

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Daiana Demarco

ILHA INTERDISCIPLINAR DE
RACIONALIDADE: UMA DISCUSSÃO SOBRE O
FUNCIONAMENTO DOS CONDICIONADORES
DE AR NA ESCOLA

Passo Fundo

2018

Daiana Demarco

ILHA INTERDISCIPLINAR DE
RACIONALIDADE: UMA DISCUSSÃO SOBRE O
FUNCIONAMENTO DOS CONDICIONADORES
DE AR NA ESCOLA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Ciências Exatas e Geociências, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação da professora Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa.

Passo Fundo

2018

CIP – Catalogação na Publicação

D372i Demarco, Daiana

Ilha interdisciplinar de racionalidade : uma discussão sobre o funcionamento dos condicionadores de ar na escola / Daiana Demarco. – 2018.

99 f. : il., color. ; 30 cm.

Orientadora: Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2018.

1. Física (Ensino médio). 2. Ciência - Estudo e ensino. 3. Método de projeto no ensino. I. Rosa, Cleci Teresinha Werner da, orientadora. II. Título.

CDU: 372.853

Catálogo: Bibliotecário Luís Diego Dias de S. da Silva – CRB 10/2241

Daiana Demarco

ILHA INTERDISCIPLINAR DE
RACIONALIDADE: UMA DISCUSSÃO SOBRE O
FUNCIONAMENTO DOS CONDICIONADORES
DE AR NA ESCOLA

A banca examinadora, em 29 de maio de 2018, aprova a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial da exigência para obtenção de grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Fundamentos teórico-metodológicos para o Ensino de Ciências e Matemática.

Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa – Orientadora
Universidade de Passo Fundo – RS.

Dr. Marcus Vinicius da Silva Pereira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – RJ.

Dr. Luiz Marcelo Darroz
Universidade de Passo Fundo – RS.

Dra. Aline Locatelli
Universidade de Passo Fundo – RS.

RESUMO

O presente texto trata-se de um estudo que tem o intuito de investigar a aplicabilidade das ilhas interdisciplinares de racionalidade na perspectiva da alfabetização científica e técnica e se insere na linha de pesquisa “Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de Ciências e Matemática”. Estudos revelam que, a partir de 1980, a alfabetização científica ganha força no cenário nacional, abrindo um amplo espaço para o debate a respeito do ensino de Ciências e gerando mudanças no quadro educacional. Tais pesquisas têm apontado a importância de incluir práticas pedagógicas voltada a formação de cidadãos críticos e participativos na sociedade, entretanto, apontam carência de estudos discutindo as possibilidades de sua inclusão no contexto escolar. Tal necessidade define a pergunta do estudo: Como um projeto de ensino voltado à análise de situações problema vivenciadas pelos alunos pode contribuir para o processo de alfabetização científica? E a partir dela escolhe-se a proposta pedagógica defendida por Gérard Fourez e intitulada “Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade”, como possibilidade de intervenção didática, investigando a sua aplicação junto a uma turma composta de 21 alunos, constituintes da 3ª série do Ensino Médio. A ideia central do estudo está em construir uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade e avaliar a sua eficácia como favorecedora do processo de alfabetização científica e técnica na forma como concebida por Fourez. A atividade proposta, que foi desenvolvida em 14 encontros, se constitui basicamente na aplicação de um projeto e parte de uma situação-problema associada à realidade dos educandos – instalação e funcionamento de condicionadores de ar na escola. A pesquisa desenvolvida para avaliar a atividade desenvolvida, configurou-se como de natureza qualitativa e do tipo pesquisa-ação, recorrendo ao uso do diário de bordo e de uma ficha de observação como instrumentos de coleta de dados. O foco esteve na avaliação dos atributos mencionados por Fourez (1997) como integrantes da alfabetização científica e técnica – Autonomia, Domínio e Comunicação. Os resultados obtidos forneceram indicativos da validade e pertinência do projeto desenvolvido e da sua contribuição para o processo de alfabetização científica dos estudantes envolvidos, especialmente em relação aos atributos autonomia e comunicação. Neste sentido, os destaques dos estudos estão associados a negociação que ocorre entre os participantes dos grupos de trabalho (equipes), a consulta aos especialistas selecionados a partir da identificação das caixas-pretas que deverão ser abertas no estudo, o saber expressar opiniões durante as tomadas de decisões e a capacidade de argumentação dos estudantes frente as suas escolhas. Tais aspectos associados a outros como criatividade, busca por informações e o saber fazer, deram sustentação as discussões sobre a potencialidade do estudo desenvolvido. Como produto educacional o trabalho apresentou um material de apoio para professores que está disponibilizado em acesso livre. Para a elaboração do material toma-se como referencial os estudos utilizados na elaboração desta dissertação e volta-se a um diálogo didático envolvendo aspectos considerados importantes no momento da operacionalização de uma IIR e que poderão subsidiar a ação dos professores na educação básica.

Palavras-chave: Ensino de Física. Projetos de Ensino. Alfabetização Científica e Técnica. Produto Educacional.

ABSTRACT

The present text is about a study that aims to explore the applicability of the interdisciplinary islands of rationality, in the perspective of scientific and technical literacy and it's inserted in the research line "Theoretical methodological Fundamentals for teaching science and mathematics". Studies reveal that, from 1980, the scientific literacy has gained strength in the national scenario, opening a wide range of debates about the science teaching, bringing forth some changes in the educational framework. These studies have shown that scientific literacy contributes to the development of critic citizens who are more engaged with society, although it shows lack of studies and the possible inclusion in the school context. This necessity raises the question of the study: "How can a study project aimed at problem solving experienced by the students, help the process of scientific literacy?" Therefore, it was chosen the proposal presented by Gerard Fourez, named "Interdisciplinary islands of rationality". Aiming to reach the objective, this is to favor teaching through projects that promote technical and scientific literacy. The study was carried out with a class of 21 students of third year high school at Jesus Maria Jose's in Palmeira das Missões – RS. The main purpose of this study is to build an interdisciplinary island of rationality and value its efficiency as a promoter of the technical and scientific literacy as seen by Fourez. The proposal was developed in 14 meetings where it was applied a project of problem solving situation related to the school's reality, which was the installation and operation of air conditioning devices in the school. The research developed to evaluate the developed activity and its contribution to the process of scientific literacy of the students, was conducted as a qualifying action- research, students used a data diary and an observation sheet to collect data. The center of attention was kept in the attributes mentioned by Fourez (1997) as part of the technical scientific literacy- Independence, domain and communication. The results reached have indicatives of the developed project's validation and its contribution for the scientific literacy process of the student's enrolled, specially related to abilities in communication and independence. This way, the highlights of the studies are related to the negotiation between the components of the study groups, the consultation with the specialists selected through the identification of the "black boxes" that should be opened in the study, the knowledge of expressing opinions during the decision making, and the student's ability of arguing about their choices. Such aspects related to others as the creativity, search for information and knowing how to do things, gave the base for the discussion about the potentiality of the developed study. As an educational product, the study presented a support material for teachers that is available with free access. For the formulation of the material takes as referential the studies used in the elaboration of this dissertation and turns to a didactic dialogue enrolling the aspects considered important at the moment of the operationalization of an IIR that could subsid the actions of teachers in the basic education.

Key words: Physics teaching. Teaching project. Technical Scientific Literacy. Educational product.

AGRADECIMENTOS

Meu desejo de gratidão:

A Deus, que me concede a vida e guia meus passos.

À professora Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa, minha orientadora, pessoa admirável e que não mediu esforços para findar esse trabalho. Obrigada por compreender minhas dificuldades e acreditar no meu potencial.

Aos professores do mestrado da UPF, pela caminhada durante o curso.

Aos colegas de profissão, em especial Neusa Leal Klein, Flávio Figueiró, Gicelda de Lucca, Núbia Lermen e Aline Weber, por dedicarem parte do seu tempo para auxiliar neste trabalho.

Aos meus queridos alunos da 3ª série do Colégio Jesus Maria José, do município de Palmeira das Missões, do ano de 2017, pela dedicação e envolvimento durante os encontros para a realização da ilha. E também aos concluintes do ano de 2018, que contribuíram com dados para a pesquisa.

À minha mãe, pessoa que me acompanha e a quem dedico este trabalho!

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Colégio Jesus Maria José | 38 |
| Figura 2 - Alunos realizando cálculo dos gastos financeiros adicionais da escola | 48 |
| Figura 3 - Posição do ar condicionado em uma das salas da escola | 49 |
| Figura 4 - Alunos desenvolvendo atividades nos grupos de trabalho..... | 50 |
| Figura 5 - Elaboração do folheto explicativo no laboratório de informática | 52 |
| Figura 6 - Folheto elaborado pelos alunos ao final da IIR..... | 53 |
| Figura 7 - Capa do Produto Educacional | 55 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Etapas de uma IIR | 33 |
| Quadro 2 - Etapas de uma IIR no estudo | 40 |
| Quadro 3 - Cronograma com os encontros e atividades correspondentes | 41 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Relação das equipes, especialistas e caixas-pretas..... | 47 |
| Tabela 2 - Itens associados a cada atributo investigado..... | 60 |
| Tabela 3 - Resultados referentes à busca por informações a respeito da situação- problema apresentada | 63 |
| Tabela 4 - Resultados referentes a ter ideias próprias e não se deixar influenciar pelos outros | 63 |
| Tabela 5 - Resultados referentes a ter criatividade | 64 |
| Tabela 6 - Resultados referentes à tomada de decisão com segurança frente às situações- problemas | 64 |
| Tabela 7 - Resultados referentes ao saber fazer | 70 |
| Tabela 8 - Resultados referentes ao conhecer sobre o assunto..... | 70 |
| Tabela 9 - Resultados referentes ao domínio e responsabilidade frente à situação problema | 71 |
| Tabela 10 - Resultados referentes a relacionar os conhecimentos científicos com a situação-problema..... | 71 |
| Tabela 11 - Resultados referentes ao saber expressar suas opiniões | 78 |
| Tabela 12 - Resultados referentes ao saber dialogar na equipe e com os especialistas | 78 |
| Tabela 13 - Resultados referentes a elaborar modelos teóricos..... | 79 |
| Tabela 14 - Resultados referentes a ter boas argumentações nas colocações | 79 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 1 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: DIFERENTES ENTENDIMENTOS | 18 |
| 1.1 Alfabetização científica: aspectos introdutórios..... | 18 |
| 1.2 Características da alfabetização científica | 21 |
| 1.3 Os Parâmetros Curriculares Nacionais..... | 23 |
| 2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TÉCNICA: DISCUSSÃO EM GERARD FOUREZ | 25 |
| 2.1 Alfabetização Científica e Técnica..... | 25 |
| 2.2 Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade | 31 |
| 2.3 Estudos relacionados | 34 |
| 3 IIR E SUA OPERACIONALIZAÇÃO NA ESCOLA | 37 |
| 3.1 Contexto da aplicação da proposta didática..... | 37 |
| 3.2 A estruturação da IIR | 39 |
| 3.3 Descrição dos encontros | 41 |
| 3.3.1 Primeiro encontro: etapa zero..... | 42 |
| 3.3.2 Segundo encontro: fazer um clichê da situação proposta..... | 43 |
| 3.3.3 Terceiro encontro: panorama mais ampliado (parte I)..... | 44 |
| 3.3.4 Quarto encontro: panorama mais ampliado (parte II)..... | 45 |
| 3.3.5 Quinto encontro: panorama mais ampliado (parte III)..... | 46 |
| 3.3.6 Sexto encontro: consulta aos especialistas (parte I)..... | 46 |
| 3.3.7 Sétimo encontro: consulta aos especialistas (parte II)..... | 46 |
| 3.3.8 Oitavo e nono encontro: trabalho de campo..... | 47 |
| 3.3.9 Décimo encontro: abertura aprofundada das caixas-pretas..... | 48 |
| 3.3.10 Décimo primeiro encontro: esquematização da situação-problema..... | 49 |
| 3.3.11 Décimo segundo encontro: abertura aprofundada das caixas pretas sem ajuda dos especialistas..... | 50 |
| 3.3.12 Décimo terceiro encontro: síntese da IIR (etapa I)..... | 51 |
| 3.3.13 Décimo quarto encontro: síntese da IIR (etapa II)..... | 52 |
| 3.4 Produto educacional..... | 55 |
| 4 PESQUISA | 56 |
| 4.1 Escolhas metodológicas | 56 |
| 4.2 Instrumentos para coleta de dados | 57 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 4.3 | Categorias de análise | 60 |
| 4.3.1 | <i>Autonomia.....</i> | 61 |
| 4.3.2 | <i>Domínio</i> | 69 |
| 4.3.3 | <i>Comunicação</i> | 76 |
| | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 84 |
| | REFERÊNCIAS..... | 87 |
| | APÊNDICE A - Termo de Autorização do Colégio Jesus Maria José – Palmeira | |
| | das Missões | 90 |
| | APÊNDICE B – Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido | 91 |
| | APÊNDICE C - Lista do Clichê | 92 |
| | ANEXO A - Ficha de observação da IIR | 93 |
| | ANEXO B – Folheto explicativo elaborado pelos alunos..... | 94 |

INTRODUÇÃO

O mundo moderno, regido pela informação, mídia e tecnologia leva à abundância de informações que são disponibilizadas diariamente e acessadas de forma livre por uma significativa parcela da população. Entretanto, esse acesso livre a informações também representa a liberdade em sua divulgação, o que remete a um complexo sistema, que suscita a necessidade de interpretar, julgar e avaliar tais informações.

No campo do conhecimento científico, particularmente de interesse nesse estudo, é preciso avaliar a gama de informações que se apresentam diariamente e saber julgá-las frente aos fundamentos científicos. Nesse sentido, o papel da escola passa a ser fundamental, uma vez que a ela cabe a discussão desses conhecimentos. Conforme anunciado nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN: “A formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, **a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação**” (BRASIL, 2000, p. 5, grifo do documento).

Para que esses objetivos sejam alcançados é preciso repensar a escola e seu modelo voltado a repassar os conhecimentos acumulados historicamente. Para Mortimer, Machado e Romanelli (2000), os currículos tradicionais têm enfatizado apenas aspectos conceituais, transformando a cultura escolar em algo desvinculado das origens da ciência e de qualquer contexto social ou tecnológico. De forma mais enfática, Rosa (2001), mostra que a escola pouco tem se preocupado em preparar o cidadão para atuar no mundo e dele sentir-se parte. De acordo com a autora, a escola apenas se centra em repassar conteúdos e avaliar a capacidade dos alunos em memorizar esses conhecimentos. Poucas práticas estão voltadas a instigar o aluno a pensar de forma crítica e preocupadas em formar sujeitos autônomos, capazes de intervir na sociedade.

Nessa linha, mas olhando para o estudante, Fourez (2003) mostra que esse estudante, frente aos contingentes do mundo moderno, acaba por requerer do professor situações de convencimento sobre a importância e a aplicação do conhecimento. Não basta apresentar o conteúdo, é necessário dizer-lhes onde se aplica e os motivos de estudá-lo. Somente assim haverá maior chance de que o estudante se engaje no processo. Nas palavras de Fourez:

Perto do que fazia ainda minha geração, os jovens de hoje parecem que não aceitam mais se engajar em um processo que lhes quer impor sem que tenham sido antes convencidos de que esta via é interessante para eles ou para a sociedade. Isto vale para todos os cursos, mas talvez ainda mais para a abstração científica. Minha geração estava pronta a assinar em branco, sem ter certeza de que o desvio pela abstração nos forneceria alguma coisa. Muitos jovens de hoje pedem que lhes seja mostrado de início a importância – cultural, social, econômica ou outra – de fazer este desvio. Mas nós, seus professores, estamos prontos e somos capazes de lhes mostrar esta importância? (p. 110).

Fourez mostra que há uma dissonância entre o que os professores e a escola têm praticado ao longo dos anos e o que os jovens de hoje estão desejosos de ouvir e discutir. Essa necessidade remete a (re)significar as práticas educativas de modo que elas caminhem na direção de dar significado ao objeto de ensino. Ao mesmo tempo em que, conforme salientado nos PCN, deve-se promover situações que favoreçam a capacidade de saber buscar e julgar informações e, particularmente, de saber se posicionar criticamente frente aos eventos. Portanto, a prática pedagógica (re)significada ao mesmo tempo em que precisa estar atenta às necessidades e anseios dos jovens precisa ser vigilante em termos de sua contribuição para a formação científica e crítica desses jovens.

Os PCN, por exemplo, já atentos a essa demanda por um ensino contextualizado, interdisciplinar e voltado à formação para a cidadania, como será discutido no primeiro capítulo deste texto, inferem a inovação didática como elemento essencial na prática pedagógica. Por meio das competências e habilidades, o documento aponta para a necessidade de um ensino pautado por um conjunto de aspectos inovadores que despertem nos estudantes a curiosidade e o desejo pelo conhecimento. Mas que, sobretudo, busquem possibilitar aos estudantes viver socialmente e participar do mundo. Essas competências e habilidades são anunciadas em termos de um conjunto de itens que devem ser priorizados no Ensino Médio, dentre os quais estão os relacionados ao processo de alfabetização científica.

Dessa forma, os PCN explicitam que os jovens, ao final do Ensino Médio, devem ter desenvolvido suas capacidades de:

Entender a relação entre o desenvolvimento das Ciências Naturais e o desenvolvimento tecnológico, e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propuseram e propõem solucionar;
 Entender o impacto das tecnologias associadas às Ciências Naturais na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social;
 Aplicar as tecnologias associadas às Ciências Naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para sua vida (BRASIL, 2000, p. 96).

O exposto evidencia a necessidade de promover no Ensino Médio a alfabetização científica e tecnológica como forma de assegurar aos estudantes sua conectividade com o mundo. Isso implica em promover situações que proporcionem a autonomia de aprendizagem, desenvolvendo o saber se posicionar criticamente e realizar julgamentos frente às informações. Ou ainda, como lembra Fourez (1997, p. 2), promover uma educação científica que apresente em seu bojo o objetivo de desenvolver competências, tais como:

Saber construir uma representação clara (um modelo) de uma situação concreta, saber utilizar os especialistas; saber quando vale a pena se aprofundar uma questão e quando vale mais se contentar – ao menos temporariamente – de uma representação mais simples; saber apreciar o nível de rigor necessário e conveniente de abordar uma situação precisa; saber o bom uso das linguagens e saberes estandardizados; saber utilizar os saberes estabelecidos para esclarecer uma decisão ou um debate; saber testar a representação que se tem de uma situação confrontando tanto com a experiência, quanto com os modelos teóricos, etc.

Entretanto, Rosa (2001) menciona que tais competências estão longe do discurso pedagógico do professor e das atividades presentes na escola. Para a autora, a escola continua voltada a trabalhar conteúdos isoladamente e a instrumentalizar os sujeitos para responder questões de concursos, propondo-se a elevar índices de métricas avaliativas de larga escala. Situação que, passados dezessete anos da fala da autora, permanecem presentes no contexto escolar, revelando-se cada vez mais distantes de um ensino que tenha como objetivo principal a formação para a cidadania, como apregoado na legislação nacional.

O apresentado nesses parágrafos tem se constituído em reflexão desde minha formação acadêmica e atualmente tem movido minha prática pedagógica: estamos, de fato, contribuindo para a formação de jovens críticos e atuantes na sociedade? Como podemos contemplar a alfabetização científica e tecnológica em nossa prática pedagógica?

Essas e outras questões têm me inquietado e constituem minha preocupação como professora de Física, guiando a formulação da problemática deste estudo. Nesse sentido, retomo, na sequência do texto, meu percurso acadêmico e profissional, como forma de situar o estudo em desenvolvimento neste trabalho, especialmente em termos das escolhas que me levaram a propor e analisar uma intervenção pedagógica pautada pela Alfabetização Científica e Técnica¹ - ACT na perspectiva de Gerard Fourez.

A minha opção por cursar Física é decorrente da carência de professores formados nessa área e da proximidade dessa disciplina com a Matemática, com a qual sempre tive um encantamento. Obtive formação no Curso Normal (Magistério), não tendo muito contato com a Física. Escolhi ingressar no curso de graduação no ano de 2007, não tendo certeza de que era essa a escolha profissional que iria seguir.

Durante a realização do curso, tive a certeza de estar fazendo a minha melhor escolha: ser professora de Física. Durante esse percurso me deparei com excelentes professores, os quais propuseram muitos desafios e me fizeram ver a Física com “outros olhos”. Terminei o curso no segundo semestre de 2010 e no início de 2011 iniciei uma especialização na área de educação.

¹ A opção por utilizar a expressão “Técnica” e não “Tecnológica” decorre de sua utilização por Fourez, autor referência deste estudo.

No ano de 2012, fui chamada para trabalhar como professora contratada pelo Estado do Rio Grande do Sul, com carga horária de 40 horas em uma Coordenadoria Regional de Educação e mais 20 horas em outra Coordenadoria. Já ministrei aulas de Ciências e Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental e na Educação de Jovens e Adultos - EJA. Considero importante destacar a experiência que tive ao trabalhar no presídio localizado na cidade de Palmeira das Missões, RS. A experiência que tive lá oportunizou dialogar com pessoas de um contexto diferenciado, conhecendo uma nova realidade e ampliando meu olhar de educadora frente aos desafios impostos pelo sistema de ensino. Por se tratar de um ambiente considerado de alta periculosidade, vale salientar os riscos que corria por estar no mesmo espaço com os detentos, e, por isso, vivia diariamente momentos de aflição e insegurança. Mesmo assim, não perdi o encantamento e a alegria de contribuir para que aquelas pessoas pudessem ter a oportunidade de melhorar sua qualidade de vida.

