela revelou que essa experiência foi enriquecedora e lhe proporcionou uma vivência inédita de escola e de sala de aula. Além disso, Margareth e Rosemary relataram que tiveram uma experiência nova e que se apropriaram de muitos dos temas trabalhados.

Quadro 4: trecho da entrevista final em que as professoras falaram sobre a dimensão colaborativa do projeto.

Leandro: e em relação aquela ideia nossa de trabalho colaborativo, envolvendo eu, você, Jhennyfer, Rosemary...

Margareth: achei perfeito, até porque a gente agregou conhecimento. Eu tenho um pouco de conhecimento na área de ciências biológicas, Jhennyfer já tem um diferenciado, você trás uma proposta diferente, que é o olhar da física, né, Rosemary tem esse olhar da criança mesmo, do que é pertinente para aprender ou não, então isso é muito legal, pra [sic] mim foi superinteressante.

Rosemary: eu gostei muito da experiência que você levou a turma a ter, porque é aquela coisa do cotidiano na sala de aula e também é um conteúdo que não está no livro, então despertou mais interesse. Eu achei que eles aproveitaram muito o conteúdo, conseguiram mostrar que tem uma base legal.

Fonte: o autor.

É importante destacar o zelo que elas tiveram com o aspecto disciplinar, estando sempre presentes e atentas, cuidaram de tudo, de modo que Jhennyfer e eu pudéssemos nos preocupar apenas com as questões dos objetivos educacionais. Atribuo a elas todo o sucesso deste trabalho em relação aos objetivos atitudinais alcançados, além das imprescindíveis contribuições para alcance das dimensões conceituais e procedimentais.



Figura 52: professora Rosemary zelando pelo aspecto disciplinar durante a realização das atividades. Fonte: o autor.

Abaixo, trazemos algumas das produções finais dos estudantes, nas quais, de alguma forma, a dimensão colaborativa foi evidenciada.



Figura 53: relato produzido por Joaquim retratando a participação colaborativa durante a aula A Luz Negra. Fonte: o autor.

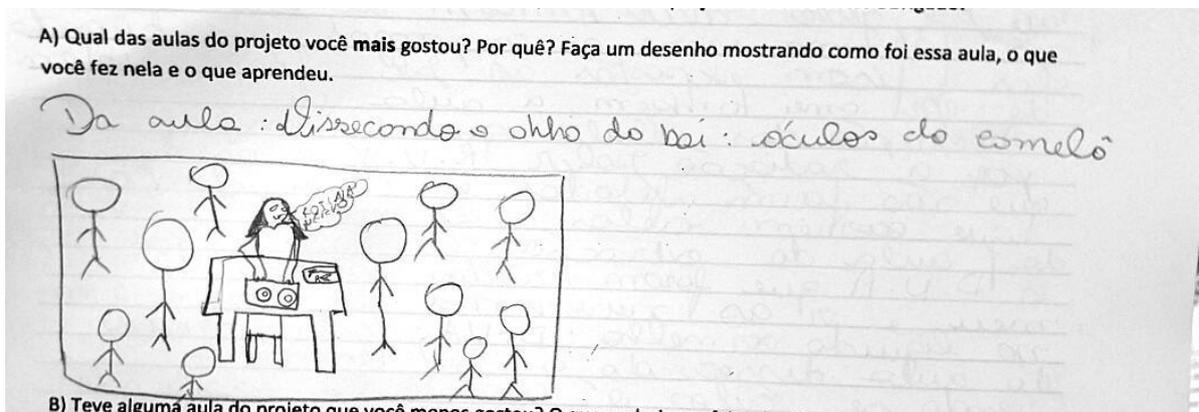


Figura 54: relato produzido por Michel retratando a atividade de dissecação do olho de boi, conduzida por Jhennyfer, realizada na aula De Olho na RUV. Fonte: o autor.

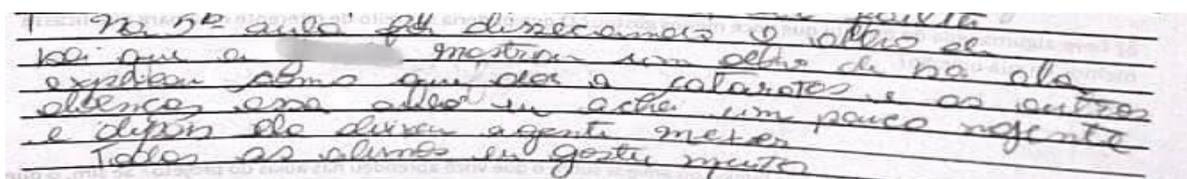


Figura 55: relato produzido por Dinalda: “Na 5ª aula foi dissecando o olho de boi que a Jhennyfer mostrou um olho de boi ela explicou como que da a cataratas [sic] e as outras doenças essa aula eu achei um pouco nojenta e depois ela deixou a gente mexer”. Fonte: o autor.