Atualmente, trabalho com a disciplina de Física em duas escolas estaduais e em uma escola particular do Instituto Jesus Maria José. Atuo no Ensino Médio em turmas regulares, no NEEJACP-Núcleo Estadual de Educação de Jovens e Adultos e de Cultura Popular “Ensinando e Aprendendo”, totalizando uma carga horária de 43 horas semanais, incluindo rede privada e pública.

Essa vivência diária de sala de aula me inquieta e de certa forma incomoda, visto que o ensino de Física parece empobrecido e carente de práticas voltadas à formação dos jovens enquanto sujeitos do mundo. Os livros, cada vez mais dominados pelos recursos de imagens, e buscando por meio delas a contextualização, acabam sendo o único recurso que se apresenta ao professor. A interdisciplinaridade, tema em voga na atualidade, não passa de situações propostas e discursos nas formações de professores, quando, de fato, o que ocorre em sala de aula é a exposição oral do professor, seguida de listas de exercícios.

Tal dilema, que se repete nas inúmeras formações que tenho realizado, revela uma realidade que aponta para a necessidade de mudar, de buscar alternativas. Nessa busca, resolvi cursar o mestrado profissional oferecido pela Universidade de Passo Fundo na área de Ensino de Ciências e Matemática, como forma de rever minha prática enquanto professora de Física e buscar alternativas para qualificar a formação dos estudantes durante o Ensino Médio. No curso, deparei-me com disciplinas que buscavam dialogar com a prática do professor e buscar alternativas para (re)significar as ações didáticas. Menciono o caso das discussões na disciplina de Didática das Ciências Naturais e Matemática, que abordou alternativas didáticas para contemplar a alfabetização científica em sala de aula.

Particularmente, quero mencionar que as discussões envolvendo a perspectiva de alfabetização científica em Fourez me chamaram a atenção. Sua operacionalização na forma de projetos de ensino, entendido como Ilha Interdisciplinar de Racionalidade – IIR revelaram-se como uma alternativa de estudo e de aprofundamento, a qual permeia e subsidia o trabalho desenvolvido nesta dissertação. O interesse pode estar relacionado à experiência que vivenciei com a metodologia de projetos na perspectiva de Paulo Freire em uma das escolas em que atuei, inclusive no período do meu Estágio Supervisionado do Curso de Física e do Trabalho de Conclusão de Curso realizado em 2010, intitulado “O Ensino de Física a partir de temas geradores”.

Frente a essa experiência, a problemática que estava clara em minha intenção de estudo e as leituras em Fourez, oportunizadas pela disciplina do mestrado, entendi que o estudo a ser desenvolvido deveria trilhar o caminho proposto pelo autor e, a partir disso, avaliar suas contribuições para essa (re)significação da prática que urge como necessária no Ensino Médio.

Dessa forma, surgiram as intenções de estudo, que inicialmente se apresentaram no campo empírico, e aos poucos, com o auxílio das leituras e de diálogos com a orientadora, foram se transformando em um objeto científico. Desse contexto inicial e dos primeiros ensaios de formulação do questionamento central do estudo, surgiram indagações como: O que os estudantes consideram importante em Ciências? O que sustenta suas escolhas? A oportunidade de analisar situações vivenciais e propor soluções aproxima os estudantes do estudo das Ciências? A abordagem didática mediada por projetos de ensino possibilita novos olhares sobre os objetivos do ensino de Ciências na Educação Básica? De que forma a alfabetização científica pode ser favorecida por essa metodologia?

A partir desses questionamentos e da necessidade de refinamento e ajustes frente ao problema de pesquisa nos limites de um estudo de dissertação procedeu-se a recortes e ajustes. Tal refinamento ocorreu após a leitura da obra de Gerard Fourez, intitulada “Alfabetización científica y tecnológica: a cerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias” editada em 1997. A leitura evidenciou o significado e a importância do processo de ACT, que deve ser operacionalizado e contemplado em sala de aula.

Dessa forma, tendo como elemento norteador a problemática mencionada no início deste estudo, de que as práticas pedagógicas estão desfocadas do interesse e desejo dos jovens e pouco contribuem para a alfabetização científica, somado a experiência profissional relatada, surge a pergunta deste estudo, assim estruturada: Como um projeto de ensino voltado à análise de situações problema vivenciadas pelos alunos pode contribuir para o processo de alfabetização científica?

Tais contribuições se reportam à análise dos elementos considerados por Fourez como integrantes da ACT (autonomia, comunicação e domínio). Em termos dos projetos de ensino, o estudo recorre à proposta de IIR desenhada por Fourez (1997), a qual consiste em vincular os conteúdos de diversas disciplinas aos conhecimentos da vida cotidiana, de maneira que os diferentes saberes possam se articular. Sua estruturação ocorre por meio de etapas que envolvem diferentes situações, nas quais seus atores devem tomar decisões e buscar os conhecimentos necessários à proposição da solução da problemática apresentada.

A partir desses entendimentos e das escolhas anunciadas, define-se como objetivo geral do estudo avaliar a potencialidade de uma IIR como favorecedora da ACT, a partir de um estudo envolvendo os condicionadores de ar da escola.

De forma mais específica, o estudo pretende: realizar uma revisão bibliográfica sobre os diferentes entendimentos do processo de alfabetização científica; elucidar o entendimento e a concepção de Gerard Fourez sobre ACT; elaborar, aplicar e avaliar um projeto de ensino pautado por essa compreensão e estruturado na forma de IIR; desenvolver um produto educacional voltado à difusão dessa prática pedagógica.

Justifica-se a escolha da temática alfabetização científica na concepção de Fourez por considerar, entre outros aspectos, a importância de que os sujeitos articulem conhecimentos disciplinares de forma a constituírem uma rede interdisciplinar na qual não bastam conhecimentos científicos, mas suas compreensões a partir de relações e implicações sociais. Diferentemente de outros autores, conforme será elucidado nos dois primeiros capítulos deste trabalho, Gerard Fourez mostra a importância de utilizar situações-problema vivenciadas no cotidiano e que possam ser discutidas dentro de um contexto social. Ademais, realça a tomada de decisão e a busca por conhecimentos como elementos essenciais desse processo de alfabetização.

Tal compreensão levou à escolha deste referencial teórico, estruturando o presente estudo para a realização de uma IIR pautada pelas características da ACT. Além disso, busca avaliar a potencialidade dessa IIR junto a uma turma de terceiro ano de uma escola privada no interior do Estado do Rio Grande do Sul. A IIR, concebida na forma de projeto de ensino, teve como tema a instalação de condicionadores de ar na escola e foi estruturada em 14 encontros, distribuídos ao longo do segundo semestre de 2017.

Para discorrer sobre a estruturação dessa proposta e a forma como foi aplicada e avaliada junto ao público-alvo do estudo, o presente texto apresenta em seus primeiros dois capítulos a discussão dos referenciais teóricos, que dão sustentabilidade à elaboração do referido projeto de ensino e que nortearam as discussões de seus resultados; o próximo

capítulo se ocupa de apresentar o projeto de ensino na forma de IIR, bem como descrever características da escola e público-alvo e de relatar os encontros e o produto educacional associado a esse estudo; na continuidade, são descritas as características da pesquisa, enaltecendo seus aspectos teóricos, instrumentos utilizados para coleta de dados e os resultados obtidos com a aplicação da IIR. Ao final, tecem-se as considerações finais do estudo e os apontamentos para a sua continuidade.

1 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: DIFERENTES ENTENDIMENTOS

O presente capítulo objetiva discorrer sobre a alfabetização científica em termos de seu processo de conceitualização, suas características e sua aproximação com o contexto escolar. O pressuposto norteador do capítulo está associado às contribuições da alfabetização científica para a formação de cidadãos críticos e que tenham condições de exercer sua cidadania de forma plena e consciente. Nesse sentido, atribui-se ao ensino de Ciências grande relevância, especialmente em termos de proporcionar a compreensão dos saberes científicos que são fundamentais para a vida em sociedade.

1.1 Alfabetização científica: aspectos introdutórios

O entendimento de que o ensino de Ciências deve promover a formação de cidadãos críticos e atuantes na sociedade, tem sido vinculado a diferentes termos na literatura nacional, embora com o mesmo significado conceitual, dentre os quais está a alfabetização científica e o letramento científico. Tais diferenças, conforme mencionado por Sasseron e Carvalho (2011), decorrem dos estudos originários em diferentes países, que ao serem traduzidos para a língua portuguesa acarretam variações linguísticas.

Os autores de língua espanhola, por exemplo, costumam utilizar a expressão “Alfabetización Científica” para designar o ensino cujo objetivo seria a promoção de capacidades e competências entre os estudantes capazes de permitir-lhes a participação nos processos de decisões do dia-a-dia (Membiela, 2007, Díaz, Alonso e Mas, 2003, Cajas, 2001, Gil-Pérez e Vilches-Peña, 2001); nas publicações em língua inglesa o mesmo objetivo aparece sob o termo “Scientific Literacy” (Norris e Phillips, 2003, Laugksch, 2000, Hurd, 1998, Bybee, 1995, Bingle e Gaskell, 1994, Bybee e DeBoer, 1994); e, nas publicações francesas, encontramos o uso da expressão “Alphabétisation Scientifique” (Fourez, 2000, 1994, Astolfi, 1995) (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 60).

Complementam as autoras especificando que o uso do termo “Alfabetização Científica” tem sido utilizada a partir das traduções da Língua Francesa e Espanhola e que a expressão “Letramento Científico” tem aparecido nos trabalhos apoiados em textos de Língua Inglesa. Além dos dois termos mencionados, incluem-se a esses o uso por pesquisadores como Mortimer e Machado (1996) e Carvalho e Tinoco (2006) da expressão “Enculturação Científica”.

De forma mais específica e ainda reportando ao mencionado por Sasseron e Carvalho (2011, p. 60, destaque no texto) tem-se que:

Os autores brasileiros que usam a expressão “Enculturação Científica” partem do pressuposto de que o ensino de Ciências pode e deve promover condições para que os alunos, além das culturas religiosa, social e histórica que carregam consigo, possam também fazer parte de uma cultura em que as noções, ideias e conceitos científicos são parte de seu *corpus*. Deste modo, seriam capazes de participar das discussões desta cultura, obtendo informações e fazendo-se comunicar.

Os pesquisadores nacionais que preferem a expressão “Letramento Científico” justificam sua escolha apoiando-se no significado do termo defendido por duas grandes pesquisadoras da Linguística: Angela Kleiman e Magda Soares. Soares (1998) define o letramento como sendo *‘resultado da ação de ensinar ou aprender a ler e escrever: estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita’*.

No que se refere à “Alfabetização Científica”, Sasseron e Carvalho (2011) mencionam que a expressão se encontra alicerçada nas ideias de alfabetização concebidas por Paulo Freire. Ou seja, a alfabetização é entendida como um “processo que permite o estabelecimento de conexões entre o mundo em que a pessoa vive e a palavra escrita; e de tais conexões nascem os significados e as construções de saberes” (SASSERON; CARVALHO, 2001, p. 61).

Nesse entendimento de alfabetização como um processo que parte da linguagem, da experiência de vida dos sujeitos, a expressão “Alfabetização Científica” parece ser a mais plausível, uma vez que ela está associada à capacidade do indivíduo de ler, compreender e discutir assuntos de caráter científico, como destacado por Lorenzetti (2000). Para o autor, essa é a compreensão da maioria dos autores da área, acrescentando-se que “a alfabetização científica refere-se aos conhecimentos já adquiridos pelo indivíduo durante a educação formal” (LORENZETTI, 2000, p. 85).

Chassot (2003) acrescenta a essa compreensão de alfabetização científica que ela representa um conjunto de conhecimentos que deve não apenas facilitar aos sujeitos a leitura do mundo onde vivem, mas uma leitura capaz de identificar a “necessidade de transformá-lo, e transformá-lo para melhor” (p. 38).

Tal entendimento pode ser identificado desde os primeiros trabalhos envolvendo a temática, cujo pioneiro é apontado na literatura como Paul Hurd, que em 1958 utilizou o termo “scientific literacy” em seu livro “Science Literacy: Its Meaning for American Schools”. Seguindo o descrito por Sasseron e Carvalho (2011), na obra o autor defende a necessidade e a importância de que as pessoas aprendam Ciências apoiando-se em diferentes autores, como o filósofo Francis Bacon, que alegava a “necessidade de fazer com que as pessoas fossem preparadas intelectualmente para o bom uso de suas faculdades intelectuais, o que, segundo ele, se dá por meio de conhecimentos sobre as ciências” (SASSERON; CARVALHO, 2001, p. 62).

Além de Bacon, as autoras destacam que na obra é feita referência a outro filósofo, Hebert Spencer, que em 1859 destacava a necessidade de que as escolas ensinassem “o que faz parte da vida cotidiana de seus alunos” (SASSERON; CARVALHO, 2001, p. 62). Para Spencer, seguem as autoras, “uma vez que a sociedade depende dos conhecimentos que a ciência constrói, é preciso que esta mesma sociedade saiba mais sobre a ciência em si e seus empreendimentos” (SASSERON; CARVALHO, 2001, p. 62).

A defesa de Hurd (1998 apud LORENZETTI, 2000) é de que a alfabetização científica está associada à produção e utilização da ciência na vida do homem, “provocando mudanças revolucionárias na ciência com dimensões na democracia, no progresso social e nas necessidades de adaptação do ser humano” (LORENZETTI, 2000, p. 55). A partir desse entendimento outros pesquisadores foram se engajando no tema e realizando suas investigações, fazendo com que fosse sendo aperfeiçoado e reestruturado o conceito. Nesse processo e pela complexidade que o tema envolve, surgem as variações presentes na literatura e mencionadas anteriormente.

No Brasil, a alfabetização científica ganhou força nos anos de 1980 com as novas discussões relacionadas ao ensino de Ciências, que passam de um ensino focado no trabalho para uma formação voltada à cidadania. De modo especial, o movimento pela alfabetização científica ganhou força em um projeto nacional de preparação para o ano 2000: “Alfabetização científica e tecnológica para todos como preparação para o ano 2000 em diante” (KRASILCHIK, 1992, p. 6).

Segue a autora mencionando que:

Os grandes temas de discussão desse projeto giram em torno da identificação da natureza e da importância de alfabetização científica, da seleção e ensino de conhecimentos fundamentais a qualquer cidadão plenamente preparado, cômico de seus direitos e deveres (KRASILCHIK, 1992, p. 6).

A partir dessa perspectiva, o tema ganha destaque no cenário nacional e vários autores se engajam nessa linha buscando na literatura internacional novas perspectivas para suas pesquisas. Associado a isso, e impulsionando os estudos na temática, está a discussão em âmbito mundial das relações entre ciência, tecnologia e sociedade em um movimento conhecido como CTS. Rosa e Rosa descrevem esse ponto:

Nos anos de 1980, o ensino de Ciências tomou uma dimensão de produção do conhecimento voltada para os avanços tecnológicos. Já se tornava impossível separar ciência de tecnologia, e iniciou-se uma discussão em torno dos benefícios dessa associação para os homens e para a sociedade (2012, p. 8).

Frente a essa compreensão e entendendo que ciência e tecnologia convergem para a necessidade de estabelecer um ensino de Ciências voltado à construção da cidadania e à busca pela discussão dos problemas científicos e tecnológicos presentes no mundo contemporâneo, o tema é impulsionado no cenário nacional. Isso ocorre inicialmente no âmbito das pesquisas envolvendo o ensino de Ciências e posteriormente aparece na legislação nacional, como é o caso dos Parâmetros Curriculares Nacionais elaborados no final dos anos 1990 e início dos anos 2000 no país e que estão em vigência até hoje, conforme será discutido na terceira seção deste capítulo.

O foco central do movimento em defesa de um ensino de Ciências que contribua para a alfabetização científica reforça a necessidade de que os indivíduos sejam alfabetizados não apenas em termos do uso da linguagem e da matemática, mas também em Ciências. Ou seja, o desejo é que o ensino de Ciências caminhe na direção de proporcionar uma alfabetização científica cujas características são discutidas na sequência.

1.2 Características da alfabetização científica

A capacidade de interpretar o mundo e agir sobre ele é uma das características decorrentes do ser alfabetizado cientificamente. Contudo, outros aspectos também podem ser observados nesses sujeitos e são diferentemente anunciados pelos autores da área.

Hazen e Trefil (1995), por exemplo, defendem que um sujeito para ser considerado alfabetizado cientificamente deve saber ler e entender notícias de teor científico, saber situar num contexto inteligível artigos que tratam de engenharia genética ou do buraco da camada de ozônio - em suma, saber lidar com informações do campo científico da mesma forma como lida com outro assunto qualquer.

Smolska (1990 *apud* LORENZETTI 2000, p. 58) defende que uma pessoa alfabetizada cientificamente é aquela “capaz de relacionar a Ciência e a Tecnologia e perceber que ambos influenciam e são influenciados pela sociedade, uma vez que praticamente todos os fatos que ocorrem na vida das pessoas são influenciados de uma maneira ou de outra através da Ciência e da Tecnologia”.

Chassot (2003) destaca que uma das principais características do indivíduo alfabetizado cientificamente é ser capaz de agir sobre o mundo, evidenciando que os saberes científicos são fundamentais para a vida em sociedade e para o estabelecimento das relações sociais.

Na concepção de Schmitz (2001) uma pessoa alfabetizada cientificamente se caracteriza principalmente em termos de atitudes e não de conhecimentos: “ela possui um entendimento geral dos fenômenos naturais básicos, interpretando as informações relacionadas com a Ciência e com a Tecnologia, dentro de um contexto tal que lhe seja possível discutir, e tomar posição frente a estes assuntos” (SCHMITZ, 2001, p. 28).

Lorenzetti (2000, p. 55) defende que ser alfabetizado cientificamente implica uma “série de condutas e atitudes que o caracteriza como pessoa cientificamente instruída”. Tudo isso contribui para que essa pessoa seja objetiva, aberta, disposta, questionando o conhecimento que a cerca, e também que possua:

Um entendimento geral dos fenômenos naturais básicos, interpretando as informações relacionadas à ciência e à tecnologia apresentadas nos meios de comunicação e no seu contexto, capacitando-a a compreender, a discutir e a tomar posição frente a estes assuntos (LORENZETTI, 2000, p. 55).

Sasseron e Carvalho (2008) elencam o que elas denominam de “indicadores de alfabetização científica” cuja função é mostrar destrezas que devem ser trabalhadas quando no ensino se deseja favorecer a alfabetização científica. Essas destrezas seriam as características apresentadas por um aluno que alcançou esse objetivo e que, no entender das autoras, estariam associadas a habilidades próprias do fazer científico. Ou seja, os estudantes alfabetizados cientificamente são capazes de: realizar seriação, organização e classificação de informações; apresentam raciocínio lógico e proporcional; sabem levantar e testar hipóteses; são capazes de elaborar justificativas; fazer previsões; dar explicações.

Os diferentes entendimentos apresentados do significado de ser alfabetizado cientificamente, apesar de guardarem entre si diferenças, denotam uma concordância em seus objetivos que podem ser traduzidos pela necessidade de tornar os alunos cidadãos críticos na sociedade em que vivem. Postura essa que deve se tornar uma constante durante todo o processo de vivência em sociedade, contribuindo para a formação cidadã.

Nessa direção, emerge o papel da escola e o modo como ela pode contribuir para que esse processo de alfabetização seja consolidado. Especialmente, infere-se a necessidade de que o ensino de Ciências esteja incorporado a essa necessidade e que ela constitua parte do ideário do professor. Dentre as possibilidades para o ensino de Ciências apontadas na literatura como favorecedoras da alfabetização científica, está a abordagem CTS e a interdisciplinaridade (CHASSOT, 2003). Tais aspectos pautam os documentos legais que regem a educação nacional, conforme será descrito na próxima seção.

1.3 Os Parâmetros Curriculares Nacionais

Em termos da legislação nacional e seus correlatos, destacam-se que os PCN salientam a importância de um ensino de Ciências voltado à alfabetização científica dos estudantes. Os textos, em suas diferentes versões, foram elaborados pelo Ministério da Educação e apresentam como objetivo “difundir os princípios da reforma curricular e orientar o professor, na busca de novas abordagens e metodologias” (BRASIL, 2000, p. 4). As versões subsequentes, como a de 2002 intitulada de “PCN +: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais” relatam que o objetivo dessa orientação para o sistema educacional tem o intuito de contribuir para a organização do trabalho da escola, de forma a explicitar a articulação das competências gerais que se deseja promover com os conhecimentos disciplinares. Segundo o texto, a intenção é ofertar “um conjunto de sugestões de práticas educativas e de organização dos currículos que, coerente com tal articulação, estabelece temas estruturadores do ensino disciplinar na área” (BRASIL, 2002, p. 7).

Ao longo do texto apresentado pelos PCN e pelos PCN+ é nítida a influência e a convergência de um ensino de Ciências que almeje a alfabetização científica, mesmo que a expressão não se faça presente no corpo do texto. A evidência é percebida pelo discurso frente à necessidade de desenvolver competências e habilidades que permitam ao educando “apropriar-se dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia, e aplicar esses conhecimentos para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural” (BRASIL, 2000, p. 95).

Além disso, a interdisciplinaridade, a contextualização e a abordagem centrada nas relações CTS são destacadas como formas para abordar os conteúdos de Ciências e remetem a sua importância à possibilidade de compreender, analisar e intervir nos eventos presentes no mundo. Os trechos a seguir ilustram o mencionado e estão explicitados nos PCN+ (BRASIL, 2002):

[...] a contextualização no ensino de ciências abarca competências de inserção da Ciência e de suas Tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da Ciência no mundo contemporâneo (p. 31).

Devem ser selecionados os conteúdos e as estratégias que possibilitem ao aluno entender não só a sua realidade particular, mas principalmente o contexto maior no qual essa realidade específica se insere. A vida escolar deve fornecer ao aluno ferramentas para uma atuação consciente em sua vida (p. 51).

Não se trata de apresentar ao jovem à Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento se transforme em uma ferramenta a mais em suas formas de pensar e agir (p. 61).

Compreender e emitir juízos próprios sobre notícias com temas relativos à Ciência e Tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias, de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara (p. 63).

Ainda, no texto, são explicitadas as competências que os estudantes devem apresentar ao concluir o Ensino Médio. Dentre as competências desejadas para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e identificadas com as discussões desta seção, estão:

Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de Ciência e Tecnologia veiculados por diferentes meios (p. 63-64).

Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de Ciência e Tecnologia (p. 64).

Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social (p. 67).

Compreender a Ciência e a Tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea (p. 68).

Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social (p. 68).

Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania (p. 68).

O exposto carrega consigo traços que permitem visualizar o desejo por um ensino de Ciências e, particularmente neste caso, de Física, que favoreça à formação de um cidadão capaz de viver e atuar na sociedade, cujos conteúdos curriculares devam fornecer os elementos para isso. As competências e habilidades, anunciadas por esses dispositivos norteadores dos currículos, definem os objetivos a serem atingidos pelo Ensino Médio, e se mostram próximos aos discutidos anteriormente como características de um sujeito alfabetizado cientificamente.

Nesse contexto, infere-se que os PCN, em suas diferentes configurações, orientam para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, um ensino que favoreça o processo de alfabetização científica. Essa orientação está em consonância com o descrito no início do capítulo, delineando a perspectiva de que as práticas educativas devam ser orientadas a essa alfabetização. A partir dessa identificação e frente às diferentes possibilidades de estruturação dessa orientação, passa-se a analisar de forma mais profícua o proposto por Gerard Fourez e apontado na introdução da dissertação como o referencial teórico selecionado para o presente estudo.

2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TÉCNICA: DISCUSSÃO EM GERARD FOUREZ

Neste capítulo² será abordado o tema ACT na perspectiva de Gerard Fourez e a forma como ele indicou a sua operacionalização no contexto escolar. O objetivo é apresentar o entendimento do autor e descrever a possibilidade de sua inserção no contexto educacional.

2.1 Alfabetização Científica e Técnica

De forma complementar ao apresentado no capítulo anterior, retoma-se a discussão sobre alfabetização científica, agora tendo como referencial a concepção de Gerard Fourez. A opção por fazê-lo nesse momento do texto situa-se na importância desse autor para o presente estudo, uma vez que o projeto de ensino, foco principal deste texto, pauta-se na perspectiva de alfabetização científica anunciada pelo autor.

Gerard Fourez, nascido em 1937, filósofo e matemático francês, doutor em Física teórica, atuou como professor de Epistemologia, Ética e Filosofia da Educação na Universidade de Namur, Bélgica. Sua preocupação central foi deslegitimar a visão de Ciência defendida pelos positivistas, inferindo que ela não pode ser entendida como fatos, verdades anônimas e a-históricas, mas sim como processo construído no contexto social e historicamente reconhecido pelos homens. Para ele a Ciência é entendida como uma tecnologia intelectual voltada a fornecer interpretações do mundo e que é determinada por uma organização mental integrada por diversos paradigmas e as decorrentes rupturas epistemológicas (FOUREZ, 1995).

De acordo com essa interpretação, a Ciência não apresenta um fim em si mesma, mas um corpo de conhecimento destinado a responder demandas de projetos humanos e que integram a vida em sociedade. Vida essa, permeada pela tecnologia, a qual está intrinsecamente ligada à Ciência. Essa visão externalista da Ciência repercute na ideia de que para o sujeito se sentir pertencente à sociedade contemporânea, é preciso que ele tenha conhecimento em Ciência e, ainda, para Fourez (1997), faz-se fundamental o domínio da tecnologia, pois ela permite pensar e aprimorar o conhecimento.

² O presente capítulo refere-se a uma ampliação do trabalho apresentado no V Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa, em 2016.

Em analogia ao processo de alfabetização, considerado fundamental no início do século XX, Lorenzetti (2000, p. 43) destaca que para Fourez a alfabetização científica e técnica é um “tipo de saber, de capacidade ou de conhecimento e de saber-ser que, em um mundo técnico-científico, seria uma contraparte ao que foi alfabetização no último século”.

Processo que, de acordo com Fourez (1997, p. 81, tradução nossa), ao ser vinculado ao ensino de Ciências assume o entendimento de que:

[...] uma alfabetização científica e técnica deve passar por um ensino de ciências em seu contexto e não como uma verdade que será um fim nela mesma. Alfabetizar técnico-cientificamente não significa que se dará cursos de ciências humanas no lugar de processos científicos. Significará, sobretudo, que se tomará consciência de que as teorias e modelos científicos não serão bem compreendidos se não se sabe por que, em vista de que e para que foram inventados.

A compreensão epistemológica de Fourez sobre o caráter social e histórico da produção do conhecimento é acompanhado pela sua visão de que o método científico adotado na ciência pode ser estendido às demais áreas. Ambas as visões influenciaram o modo como ele enxerga e discute o ensino de Ciências, atribuindo-lhe um modelo pautado na Ciência como fruto de um contexto social, voltado a solucionar os problemas impostos pelos projetos humanos; e também um modelo de ensino que replica a prática dos cientistas. Por fim, defende que a escola deve favorecer a construção do conhecimento de forma interdisciplinar e voltado a projetos de ação sobre o mundo (FOUREZ, 1997).

Nessa perspectiva, ele entende que o objetivo do ensino de Ciências é a alfabetização científica e técnica dos estudantes. No contexto escolar, ela representa uma estratégia para trabalhar a construção do conhecimento dos alunos, pois é por meio dela que o conhecimento científico que deve ser aprendido na escola se relaciona com a interpretação do mundo do qual fazemos parte. E isso implica em ofertar condições para que os alunos sejam alfabetizados científica e tecnicamente.

Na discussão do que isso significa, Fourez (1997) se reporta ao apresentado pela National Science Teacher Association - NSTA, dos Estados Unidos, que estabeleceu alguns critérios para que uma pessoa seja considerada alfabetizada científica e tecnicamente. Segundo esses critérios, ela deve ser capaz de: a) utilizar conceitos científicos e integrar valores e conhecimentos para tomar decisões responsáveis na vida cotidiana; b) compreender que a sociedade exerce um controle sobre as Ciências e as tecnologias, do mesmo modo que as Ciências e tecnologias o fazem, marcando a

sociedade; c) compreender que a sociedade exerce um controle sobre as Ciências e as tecnologias pelos canais das subvenções que ela lhes concede; d) reconhecer tanto os limites como as utilidades das Ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano; e) conhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e ser capaz de aplicá-los; f) apreciar as Ciências e as tecnologias pela estimulação intelectual que elas suscitam; g) compreender que a produção do conhecimento científico depende dos processos de investigação e dos conceitos teóricos; h) saber reconhecer a diferença entre os resultados científicos e as opiniões pessoais; i) reconhecer a origem da Ciência e compreender que o conhecimento é provisório e sujeito às mudanças de acordo com a acumulação dos resultados; j) compreender as aplicações das tecnologias e as implicações ocasionadas pela sua utilização; k) possuir conhecimento e experiência suficientes para poder apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico; l) extrair de sua formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante; m) conhecer as fontes válidas de informação científica e tecnológica, para poder recorrer a elas quando for necessário tomar decisões.

Fourez (1997) inclui mais um item à lista, enfatizando a necessidade de ter certa compreensão da maneira como as Ciências e as tecnologias foram produzidas ao longo da história. Para o autor, a falta desse item denota uma lacuna no documento em termos da valorização da visão histórica como elemento parte do processo de alfabetização científica e técnica. Tal inclusão está justificada por Fourez (1997) ao mencionar que para uma pessoa ser considerada alfabetizada científica e tecnicamente, ela deverá ser capaz de mostrar-se envolvida com a história humana escrita por meio da produção das Ciências e das tecnologias. Continua o autor, destacando que isso não se trataria de ter uma visão internalista da história (que é normalmente a história dos vencedores dos debates científicos, escritos por eles mesmos, por seus admiradores ou por pessoas que não querem misturar as Ciências com os contextos que julgam ser menos puros), mas sim uma visão mais ampla, levando em conta todas as dimensões (culturais, econômicas e sociais) da construção das tecnociências.

Além dessas considerações, o autor reúne alguns questionamentos e desafios considerados relevantes frente ao desejo por um sistema educacional que busca fornecer elementos para que os estudantes se sintam parte da sociedade em que vivem, possibilitando sua atuação crítica e consciente frente às mais diversas situações-problema. Fourez (1997, p. 36-37, tradução nossa) apresenta tais questionamentos mencionando:

1. Que objetivos dar ao ensino de Matemática e Ciências?
2. Que equilíbrio deve haver, no ensino científico, entre os modelos teóricos impostos pelas comunidades científicas e os modelos criados frente a situações particulares?
3. Até que ponto devemos manter a divisão entre cursos de Ciência e de tecnologia, ou seja, qual a importância das componentes teóricas nos cursos de tecnologia e qual o espaço das tecnologias nos cursos de licenciatura?
4. Que espaço deve ser criado para a utilização dos saberes científicos nos processos de tomada de decisões humanas? Até que ponto deve-se manter a divisão entre cursos de Ciência e de Ética? Como ensinar os alunos a articularem a análise científica dos projetos humanos, das decisões éticas e sociopolíticas?
5. Que espaço deve ter a história das Ciências e da Matemática nos cursos de Ciências? E nos cursos de História, qual o papel da história mais internalista da história global?
6. Como projetar uma formação inicial e continuada de docentes para que possam fazer frente a todas essas questões? Que formação em Ciências Humanas seria necessária, além da formação corrente? Que formação deveriam ter em epistemologia e que tipo de epistemologia? Em História? Como ensinar a manter um debate ético ou político articulando nele dados científicos?
7. É uma boa ideia formar professores de Ciências que na prática nunca tenham tido contato com o mundo tecnológico ou o mundo econômico?
8. Como formar jovens para o “bom uso” dos especialistas e dos *experts*? Como ensiná-los a distinguir o aporte necessário dos especialistas e certos abusos de saber ligados aos seus ditames? Como formar as populações para participarem das decisões científicas e técnicas?

Continua o autor destacando que uma ACT deve passar por um ensino de Ciências que enfatize o contexto da produção desse conhecimento, de modo a superar a visão de Ciência como uma verdade com um mero fim em si mesma. Ainda, para o autor, ser alfabetizado científica e tecnicamente significa ter certos atributos, como: autonomia para tomar decisões razoáveis frente a uma situação-problema, sem ficar refém de especialistas ou de receitas prontas; domínio e responsabilidade em face de situações concretas; e, comunicação com os demais, que significa ser capaz de dialogar com os outros a respeito do assunto.

Detalhando-se esses atributos anunciados por Fourez (1997) tem-se que a autonomia é de cunho pessoal e significa conhecer o assunto e buscar informações sobre a situação antes de tomar decisões, ou seja, espera-se dos indivíduos ideias próprias, com as quais consigam argumentar e expor seu pensamento frente aos demais. Somado a isso e articulando as ideias de Fourez ao apresentado nos PCN, percebe-se a importância da curiosidade como elemento relevante para desencadear a autonomia. Aliada a essa habilidade, encontra-se também a criatividade, ou seja, ser capaz de inventar modelos e teorizações.

Além disso, desenvolver a autonomia durante a formação escolar significa preocupar-se com a formação do indivíduo como um todo, para que este faça suas próprias escolhas frente às diferentes situações com as quais se depara. Por isso a importância de exercitar a liberdade de pensamento, pois só assim poderá se tornar dono do próprio caminho.

Quando se tem autonomia se é capaz de julgar quais os conhecimentos são necessários para a sua vida, utilizando critérios capazes de fazer tal julgamento. E ainda, fazer escolhas de quais especialistas são necessários consultar diante de uma necessidade, percebendo se uma resposta é suficiente ou se deve recorrer a mais opções. Dessa forma, conclui-se, para esse atributo, que o conhecimento é o fator fundamental.

Em termos do domínio, segundo atributo indicado por Fourez (1997, p. 62, tradução nossa) identificam-se habilidades fundamentais como: saber fazer; conhecer sobre o assunto para poder tomar decisões; ter domínio e responsabilidade frente à situação-problema; ser capaz de relacionar o conhecimento científico que deriva das disciplinas com a situação-problema proposta. Nas palavras do autor: “Conhecer alguma coisa do mundo implica sempre em um saber fazer e um poder fazer”.

A comunicação, por sua vez, representa um atributo imprescindível para que o indivíduo consiga dialogar com seus pares. Esse diálogo, segundo Fourez (1997) consiste em: ser capaz de expressar suas opiniões; manter diálogo não só com a equipe, mas também com especialistas; ser capaz de elaborar modelos teóricos e ser hábil ao argumentar.

No desenvolvimento de projetos educacionais, a comunicação pode ser identificada analisando a participação do aluno no seu grupo de trabalho. Se ele é capaz de interagir com os demais e contribuir com o grupo. A comunicação está associada ao conhecimento, ao domínio dos saberes que, assim como a autonomia, são fundamentais na constituição de um sujeito capaz de analisar e se posicionar criticamente na sociedade. Fourez (1997) lembra que para comunicar é preciso dominar o conhecimento e compreender a complexidade do mundo, ou seja, para comunicar é preciso conhecer. Mas se o desejo for um posicionamento crítico, a autonomia e a capacidade de discernimento passam a ser fundamentais.

Os atributos descritos anteriormente revelam-se os pilares da ACT, cuja promoção na compreensão de Fourez (1997) exigem uma formação dos sujeitos pautados em um conjunto de elementos assim identificados pelo autor:

- ter formação renovada em epistemologia, permitindo perceber como nasce a teorização científica e como ela fornece suporte para esse contexto, de tal forma que possa ser referência para projetos de ação e comunicação;
- ter concluído pelo menos um projeto interdisciplinar integrado ao longo da vida, o qual tenha envolvido várias disciplinas ou áreas, apesar da formação inicial em apenas uma delas (esse, aliás, é o cerne de uma IIR);

- conhecer o modo de pensamento tecnológico, pois a maioria dos graduados nas Ciências fundamentais não sabe como pensa um engenheiro, um arquiteto ou um médico, e essa visão é muito importante;
- ter aprendido a participar de debates interdisciplinares e políticos sobre o sentido da alfabetização científica, para que possam entender por que e para quem ensinam.

Para avaliar o conhecimento adquirido, Fourez (1997) ressalta a importância de que os alunos conheçam significativamente os resultados científicos e que isso lhes permita compreender a unidade do mundo que os cerca. Além disso, o autor ressalta a importância da interdisciplinaridade como aspecto agregador do conhecimento e como possibilidade de responder as diferentes questões que se apresentam aos sujeitos.

Sobre a interdisciplinaridade, Fourez (1997) destaca que ela surgiu diante da necessidade de encontrar respostas para situações do mundo moderno, situações nas quais o uso compartimentado das disciplinas não alcança respostas adequadas. Fourez (2001, p. 2) destaca que através do uso de uma só disciplina fica muito difícil abordar problemas concretos, necessários para compreender o que se processa em nossa vida:

Hoje, todo o mundo sabe e admite que, assim que pensamos em resolver um problema um pouco mais concreto, o uso de um método monodisciplinar funciona mal. Em uma situação de vida ‘popular’, ‘profissional’ ou do cotidiano, os problemas mais simples já são complexos a ponto de ser raro que só uma disciplina seja suficiente para dar uma representação adequada da situação.

Dessa forma, a interdisciplinaridade consiste na união das disciplinas em torno de um objetivo comum: buscar respostas para situações concretas, partindo da construção de uma representação em torno de uma noção, situação ou problemática. Sobre isso, Fourez (1997) relata que enquanto professores: “Ensinaos nós a Biologia, a Química, a Física, a Matemática, ou ensinamos os jovens a desenvolver-se no mundo?”.

Essa interdisciplinaridade, conforme assinalada por Fourez, remete a uma reflexão sobre o seu significado e a forma com ela tem sido utilizada no ensino de Ciências. Rosa (2015) ao fazer uma menção sobre o termo, designa dois grandes nomes, os quais destacam-se no assunto, que são Hilton Japiassu e Ivani Fazenda. A autora destaca que a interdisciplinaridade ocorre a partir do diálogo com outras áreas do saber, o qual transcorre em virtude da curiosidade e espírito de investigação, ou seja, da descoberta.

Ainda, enfatiza-se a necessidade de superação de um ensino fragmentado, o qual nos remete, principalmente, aos livros didáticos, que apontam os conteúdos de maneira

compartimentada. Dessa forma, a interdisciplinaridade surge como aliada na ligação das disciplinas, enxergando-a como articuladora dos diferentes saberes, os quais necessitam de professores capazes de dialogar sobre seus saberes e trocar ideias a respeito de suas vivências diárias.

Tal maneira de ensinar nos leva a considerar a importância da interdisciplinaridade no campo escolar, utilizando-a de modo a intervir na prática existente, onde possa existir, de fato, uma prática de integração, através do desenvolvimento de competências e habilidades, proporcionando um projeto de pesquisa pensado a partir de várias visões de mundo.

Na operacionalização dessa compreensão do modo como deve ser ensinada Ciências nas escolas, Fourez (1997) infere uma proposta didática na forma de projeto de ensino, as denominadas “Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade”.

2.2 Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade

Seguindo a lógica da ACT, Fourez (1997) propõe um ensino baseado na elaboração de modelos interdisciplinares que servem para representar situações cotidianas dos alunos. Nessa construção, que denominou de “Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade”, levam-se em consideração os conhecimentos adquiridos de diversas disciplinas e também o que se vivencia no dia a dia. Trata-se da representação teórica de um contexto, ou seja, da elaboração de um projeto. É importante destacar que esse projeto precisa envolver elementos de diversas disciplinas, sendo uma representação de algo concreto, uma situação significativa. Nenhuma disciplina é mais importante que a outra; é o projeto que define quais serão as disciplinas mais ou menos utilizadas, e isso parte de uma negociação envolvendo os participantes do projeto.

Vale salientar que há dois tipos de projeto: o utilitário e o cultural (NEHRING et al., 2002). Por projeto cultural entende-se aquele que visa trabalhar com conceitos como definições de Física ou Química. Por sua vez, o projeto utilitário tem como foco analisar uma situação aplicada, tal como a construção de uma ponte ou a reciclagem do lixo. Assim, o que os define é a pertinência do que se pretende com a realização da pesquisa, lembrando que a intencionalidade de uma IIR consiste em vincular os conteúdos de diversas disciplinas aos conhecimentos da vida cotidiana, de maneira que os diferentes saberes possam se cruzar. Um aspecto relevante nesse contexto é a participação do professor, que deve agir como um mediador do processo, não fornecendo respostas prontas, mas sim questionando os alunos, no intuito de que esses questionamentos os levem a buscar novas informações, daí decorrendo a importância de se estabelecer o diálogo permanente.

Para Fourez (1997), uma IIR é mais que um projeto. Segundo ele, o projeto é a estratégia para articular a construção da IIR, desenvolvida por meio de etapas, característico dos projetos de ensino. Ainda seguindo os autores, antes de se propor uma IIR, é necessário delimitar a situação-problema que será proposta. O professor, se não está familiarizado com a situação, precisa buscar mais informações, a fim de conduzir melhor o projeto. Muito da eficácia do trabalho com uma IIR depende da condução feita pelo professor, pois, se este realmente tomar posse da situação-problema, vai saber quais caixas-pretas ou questões específicas poderão surgir.

Uma caixa-preta é um subsistema material e/ou conceitual que se pode escolher para estudar profundamente ou apenas para analisar superficialmente, segundo análise do professor. Essas caixas-pretas poderiam ter recursividade infinita e ser arranjadas de diversas formas. Seria possível, por exemplo, estudar a reprodução dos seres vivos iniciando pela reprodução sexuada da célula, a hibridização do DNA, as propriedades dos ácidos nucleicos, as propriedades das moléculas, dos átomos, das subpartículas, de forma infinita, sendo cada um desses tópicos uma caixa-preta dentro de outra caixa-preta. O arranjo e conteúdo das caixas-pretas também dependem dos especialistas consultados. O projeto é elaborado com base nas perguntas feitas pelos alunos e com a mediação do professor, escolhendo e formatando as caixas-pretas e, ainda, avaliando como será a abertura de cada uma delas.

De modo a melhor detalhar a situação-problema, Fourez (1997) define quatro elementos básicos que se devem fazer presentes na elaboração de uma IIR: o contexto, a finalidade do projeto, os destinatários e o tipo de produto. Esses elementos são essenciais para o sucesso da proposta, pois a situação escolhida precisa ter sentido; caso contrário, no momento da negociação, alguns critérios poderão fugir às regras estabelecidas.

Outra questão importante a se considerar é a grandeza tempo. Com relação a isso, Fourez (1998, p. 11) comenta:

Um dos elementos do contexto da pesquisa merece uma atenção particular: o tempo na qual se dispõem para construir a IIR. Como também para um médico, o diagnóstico deve ser produzido a tempo de poder guiar a terapia, a IIR deve ser construída para influenciar na ação. Este tempo disponível influenciará as estratégias – notadamente para decidir as ‘caixas-pretas’ a serem abertas.

Vale salientar que, se o tempo para a construção da IIR não for bem administrado, mudanças nos planos deverão ser feitas, para que o trabalho não reste totalmente prejudicado.

Voltando para a formulação da situação-problema, Pietrocola, Pinho-Alves e Pinheiro (2003, p. 147) elencam algumas de suas características básicas:

1. Percebido pelos alunos como um problema; 2. Adaptado ao nível de conhecimento dos alunos; 3. Suficientemente instigador para que os alunos sintam a necessidade de abordá-lo; 4. Executável no intervalo de tempo disponível; 5. Passível de abordagens multidisciplinares; 6. Percebido com alguma importância extraclasse.