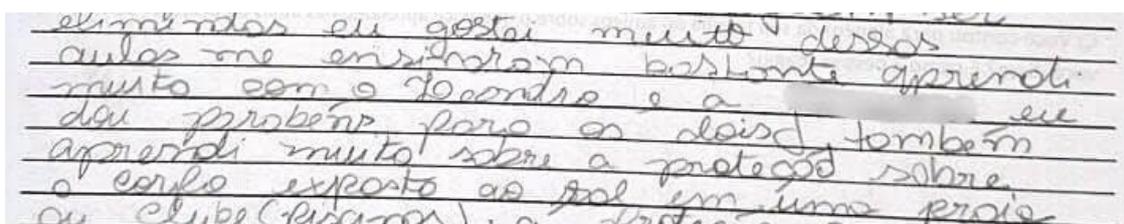


Figura 56: relato produzido por Acácio: “eu gostei muito dessas aulas me ensinaram bastante aprendi muito com o Leandro e a Jhennyfer eu dou parabéns para os dois também aprendi muito sobre a proteção sobre o corpo exposto ao sol [sic] em uma praia ou clube...”. Fonte: o autor.

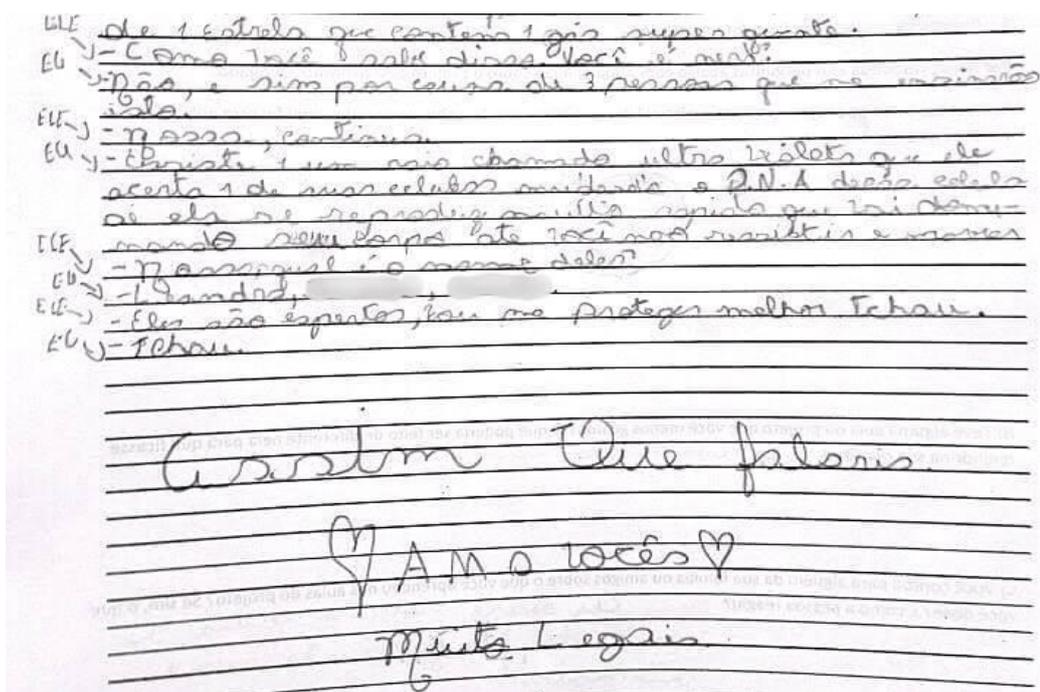


Figura 57: relato produzido por Eduardo (em que ele retratava um diálogo): “Como você sabe disso, você é nerd? Não, e sim por causa de 3 pessoas que me ensinarão [sic] isto. [...], qual é o nome deles? Leandro, Jhennyfer e Margareth. Eles são espertos, vou me proteger melhor tchau”. Fonte: o autor.

Esses relatos evidenciam também uma dimensão afetiva nas produções dos estudantes, fato que corrobora com o engajamento e dedicação observados nas participações, nas discussões e no envolvimento durante todo o projeto, demonstrando que o trabalho teve algum significado para eles.