Uma IIR é constituída por etapas que envolvem a formulação da situação-problema, a definição das caixas-pretas e a apresentação da solução do problema apresentada. Tais etapas estão detalhadas no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 - Etapas de uma IIR

| Etapa | Denominação | Características |
|-------|--|---|
| 1 | Clichê | Representa o momento da verificação do conhecimento de senso comum, no qual se coloca em evidência o conhecimento prévio dos alunos, para que estes possam compreender que toda construção de conhecimento novo parte do que já é conhecido, que se ressignifica e formula o novo. Na prática ele se manifesta pela discussão do tema a ser estudado, podendo ser feito pelo professor na forma de apresentação de uma situação-problema, por meio de um texto, de uma palestra ou outro recurso. A intenção é ter ao final uma esquematização com os pensamentos iniciais dos alunos ou uma lista com questionamentos que definirão o contexto a ser estudado. |
| 2 | Panorama mais ampliado | Etapa que visa à ampliação e aprofundamento do discutido na etapa anterior, podendo ser apresentado em forma de listas com os aspectos levantados. Nesta etapa, algumas ações devem ser consideradas – quem são os atores envolvidos; pesquisar as normas e as condições impostas para a situação; lista do jogo de interesse e das tensões; escolha das caixas pretas; lista de bifurcações; lista de especialistas e especialidades pertinentes. É nesse momento que são tomadas as decisões sobre o objetivo do projeto e o caminho metodológico a ser seguido. |
| 3 | Consulta aos especialistas | A partir das decisões da etapa anterior é preciso identificar quais os especialistas que devem ser consultados, obedecendo à situação-problema e a definição de quais caixas-pretas serão abertas. |
| 4 | Trabalho de campo | Nessa etapa os participantes dão início à busca pelas informações pertinentes ao projeto, confrontando teoria e prática. É o momento de buscar/pesquisar as informações necessárias para a execução do projeto. |
| 5 | Abertura aprofundada das caixas-pretas | Este momento vincula-se a necessidade de buscar algo específico do projeto, podendo-se recorrer a especialistas ou não. Representa, como mencionado por Fourez (1997), um momento disciplinar da interdisciplinaridade, ou seja, é o momento de ir em busca do aprofundamento do conteúdo. |
| 6 | Esquematização da situação-problema | Corresponde ao momento em que os integrantes do projeto organizam um esquema (um desenho, mapa conceitual, maquete, texto, resumo, etc) para ilustrar o problema em estudo. Funciona com uma síntese parcial da IIR. |
| 7 | Abertura das caixas pretas sem ajuda dos especialistas | Esta etapa representa o estudo aprofundado do realizado na etapa 5. Os estudantes devem de forma autônoma construir modelos provisórios sem a ajuda de especialistas, pois assim serão capazes de tratar de situações do cotidiano com envolvimento. |
| 8 | Síntese da IIR | Etapa que corresponde ao produto final da IIR construída. Ela deve conter todos os pontos levantados no projeto. De acordo com Fourez (1997), uma síntese deve ser capaz de responder a quatro questões: 1) O que estudamos ajuda a “negociar” com o mundo tecnológico do contexto analisado? 2) Forneceu certa autonomia no mundo científico-técnico presente na sociedade? 3) Em que os saberes construídos nos ajudam a tomada de decisões com mais segurança? 4) Em que isso nos dá uma representação de nosso mundo e de nossa história que nos permite melhor situar-nos e fornecer uma real possibilidade de comunicação com os outros? |

Fonte: autora, 2017.

Na elaboração de uma IIR, Schmitz (2001) chama a atenção para o fato de que o professor deve ficar atento na elaboração da situação-problema em termos das condições para sua execução, especialmente em relação ao material didático, recursos humanos, fonte de consulta/informação, tempo, técnicas a serem adotadas, quando e como será realizada a avaliação ou a conscientização dos objetivos propostos, entre outros. Continua o autor destacando que: “Se o professor não tem conhecimento sobre o assunto abordado na situação-problema, é interessante que ele se familiarize, pesquisando na internet, lendo artigos, livros ou consultando alguns especialistas” (SCHMITZ, 2001, p. 77).

Desse modo, as etapas propostas por Fourez (2001) são apresentadas como sugestão para a elaboração e o desenvolvimento das IIR, não sendo necessário cumprir com rigor a ordem estabelecida e necessitando da vigilância e avaliação do professor. Portanto, o pretendido, conforme o autor, é que a metodologia utilizada auxilie os alunos a pensar seguindo o pensamento científico, usufruindo desse pensamento na compreensão de seu cotidiano.

As IIR como metodologia de ensino têm sido abordadas nas pesquisas em ensino de Ciências ainda de forma tímida. Exemplos desses estudos são relatados na continuidade.

2.3 Estudos relacionados

Nesta seção, como resultado de uma busca não sistemática na literatura especializada, mas que envolveu periódicos nacionais e o banco de teses e dissertações da Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal em Nível Superior (Capes), apresentam-se quatro relatos de estudos envolvendo IIR na Educação Básica. O objetivo é ilustrar possibilidades de sua implementação no contexto escolar e subsidiar a ação de professores que desejam aplicá-la em suas aulas.

A primeira proposta foi encontrada na monografia escrita por Schmitz (2001), intitulada *Proposta para a construção de uma ilha de racionalidade para abordar temas relacionados com eletricidade, magnetismo e acústica*. Trazendo como situação problema a pergunta “Como fazer um bom uso de uma caixa de som?” e seguindo as etapas elencadas por Fourez (1997), a proposta foi aplicada com alunos de 3ª série do Ensino Médio e envolveu os conteúdos de eletricidade, magnetismo e acústica. Várias caixas-pretas foram levantadas para se chegar ao objetivo final, que era a construção de um manual produzido pelos alunos. De modo geral, os alunos e professores envolvidos elogiaram a proposta, pois a abordagem do

assunto possibilitou a interdisciplinaridade entre as disciplinas e a importante interação dos alunos como agentes na construção de sua própria aprendizagem.

Como segunda proposta, menciona-se o estudo intitulado *As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos*, de autoria de Nehring et al. (2002). O estudo parte de uma problemática assim definida: “Como tomar um banho saudável para o corpo e para o bolso?”. A proposta representa sugestão de atividade para ser aplicada na disciplina de Ciências na 8ª série do Ensino Fundamental, trazendo várias questões pertinentes à compreensão de saberes da vida diária. Para tanto, parte de um esboço preliminar sem aprofundar questões técnicas, buscando definir com os alunos o que se entende por banho saudável, ou pela exposição de um técnico, ou, ainda, a desmontagem de um equipamento. As questões que emergem dessa proposição inicial revelam, *a priori*, os conceitos espontâneos presentes no imaginário da turma e servem para delinear o contorno da IIR. Como resultado o estudo aponta que trabalhar com projetos em sala de aula é uma maneira de investigar o potencial dos alunos face ao entendimento de sua realidade, confrontando informações de senso comum com o conhecimento científico, tornando seu saber significativo.

O terceiro trabalho mencionado, de autoria de Siqueira e Gaertner (2014) refere-se a um estudo interdisciplinar envolvendo o conceito de proporcionalidade explorando rótulos alimentícios, intitulado *Ilhas interdisciplinares de racionalidade: conceito de proporcionalidade na compreensão de informações contidas em rótulos alimentícios*. O estudo desenvolvido com uma turma do 8º ano, em uma escola municipal da rede pública de ensino de Gaspar (SC), envolveu professores de Matemática, Ciências, Artes e Filosofia. O foco da proposta mencionada é compreender informações contidas nos rótulos dos alimentos e o conceito de proporcionalidade de maneira interdisciplinar, onde os alunos colocam que se sentiram agentes de seu próprio conhecimento, pois durante o desenrolar da pesquisa os mesmos eram desafiados, fazendo parte do processo na busca pelo saber. O estudo revela que, ao final do projeto, os alunos se tornaram capazes de interpretar informações contidas nos rótulos alimentícios, possuindo autonomia para comparar os diferentes rótulos e compreender o conceito referido.

O estudo de Bettanin (2003) está diretamente vinculado a esta dissertação, pois utiliza-se aqui o seu instrumento para avaliação da IIR. Seu trabalho foi aplicado por dois professores de Física que trabalham em um colégio público federal de Florianópolis, após o primeiro semestre de 2002. O objetivo era acompanhar o comportamento dos alunos e preencher a ficha de avaliação, utilizando-se das habilidades desenvolvidas ou não, sendo estas

consideradas pertinentes para que os alunos desenvolvam os atributos da ACT. Foram um total de 4 turmas a desenvolver a ilha de racionalidade, da 2ª série do Ensino Médio, com média de 25 alunos cada. A situação-problema abordada foi a mesma nas quatro turmas: “*como devemos proceder para manter uma residência de um pavimento, de 60 m², situada na região sul do Brasil, com uma temperatura ambiente de 20 °C?*”. Embora todas as turmas tenham desenvolvido a ilha, apenas duas turmas foram acompanhadas, em função dos horários.

Os quatro relatos evidenciam a possibilidade de uso de uma IIR, demonstrando que sua inserção em sala de aula parte de situações-problema e articula vários saberes que, por vezes, estão para além dos conteúdos programáticos do professor. Dessa forma, diferente de um ensino baseado em disciplinas, o conceito de IIR necessita de um projeto base para gerar as perguntas e definir a teorização necessária para respondê-las. Ao analisar o projeto, deve-se avaliar quais os conceitos que podem ser vistos superficialmente e quais os que serão avaliados em maior profundidade. A elaboração do projeto deve contar com a percepção do professor a respeito do público-alvo, para definir a situação-problema e decidir as caixas-pretas que poderão ser abertas ou não para a turma.

A partir da identificação desses estudos e da forma como a ACT pode ser operacionalizada no contexto escolar, o presente estudo se ocupa de projetar uma IIR a ser aplicada em uma turma do Ensino Médio. O relato da estruturação e aplicação dessa IIR é apresentado no próximo capítulo.

3 IIR E SUA OPERACIONALIZAÇÃO NA ESCOLA

O capítulo apresenta como objetivo descrever a forma como a IIR desenvolvida no estudo foi estruturada e operacionalizada no contexto escolar. Para tanto, o capítulo foi organizado em seções envolvendo a descrição da escola e dos sujeitos que participam do estudo; a IIR desenvolvida; a descrição dos encontros e das atividades realizadas; o produto educacional elaborado como decorrência do estudo.

3.1 Contexto da aplicação da proposta didática

Para a aplicação do projeto foi selecionada uma turma em que a pesquisadora atua como professora e que, em seu entendimento, julga pertinente para o desenvolvimento da atividade. A opção por selecionar esta amostra está no fato de ser a turma que apresentou uma situação-problema relacionada aos conteúdos previstos para o ano letivo. Dessa forma, entende-se ser a mais adequada para desenvolver a modalidade projeto de ensino, como o pretendido neste estudo. Tal inferência considerou as discussões com a turma, com a coordenação da escola e com a orientadora da dissertação. Nesse sentido, cabe destacar que o projeto obteve aprovação da coordenação da escola para sua execução durante o segundo semestre de 2017, conforme apresentado no Apêndice A.

Os sujeitos selecionados para a aplicação da proposta didática, conforme anunciado, são estudantes da 3ª série do Ensino Médio do Colégio Jesus Maria José, de Palmeira das Missões, RS. Como características deste colégio, destaca-se ser uma instituição privada e pertencente ao Instituto Jesus Maria José. O funcionamento é diurno e sua criação data-se do ano de 1961, quando um grupo de abnegadas Irmãs da Congregação Jesus Maria José chegou a Palmeira das Missões, com o objetivo de dar início a uma instituição dedicada à educação. No início, relatam as irmãs, foram muitas as dificuldades, ministrando aulas no Salão Paroquial da cidade para apenas 63 alunos do curso primário. Só assim, mais tarde, com a ajuda da comunidade, iniciaram a construção do prédio onde se localiza a Escola até hoje, ampliando a oferta para Ensino Fundamental e Médio.

Como filosofia, o Colégio Jesus Maria José, de Palmeira das Missões-RS, define-se como uma instituição conectada com o mundo e a família, que visa, através de uma educação cristã, promover a formação de sujeitos competentes, conscientes e comprometidos, capazes de construir de maneira sistemática e crítica o conhecimento, que os conduzirá à solidariedade, à fraternidade, à criatividade, à responsabilidade, à justiça, à paz e à

valorização da vida, alicerçados nos ideias da Bem Aventurada Rita Amada de Jesus. Ainda, o colégio tem por lema “Mais que uma escola, uma vida”, o qual repercute o sentido da escola diante da comunidade. O colégio está retratado na Figura 1.

Figura 1 - Colégio Jesus Maria José



Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

O colégio apresenta seu funcionamento pedagógico estruturado com disciplinas que integram o currículo obrigatório. Porém, em cada ano é trabalhado um tema na forma de projeto. Para 2017, o tema é “Em defesa da vida: cuidar da casa comum”, e o lema “Eu vim para que todos tenham vida”. É tradição do colégio também abordar o tema da Campanha da Fraternidade, juntamente com o seu tema geral.

Os professores participam de encontros de formação mensalmente, organizados, normalmente, por áreas do conhecimento. A intencionalidade em trabalhar por áreas do conhecimento se dá no enfoque do Enem e no trabalho a partir de competências e habilidades, buscando sempre a interdisciplinaridade. Assim, a estrutura dos conteúdos abordados no material didático já vem preparado e dividido dessa forma: qual competência e qual habilidade está sendo desenvolvida ou se pretende desenvolver.

A turma escolhida para participar do referido projeto foi consultada e foi obtido o consentimento dos pais/responsáveis de cada estudante (APÊNDICE B). A turma é composta por 21 estudantes, sendo 15 declarados do sexo feminino e 6 do sexo masculino. A faixa etária oscila entre 16 e 18 anos. Como características principais da turma podemos destacar que, em sua maioria: é participativa, crítica, agitada e gostam de dialogar. O destaque da turma é que estão sempre atentos e buscam se envolver nas atividades propostas pelo colégio.

3.2 A estruturação da IIR

A IIR desenvolvida na forma de projeto de ensino foi estruturada de acordo com o proposto por Fourez (1997) e parte de uma situação-problema levantada pelos alunos desde o início do ano letivo. Essa situação-problema teve como elemento instigador o fato de que foram instalados, nas salas de aula da escola, aparelhos de ar condicionado que estão impedidos de serem ligados em função de que a rede elétrica da escola não possui capacidade para suportar a demanda de energia exigida por esses aparelhos. Tal fato tem sido debatido pelos alunos e se revelou um problema para eles, que informalmente têm buscado alternativas para o problema.

O tema passou a ser pauta de conversas e discussões em diferentes disciplinas, apontando justificativas e soluções variadas, dependendo do contexto no qual a discussão ocorria. Dessa forma, julgou-se oportuno explorar a problemática na forma de um projeto de ensino, no qual os alunos pudessem tomar decisões e buscar informações que julgassem pertinentes para a situação apresentada. Tal identificação levou a que fosse estabelecida como problemática a busca por identificar os fatores associados ao funcionamento de um condicionador de ar.

Em outras palavras, a situação-problema apresentada e norteadora das discussões foi assim estruturada: *que fatores estão associados ao funcionamento dos condicionadores de ar da escola?*

A opção por estruturar o projeto na forma de uma IIR decorre desse caráter interdisciplinar que originou a problemática e, também, em virtude das diferentes possibilidades de resposta, o que levaria os alunos à tomada de decisões a partir da identificação de situações de seu interesse.

Essa interdisciplinaridade, no entendimento de Fourez (1997), caracteriza-se pelo envolvimento de diferentes áreas e cuja compreensão se revela importante para discutir a problemática, assim como para a tomada de decisões dos caminhos a serem percorridos para isso. Na situação-problema apresentada, o caráter interdisciplinar se revelou presente, frente a diferentes possibilidades que poderiam ser elencadas pelos alunos, como, por exemplo: consumo de energia elétrica e a demanda crescente vivenciada na atualidade - entender o impacto ambiental no momento da construção das hidroelétricas ou mesmo no caso das usinas eólicas; temperatura ideal do ambiente considerando o conforto térmico – discutir questões envolvendo a Biofísica do corpo humano e como é possível manter a temperatura do nosso corpo e o que nos proporciona conforto térmico; dimensionamento do ar condicionado – estabelecer relações entre as dimensões da sala, o número de pessoas no local, os materiais de

que a sala é constituída e o posicionamento da sala; fluído refrigerante utilizado no ar condicionado - discussões sobre a substância utilizada para realizar a refrigeração do ambiente e a relação com o efeito estufa; e, cálculo dos gastos com a energia elétrica - explorar a forma como o cálculo é realizado e as diferenças nas tarifas da energia elétrica durante o mês. Os exemplos mencionados ilustram possibilidades de caixas-pretas que os alunos podem sentir necessidade de abrir e explorar, bem como demonstra o caráter interdisciplinar do projeto.

A partir da identificação da temática, e de que havia um problema de interesse dos alunos, bem como das evidências de se tratar de um tema interdisciplinar, estruturou-se a atividade a partir do apresentado no capítulo anterior em termos das etapas de uma IIR.

Nessa estruturação, julgou-se pertinente recorrer ao apontado por Pinheiro et al. (2000), Schmitz (2004) e Pinheiro e Pinho-Alves (2005) sobre a necessidade de incluir uma etapa anterior à primeira etapa prevista por Fourez (1997). Essa etapa, denominada de “Zero”, toma por referência as discussões dos autores mencionados anteriormente e se justifica em virtude da necessidade de negociação com os alunos e demais envolvidos sobre o tema em estudo. Portanto, essa etapa é a responsável pela apresentação da proposta e negociações iniciais do projeto. O Quadro 2 ilustra o significado desta etapa e descreve as demais propostas por Fourez (1997).

Quadro 2 - Etapas de uma IIR no estudo

| Etapa | Denominação | Ação |
|--------------|--|---|
| 0 | “Zero” | Apresentação da proposta e identificação da situação-problema central. |
| 1 | Clichê | Discussões envolvendo a problemática apresentada a partir dos conhecimentos dos alunos; levantamento de possibilidades para a solução e as suas implicações tendo por referência os conhecimentos prévios dos alunos. |
| 2 | Panorama mais ampliado | Refinamento dos itens levantados na etapa anterior com identificação dos atores envolvidos (a quem se destina este estudo?); definição do que está em jogo e quais as tensões envolvidas na solução deste problema; decisão sobre as caixas-pretas que serão abertas ao longo do estudo; definição dos especialistas e especialidades a serem consultadas; estruturação da metodologia sobre como o projeto será desenvolvido e sobre como serão executadas as ações mencionadas. |
| 3 | Consulta aos especialistas | Organização da turma em grupos de trabalho e discussões envolvendo a forma de trabalhar, especialmente dos especialistas que podem ser consultados a partir das caixas-pretas. |
| 4 | Trabalho de campo | Entrevista e consulta aos especialistas envolvidos no projeto - momento de confronto entre teoria e prática. |
| 5 | Abertura aprofundada das caixas-pretas | Trabalho com as disciplinas envolvidas no projeto – conhecimento típico das disciplinas se torna relevante. |
| 6 | Esquematisação da situação-problema | Verificação da pesquisa em curso e avaliação frente ao objetivo do estudo. |
| 7 | Abertura das caixas pretas sem ajuda dos especialistas | Avaliação da autonomia dos estudantes frente à busca por respostas a situação-problema em discussão. |
| 8 | Síntese da IIR | Produção de material resultante do estudo – momento de confronto entre o realizado e o pretendido e de avaliar as contribuições da IIR para o desenvolvimento da autonomia e tomada de decisões dos estudantes. |

Fonte: pesquisa, 2017.

3.3 Descrição dos encontros

A IIR do presente estudo foi operacionalizada no contexto escolar seguindo o cronograma apresentado no Quadro 3 a seguir. Nele é descrita a data dos encontros, a correspondente etapa da IIR e a atividade desenvolvida.

Quadro 3 - Cronograma com os encontros e atividades correspondentes

| Encontro/Data/ Duração³ | Etapa | Atividade desenvolvida |
|--|--|---|
| 1 - 25/09/2017 2 períodos | Zero (0) | Apresentação do projeto e entrega para os alunos do TCLE. Apresentação da problemática norteadora do estudo. |
| 2 - 26/09/2017 2 períodos | Clichê (1) | Discussões envolvendo os conhecimentos prévios e a forma como identificam possibilidades de solução para o problema apresentado. Elaboração de uma lista com os questionamentos decorrentes do problema apresentado no encontro anterior. |
| 3 - 03/10/2017 1 período | Panorama mais ampliado (2) | Refinamento da situação-problema e identificação dos aspectos a que pretendem investigar, de que conhecimentos julgam necessitar (caixas-pretas), dos especialistas que pretendem consultar e da metodologia que o grupo/equipe vai utilizar. |
| 4 - 10/10/2017 1 período | | |
| 5 - 23/10/2017 1 período | | |
| 6 - 30/10/2017 2 períodos (1 sala de aula e outro extraclasse) | Consulta aos especialistas (3) | Escolha das questões que cada grupo/equipe pretende responder, selecionando os especialistas e as especialidades que serão consultadas. Organização de um cronograma com datas previstas para cada consulta. |
| 7 - 31/10/2017 1 período | | |
| 8 - 31/10/2017 1 período | Trabalho de campo (4) | Consulta aos especialistas. |
| 9 - 06/11/2017 2 períodos (1 sala de aula e outro extraclasse) | | |
| 10 - 07/11/2017 2 períodos | Abertura aprofundada das caixas-pretas (5) | Consulta às disciplinas frente às definições de que elementos serão explorados. |
| 11 - 20/11/2017 1 período | Esquematização da situação-problema (6) | Apresentação do andamento das atividades. |
| 12 - 21/11/2017 2 períodos | Abertura das caixas pretas sem ajuda dos especialistas (7) | Aprofundamento de questões referentes à situação-problema sem necessidade de ajuda dos especialistas. |
| 13 - 27/11/2017 3 períodos (1 sala de aula e 3 extraclasse) | Síntese da IIR (8) | Confecção e apresentação de um folheto explicativo. |
| 14 - 05/12/2017 2 períodos | | |

Fonte: autora, 2017.

³ A duração das atividades desenvolvidas está expressa em períodos que equivalem a 45 minutos de aula.

O Quadro 3 apontou as atividades desenvolvidas em cada encontro, cujo relato e detalhamento está descrito na continuidade. O objetivo dessa descrição é informar o modo como as etapas foram operacionalizadas no contexto escolar. Sua análise com o intuito de responder ao questionamento central desta dissertação é objeto de discussão do próximo capítulo. Além disso, é necessário destacar que as atividades foram desenvolvidas durante o período de aula e também em horários extraclasses, conforme indicado no quadro anterior. Outro aspecto importante, é que a atividade desenvolvida integrou uma das avaliações do trimestre.

3.3.1 Primeiro encontro: etapa zero

Conforme mencionado, a etapa zero corresponde a um acréscimo nas etapas inferidas por Fourez (1997) e foram indicadas por Pinheiro et al. (2000) e analisadas em estudos posteriores como os de Schmitz (2004) e Pinheiro e Pinho-Alves (2005). A opção por incluir essa etapa está, conforme já mencionado, no fato de que ela permite estabelecer uma situação-problema que poderá e deverá ser redefinida e refinada no diálogo com os alunos. Essa etapa representa um momento de negociação frente aos interesses do professor e os apontados pelos alunos.

Como relato do primeiro encontro, menciona-se que ele foi caracterizado pela discussão da proposta de trabalho, entrega do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B) que deveria ser lido e assinado pelos pais ou responsáveis e pela exposição da situação-problema e discussão de sua estruturação.

Para essa discussão, foram utilizadas imagens dos condicionadores de ar da escola e foram realizadas entrevistas com os alunos sobre a importância de que estes aparelhos estivessem funcionando. Na exposição dessas falas, que foram corroboradas pelas dos presentes, percebeu-se que o tema é de interesse dos estudantes e que eles apresentam distintas razões para justificar o fato dos aparelhos não terem sido ligados ainda. Muitas dessas falas se revelaram permeadas por opiniões que denotam a fragilidade dos conhecimentos e a pouca procura de informações por parte dos alunos.

Mesmo com as explicações fornecidas pela equipe diretiva da escola, relatando os problemas na rede elétrica e com isso a impossibilidade de ligar os aparelhos, alguns alunos arriscam opiniões e fazem conjecturas sobre o fato apresentado. Dentre esses aspectos, destacam-se suposições de alguns alunos de que a escola não tem condições financeiras para custear os encargos decorrentes do uso desses condicionadores de ar; a escola não estar

preocupada com o conforto dos alunos; a rede elétrica estar em situação perigosa e não ser conveniente mexer nela; entre outros aspectos mencionados.

O tema “consumo de energia” havia sido trabalhado algumas semanas antes da apresentação da proposta de atividade deste projeto. Por isso, ao ouvirem seus colegas, os alunos já faziam suas previsões sobre o que estava acontecendo e o que precisaria ser realizado pela escola, aspectos que caracterizam a etapa seguinte – Clichê.

Nas aulas anteriores, a energia elétrica havia sido tema de estudo, tendo sido abordadas as grandezas físicas envolvidas. Na oportunidade, buscou-se que os alunos compreendessem os aspectos envolvidos no “consumo de energia elétrica”, fazendo o uso inclusive de alguns simuladores para cálculos. Neste debate, havia sido tratada, ainda em fase de contextualização, a relação da potência elétrica dos aparelhos de ar condicionado e o “consumo de energia elétrica”, especialmente em termos dos custos financeiros.

As falas dos alunos apontaram que o tema e a proposta estavam sendo acolhidos por eles e que a problemática apresentada se revelava profícua de discussões interdisciplinares e da contemplação dos atributos da ACT.

Para finalizar esse primeiro encontro e já apontando o que seria realizado no próximo, foram apresentados aos alunos dois exemplos de clichês aplicados com alunos em outros estudos envolvendo a realização de IIR. Um deles, de autoria de Bettanin (2003), referente ao conforto térmico em uma residência e o outro realizado por Sousa (2007) sobre reciclagem do lixo. Essa apresentação, que foi guiada pelo uso de slides, teve por objetivo ilustrar possibilidades de estruturação da situação-problema, ainda em delimitação.

Para essa delimitação, os estudantes foram divididos em pequenos grupos de trabalhos (4 a 5 componentes cada um), e a partir da temática geral e dos exemplos discutidos solicitou-se a eles que apresentassem no próximo encontro duas questões que pudessem nortear a formulação da situação-problema.

3.3.2 Segundo encontro: fazer um clichê da situação proposta

Este segundo encontro iniciou com o questionamento a respeito de quem havia trazido as questões, conforme solicitado no último encontro – todos responderam positivamente. Assim, foi solicitado para que, voluntariamente, um aluno se dispusesse a escrever as perguntas no quadro, enquanto os demais fariam o registro em seus cadernos.

Enquanto a aluna, voluntária para a atividade, escrevia no quadro os registros trazidos pela turma, os demais colaboravam fazendo inferências sobre pontos que julgavam ser

necessário alterar e incluir. Ou seja, questões novas estavam surgindo a partir daquilo que haviam preparado. Ao final do registro procedeu-se a leitura oral de todas as questões (APÊNDICE C).

Essa etapa corresponde ao que Fourez (1997) denomina de “Clichê”, ou seja, etapa em que os alunos resgatam seus conhecimentos e estruturam propostas sobre como o problema pode ser delimitado e definido como a situação-problema do estudo. Além disso, essa etapa leva a que os alunos, diante dessa definição, iniciem suas conjecturas sobre como é possível solucionar o problema proposto e, ao fazê-lo, percebem que necessitam ampliar seus conhecimentos. Isso foi observado neste segundo encontro, uma vez que os alunos ao apresentarem e discutirem suas questões de investigação, estabeleceram aquela que norteará o estudo. Ao mesmo tempo, ao fazer suas previsões para a solução do problema, demonstraram seus conhecimentos prévios, mas perceberam a necessidade de ampliá-los.

Neste segundo encontro, chamou a atenção que alguns alunos ao mesmo tempo em que relatavam as questões elaboradas, já o faziam sobre a perspectiva de apresentar a possível solução. Nessas inferências, vários conhecimentos foram mencionados. Entretanto, observou-se que estavam limitados a tópicos de Física. Exemplos dessas falas dos alunos podem ser identificados na lista do Clichê apresentado no Apêndice C.

3.3.3 Terceiro encontro: panorama mais ampliado (parte I)

O terceiro encontro iniciou por uma retomada da situação-problema apresentada inicialmente e pelos questionamentos elaborados pelos alunos no último encontro. Essa etapa representa aquela em que os alunos devem decidir/negociar os encaminhamentos na busca por propor a solução ao problema apresentado. As decisões a serem tomadas devem incluir os especialistas a serem consultados e o caminho metodológico a ser seguido pelo grupo.

Iniciou-se a negociação definindo qual a finalidade do projeto e como ele poderia ser resumido na forma de uma situação-problema. Nesse momento, e frente às colocações da turma, a professora/pesquisadora mencionou a possibilidade e importância de que outros aspectos fossem considerados no projeto. O objetivo estava em que o olhar saísse da disciplinaridade, especialmente da Física e permeasse outros contextos e conteúdos. Nesse momento, os alunos complementaram a fala da professora/pesquisadora inferindo questões vinculadas ao conforto térmico, ao posicionamento das janelas, ao meio ambiente, entre outros. Contudo, não houve muito avanço em se tratando de ampliar a pergunta apresentada

originalmente, que ao final das discussões ficou assim estruturada: Que fatores estão associados à instalação e ao funcionamento dos condicionadores de ar da escola?

No questionamento, foram incluídas as discussões sobre a instalação dos condicionadores de ar, que inicialmente não estavam presentes, apresentando a possibilidade de que, ao discutirem as mesmas, os alunos busquem subsídios em outras disciplinas.

Além de estabelecer a situação-problema e o respectivo objetivo do estudo, o encontro foi marcado pela lembrança de que deveriam em seus grupos de trabalho definir questões como: que atores serão envolvidos no estudo; que normas e condições serão impostas à situação em estudo; quais os jogos de interesse e das tensões que estarão presentes; que caixas-pretas integrarão o estudo; quais as bifurcações; que especialistas e especialidades serão consultados.

Frente à necessidade de identificar esses aspectos, cada grupo iniciou por retomar a situação-problema e delimitar o alcance do seu estudo no sentido de mapear as caixas-pretas que desejavam abrir e quais os especialistas que irão consultar. Ao final cada grupo apresentou seus registros e suas decisões.

Ainda, nesse encontro discutiu-se como a turma pretendia expor os resultados obtidos ao final do projeto. Após algumas discussões, ficou acordado que seria elaborado um folheto explicativo para a comunidade escolar, discutindo as razões que dificultam o funcionamento dos condicionadores de ar na escola, envolvendo questões associadas a sua instalação. E, ainda, que cada grupo organizaria uma parte do folheto a partir de suas escolhas e discussões.

Dessa forma, o encontro foi permeado por discussões e atividades voltadas à identificação de recortes e dos aspectos a serem pontuados e investigados por cada grupo. Percebeu-se que nessa dinâmica de oportunizar as escolhas, os alunos, por vezes, apresentam dificuldades em visualizar novas perspectivas e de avaliar se suas decisões são viáveis frente ao contexto que se apresenta. Nesse sentido, percebeu-se que alguns grupos apresentaram dificuldade em termos de identificar as caixas-pretas que seriam abertas e outros em termos de definir quais os especialistas que necessitariam ser consultados.

O encontro foi finalizado com a proposta de que, no próximo, seriam definidos e selecionados os especialistas que cada grupo pretendia consultar e as questões a serem investigadas com esses especialistas.

3.3.4 Quarto encontro: panorama mais ampliado (parte II)

No quarto encontro, foi dado prosseguimento ao que estava sendo discutido no anterior e o trabalho foi desenvolvido no interior dos grupos. Dessa forma, cada grupo se

estruturou de modo a retomar as escolhas realizadas e analisar suas decisões dando continuidade aos trabalhos.

Ainda no âmbito do trabalho no interior dos grupos, destaca-se que os alunos subsidiaram suas discussões tendo acesso à lista de questionamentos realizados na etapa correspondente ao “Clichê”. As questões estruturadas pela turma foram lidas nos grupos e analisadas em termos da nova situação-problema, avaliando as pertinentes, excluindo as repetidas e agrupando as próximas. O resultado desse processo foi distinto para cada grupo e passou a guiar as suas escolhas.

3.3.5 Quinto encontro: panorama mais ampliado (parte III)

Como continuidade e conclusão do que foi realizado nos dois últimos encontros, esse priorizou as discussões relativas às caixas-pretas que cada grupo pretendia abrir e com isso buscar o aprofundamento nos questionamentos definidos por cada grupo. Ao final, cada grupo entregou à professora/pesquisadora uma lista com as decisões e escolhas, bem como o modo como pretendiam executar a atividade, ou seja, seus caminhos metodológicos.

3.3.6 Sexto encontro: consulta aos especialistas (parte I)

No início do encontro foi devolvido o material recolhido no encontro anterior e discutido com as equipes a necessidade/possibilidade de abranger outras áreas do conhecimento, fornecendo-lhes exemplos de questões e especialistas que poderiam estar contemplados no estudo.

A seguir, as equipes tiveram um tempo de aproximadamente dez minutos para dialogarem e definirem se iriam ou não incluir novas perguntas. A partir dessa redefinição, a maioria optou por continuar com seus questionamentos. Assim, iniciou a etapa 3, vinculada à consulta aos especialistas. Os profissionais especialistas selecionados pelas equipes foram: técnico em internet, engenheiro, técnico eletricista, profissional da empresa Rio Grande Energia – RGE e professores de Matemática, Física, Geografia e Química.

3.3.7 Sétimo encontro: consulta aos especialistas (parte II)

O sétimo encontro envolveu a continuação da terceira etapa, com a construção de um cronograma com as datas previstas para a consulta de cada especialista e também a descrição

das caixas-pretas a serem abertas. A Tabela 1 a seguir ilustra o cronograma elaborado para as consultas.

Tabela 1 - Relação das equipes, especialistas e caixas-pretas

| Equipes | Especialistas | Caixas-pretas |
|-----------------------|---|---|
| As sobrecarregadas | Professores das disciplinas de Matemática, Física, Geografia e Química. Profissional da rede Rio Grande Energia - RGE. | Cálculo da potência na unidade “Watt” corresponde às especificações em BTU indicadas no aparelho. Gastos da escola com instalação dos condicionadores de ar (Energia Elétrica). Conceitos de Eletrodinâmica (corrente, potência e energia elétrica). Funcionamento da usina hidrelétrica e sua relação com o desmatamento. |
| Os técnicos | Engenheiro civil. | Elementos estruturais necessários para a instalação dos condicionadores - capacidade da parede para sustentar o peso do ar condicionado. Local onde a perfuração da parede poderia ser realizada para a saída do cano. |
| Condicionadores de Ar | Engenheiro elétrico. | Tipo de fios que podem ser utilizados na instalação dos aparelhos de ar condicionado. Capacitância. Rede monofásica e bifásica. |
| Os Físicos | Engenheiro elétrico ou mecânico. Arquiteto. Eletricista. | Posição do ar condicionado na sala - propagação do calor. Temperatura mais adequada para o conforto térmico. Relação entre o número de pessoas e a potência do aparelho. Condições da rede elétrica para a instalação. |
| Power on | Profissional da rede Rio Grande Energia - RGE. Vendedores e técnicos de manutenção em condicionadores de ar. Administradores da escola. | Descrição das instalações elétricas da escola. Necessidade de disjuntores. Relação entre a potência elétrica e as dimensões da sala. Relação custo-benefício entre o conforto térmico e os gastos da escola para instalar e manter funcionando os aparelhos. |

Fonte: dados de pesquisa, 2017.

3.3.8 Oitavo e nono encontro: trabalho de campo

Os dois encontros foram destinados a atividades seguindo o cronograma do encontro anterior. Nessa etapa, as equipes realizaram as entrevistas com os especialistas que haviam sido elencados na última etapa e procederam às discussões que permitissem estruturar suas respostas.

É importante salientar que esse momento foi de extrema importância para o desenvolvimento do projeto, uma vez que representou a oportunidade de os estudantes focarem sua atenção na busca por respostas à situação-problema apresentada. Além disso,

essa fase se revelou como de grande euforia para as equipes. Essa ida à prática, confrontando os diferentes saberes é o que dá significado e realce à pesquisa.

Destaca-se ainda que os alunos se prepararam para o diálogo a ser estabelecido com os especialistas, inclusive buscando informações sobre o uso de termos adequados à pergunta que estavam formulando. Como exemplo, menciona-se o fato de buscarem informações sobre a diferença entre o termo voltagem e diferença de potencial, corrente elétrica e amperagem, entre outros. Também buscaram entender o significado de bitola de fio e da especificação BTU como sinônimo de capacidade do ar condicionado. Exemplos que denotam a busca por informações ao mesmo tempo em que remete à relação entre teoria e prática, o que é assinalado por Fourez como integrantes de um processo de ACT.

3.3.9 *Décimo encontro: abertura aprofundada das caixas-pretas*

A quinta etapa, realizada no décimo encontro, envolveu a consulta às disciplinas. As caixas-pretas, que já haviam sido previstas, foram abertas, ou seja, exploradas. Nessa etapa, cada equipe se dirigiu aos professores e profissionais que foram selecionados para consulta.

Um exemplo de caixa-preta aberta foi a consulta ao professor de Matemática. O questionamento feito foi relativo ao cálculo dos gastos adicionais que a escola teria ao instalar o ar condicionado nas salas de aula. A Figura 2, a seguir, ilustra os alunos realizando esse cálculo para uma das salas da escola.

Figura 2 - Alunos realizando cálculo dos gastos financeiros adicionais da escola



Fonte: arquivo pessoal, 2017.

Outro aspecto importante foi a consulta ao engenheiro mecânico e ao arquiteto sobre o posicionamento do aparelho na sala de aula e a discussão sobre a propagação do calor. Os alunos buscaram entender aspectos como a proximidade com uma parede externa e o posicionamento no alto da parede. Além disso, discutiram sobre a diferença entre os aparelhos antigos e os novos. A Figura 3 ilustra a posição de instalação do aparelho em uma das salas da escola.

Figura 3 - Posição do ar condicionado em uma das salas da escola



Fonte: arquivo pessoal, 2017.

3.3.10 Décimo primeiro encontro: esquematização da situação-problema

O encontro foi marcado pelas apresentações parciais das respostas ao problema apresentado, de acordo com as discussões com os especialistas consultados por cada equipe. Essa etapa foi estruturada seguindo a ordem de apresentação de cada equipe, conforme previsto anteriormente. Tais apresentações foram feitas no auditório do colégio, ficando restrita aos colegas da turma e à professora/pesquisadora, além da presença da professora orientadora deste estudo. A duração total foi de um período (45 min).

Na realização dessa atividade, percebeu-se o empenho dos estudantes em demonstrar o que haviam pesquisado. Organizaram apresentação com slides e um dos grupos convidou o técnico eletricista para conversar com a turma e dar as explicações sobre as modificações que estavam sendo feitas na escola para a instalação dos condicionadores de ar.

O momento foi permeado de discussões e explanações por parte das equipes e dos participantes, evidenciando a natureza investigativa e exploratória da atividade proposta.

3.3.11 Décimo segundo encontro: abertura aprofundada das caixas pretas sem ajuda dos especialistas

Nesse encontro, foi proposto às equipes que realizassem uma avaliação das atividades desenvolvidas, especialmente da pesquisa e da consulta aos especialistas. O intuito estava em proporcionar um momento de reflexão sobre o que haviam aprendido e promover situações de autoconfiança para explorar e formular respostas ao problema em estudo. O destaque desse encontro é que as apresentações e as propostas de resposta ao problema ficavam por conta dos alunos, sem a presença de especialista.

A Figura 4, a seguir, ilustra os alunos em suas equipes de trabalho realizando esse momento de reflexão e busca pelas respostas.

Figura 4 - Alunos desenvolvendo atividades nos grupos de trabalho



Fonte: arquivo pessoal, 2017.

Esse encontro foi marcado pela exposição das ideias e argumentação dos alunos frente ao estudo realizado. Cada equipe contribuiu com elementos distintos frente ao problema apresentado e juntos perceberam que haviam identificado vários aspectos que poderiam justificar o fato dos aparelhos não estarem em funcionamento. Entretanto, muitos investigaram aspectos semelhantes como pode ser percebido na tabela X do sétimo encontro, o que levou a discussões sobre as diferenças apontadas frente a questionamentos semelhantes.

Como exemplo, menciona-se a diferença entre as respostas fornecidas pelos técnicos de ar condicionado e os cálculos do engenheiro mecânico, referentes à potência do aparelho de ar condicionado necessária para uma sala de aula. Essa divergência leva em consideração que o técnico utiliza as especificações que vêm no manual do aparelho e o engenheiro considerou aspectos como circulação de pessoas, quantidade de vidro e posicionamento das janelas em relação ao sol.

Ilustrando, menciona-se que em uma sala de dimensões 5 x 8 x 2,70 metros o técnico considerou adequado um aparelho de 30.000 BTUs, tendo como fonte de consulta as recomendações genéricas dos fabricantes. O engenheiro mecânico, por sua vez, especificou que sua projeção levava em consideração que uma sala com 4 janelas, com incidência solar direta pela parte da manhã, presença no ambiente de, aproximadamente 25 pessoas e movimento constante de entrada e saída de pessoas na sala. Tais aspectos subsidiaram a indicação do engenheiro de que seria necessário um ar condicionado com potência de 40.000 e 45.000 BTUs.

Esse aspecto foi particularmente importante, porque trouxe à tona a questão das divergências de informações e quanto os sujeitos precisam ser esclarecidos para saber tomar decisões e discernir entre essas divergências. Isso remete ao que Fourez (1997) aponta como um sujeito ACT e que sabe, portanto, tomar decisões e buscar informações. As diferenças, embora não tão significativas foram debatidas pelos alunos e levaram a outro aspecto que igualmente nos remete a Fourez (1997), mas se diferencia de suas discussões: a autoridade epistêmica da fonte. Na fala dos alunos, antes de analisar as diferenças, eles atribuíram ao engenheiro maior autoridade porque se tratava de alguém com um título superior, o que um técnico ou vendedor provavelmente não possuía. Antes mesmo de avaliar as informações, pré-concepções de que os dados fornecidos pelo técnico podiam ser discutidos, uma vez que ele representa uma fonte de baixa autoridade epistêmica.

O apresentado levou a que fosse discutida a importância de consultar e aprender a analisar todas as informações, independentemente da fonte, e saber buscar alternativas para julgá-las. Aspecto importante e que não estava entre os objetivos do estudo, mas que apareceu como elemento importante de ser aprofundado em estudos futuros.

3.3.12 Décimo terceiro encontro: síntese da IIR (etapa I)

Nesse encontro, que juntamente com o próximo caracterizam a oitava e última etapa da elaboração da IIR, os estudantes realizaram, inicialmente, uma discussão coletiva sobre

como seria a construção do folheto explicativo. Dentre as decisões, optaram por dividir as atividades de modo que cada equipe ficasse responsável pela construção de uma parte do folheto. A tarefa da construção desse folheto foi feita no laboratório de informática do colégio. Inicialmente, cada grupo elaborou um esboço, uma sugestão de como poderia ser feito o folheto e na sequência compartilharam seus modelos e optaram por aquele que seria utilizado.