É importante destacarmos também as dificuldades atreladas ao trabalho colaborativo. A relação interpessoal se mostrou como o ponto-chave para o desenvolvimento dessa intervenção. Compreender a maneira pela qual cada professor concebe o ensino de ciências e o fazer ciências é essencial para que possa haver colaboração, pois é necessário um consenso em cada decisão tomada, e isso envolve negociação e diálogo entre os envolvidos, compreendendo que o objetivo deve ser sempre o aprendizado dos estudantes, sem que se transpareça qualquer tipo de vaidade, ou competição por ideais e protagonismo. As múltiplas vozes em uma mesma sala de aula podem nem sempre estar em sintonia, e o risco de interromper uma fala, ou conduzir uma determinada situação de forma que os outros não considerem a mais indicada é grande. Discordar e debater com alguém que não lhe é familiar é desconfortável, por mais que haja profissionalismo e comprometimento com a proposta em questão. Portanto, acreditamos que essas e outras questões precisam ser mais bem exploradas em pesquisas acadêmicas, dado que há muitos argumentos que defendam o trabalho colaborativo, mas pouco se fala sobre como ele deve se desenvolver na prática.

Considerações finais

As análises realizadas ao longo de todo o capítulo 3 demonstram o desenvolvimento e a validação da Sequência de Ensino Investigativa sobre o tema interação radiação ultravioleta – corpo humano. A partir dele, obtivemos indícios de que as aulas se caracterizaram como sendo investigativas (exceto a aula “Células Mutantes”, conforme discutido na seção 3.2, p. 79), com base nos parâmetros apresentados pelos autores tomados como referência para esta pesquisa. As interações discursivas entre os sujeitos de sala de aula, apresentados a partir dos diálogos descritos nas transcrições dos episódios, evidenciam a construção de conceitos e o desenvolvimento de procedimentos e atitudes, segundo os elementos apontados por Pozo e Gomez-Crespo (2009), notáveis ao longo de toda a intervenção.

Também obtivemos evidências de que os estudantes foram capazes de construir modelos estruturados para a formação do câncer de pele em decorrência da exposição prolongada ao Sol, com diferentes graus de precisão e aprofundamento, o que tem relação com a dimensão científica do tema abordado. Notamos ainda indícios de apropriação de conceitos científicos nos relatos analisados, além da incorporação de palavras pouco comuns ao vocabulário infantil, que corroboram com o entendimento de que os relatos, de uma maneira geral, aproximaram-se mais do modelo aceito pela comunidade científica do que do cotidiano.

A dimensão social do tema foi contemplada a partir do posicionamento dos alunos sobre a prevenção do câncer de pele, atrelado à exposição segura e à adoção de medidas protetivas. A análise realizada nos permite entender que eles utilizaram os conhecimentos construídos ao longo da intervenção para se posicionarem sobre o tema, apresentando um posicionamento favorável à necessidade de se ter mais cautela com a exposição ao Sol, além de evidenciarem aspectos de atitudes coletivas ao relatarem a maneira pela qual poderiam ajudar outras pessoas a se prevenirem. O processo de mudança de atitude não é imediato, envolve muitas variáveis e não pode ser investigado apenas por meio de uma produção escolar, por isso não almejamos isso nesta pesquisa, mas sim o objetivo de empoderar os estudantes, a fim de que pudessem se posicionar de forma plena a partir de saberes adquiridos de diferentes culturas, dentre elas, a científica escolar.

No que tange ao aspecto colaborativo deste trabalho, não delineamos buscar indícios destinados a classificar a intervenção como sendo colaborativa, ou não. Procuramos sim evidenciar momentos em que a colaboração foi clara e essencial ao trabalho, e, com isso, contribuir com a compreensão dessa metodologia em aulas de ciências. A partir da análise realizada, entendemos que o trabalho colaborativo entre diferentes professores especialistas potencializa a abordagem de temas interdisciplinares. Esses profissionais não precisam necessariamente compartilhar o espaço da sala de aula simultaneamente, como na intervenção desta pesquisa, mas é fundamental que eles estejam engajados em um mesmo projeto, o que ratifica a importância de políticas públicas as quais promovam momentos em que os docentes possam pensar, planejar e refletir juntos, atuando de forma colaborativa na estruturação das ações. Esses projetos não devem chegar planejados de forma