É importante salientar que os estudantes, em sua maioria, foram os únicos responsáveis pela criação do folheto explicativo, demonstrando autonomia, criatividade e responsabilidade diante da tarefa que assumiram. A Figura 5, a seguir, ilustra os alunos no Laboratório de Informática do Colégio elaborando o folheto.

Figura 5 - Elaboração do folheto explicativo no laboratório de informática



Fonte: arquivo pessoal, 2017.

3.3.13 Décimo quarto encontro: síntese da IIR (etapa II)

O último encontro foi destinado à apresentação da atividade realizada, ou seja, a apresentação do folheto explicativo. As equipes elegeram seus representantes, que foram os responsáveis por expor os resultados da turma para a situação-problema apresentada. Além disso, esses representantes foram incumbidos de visitar as demais turmas da escola (turno da manhã), apresentando o seu folheto explicativo e mencionando que estaria disponível no site

do colégio nos próximos dias. No site⁴ é possível acessar o folheto no qual constam as explicações que foram elaboradas pelos alunos para cada um dos fatores listados no material. Esse material está disponibilizado no Anexo B da dissertação.

A Figura 6 a seguir ilustra o folheto elaborado pelos alunos.

Figura 6 - Folheto elaborado pelos alunos ao final da IIR

Que fatores estão associados à Instalação e ao Funcionamento dos Condicionadores de Ar?



Instalação antiga (despreparada) do prédio;



Não realização do cálculo do BTU;



Posicionamento do aparelho;



Mau fornecimento de energia pelo Gerador;



A capacidade da Instalação;



Utilização de um Condicionador menos potente do que o necessário;



Sobrecarga na energia;



Não realização da limpeza do filtro;

Pesquisa realizada pelos alunos do 3º Ano do Ensino Médio juntamente com a professora de Física, Daiana Demarco.

Fonte: dados de pesquisa, 2017.

⁴ <http://www.colegiojesusmariajose.org.br/pm/index.php/atividades-escolares/242-trabalho-de-pesquisa-prof-daiana-demarco>

Observa-se que os alunos centraram em justificar os motivos pelos quais os condicionadores de ar da escola não estavam sendo ligados e que fatores seriam necessários alterar/modificar na escola. Como este foi o tema que desencadeou o estudo, compreende-se que os alunos tenham destinado seu olhar para tal questão, mesmo que a situação-problema apresentada inicialmente possa vincular-se a outras perspectivas. Nesse sentido, observou-se claramente que os alunos estavam preocupados em entender as causas que justificavam o fato de os aparelhos não estarem em funcionamento e quais as razões científicas para isso.

Embora tenha ocorrido esse recorte e o direcionamento por parte dos alunos para responder a uma questão mais específica do que a aventada no início do projeto, destaca-se que a IIR desenvolvida permitiu identificar aspectos importantes desse tipo de atividade. Dentre eles, chamou a atenção o envolvimento dos alunos, tornando a aprendizagem um meio para melhor compreender os entornos que circundam os mais variados eventos presentes no cotidiano. Os registros feitos durante os encontros e que constituem dados da pesquisa, descrevem a percepção da professora/pesquisadora em termos do envolvimento e da participação dos alunos com o tema, que se revelou aos olhos deles como de interesse do grupo.

Em termos dos conteúdos de Física explorados nas atividades, destaca-se que durante as aulas, que não as destinadas ao projeto, no momento em que estavam sendo abordados tópicos como corrente, energia e potência elétrica, os alunos de imediato se remetiam a IIR em desenvolvimento. Era nítido o interesse e curiosidade em conhecer as relações entre as grandezas físicas e os critérios utilizados, por exemplo, no momento de dimensionar a espessura do fio a ser utilizado nas instalações elétricas ou mesmo a relação entre o consumo e a potência do aparelho. Tais aspectos se revelam uma possibilidade de favorecer a aprendizagem, à medida que buscam aproximações com as situações vivenciais e dão significado aos conteúdos.

Entretanto, o que de mais significativo pode ser observado no estudo vai para além do mencionado em termos dos aspectos envolvendo os conteúdos e vincula-se à identificação de que a IIR favorece o desenvolvimento de aspectos como a autonomia, a comunicação e o domínio, apontados por Fourez (1997) como necessários para a formação de indivíduos alfabetizados cientificamente. Tais aspectos constituíram o foco da investigação da IIR elaborada e apresentada neste capítulo, que juntamente com a percepção da pesquisadora/professora serão discutidos no próximo capítulo.

Antes da apresentação da investigação realizada, relata-se o produto educacional que acompanha esta dissertação e que representa a contribuição do estudo para que novas IIR sejam estruturadas e desenvolvidas na educação básica.

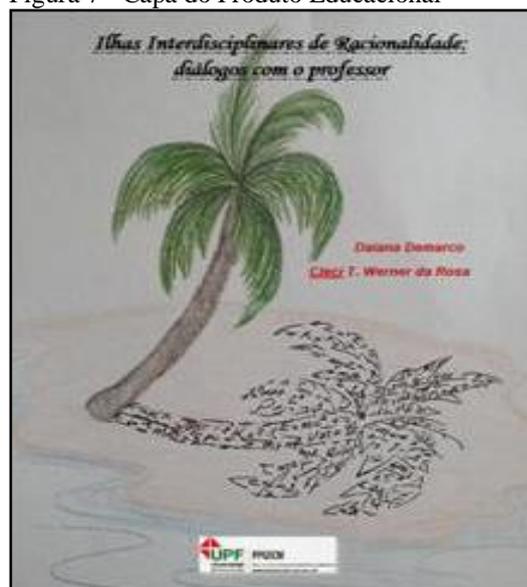
3.4 Produto educacional

Esta dissertação é acompanhada de um produto educacional decorrente do estudo desenvolvido e que busca fomentar sua utilização na educação básica. Dessa forma, buscou-se desenvolver um material que permitisse a outros docentes implementar a IIR voltada ao favorecimento da alfabetização científica e técnica dentro dos aspectos elencados por Fourez (1997).

Frente a essa intencionalidade, opta-se por desenvolver um produto na forma de material de apoio aos professores, envolvendo as etapas de uma IIR e exemplificando sua utilização na educação básica. Para isso toma-se como referencial os estudos utilizados na elaboração desta dissertação e organiza-se um material voltado a um diálogo didático envolvendo aspectos considerados importantes no momento da operacionalização de uma IIR.

O material desenvolvido está disponibilizado em formato digital (arquivo pdf) para acesso livre no eduCapes - portal de objetos educacionais abertos. O endereço de acesso do material é <<https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/206403>>. Como característica principal do texto destaca-se que sua construção buscou recorrer a uma linguagem acessível e apresentar uma estrutura que favoreça sua compreensão, mesmo por aqueles que ainda não tiveram contato com essa metodologia. A imagem a seguir ilustra a capa do material elaborado.

Figura 7 - Capa do Produto Educacional



Fonte: arquivo pessoal, 2017.

4 PESQUISA

Este capítulo destina-se a relatar a pesquisa decorrente da implementação da IIR descrita no capítulo anterior. Destaca-se que os sujeitos do estudo, bem como o local no qual a pesquisa foi desenvolvida, foram objeto de apresentação no capítulo anterior, por ocasião do relato da aplicação da IIR. Dessa forma, o capítulo se restringe à apresentação do percurso metodológico da pesquisa e seus referenciais, enfatizando os instrumentos utilizados para a coleta dos dados e os resultados obtidos.

4.1 Escolhas metodológicas

O presente estudo está delineado de modo a buscar contribuições para a implementação de práticas pedagógicas voltadas à alfabetização científica. Seus pressupostos estão pautados na busca por analisar aspectos que envolvam um contingente de elementos que ultrapassam a análise de dados quantitativos, vindo ao encontro de uma pesquisa qualitativa. Essa abordagem, como menciona Rosa (2001), se mostra a mais indicada, considerando as características e a natureza do problema que se procura estudar, que no caso deste estudo encontra-se relacionada à análise das contribuições de uma proposta didática ou projeto de ensino.

De acordo com Lüdke e André (1986), a pesquisa qualitativa busca o entendimento do fenômeno como um todo e possibilita uma interpretação crítica. Minayo (2001), por sua vez, entende que esse tipo de pesquisa busca trabalhar com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que vem ao encontro de estabelecer relações mais profundas com o objeto de investigação.

Além do caráter qualitativo, o estudo também apresenta a identificação de um estudo do tipo pesquisa-ação, uma vez que o objetivo do estudo se volta para a análise de uma intervenção realizada no próprio contexto de atuação profissional da pesquisadora, buscando promover uma reflexão da sua prática pedagógica.

Tripp (2005) entende a pesquisa-ação como uma estratégia “de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos” (p. 445). Dessa forma, continua o autor, a pesquisa-ação é “uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática” (p. 447).

Ainda, para Tripp (2005) a pesquisa-ação envolve ações em duas direções: o fazer pedagógico e a pesquisa, “de modo que, em maior ou menor medida, terá características da prática rotineira quanto da pesquisa científica” (p. 447). Situação que fica evidente na proposta deste estudo, uma vez que a pesquisadora, que é professora da turma precisa ter a preocupação de analisar e buscar melhorias em sua própria ação, mas ao mesmo tempo precisa manter a vigilância epistemológica de uma pesquisa científica.

Por fim, menciona-se que a pesquisa-ação encontra-se apoiada na ação-reflexão. Portanto, o processo começa com a reflexão sobre a prática e com a identificação da existência de um problema que necessita melhoria. Nesse contexto, a pesquisa-ação requer cuidados e registros que vão além de reunir dados produzidos pelos sujeitos da pesquisa, envolvendo registros do professor e de mecanismos que permitam a ele verificar e avaliar suas ações. Sobre isso Thiollent (2011) mostra que esse tipo de pesquisa facilita aos sujeitos da pesquisa compreenderem os problemas enfrentados no cotidiano, de maneira a construir uma ação renovadora. Ainda, nas palavras do autor, uma pesquisa-ação significa:

Um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 2011, p. 20).

Nesse contexto, tem-se como preocupação central relacionar o problema com a investigação-ação, de modo a avaliar a situação que está sendo investigada e propor soluções, além de definir ações para agir e transformar a situação.

No presente estudo, a opção foi por recorrer a dois instrumentos que possibilitem registrar momentos diferentes da mesma ação, de modo a subsidiar a análise dos dados de forma mais ampla e qualificada: o diário de bordo e a ficha de observação. Tais instrumentos estão descritos a seguir.

4.2 Instrumentos para coleta de dados

Frente às escolhas de pesquisa mencionadas e tendo como pano de fundo a necessidade de avaliar uma proposta de ensino em termos de sua contribuição para a alfabetização científica e técnica, recorre-se ao uso do diário de bordo e de uma ficha de observação especialmente desenvolvida para esse tipo de atividade.

O uso do diário de bordo segue o proposto por Zabalza (2004) e busca o registro reflexivo de cada um dos encontros de modo que se constitua em um conjunto de informações que poderão identificar aspectos vinculados às especificidades da aplicação da proposta no contexto da sala de aula. De acordo com o autor, esse instrumento compõe um elemento que serve de registro para os acontecimentos vivenciados em sala de aula, sendo extremamente necessário para a reflexão da prática. Para o autor, ao escrever no diário de bordo, o professor (podendo ou não estar vinculado à produção de dados de pesquisa) constrói seus saberes, uma vez que esse procedimento é “excelente para nos conscientizarmos de nossos padrões de trabalho. É uma forma de ‘distanciamento’ reflexivo que nos permite ver em perspectiva nosso modo particular de atuar. É, além disso, uma forma de aprender” (ZABALZA, 2004, p. 10, destaque do autor).

Como instrumento de produção de dados de pesquisa, o diário de bordo tem sua relevância, uma vez que ao proporcionar a reflexão sobre a prática do professor possibilita identificar características da ação desenvolvida. Tais aspectos dificilmente seriam capturados sem esse tipo de registro, que pode ser sintetizado como o olhar reflexivo e avaliativo do professor/pesquisador. Entretanto, enquanto produção de dados de pesquisa, é necessário que o professor/pesquisador proceda ao preenchimento de um diário ao final de cada encontro e busque registrar o ocorrido de forma a envolver suas impressões e percepções, bem como toda a movimentação dos alunos. Além disso, precisa registrar as dificuldades, anseios, possibilidades e as emoções percebidas durante o desenvolvimento da atividade. Da mesma forma, sempre que possível, deve incluir as falas e manifestações dos alunos, pois tudo isso servirá para explorar e discutir o ambiente de pesquisa.

Como lembra Coppete (2014), o diário de bordo, uma vez que apresenta uma natureza pessoal, permite registrar questões mais pessoais como “conquistas, frustrações, impasses, dúvidas, inquietações, desabafos, avanços e recuos que se expressam em uma caminhada para o aprender, as quais, talvez, oral e presencialmente nunca fossem expressadas”. Ou seja, o diário possibilita o registro do olhar do pesquisador sobre a sala de aula e sobre os alunos. Esse registro deve ocorrer de forma pessoal e logo após a ação de intervenção, para que não se esqueça de registrar detalhes das atividades/encontros, que poderão ser essenciais na busca por avaliar a proposta didática e entender o contexto no qual a pesquisa se desenvolveu.

No presente estudo, o registro no diário de bordo, realizado pela professora/pesquisadora, ocorreu ao final de cada encontro. Tais registros constituem materiais de pesquisa e subsidiaram a reflexão realizada frente à ação desenvolvida. Além de

servir de dados de pesquisa e, também, por conta disso, tais registros permitiram que ao final de cada encontro fosse possível refletir e avaliar o ato pedagógico realizado, de forma a reconstruir os procedimentos utilizados e corrigir eventuais distorções.

Além do registro no diário de bordo, o estudo considerou como instrumento para coleta de dados o uso de ficha de observação especificamente desenvolvida para investigações envolvendo a aplicação de Ilhas de Racionalidade - IR. Essa ficha desenvolvida por Bettanin e Pinho-Alves (2003) possibilita a avaliação metodológica de uma IR conforme proposto por Fourez (1997), de modo a verificar a efetividade na promoção dos objetivos de uma ACT. A opção dos autores por indicar a ficha como um parâmetro para uma IR decorre de que ela pode ser utilizada em diferentes propostas metodológicas, não havendo necessidade de ser especificamente interdisciplinar.

De acordo com os autores, essa ficha de observação tem o intuito de verificar se a aplicação de uma IR favorece o desenvolvimento dos atributos da ACT, conforme elencados por Fourez (2007) em seus estudos. Para isso, Bettanin e Pinho-Alves (2003, p. 3) ressaltam que:

É necessário encontrar uma maneira de observar a manifestação dos comportamentos e atitudes dos alunos no decorrer da aplicação da metodologia. Dessa forma, buscamos detalhar os atributos da ACT, relacionando-os a alguns comportamentos e atitudes, usando para isso a visão de Fourez e dos PCNs. Como resultado, organizamos uma ficha de observação para usar durante a aplicação de Ilhas de Racionalidade e avaliar se há, ou não, um acréscimo nos atributos. Embora a fronteira entre estes três atributos seja muito tênue - pois estão fortemente relacionados - tentamos separar as características que correspondem a cada atributo.

Os atributos mencionados por Fourez (2007) e referenciados pelos autores foram discutidos no segundo capítulo e são assim identificados: autonomia, domínio e comunicação. Esses atributos foram considerados as categorias de análise da investigação e, portanto, definidos *a priori*. Eles estão diretamente vinculados com o objetivo do estudo e com o referencial teórico que subsidia a atividade desenvolvida. A elaboração da ficha de observação, de acordo com Bettanin e Pinho-Alves (2003), tomou por referência os estudos de Fourez e foi associada aos PCN.

Tais aspectos, apresentados na forma de itens, foram esquematizados em uma ficha de observação (ANEXO A) e preenchidos durante a realização da IIR proposta neste trabalho. Cada item apresenta a possibilidade de investigar um quesito e o conjunto permite analisar a categoria. A seguir a Tabela 2 apresenta os itens que integram cada atributo (categoria).

Tabela 2 - Itens associados a cada atributo investigado

| Atributo (categoria do estudo) | Itens da ficha de observação |
|-----------------------------------|--|
| Autonomia | Buscar informações a respeito da situação. Ter ideias próprias, não se deixar influenciar pelos outros. Ter criatividade. Tomar decisões com segurança frente às situações. |
| Domínio | Saber fazer. Conhecer sobre o assunto. Domínio e responsabilidade frente à situação-problema. Relacionar os conhecimentos científicos com a situação-problema. |
| Comunicação | Saber expressar suas opiniões. Saber dialogar na equipe e com os especialistas. Elaborar modelos teóricos. Ter boas argumentações nas colocações. |

Fonte: autora, 2018.

O preenchimento da ficha ocorreu de forma a atribuir a cada aluno um código representando a sua interação com a etapa em execução. Esses códigos correspondiam às interações dos alunos com a habilidade ou atributo investigado: A (interações fortes), B (interações intermediárias) ou C (interações fracas). Para cada uma das oito etapas foram preenchidas fichas individuais que correspondiam aos registros feitos para cada um dos 21 alunos. Essas fichas foram preenchidas por três observadores: o próprio estudante na forma de autoavaliação; o líder de cada grupo na forma de observador direto; e, a professora/pesquisadora como membro externo ao grupo.

Embora possa parecer complicado, tais registros ocorrem de forma a oportunizar mais de um olhar para cada estudante, além de possibilitar uma análise por parte de cada um sobre o modo como se percebem e como os outros o percebem. Sobre isso, cabe destacar que algumas etapas foram mais propícias a alguns atributos e em algumas delas não foi possível realizar a observação por parte da professora/pesquisadora, uma vez que os estudantes a realizaram fora da escola e em horário alternativo.

4.3 Categorias de análise

Os instrumentos utilizados possibilitaram a produção de dados que refletem as ações individuais dos participantes em termos dos atributos elencando por Fourez (1997) e constituintes da ACT. Esses registros foram realizados sob a óptica de diferentes observadores (estudantes, líder do grupo e professora/pesquisadora). No caso da professora/pesquisadora, o registro ocorreu em dois momentos: no preenchimento da ficha e nos registros no diário de bordo. Após coletados, esses dados foram lidos e analisados à luz do referencial teórico elencado para o estudo e apresentado nos capítulos iniciais.

Como forma de estruturação destes dados, com objetivo de proceder à análise e buscar respostas ao questionamento do estudo, adotam-se como categorias do estudo os atributos mencionados por Fourez (1997): autonomia, domínio e comunicação. Para a discussão em cada uma das categorias, utilizam-se os dados emergidos das fichas de observação preenchidas pelos estudantes, pelo líder do grupo e pela professora/pesquisadora, complementando-se com os registros do diário de bordo preenchido ao final de cada encontro.

Sobre o preenchimento das fichas, cabe registrar que além dos códigos mencionados anteriormente sobre as interações fortes (“A”), intermediárias (“B”) e fracas (“C”), foram utilizados códigos para indicar os alunos e o respectivo grupo; indicar de quem provém a atribuição do conceito (próprio aluno, líder ou professor) e ainda para assinalar quando não houve registro por um dos observadores. Tais códigos foram assim definidos: “A” seguido de um número para indicar o aluno em análise; “G” seguido de um número para indicar o grupo a que esse aluno pertence; “E” para referir que a avaliação foi realizada pelo próprio estudante (autoavaliação); “L” quando foi realizada pelo líder ou coordenador do grupo; “P” quando efetivada pela professora/pesquisadora; e, “-” para indicar que não houve avaliação naquela etapa pelo respectivo avaliador, ou ainda que o aluno não compareceu/realizou aquela atividade.

Os registros do diário de bordo utilizados como dados de pesquisa, subsidiaram e complementaram tais análises e, quando utilizados de forma direta, estão destacados em itálico e referenciados pelo dia do registro, que corresponde ao dia do encontro.

4.3.1 Autonomia

Essa categoria buscou avaliar os quesitos mencionados e constituintes da ficha de observação em termos da busca por informações sobre a situação-problema em discussão; apresentação de ideias próprias sem deixar-se levar pela opinião do outro; ser criativo; e, saber tomar decisões com segurança frente às apresentadas.

Sobre essa categoria, Bettanin (2003) ressalta sua importância a partir dos relatos de Fourez e enfatiza que ela é de cunho pessoal. Assim sendo, visa desenvolver o sujeito como um todo, tornando-o capaz de fazer críticas e elaborar pensamentos que o definam. Ainda, continua a autora mencionando que um ser autônomo consegue explorar a liberdade de pensamento, controla seus sentimentos com discernimento e usa sua imaginação para desenvolver seus talentos, o que o torna dono de suas decisões e não totalmente dependente de receitas prontas, ou seja, está apto a defender suas ideias. Nesse contexto, a autonomia de

um indivíduo pode ser utilizada como critério para julgar o nível de conhecimento apresentado frente a uma determinada situação. Além disso, ela pode ser avaliada por meio da identificação da capacidade de definir quais e quantos especialistas são necessário consultar.

Frente a esse entendimento, passa-se a apresentar e discutir os dados coletados nessa categoria, sendo que os resultantes da ficha de observação estão expressos nas Tabelas 3, 4, 5 e 6 que indicam respectivamente, as avaliações sobre a busca por informações a respeito da situação-problema apresentada, a ter ideias próprias e não se deixar influenciar pelos outros, a ter criatividade e a tomar decisões com segurança frente às situações-problemas.