rígida às escolas, pois poderiam incentivar a simples divisão de tarefas e o trabalho se caracterizaria apenas como cooperativo. Diferente disso, o trabalho colaborativo não deve ser imposto aos professores. A ideia de colaboração precisa ser uma política pedagógica da escola para o corpo docente, incentivando e oferecendo o suporte necessário aos docentes, uma vez que existem muitos fatores que dificultam essa metodologia, tais quais: as relações interpessoais inerentes às atividades humanas; o elevado número de profissionais em designação temporária, os quais, muitas vezes, não têm perspectivas de continuidade em seus projetos; a falta de suporte pedagógico para promover a articulação entre as diferentes áreas de conhecimento; e a já citada ausência de políticas públicas que possibilitem e promovam esse tipo de trabalho.

A trajetória de construção deste trabalho foi, no mínimo, peculiar. Iniciei apenas com a ideia de trabalhar o tema interação RUV – corpo humano, e, com o passar do tempo, vieram as reuniões, as disciplinas cursadas e a aquisição de conhecimentos. Então, incorporei o ensino por investigação e o enfoque CTS ao projeto. Em seguida, veio à ideia do trabalho com ensino fundamental, que, a princípio, seria com nono ano, mas, ao chegar à escola, acrescentamos, a pedido de Margareth, o quinto ano, o que acabou sendo uma feliz coincidência. Desta forma, todos esses elementos agregaram muito a minha formação, e, particularmente, sou grato por eles terem surgido em meu caminho.

Na minha experiência, notei que trabalhar com ensino por investigação com turmas dos anos iniciais pode ser mais fácil do que com turmas de ensino médio. As crianças são mais dispostas e curiosas, além de não terem receio em perguntar e expressar suas hipóteses, o que facilita bastante para a criação de um ambiente investigativo. Acredito que essa abordagem deveria ser mais explorada nessa etapa escolar, pois pode contribuir para que os estudantes cheguem aos anos finais ainda com o espírito investigativo, o qual, muitas vezes, são perdidos, em virtude do ensino transmissivo desenvolvido nas escolas.

Neste viés, compreendemos que a abordagem interdisciplinar pode surgir por meio da colaboração entre diferentes professores especialistas envolvidos em um mesmo projeto. As potencialidades aumentam a partir dessa metodologia, bem como as dificuldades em gestão de pessoas, sendo necessários mais estudos nessa perspectiva para sua melhor estruturação. Esperamos que esta pesquisa também contribua nesse sentido, pois, da mesma forma que a falta de subsídios não nos impediu de ousar, torcemos para que mais profissionais da educação também o façam.

Portanto, acreditamos que este estudo possa contribuir com o ensino de ciências, em seu sentido mais amplo nos anos iniciais, a partir da abordagem de um tema interdisciplinar, o qual traz implicações para a saúde pública. Em relação a ele, procuramos mostrar que é possível trabalhar temas nessa perspectiva, com uma visão desfragmentada da ciência, não se resumindo à proposta de inserção de uma única disciplina no ensino fundamental. Se de alguma forma esta pesquisa contribuir para qualidade de vida dos alunos, o sentimento de dever cumprido será tão grande quanto o de

receber a seguinte mensagem enviada pela professora Margareth, quase dois meses após a intervenção realizada.

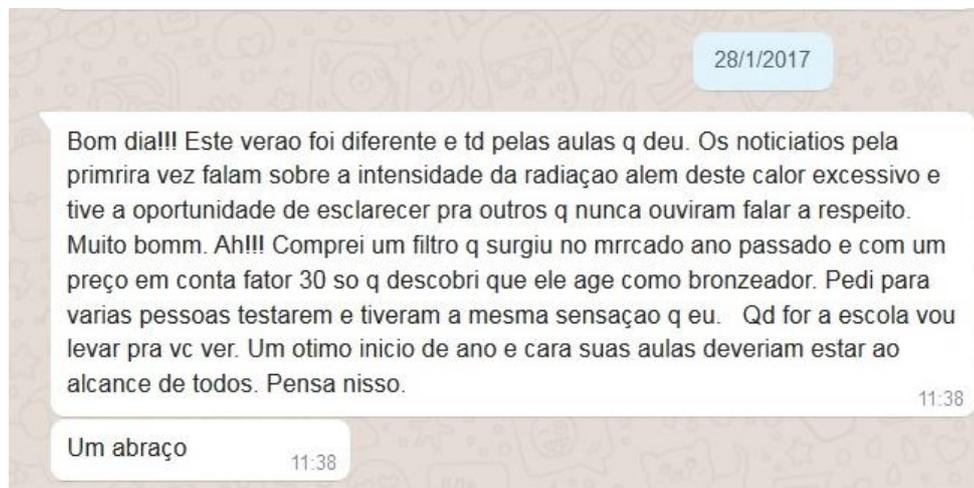


Figura 58: mensagem da professora Margareth sobre a intervenção desenvolvida. Fonte: o autor.

Referências

- ARAÚJO, L. F. S. de; DOLINA, J. V.; PETEAN, E.; MUSQUIM, C. dos A.; BELLATO, R.; LUCIETTO, G. C.. Diário de pesquisa e suas potencialidades na pesquisa qualitativa em saúde. **Revista Brasileira Pesquisa Saúde**, Vitória, Espírito Santo, p. 53-61, jul./set. 2013.
- AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, 5 (1), 1-16, 2003. Disponível em: http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v5_n1/516.pdf
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p.1-13, 2001.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. **Les relaciones CTS en la Educación Científica**, 2006a.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). São Paulo: Pioneira Thomson Learning, p.19-33, 2004.
- BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.
- BAZZO, W. A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. V.. **O que são e para que servem os estudos CTS**. In: Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE, Ouro Preto/Minas Gerais, 29 de outubro a 01 de novembro de 2000.
- BERTAGNA-ROCHA, M.. **A formação dos saberes sobre Ciências e seu ensino: trajetórias de professoras dos anos iniciais do Ensino Fundamental**. Orientador: em Universität Koblenz-Landau (Susanne Schittler) com Jorge Megid Neto. Bolsista do(a): Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, Brasil.
- BONANDO, P.A. **Ensino de Ciências nas séries iniciais do 1º grau – descrição e análise de um programa de ensino e assessoria ao professor**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Fundamental (SEF). **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 19, n. 3, p.291-313, dez. 2002.
- CARVALHO, A.M. P.; GONÇALVES, M.E.; REY, R. C.; BARROS, M.A.; VANNUCCHI, A.I. . **Ciências no Ensino Fundamental: o Conhecimento Físico**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 1998. v. 1. 199p .

CARVALHO, A. M. **Metodologia de pesquisa em ensino de física: uma proposta para estudar os processos de ensino e aprendizagem.** In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004, Jaboticatubas, MG. Anais...Jaboticatubas, MG: Sociedade Brasileira de Física, 2004.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula.** São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20. 2013.

CARVALHO, A. M. P., GARRIDO, E., LABURU, C. E., MOURA, M. O., SANTOS, M., SILVA, D., AVIV, M. L., CASTRO, R., ITACARAMBI, R. R., GONÇALVES, M. E. (1993). **A História da Ciência, a Psicogênese e a Resolução de Problemas na Construção do Conhecimento em Sala de Aula.** Revista da Faculdade de Educação (USP). São Paulo: v.19, n.2, p.245-256.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências, Tendências e Inovações.** São Paulo: Cortez, 2001.

CARVALHO, A.M.P. **O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas.** 2012. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2670273/mod_resource/content/1/Texto%206_Carvalho_2012_O%20ensino%20de%20ci%C3%A7ncias%20e%20a%20proposi%C3%A7%C3%A3o%20de%20sequ%C3%A7%C3%A3o%20de%20ensino%20investigativas.pdf>. Acesso em 06/09/2017.

CREPALDE, R. S.; AGUIAR JR., O. G. A formação de conceitos como ascensão do abstrato ao concreto: da energia pensada à energia vivida. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, V18(2), p. 299-325, 2013.

DAMIANI, M. F.. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Educar em Revista**, v. 31, p. 213-230, 2008.

DAYRELL, J.. A escola como espaço sócio-cultural. In: Juarez Dayrell. (Org.). **Múltiplos Olhares sobre educação e cultura.** Belo Horizonte: Editora da UFMG, 1996, v., p. 136-161.

DEMO, P.. **Pesquisa e informação qualitativa: aportes metodológicos.** 5. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.. Construindo conhecimento científico em sala de aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.9, p. 31-40, 1999.

DUCATTI-SILVA, K.C.. (2005). **A formação no curso de Pedagogia para o ensino de ciências nas séries iniciais.** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Marília, SP.

ESTIMATIVA 2012: incidência de câncer no Brasil / Instituto Nacional de

Câncer José Alencar Gomes da Silva, Coordenação Geral de Ações Estratégicas, Coordenação de Prevenção e Vigilância. – Rio de Janeiro: Inca, 2011. 118 p.