Tabela 3 - Resultados referentes à busca por informações a respeito da situação-problema apresentada

| | G1 | | | | | G2 | | | | G3 | | | | G4 | | | | G5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|----|---|----|---|----|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A1 | | A2 | | A3 | A4 | | A5 | | A1 | | A2 | | A3 | | A4 | | A1 | | A2 | | A3 | | A4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Etapa 1 | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | | | | | | | | | | | |
| Etapa 2 | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | | | | | | | | | | | | | | |
| Etapa 3 | B | B | B | B | B | C | C | C | B | B | B | B | C | A | A | A | A | A | A | A | B | B | B | A | A | A | A | A | B | - | - | - | B | B | C | B | B | C | A | A | B | - | - | - | - | - | - | A | B | B | A | A | B | - | - | - | A | A | A | A | A | A |
| Etapa 4 | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | A | A | - | A | A | - | A | A | - | A | A | - | A | A | - | A | A | - | A | A | - | B | B | - | A | A | - | A | A | - | A | A | - | A | A | - | A | A | - | B | B | - | B | B | - | A | A | - | | |
| Etapa 5 | A | B | C | A | A | C | C | B | C | A | A | B | A | A | B | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | A | A | A | A | A | A | B | B | A | A | A | A | B | B | A | A | A | A | | | | | |
| Etapa 6 | B | B | B | B | B | B | C | C | B | B | B | B | B | A | A | B | A | A | B | A | A | B | - | - | - | B | B | B | B | B | B | B | A | A | B | A | A | B | A | A | B | A | A | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | | | | | | | |
| Etapa 7 | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | A | A | A | A | A | A | - | - | - | A | A | A | A | A | A | A | A | B | A | A | B | A | A | B | A | A | B | A | A | A | A | A | A | B | A | A | B | A | A | A | A | A | A | A | A | | | | | |
| Etapa 8 | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | B | B | A | A | A | A | B | B | B | A | A | A | B | B | A | A | B | B | B | A | A | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | A | A | A | A | A | A | | | | |

Fonte: dados de pesquisa, 2017.

Tabela 4 - Resultados referentes a ter ideias próprias e não se deixar influenciar pelos outros

| | G1 | | | | | G2 | | | | G3 | | | | G4 | | | | G5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|----|---|----|---|----|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A1 | | A2 | | A3 | A4 | | A5 | | A1 | | A2 | | A3 | | A4 | | A1 | | A2 | | A3 | | A4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | | | | | | | | | |
| Etapa 1 | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | | | | | | |
| Etapa 2 | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | A | A | A | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | | | | | | |
| Etapa 3 | B | B | B | B | B | B | B | C | C | B | B | B | B | B | B | C | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | - | - | - | B | B | C | B | B | C | B | B | B | B | B | - | - | - | - | - | - | - | B | B | B | B | B | B | | | |
| Etapa 4 | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | | | |
| Etapa 5 | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | - | - | - | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | | | | | | |
| Etapa 6 | A | A | A | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | A | A | B | A | A | B | A | A | B | - | - | - | B | B | B | B | B | B | B | A | A | B | A | A | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | C | C | A | A | B | A | A | B | | |
| Etapa 7 | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | | | | | | |
| Etapa 8 | B | A | B | A | A | B | B | B | B | B | B | B | B | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | B | B | B | A | A | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | A | A | B | A | A | B |

Fonte: dados de pesquisa, 2017.

Tabela 5 - Resultados referentes a ter criatividade

| | G1 | | | | | G2 | | | | G3 | | | | G4 | | | | G5 | | | | | | | | | |
|---------|----|---|----|---|----|----|----|---|----|----|----|---|----|----|----|---|----|----|----|---|----|---|----|---|----|---|---|
| | A1 | | A2 | | A3 | | A4 | | A5 | | A1 | | A2 | | A3 | | A4 | | A1 | | A2 | | A3 | | A4 | | |
| | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P |
| Etapa 1 | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C |
| Etapa 2 | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B |
| Etapa 3 | A | B | B | A | B | B | A | B | C | A | B | B | A | B | C | A | A | A | A | A | B | B | A | A | A | C | B |
| Etapa 4 | A | B | - | A | B | - | A | B | - | A | B | - | A | B | - | A | A | - | A | A | - | A | A | - | A | A | - |
| Etapa 5 | A | B | C | A | A | C | C | B | C | A | A | B | A | A | B | A | B | A | B | B | - | - | - | A | B | C | A |
| Etapa 6 | A | B | B | A | B | B | C | C | C | A | B | B | A | B | B | A | A | B | A | A | B | - | - | - | B | B | B |
| Etapa 7 | A | A | B | A | A | B | A | B | B | A | B | B | A | A | A | A | A | - | - | - | A | A | A | A | A | B | A |
| Etapa 8 | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | B | B | A | A | B | A | B | B | B | A | B |

Fonte: dados de pesquisa, 2017.

Tabela 6 - Resultados referentes à tomada de decisão com segurança frente às situações-problemas

| | G1 | | | | | G2 | | | | G3 | | | | G4 | | | | G5 | | | | | | | | | |
|---------|----|---|----|---|----|----|----|---|----|----|----|---|----|----|----|---|----|----|----|---|----|---|----|---|----|---|---|
| | A1 | | A2 | | A3 | | A4 | | A5 | | A1 | | A2 | | A3 | | A4 | | A1 | | A2 | | A3 | | A4 | | |
| | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P | E | L | P |
| Etapa 1 | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C |
| Etapa 2 | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B |
| Etapa 3 | B | B | B | B | B | B | C | C | B | B | B | B | C | A | A | A | A | A | B | B | A | A | A | A | A | A | B |
| Etapa 4 | B | B | - | B | B | - | B | B | - | B | B | - | A | A | - | A | A | - | B | A | - | B | A | - | B | A | - |
| Etapa 5 | A | B | C | A | A | C | C | B | C | A | A | B | A | A | B | A | B | A | B | B | A | B | B | A | A | A | B |
| Etapa 6 | B | B | B | B | B | C | C | C | B | B | B | B | B | A | A | B | A | A | A | A | B | - | - | - | B | B | B |
| Etapa 7 | B | B | C | B | B | C | B | B | C | B | B | C | A | A | A | A | A | - | - | - | A | A | B | A | B | B | A |
| Etapa 8 | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | A | A | A | B | B | B | B | A | A | A | A | B | B | A |

Fonte: dados de pesquisa, 2017.

Com base nos registros apresentados, observa-se que os estudantes demonstraram autonomia na busca por informações sobre a situação-problema, especialmente a partir da terceira etapa, acentuando-se nas etapas finais. Esses resultados indicam que a busca por informações pode estar vinculada à estrutura organizacional da atividade, ou seja, estar associada ao comando da ação. Isso ficou evidente ao analisar que eles apresentaram maior autonomia em termos da busca por informações no momento em que foi solicitado que consultassem especialistas (etapa 3), que buscassem subsídios para inferir possibilidades de resposta (etapa 7) e ao elaborar a síntese da IIR (etapa 8). Observa-se, também, pelos dados apresentados, que nem todos os grupos obtiveram o mesmo sucesso, uma vez que o G3 e o G4 apresentaram maiores problemas nesse item.

A autonomia frente à busca por informações está associada à capacidade de identificar que há um problema e que para ele ser resolvido é necessário buscar informações para além do que está disponível. Nesse sentido, as IIR se revelam uma potencialidade, uma vez que ao apresentar uma situação-problema elas inferem essa necessidade. Isso foi presenciado na turma, tanto pelos conceitos atribuídos a esse item, como no registro do diário de bordo da professora/pesquisadora: *“Hoje os alunos mencionaram a forma como estão buscando informações para responder a situação-problema apresentada. Percebi que grande parte deles está, de fato, envolvida nessa busca”* (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 30/10/2017).

Em termos da inferência de ideias próprias - não se deixar influenciar pelos outros - observa-se que os estudantes receberam conceito “A” na primeira etapa, o que pode estar relacionado ao fato de que formularam as questões necessárias para o cumprimento desta etapa, relacionando-as diretamente com a situação-problema e abrangendo diferentes profissionais, como, por exemplo, eletricista, engenheiro, professor. Ainda, nesse item, os resultados indicam que a autonomia referente a ter ideias próprias ficou aquém do desejado na atividade. Observa-se, que em sua maioria, exceto na etapa inicial, os estudantes se limitaram a discussões em torno do apresentado e que, de alguma forma, revelaram pouca participação e capacidade de expor, discutir e, até mesmo, defender suas ideias.

Isso fica evidente ao observar que há uma acentuada predominância do conceito “B” especialmente nas etapas 2, 3, 4 e 5, o que pode ser um indicativo de que grande parte dos alunos não tiveram a oportunidade de expor suas ideias. Por outro lado, pode-se entender que a metodologia utilizada não favoreceu de forma satisfatória que os alunos expusessem suas ideias, deixando que aqueles que têm voz mais ativa o fizessem.

Ainda, sobre isso, chama a atenção o fato de o grupo G4 ter obtido conceito “B” na última etapa para todos os seus componentes, atribuída por todos os responsáveis, o que

representa uma unanimidade em relação à interação média de seus integrantes. Nessa mesma direção, destaca-se o fato de que o grupo G2, na última etapa, obteve conceito “A” para praticamente todos os seus integrantes e por todos os envolvidos com a avaliação, o que aponta que eles se mostraram mais efetivos no momento de buscar subsídios para suas ideias.

Os registros no diário de bordo corroboram com o mencionado sobre o grupo G2 revelando que seus integrantes se destacaram nesta habilidade, considerando a forma como enfrentaram a situação e o modo como buscaram solucioná-la. Segundo os registros, embora os alunos desse grupo se mostrassem, no início, dependentes de especialistas, procuraram entender o que estava subjacente ou incluso na situação-problema apresentada. *“O grupo G2 se destaca na inferência de suas ideias especialmente no momento de buscar alternativas para solucionar o problema. Eles se mostram mais ativos e com maior dedicação na análise do que está sendo apresentado”* (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 20/11/2017).

No que diz respeito ao item criatividade, os resultados sobre a autonomia dos estudantes se revelaram pouco intensos no início da atividade, mas gradativamente foram aumentando no decorrer do projeto. Há uma crescente indicação de conceito “A” na tabela, revelando que aos poucos os alunos passaram a utilizar essa característica pessoal. Da mesma forma, chama a atenção o fato de que na segunda etapa todos os estudantes receberam ou atribuíram a si conceito “B”, o que denota que essa etapa responsável pela delimitação do tema não foi permeada por uma intensa criatividade.

Entretanto, de forma geral, menciona-se que a IIR, oportunizou a criatividade de forma mais acentuada ao final do projeto. Porém, alguns estudantes parecem não ter alcançado plenamente esse objetivo. Os integrantes dos grupos G3 e G4, por exemplo, demonstraram interações intermediárias na última etapa para grande parte de seus integrantes, o que representa um indicativo de haver dificuldades nesse quesito.

Com relação à criatividade na última etapa, destaca-se o interesse e as diferentes proposições dos alunos diante da tarefa de elaboração do produto final, conforme registrado no diário de bordo:

A participação dos alunos foi intensa, especialmente em relação à forma como podem apresentar o produto final. Percebi muita criatividade e envolvimento entre os grupos, inclusive com uma das alunas relatando que seu grupo deverá consultar profissionais que possam auxiliar com o problema apresentado envolvido e indicar possível solução. A aluna manifestou que se pode buscar ajuda com relação a melhor forma de apresentar esse produto final, se realmente o indicado é um folheto explicativo, como pensa meu grupo (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 24/10/2017).

A declaração da aluna, expressa no registro da professora/pesquisadora, exemplifica a preocupação dos alunos com a apresentação do produto final. Além disso, eles demonstraram interesse em serem criativos e produzirem algo de acordo com o trabalho realizado. Tal fato indica que eles têm noção de que há profissionais especializados no assunto e que a consulta a eles poderá auxiliar no êxito também nessa etapa.

Sobre a criatividade, especialmente de alguns dos estudantes, cabe registrar que eles apontaram diferentes possibilidades de apresentar o produto final, como vídeos, confecção de folders, elaboração de folheto explicativo, ou outras possibilidades, demonstrando criatividade e interesse pela ação. Entretanto, a opção da maioria foi pelo folheto explicativo.

Em termos da tomada de decisão com segurança frente às situações, os dados coletados com a ficha de observação indicam que a situação apresentada leva a uma autonomia maior a partir da etapa 3 e que, com exceção do grupo G4, os demais apresentaram uma tendência de interação intermediária, na síntese da IIR. Tal indicação assinala que essa última etapa pode não ter suscitado essa habilidade nos alunos ou, alternativamente, que eles ainda não se sentem autônomos para isso.

Contudo, os registros do diário de bordo revelam que, de uma forma geral, essa habilidade se mostra presente e intensa, mas de forma mais acentuada para alguns dos integrantes.

Nesta habilidade percebi que os alunos são muito ativos, porém, pouco críticos. A maioria deles age de maneira impulsiva e superficial. Hoje percebi que alguns não têm o hábito de pensar, refletir antes de tomar decisões. Outro aspecto que tem ficado evidente nas etapas é que há líderes, há os que tomam a frente nas decisões e alguns (poucos) apenas seguem. Esses, mesmo em número reduzido, por vezes, parecem não se importar e apenas seguir o que os outros decidem. Mais do que não ter condições de tomar decisões, me parece ser algo como não dar a devida importância ao que se está discutindo ou ter preguiça de pensar (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 21/11/2107).

A dificuldade de alguns também ficou evidente em outra passagem do diário: “Com relação às decisões dos alunos, percebo a dificuldade de alguns em cumpri-las. Mais do que isso, alguns têm dificuldade de se impor e fazer inferência sobre suas ideias” (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 23/10/2107).

Outro exemplo nessa mesma habilidade - tomar decisões com segurança frente às situações - foi a busca pelos especialistas. Cada equipe procedeu às consultas a esses especialistas, entretanto, uma equipe aproveitou o conhecimento oportunizado pela conversa com o especialista consultado e socializou os conhecimentos com os demais colegas da turma. Esse compartilhamento de saberes denota que a equipe estava preocupada com as

atividades dos demais e buscava que todos soubessem o que o seu especialista havia mencionado.

Analisando a autonomia de uma forma geral, no decorrer das atividades realizadas, pode-se inferir que as equipes apresentaram um crescimento no decorrer do desenvolvimento da IIR. Algumas habilidades se revelaram mais presentes em determinadas etapas, mas de uma forma geral observa-se que a atividade desenvolvida proporcionou momentos de autonomia à maioria dos alunos, embora alguns não a tenham demonstrado.

Somado a isso, o registro do diário de bordo no final da atividade ilustra essa percepção:

Posso dizer ao final que a autonomia não foi a desejada, mas que também não ficou aquém disso. Percebi diferenças entre os alunos, mas em termos gerais, posso inferir que eles participaram e buscaram a autonomia na tomada de decisão, o que ficou evidente em diversas passagens (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 21/11/2017).

A autonomia não representa algo fácil para o professor, porém faz parte do seu trabalho como educador, especialmente daquele que se preocupa com a aprendizagem e a formação dos seus alunos para a cidadania. Situação expressa no registro do diário de bordo:

Ao final da construção da IIR, percebo um crescimento dos alunos diante das habilidades trabalhadas, uma alegria ver que foram capazes de buscar conhecimento, ainda que de uma forma não plena, como eu havia planejado, mas que demonstraram autonomia na busca por resolver um problema que faz parte da vivência diária deles (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 05/12/2017).

Na análise final desta categoria, destaca-se que a IIR desenvolvida favoreceu todas as habilidades relacionadas à autonomia, entretanto, algumas de forma mais intensa que outras e, ainda, em determinadas etapas e para determinados sujeitos. Fourez (1997) nos mostra que, a autonomia é um importante componente curricular e deve estar entre os objetivos dos professores em suas ações didáticas, especialmente daqueles que buscam proporcionar a alfabetização científica dos seus alunos. De acordo com o autor, para que um indivíduo seja autônomo é necessário que ele tenha acesso ao conhecimento e que saiba utilizá-lo frente às diferentes situações que necessitem a tomada de decisão, sem ficar totalmente dependente do conhecimento de especialistas ou de receitas prontas. Esse parece ser o resultado dessa categoria, uma vez que apontou uma variação em relação a sua contemplação plena, mas mostrou ser um elemento presente no conjunto da IIR desenvolvida.

4.3.2 Domínio

Essa categoria teve por objetivo avaliar os quesitos mencionados e constituintes da ficha de observação referente ao domínio dos alunos em relação aos seguintes quesitos: saber fazer; conhecer sobre o assunto; apresentar domínio e responsabilidade frente à situação-problema; saber relacionar os conhecimentos científicos com a situação-problema apresentada.

O domínio representa também uma das características apresentadas pelos sujeitos considerados alfabetizados cientificamente. Tal característica é considerada por Fourez (1997) como um componente econômico e, portanto, ter conhecimento resulta em um poder fazer, em um agir perante os fatos decorridos na sociedade.

Articulado com as ideias de Fourez estão os PCN, documentos que ressaltam a importância do desenvolvimento de competências e habilidades, enfatizando que é tarefa da educação levar os alunos a aprender fazer e a aprender a aprender, criando condições de enfrentar situações novas e adquirir o hábito da pesquisa.

Ao se desenvolver uma IIR, o domínio do conhecimento pode ser caracterizado através das quatro habilidades anteriormente descritas, pois estas englobam diversas características como: contribuir com a equipe; conhecer para decidir; poder de argumentação; capacidade pela busca do conhecimento; desenvolvimento do pensamento crítico; coerência ao relacionar a situação-problema com determinados conhecimentos.

A seguir são apresentadas as tabelas 7, 8, 9 e 10, envolvendo os resultados obtidos, respectivamente em relação ao saber fazer, conhecer sobre o assunto, ter domínio e responsabilidade frente à situação-problema e relacionar os conhecimentos científicos com a situação problema. Na sequência procede-se à análise desses resultados associando-os aos registros do diário de bordo.

Os resultados expressos nas tabelas anteriores realçam que, como assinala Fourez (1997), para poder agir frente a uma determinada situação-problema, antes é preciso conhecê-la. Para tal, observa-se em relação à habilidade de saber fazer, que os resultados apontados na tabela indicam que o grau de interação variou significativamente entre as etapas e entre os sujeitos. Isso infere que a IIR desenvolvida oportunizou momento de operacionalização mais efetiva do saber fazer e também que alguns estudantes e grupos tiveram essa habilidade mais desenvolvida.

A última etapa, por exemplo, apresentou conceitos de interação média, o que representa um indicativo de que os alunos no momento da conclusão da atividade tiveram dificuldades nesse quesito. A quarta etapa também apresentou uma tendência para essa mesma interação, revelando que o trabalho de campo também se limitou em oportunizar essa habilidade. Ainda, sobre essa análise das interações, tem-se que as etapas 2, 4, 5 e 8 não apresentaram resultados com interações fracas, revelando serem as mais presentes em termos do quesito saber fazer.

Detalhando um pouco mais essa habilidade no decorrer das etapas, observa-se que os alunos apresentaram dados imprecisos, os quais se revelaram uma preocupação para a professora/pesquisadora, conforme registrado em seu diário de bordo:

As discussões da aula de hoje, nesta sexta etapa, me levaram a acreditar que precisaríamos de mais tempo para que alcançássemos o resultado desejado. O domínio do conhecimento até aqui se mostra encoberto por dúvidas e timidez. Há muita coisa para pesquisar e aprofundar, e isso ficou claro nas apresentações dos alunos [...] alguns momentos fico com dúvida se eles realmente sabem o que devem fazer e se estão preparados para isso (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 21/11/17).

Embora isso possa representar uma preocupação, destaca-se que pelo modo como foi encaminhado a IIR, as perguntas revelaram-se como uma oportunidade para discutir conceitos de Física e mostrar as relações com as demais disciplinas curriculares, embora isso tenha ocorrido de forma branda no projeto desenvolvido. A cada etapa ou encontro os estudantes realizavam diversas perguntas que não se limitavam aos conteúdos que estavam sendo trabalhados naquele ano letivo na disciplina de Física, mas, ao contrário, se sentiam livres e interessados para questionar sobre aspectos abordados em anos anteriores, como, por exemplo, foi o caso das correntes de convecção. Isso se revela importante, porque na maioria das vezes, os alunos se limitam a perguntar ao professor – quando o fazem –, sobre o conteúdo específico que ele está abordando e não estabelecem relação com os discutidos anteriormente estudados. Essa identificação não se limitou aos encontros destinados ao

projeto, mas sim pode ser percebido ao longo do semestre, no momento em que se estava abordando os conteúdos de Física.

Outra observação que resulta desta habilidade foi a utilização dos termos científicos. Percebeu-se nitidamente que os alunos buscavam uma correlação entre os termos técnicos utilizados e apontados especialmente pelos profissionais e os utilizados na disciplina de Física. Um exemplo é a utilização do termo voltagem, amperagem e a forma como a Física se referencia a essas grandezas, conforme já mencionado no relato das atividades no capítulo anterior. No decorrer das aulas, eles relacionavam aquilo que os profissionais tinham mencionado e o termo utilizado pelo livro-texto de Física. Ao estabelecer essa relação eles mostram que ativam seu pensamento e conseguem identificar a Física nas situações cotidianas - aspecto desejável no ensino e na aprendizagem.

O resgate dos conhecimentos prévios e as discussões oportunizadas, especialmente na primeira etapa, foram salientados no diário de bordo:

Nessa etapa 1, que representa a formulação do clichê, que nada mais é do que uma sondagem a respeito do conhecimento trazido pelos alunos, fiquei surpreendida com questões que os alunos trouxeram. Tinha pensado que haveria pouquíssimas questões para nortear o trabalho, porém a interação foi maior do que eu esperava (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 26/09/2017).

Embora tenha havido variações nas atribuições dos conceitos, o registro do diário mostra que houve esse momento de interação, porém alguns permaneceram mais quietos, sem manifestações. Isso é coerente com as características pessoais de cada indivíduo e acaba dificultando a percepção de observadores externos, já que representa algo vinculado ao pensamento.