ESTIMATIVA 2016: incidência de câncer no Brasil / Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva – Rio de Janeiro: INCA, 2015.

FACCI, M. G. D.. Vigotski e o processo ensino-aprendizagem: a formação de conceitos. In: Sueli Guadalupe de Lima Mendonça; Stela Miller. (Org.). **Vigotski e a Escola Atual: fundamentos teóricos e implicações pedagógicas**. 1ed. Araraquara: Junqueira & Marin Editores, 2006, v. 01, p. 123-148.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 10 ed. Campinas: Papirus, 2002. 143 p.

FAZENDA, I. C. A.. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro – efetividade ou ideologia**. 6. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2011.

FERNANDES, R.C.A. **Tendências da pesquisa acadêmica sobre o Ensino de Ciências nas séries iniciais da escolarização (1972-2005)**. 2009. 183 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

FERRAÇO, C. E.; CARVALHO, J. M. Currículo, cotidiano e conversações. **Revista Científica E-Curriculum**, São Paulo, v. 8, n. 2., maio/ago. 2012.

FULLAN, M.; HARGREAVES, A. **A escola como organização aprendente: buscando uma educação de qualidade**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

GATTI, B. A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, out.-dez. 2010. Disponível em: <<http://www.cedes.unicamp.br>>.

GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J.; FURIÓ, C.; MARTINEZ-TORREGROSA, J. **La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria**. Barcelona, Horsori, 1991.

GOUVEIA, G; LEAL, M.C. Uma visão comparada do ensino em ciência, tecnologia e sociedade na escola e em um museu de ciência. In: **Revista Ciência e educação**, vol 7, número 1, 2001.

GROSSLIGHT, L; UNGER, C.; JAY, E.; SMITH, C. Understanding models and their use in science: conceptions of middle and high school students and experts. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 28, n.9, p.799-822, 1991.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M.. **Instrumento Para Construção E Validação De Sequências Didáticas Em Um Curso A Distância De Formação Continuada De Professores**. In: VIII ENPEC - I CIEC, 2011, Campinas - SP. VIII ENPEC - I CIEC, 2011.

HARLEN, W. Primary Teachers' Understanding of Concepts of Science: impact on confidence and teaching. Int. J. **SCI EDUC**. Vol. 19, n.1, 93 – 105, 1997.

KLEIMAN, A. B.; MORAES; S. E. **Leitura e interdisciplinaridade: tecendo redes nos projetos da escola**. Campinas: Mercado das Letras, 1999.

KLEIN, J. T.. Ensino interdisciplinar: didática e teoria. In: FAZENDA, I. C. A.(org.). **Didática e interdisciplinaridade**. 6 ed.Campinas: Papirus, 2001, p.109-132.

LACERDA, M. P. **Quando falam as professoras alfabetizadoras**. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

LIMA, M. C. B.; CARVALHO, A. M. P.; GONÇALVES, M. E. R.. A escrita e o desenho: instrumentos para a análise da evolução dos conhecimentos físicos.. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 15, n.3, p. 223-242, 1998.

LIMA, M. C. B.; CARVALHO, A. M. P.. Linguagem e o Ensino de Física na Escola Fundamental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n.1, p. 86-97, 2003.

LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR JUNIOR, O. G.; MARTINS, C. M. C.. Formação de conceitos científicos: reflexões a partir da produção de livros didáticos.. **Ciência e Educação** (UNESP. Impresso), v. 174, p. 855-871, 2011.

LIMA, M. E. C. C.; MAUES, E. R. C.. Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças. Ensaio. **Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, p. 161-175, 2006.

LIMA, M. E. C. C.; SILVA, N. S. A química no ensino fundamental: uma proposta em ação. In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (Orgs.). **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. p. 89-107.

LUDKE, M. e ANDRÉ, M. (1986). **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. Editora pedagógica e universitária -EPU, São Paulo.

MARTÍNEZ, L.F.P ; CARVALHO, W.L.P . Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas à prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa** (USP. Impresso), v. 38, p. 728-742, 2012.

MARTINS, S. T. F. Educação científica e atividade grupal na perspectiva sócio-histórica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 2, p. 227-235, 2002.

MÁXIMO, M. P., ABIB, M. L. V. S., **Ensino por investigação e aprendizagem de conceitos físicos e de habilidades ao longo do tempo**. XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2012, Maresias, São Paulo. 2012.

MELLO, S. A.. Contribuições de Vigotski para a educação infantil. In: Sueli G de Lima Mendonça; Stela Miller. (Org.). **Vigotski e a escola atual: fundamentos teóricos e implicações pedagógicas**. 2a.ed.Araraquara/Sp: Junqueira e Marin Editores, 2010, v. 1, p. 193-203.

MONTEIRO, M.A.A.; TEIXEIRA O.P.B. O ensino de Física nas séries iniciais do ensino fundamental: um estudo das influências das experiências docentes em sua prática em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 9, n. 1, p. 7-25, 2004.

MORIN, E. **A cabeça bem feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MORTIMER, E.F. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, 1(1): 20-39, 1996.

MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. L. P. 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, 2000.

MUNFORD, D; LIMA, M.E.C.C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Revista Ensaio**, v.9, n.1, p.72-89, 2007.

NOGUEIRA, P.G.S.S.B. (2013). **Trabalho colaborativo docente no ensino das ciências: um estudo de caso**. Dissertação de Mestrado em Supervisão e Coordenação da Educação. Disponível em:< <http://hdl.handle.net/11328/639>>.

NONO, M. A.; MIZUKAMI, M. da G. N. **Aprendendo a ensinar: futuras professoras das séries iniciais do ensino fundamental e casos de ensino**. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., Caxambu, 2001. Anais... Caxambu, 2001. p. 1-16. CD-ROM.

OKUNO, E.; VILELA, M.A.C. **Radiação Ultravioleta: Características e Efeitos**. 1ª Ed. SÃO PAULO. Editora Livraria da Física: Sociedade Brasileira de Física, 2005.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. **Teorias de Aprendizagem: Texto Introdutório**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, 2010.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A.; SILVEIRA, F. L.. A física na formação de professores para as séries iniciais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 14, n.2, p. 106-112, 1992.

PICCININI, C. L.; MARTINS, I.; GOUVEA, G . **Palavras, gestos e imagens**. In: IV ENPEC, 2003, Bauru. Anais do IV ENPEC. Bauru: UNESP, 2003.

PIMENTA, S. G.. Pesquisa-ação crítico-colaborativa: construindo seu significado a partir de experiências com a formação. **Educação e Pesquisa (USP)**, São Paulo, v. 03, n.31, p. 521-539, 2005.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. F.; BAZZO, W. A.. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência e Educação (UNESP)**, v. 13, p. 71-84, 2007.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

REY, R. C.; BARROS, M. A.; VANNUCCHI, A. I.; CARVALHO, A. M. P. C. **A construção do Conhecimento Físico nas Primeiras Séries do Primeiro Grau: o problema da cestinha.** Anais do 32 Simpósio de Pesquisa da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo -São Paulo, 1996.

ROEHRIG, S. A. G.; CAMARGO, S.. Educação com enfoque CTS em documentos curriculares regionais: o caso das diretrizes curriculares de física do estado do Paraná. **Ciência & Educação**, v. 20, p. 871-887, 2014.

SÁ, E. F. de. **Discursos de professores sobre ensino de ciências por investigação.** Eliane Ferreira de Sá. - Belo Horizonte: UFMG/FaE, 2009. Tese - Doutorado em Educação. 2009.

SÁ, E. F. de; PAULA, H. de F; LIMA, M. E. C.; AGUIAR, O. G. de. **As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências.** In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 6, Florianópolis, SC, Atas..., 2007.

SANTOMÉ, J. T.. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

SANTOS, W. L. P.. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino** (UNICAMP. Impresso), v. 1, p. 1-12, 2007.

SANTOS, W.L.P; MORTIMER, E.F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, 7:1, 2001.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia –Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência**, vol. 2, n. 2, dezembro, 2002.~

SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F.. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online), v. 14, p. ID214, 2009.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P.. **Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica.** Investigações em Ensino de Ciências (Online), v. 16, p. 59-77, 2011.

SILVA, N. S.. **O repertório de conhecimentos de um grupo de professores de ciências específicos ao ensino de química no nível fundamental.** Dissertação de mestrado. Faculdade de Educação da UFMG, 2003.

SOUZA, D. R. JR.. **Ensino De Eletrodinâmica Em Uma Perspectiva Investigativa: Analisando Os Desdobramentos Sobre A Aprendizagem De Estudantes.** 2014. Dissertação (Mestrado em Programa de pós-graduação em Ensino de Física)-Universidade Federal do Espírito Santo.

TARDIF, M.; LESSARD, C.. **O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas.** Petrópolis: Vozes, 2005.

TRINDADE, M.; REZENDE, F.. Novas perspectivas para a abordagem sociocultural na educação em ciências: Os aportes teóricos de John Dewey e de Ludwig Wittgenstein. REEC. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, p. 487-504, 2010.

VYGOTSKY LS. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Tradução: Ernani F. da Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZANCUL, M. C. S. Ciências no ensino fundamental. In: DEMONTE, A. et al. **Pedagogia Cidadã: cadernos de formação: Ciências e Saúde**. São Paulo: UNESP, Pró-Reitoria de Graduação, 2004. p. 125-134.

ZANON, D. A. V.; FREITAS, D. D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v. 10, p. 93-103, 2007.

ZÔMPERO, A. F.; LABURU, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Impresso)**, v. 13, p. 67-80, 2011.

Wickman, P. e L. Östman. (2002). **Learning as Discourse Change: A Sociocultural Mechanism**. Science Education, 86, 5, 601-623.

Apêndice I

Termo de consentimento livre e esclarecido

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), do Projeto de Pesquisa sob o título “**Interação radiação-corpo humano e atividades investigativas no ensino fundamental: um estudo sobre os efeitos da abordagem sobre a aprendizagem de estudantes**”. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não sofrerá qualquer tipo de penalidade, de forma alguma. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com qualquer um dos responsáveis pela pesquisa: prof. Leandro da Silva Barcellos; E-mail: leandrobarcellos5@gmail.com e com o orientador da pesquisa prof. Dr. Geide Rosa Coelho (UFES) pelo telefone: (27) 4009-2543, E-mail: geidecoelho@gmail.com.

Nesse trabalho, buscamos entender como os alunos se comportam, interagem, adquirem procedimentos típicos da ciência e constroem conhecimentos no processo ensino-aprendizagem ao estudarem o tema interação radiação-corpo humano sob o enfoque investigativo. O trabalho será desenvolvido de forma articulada com a professora de ciências regente da turma, uma estudante de ciências biológicas que realizará seu estágio supervisionado e o autor do projeto, aluno do mestrado profissional em ensino de física. A produção de dados será feita na escola (EMEF - Escola Municipal de Ensino Fundamental) durante as aulas que poderão ser gravadas em vídeo e/ou áudio e, posteriormente, que serão utilizadas unicamente com o intuito desta pesquisa, não havendo qualquer repasse a terceiros para efeito comercial/financeiro. Haverá também produção de dados na forma de textos, dissertações e desenhos desenvolvidos por vocês durante as aulas.

Esclarecemos ainda que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela sua participação. Garantimos também sigilo que assegura a sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. E reiteramos mais uma vez que você tem toda liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA PESQUISA

Eu, _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo como sujeito. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador Leandro da Silva Barcellos sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios, caso existam, decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data _____, ____ de Novembro de 2016.

Assinatura do participante

Assinatura do professor responsável

Assinatura do representante legal

Eu, Leandro da Silva Barcellos, obtive de forma voluntária o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido** do sujeito da pesquisa ou representante legal para a participação da pesquisa.

(Aluno: _____)

Apêndice II

Termo de consentimento livre e esclarecido reelaborado

Prefeitura Municipal de Vitória – PMV

Nome da escola onde a intervenção foi realizada

Vitória, 17 de outubro de 2016.

Srs. Pais ou Responsáveis:

Como pesquisadores em iniciação científica no Ensino Fundamental, realizamos um trabalho intitulado “**Interação radiação-corpo humano e atividades investigativas no ensino fundamental: um estudo sobre os efeitos da abordagem sobre a aprendizagem dos estudantes**”. Nosso objetivo é iniciar no aluno o espírito investigativo e ao mesmo tempo divulgar o trabalho realizamos, para que, em outros espaços, posso incentivar outros profissionais a melhorarem a sua prática pedagógica. Precisamos de sua autorização para a utilização de imagens e trabalhos que viermos a produzir como desdobramento desse estudo para fins acadêmicos. Todas as informações que forem compartilhadas e analisadas irão permanecer em sigilo, assim como os nomes e informações para identificarem o participante. Para identificação do estudante nos textos produzidos, utilizaremos códigos ou pseudônimos. Ressaltamos que esse trabalho não possui fins lucrativos. Desde já agradeço a todos que colaborarem neste estudo.

Obrigado pela sua atenção!

Professora regente: _____

Aluno: _____

() Sim, autorizo.

() Não autorizo.

Assinatura do responsável: _____