Contudo, pelas manifestações dos alunos no decorrer da IIR, pode-se perceber que o fato de explicitar aos colegas e à professora/pesquisadora como estavam fazendo e o que pretendiam fazer, levou à ativação de conhecimentos que, por vezes não são ativados pelos alunos. Essa ativação acaba oportunizando para grande parte dos sujeitos a tomada de consciência sobre o que sabem e o que não sabem, característica de um processo metacognitivo. Mesmo sem ser a intencionalidade da proposta ativar essa forma de pensamento, a IIR oportunizou essa ativação, se não para todos, tem-se a convicção de que para alguns. Essa percepção tem relação com o domínio do assunto em discussão ou o conhecer sobre o assunto, outra habilidade investigada na execução da IIR.

Os dados apresentados na tabela sobre essa habilidade evidenciam que há um excessivo uso de conceitos “B” e “C” remetendo ao entendimento de que houve uma variação

significativa em termos da apropriação dos conhecimentos pelos sujeitos envolvidos. O fato de ter variações e interações intermediárias e fracas prevalecendo em diferentes etapas também foi ressaltada no diário de bordo.

Na atividade de hoje ficou evidente que alguns alunos apresentam maior domínio do conteúdo que outros. Uns parecem não entender quando os colegas apresentaram sobre os especialistas consultados e o que eles falaram, isso mostra que nem todos estão acompanhando o assunto. Uma preocupação que preciso levar em consideração buscar alternativas (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 20/11/17).

A preocupação da professora/pesquisadora se mostra pertinente, uma vez que ela precisa se manter atenta e verificar se as atividades desenvolvidas estão repercutindo em qualificação da aprendizagem. Sobre isso, cabe destacar que a partir dessa identificação a professora/pesquisadora passou nos grupos para verificar a forma como eles estavam acompanhando o realizado, o que acabou repercutindo em uma avaliação mais significativa desse quesito para a última etapa, na qual não foi registrada nenhuma atribuição de interação fraca.

Esse resultado, de alguma forma era esperado pela pesquisadora, que, por ser professora da turma, tinha a consciência de que alguns teriam melhores condições de acompanhar a atividade e outros se mostrariam com maior dificuldade. Outro aspecto que também repercute nesse resultado é o comprometimento de alguns com o projeto. Em uma turma essa variação é frequente, pois há alunos que demonstram ter mais comprometimento e envolvimento com as atividades que outros. Por isso, destaca-se que, conforme registrado no diário de bordo da professora/pesquisadora por mais de uma oportunidade, os estudantes que receberam códigos “B” e especialmente o “C”, o fizeram por merecer, uma vez que não levaram tão a sério o trabalho proposto:

[...] incrível como tem alunos que mesmo diante de um trabalho diferenciado mostram-se desmotivados e pouco responsáveis pelo que fazem (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 03/10/17).

Hoje novamente tive que chamar atenção de um aluno que estava pouco comprometido com seu grupo e com atividade (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 23/10/17).

Tem aluno que não tem responsabilidade e acaba prejudicando a atividade dos demais (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 20/11/17).

Esse quesito vem ao encontro da próxima habilidade avaliada na tabela e que diz respeito a ter domínio e responsabilidade frente à situação-problema. Embora alguns poucos alunos tenham demonstrado desinteresse, ao analisar suas inferências, especificamente em

relação ao assunto em estudo e não ao trabalho em equipe, pode-se verificar uma melhora nos resultados. Os conceitos atribuídos neste item são relativamente melhores que os anteriores, porém, ainda denotam uma fragilidade em termos do atributo domínio na IIR executada neste estudo. Observam-se vários conceitos “C” representando interação fraca, mas ao mesmo tempo há um relativo número de conceitos “A”, especialmente nas duas últimas etapas.

Diante dessa análise, observa-se que o grupo G5, só obteve conceitos “C” na primeira atividade e quando avaliado pela professora/pesquisadora. Embora outros grupos também tenham recebido conceito “C” em uma das etapas (G2 na etapa 6 e G3 na etapa 3), a atribuição ao grupo G5 chamou a atenção porque ele apontou para um crescimento do grupo que resultou na atribuição do conceito “A” para praticamente todos os integrantes nas duas últimas etapas.

Essa observação também está presente no diário de bordo:

O grupo 5, embora tenham começado as atividades um pouco desorganizados, revelaram-se mais atentos e focados nas últimas etapas. Eles se mostraram mais participativos e com iniciativas que, por vezes chamava a atenção em relação aos demais. Revelaram-se com criatividade e seguros e isso foi ocorrendo ao longo das etapas (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 20/11/17).

O fragmento do diário expressa que houve grupos, especialmente o mencionado G5, que ao longo do desenvolvimento da IIR foram se estruturando e conseguiram se aproximar dos objetivos e propósitos dessa atividade. Dentre os quais o domínio e a responsabilidade frente à situação-problema, que exigia a busca de informações e consulta a especialistas de modo a apresentar elementos que permitissem aos colegas entender os fatores que impedem a instalação dos condicionadores de ar na escola.

O último item avaliado nessa categoria diz respeito ao saber relacionar os conhecimentos científicos com a situação-problema. Isso remete à análise do quanto a IIR favoreceu para que os alunos pudessem analisar a situação apresentada e buscar os conhecimentos científicos necessários para inferir suas propostas. O observado, frente às respostas apresentadas na ficha de observação, leva a mencionar que houve dificuldades nesse item, a exemplo das demais nessa categoria. Há uma quantidade significativa de conceito “C” em muitas das etapas, exceto para o grupo G5.

O domínio, em termos da capacidade de relacionar a situação com os conhecimentos científicos, também é expresso no item sobre o conhecer o assunto, mas nesse item ela ficou mais evidente porque aqui se busca uma análise mais efetiva do modo como essa relação ocorreu. Destaca-se que os alunos demonstraram estar aprendendo novos conhecimentos e

que isso ficou evidente a partir do momento em que eles questionavam a professora/pesquisadora e também quando organizaram as perguntas aos especialistas. Passagens do diário de bordo corroboram essa inferência:

Na aula de hoje percebi a facilidade que os alunos têm em relacionar os conhecimentos científicos com a situação-problema, principalmente com as disciplinas escolares. Antes mesmo de fazer qualquer pesquisa, já vislumbravam conceitos abordados em aula com a situação proposta (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 10/10/2017).

Depois de realizar as pesquisas os alunos se mostraram mais questionadores e trouxeram perguntas para serem discutidas em aula [...] porque um ar condicionado precisa ter aquela unidade externa? De que forma ele consegue trocar o ar daqui da sala com o de fora? Por que alguns dos antigos eram instalados na parte de baixo da sala e esses novos sempre na de cima? (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 23/10/2017).

As caixas pretas ajudaram na tomada de decisão, mas ao mesmo tempo percebi que elas levaram os alunos a buscar uma relação entre os conhecimentos apontados pelos especialistas com o científico tratado na sala de aula. Hoje eles perguntaram bastante! (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 06/11/2017).

O apresentado mostra que os alunos questionam e ao fazer isso acabam estabelecendo relações entre os conteúdos e entre os conhecimentos que são necessários para apontar soluções ao problema apresentado.

Por fim, destaca-se que esta categoria em seu conjunto, envolvendo os diferentes itens, apontou para resultados menos expressivos que a anterior. Isso pode estar vinculado ao fato de os alunos não terem um efetivo domínio dos conteúdos escolares ou que alguns apresentam dificuldades, o que acaba no conjunto da análise repercutindo em um resultado menos favorável do que o primeiro. Entretanto, mesmo que esses conceitos não tenham sido atribuídos de maneira a mostrar uma interação forte, pode-se perceber pelos registros do diário de bordo, que a IIR favoreceu a ampliação dos conhecimentos dos alunos e, especialmente, aos questionamentos que são apontados como favorecedores da aprendizagem. E, ainda, que essa aprendizagem ocorreu no sentido de estabelecer relações com situações vivenciadas por eles e que, a partir do projeto desenvolvido, poderá repercutir em um processo de alfabetização científica.

4.3.3 Comunicação

A última categoria buscou analisar aspectos como: o saber expressar suas opiniões; o saber dialogar em equipe e com os especialistas; o elaborar modelos teóricos da situação apresentada; e, a apresentação de argumentos coerentes e de acordo com o proposto.

Essa comunicação se revela através do diálogo aberto em função da situação-problema a ser desvelada. Daí vem a importância em se usar termos científicos no momento de se expor uma opinião, além de saber trabalhar em equipe e usar de boas argumentações para compreender a pesquisa realizada. Ainda, na comunicação é imprescindível a elaboração de modelos teóricos e, principalmente, que estes sejam interdisciplinares.

Para poder analisar os resultados obtidos nessa categoria, procede-se a sua apresentação na forma de tabelas, a exemplo das demais. Essas tabelas são complementadas pelos registros do diário de bordo.

A seguir são apresentadas as Tabelas 11, 12, 13 e 14, envolvendo os dados coletados pelas fichas de observação, respectivamente em expressar suas opiniões; saber dialogar na equipe e com os especialistas; a elaborar modelos teóricos; e a ter boas argumentações nas colocações.

Os resultados apresentados ilustram a forma como essa categoria se apresentou na IIR desenvolvida. Em termos do quesito saber expressar suas opiniões, obteve-se um indicativo de que os alunos, com algumas exceções, souberam inferi-las. Observa-se que as etapas 2, 4, 5 e 8 não obtiveram conceito “C” em seus registros, evidenciando que elas se mostraram mais adequadas para o desenvolvimento da habilidade de expressar opiniões.

No decorrer do projeto, os registros do diário de bordo apontam que os alunos tiveram a oportunidade de se expressar e comunicar suas opiniões em diversos momentos, como apontam os fragmentos a seguir:

Percebi como em se tratando de assuntos cotidianos eles se sentem mais livres para expor seus pensamento e opiniões. Tive um pouco de dificuldade em contê-los neste momento inicial da atividade (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 26/09/2017). A cada encontro percebo que eles estão mais soltos para participar das atividades, mas que sempre há aqueles que ficam mais calados (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 31/10/2017). Depois da consulta aos especialistas os alunos conseguiram demonstrar mais segurança em suas falas e foram capazes de emitir mais opinião sobre o problema em debate. Percebi também, que os diálogos ajudaram a que eles se sentissem mais seguros para fazer suas colocações (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 07/12/2017).

A capacidade de expressar opiniões e saber dialogar sobre elas é algo que nem sempre fica claro em uma aula nos moldes mais tradicionais. Entretanto, a forma como está estruturada a IIR oportunizou essas inferências dos alunos e oportunizou que se manifestassem sobre assuntos.

Novamente, percebe-se que os integrantes do grupo 5 tiveram maior participação neste quesito, o que ficou evidente tanto nos registros da Tabela 11 como no diário de bordo:

O grupo 5 se sobressaiu em relação aos demais e teve uma participação mais efetiva e completa trazendo várias questões e acrescentando a elas suas opiniões, que não foram decorrentes de visões ingênuas, mas associadas aos seus resultados de pesquisa e diálogo com os especialistas. Isso revela o quanto eles estão envolvidos com o estudo (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 20/11/2017).

O item associado a saber dialogar na equipe e com os especialistas também teve resultados satisfatórios como revelou a Tabela 12, tendo inclusive se sobressaído novamente o grupo G5. Tais resultados mostram uma proximidade entre os itens e revelam que ao se manifestar mais uma das habilidades, as próximas também se sobressaem. Portanto, os resultados neste item acabam corroborando o anterior e os registros no diário de bordo são muito próximos. Alguns fragmentos desses registros permitem visualizar de forma mais efetiva elementos associados a esse item como, por exemplo:

Hoje observei que os alunos debatem o assunto em seus grupos e que discutiam sobre situações envolvendo sua proposta [...]. Nesse contexto, vi que a formação em grupos de trabalho possibilita que cada um fale e que todos se mantenham atentos ao que o colega está falando. Nem todos, mas grande parte deles (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 31/10/2017).

Além disso, a organização dos grupos propiciou o diálogo em diversos momentos, favorecendo a troca de experiências vivenciadas no cotidiano, conforme expresso no diário de bordo:

Percebo que os alunos, em sua maioria, possuem grande facilidade em expressarem-se. No entanto, vejo a necessidade de conhecerem mais sobre o assunto para se sentirem mais à vontade para falar sobre as possíveis soluções para a situação-problema (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 04/12/17).

Um momento que chamou a atenção e que provocou forte interação foi a decisão e elaboração do produto final. Ficou clara a intenção dos estudantes na elaboração do produto final, uma vez que foram poucas as intervenções da professora/pesquisadora, conforme relatado no diário de bordo: *“Fico feliz em ver que eles conseguiram chegar a um denominador comum [escolha do folheto] por conta própria. Tive poucas intervenções e eles souberam se organizar para isso” (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 24/10/2017).*

Quanto ao elaborar modelos teóricos, identificou-se que os alunos receberam o grau de interação forte, pois formularam um folheto explicativo capaz de responder a situação-problema, e ainda um único folheto em conjunto com todas as equipes. Analisando os dados da tabela, podemos concluir novamente que uma equipe se destaca desde o início. Essa equipe mostrou-se mais ativa e organizada que as demais, embora duas integrantes do grupo não se envolvessem tanto, pois assim como outros estudantes, faltaram em algumas etapas.

Cabe ressaltar que a elaboração do modelo teórico foi o que mais chamou atenção dos alunos, despertando desejo no desenrolar da pesquisa com objetivo de verificar os resultados do estudo. Um exemplo disso foi a abertura das caixas-pretas que estiveram associadas as suas curiosidades e àquilo que haviam escolhido para o seu estudo.

Os resultados da Tabela 13 apontam que praticamente todos os resultados se revelaram positivos, atribuindo a esse item uma possibilidade favorecida pela IIR desenvolvida. O modelo teórico inferido por Fourez (1997) relaciona-se à análise dos dados frente à situação apresentada, de modo a avaliar sua possibilidade de utilização. Em campo mais epistemológico, o autor aponta para a visão de que a verificação de uma teoria ou lei deve-se dar no sentido defendido por Karl Popper, ou seja, deve-se buscar experimentos que possam falseá-la. Evidentemente que o modelo analisado na IIR não foi esse, mas ocorreu no sentido

de que os alunos ao buscarem estabelecer possibilidades de solução ao problema proposto, passam pela estruturação de um modelo.

Nesse contexto da formulação do modelo, Fourez (1997) chama a atenção para o fato de que muitas vezes, os modelos apresentados pelo professor e que estão associados ao mundo científico acabam por não fazer muito sentido para os alunos e que os modelos criados por eles a partir de situações estabelecidas na resolução de um problema podem fazer mais sentido. Segundo o autor, os modelos fornecidos pelos professores em aulas de Ciências estão mais próximos de fazer os alunos entrarem no mundo dos cientistas menos preocupados em “ajudá-los a explorar seu próprio mundo” (FOUREZ, 1997, p. 63).

Nesse contexto da comunicação, a argumentação recebe ênfase em uma IIR, uma vez que dentro de um processo da ACT, ela se mostra um elemento de referência e que possibilita formulação de ideias e busca de informações. A argumentação utilizada pelos alunos, durante suas colocações no desenvolvimento do projeto, evidenciou que ele pode ser utilizado com esse propósito.

Os resultados deste último item, avaliado na ficha de observação, aponta que o modo como foi operacionalizado a IIR em estudo, favoreceu a argumentação, mas que ao mesmo tempo e segundo o já mencionado, alguns alunos se mostraram menos participativos e, portanto, recorreram menos à argumentação como forma de expressar seus pensamentos.

Na análise da Tabela 14, identifica-se que os alunos, nas etapas iniciais da atividade, recorreram à argumentação como forma de fazer suas inferências sobre o tema e os clichês envolvendo seus conhecimentos prévios sobre a situação-problema apresentada. Outro destaque foi no momento da síntese da IIR, na qual os argumentos se revelaram presentes e os alunos tiveram oportunidade de expor suas ideias e discorrer sobre as justificativas de suas escolhas. Outros momentos também chamaram atenção como o da etapa 4, que corresponde ao trabalho de campo junto aos especialistas. De acordo com os próprios alunos e seus observadores, essa etapa favoreceu a argumentação e possibilitou um diálogo sobre o tema em estudo.

O diário de bordo traz alguns registros sobre isso, enaltecendo os dados da Tabela 14:

Essa etapa inicial favoreceu a argumentação dos alunos que buscaram em suas memórias situações vivenciadas que pudessem auxiliar na elaboração da situação-problema (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 26/09/2017).

No relato da forma como realizaram a consulta aos especialistas percebi que houve um intenso diálogo entre eles e os alunos e o uso de argumentação parece ter favorecido essa busca de informações. Pelo relato de um dos alunos percebi que houve trocas e que a fala do especialista proporcionou nova busca por informações (DIÁRIO DE BORDO, registro do dia 07/11/2017).

O mencionado representa exemplos de inferência no diário de bordo, que ilustram a presença da argumentação na atividade realizada e possibilitam corroborar as respostas apresentadas na Tabela 14. Entretanto, observou-se durante toda a atividade que a comunicação na forma de argumentação esteve presente e permeou as mais diferentes etapas. Em um comparativo com outras situações didáticas vivenciadas com essa mesma turma, é possível assegurar que a atividade desenvolvida favoreceu a argumentação.

Em termos gerais, destaca-se que a comunicação se mostrou mais intensa que o atributo do domínio, mesmo que em determinados momentos tenham ocorrido dificuldades. Fourez (1997) mostra que a comunicação está vinculada a um componente cultural, social, ético e teórico, portanto, desenvolve um papel importante na ACT. A capacidade de dialogar, de negociar e de se expressar está entre as habilidades desejadas em um ensino por competências e habilidades, especialmente em se tratando da alfabetização científica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As chegar ao final da aplicação desta IIR alguns elementos se mostram pertinentes para serem discutidos e analisados. Inicialmente, pode-se destacar que em uma atividade como a desenvolvida neste projeto, a intenção é de que os conhecimentos se mostrem entrelaçados e voltados a responder problemas cujo cerne está nas vivências dos alunos. O destaque da atividade, concebido na forma como IIR, está na potencialidade dela na tomada de decisão e na busca pelo conhecimento, como assinalado desde o início deste texto.

O aspecto que se mostra balizador desta potencialidade está na presença das caixas-pretas que podem ou não ser respondidas ao longo do projeto – a decisão é de cada grupo. Para isso, a negociação passa a ser elemento essencial, uma vez que haverá diferentes entendimentos dos integrantes do grupo e tudo isso precisa ser discutido e ajustado entre eles. O desejo por buscar respostas à situação-problema apresentada acaba sendo o que define e norteia as decisões do grupo e isso remete à identificação de que há algo em comum e para o qual todos devem direcionar seus esforços.

Tais aspectos ficaram evidentes na IIR desenvolvida neste estudo, cujo destaque esteve no envolvimento dos alunos com a atividade. O modo como foi elaborada, a partir da situação-problema de interesse dos alunos, instigou a busca pelo conhecimento e provocou debate entre as equipes, que se empenharam em encontrar respostas adequadas para o problema proposto.

Outro aspecto ressaltado no estudo foi o papel do professor frente a esse processo. A proposta desenhada para esse estudo proporciona a mudança de postura do professor, que deixa de ser o detentor do conhecimento e passa a atuar como um mediador no desenvolvimento do projeto. Dessa forma, ao invés de focar suas ações na transmissão dos conteúdos específicos de sua disciplina, ele passa a orientar os alunos a buscar informações e a participar ativamente do processo de construção dos seus conhecimentos.

Ainda sobre os aspectos positivos da implementação de uma IIR e, especificamente da desenvolvida neste estudo, menciona-se que ela promoveu a construção de um produto final, na forma de folheto informativo, o que exigiu dos alunos um comprometimento com o que seria divulgado na escola. Esse momento foi permeado de situações prazerosas e criativas nas quais os alunos sentiram-se desafiados e encorajados a expor suas ideias e a discuti-las com os colegas. Outro ponto importante foi que o folheto e as explicações que eles deram aos colegas precisam estar ao nível dos demais estudantes que ainda não haviam estudado o conteúdo de eletricidade. Portanto, não bastava buscar as explicações, era necessário adaptá-las à

linguagem e aos conhecimentos que os demais colegas da escola pudessem entender. Um verdadeiro desafio, que se difere de outras atividades tradicionalmente presentes na escola.

Outro aspecto importante de ser ressaltado no estudo, nesta etapa de conclusão da dissertação, é que as equipes se envolveram mais com o trabalho a partir da quarta etapa, quando tiveram que ir a campo e desenvolver ações fora do contexto escolar. Com isso, percebe-se que atividades fora da sala de aula representam algo mais prazeroso e instigam os alunos a buscar conhecimentos. A necessidade de buscar informações, de organizar formas de dialogar com profissionais revelaram-se momentos importantes da atividade e exigiram dos alunos autonomia e a capacidade de comunicação, o que aponta como uma das habilidades desejadas na ACT.

Em função dessas habilidades, menciona-se que a ficha de avaliação, na forma como foi estruturada, possibilitou acompanhar mais de perto os alunos e promover momentos de autoavaliação. O preenchimento em cada etapa levou os alunos a refletir sobre a sua ação e percepção de como ele estava sendo visto por seu colega (líder do grupo) e pelo professor. Embora não houvesse momentos para socializar essas informações, os alunos, de alguma forma, percebiam como estas fichas estavam sendo preenchidas e visualizavam como os outros entendiam a sua participação em cada etapa. O confronto entre como eu me vejo e como o outro me vê, leva a uma reflexão e pode se tornar um elemento desejável na busca pela autonomia na aprendizagem, como assinalado por Rosa (2011). Compreender a mim e ter consciência de como eu sou me ajuda a mobilizar conhecimentos que permitem identificar os caminhos que preciso percorrer para aprender. Esse aspecto metacognitivo foi outro importante momento da atividade.

Dos atributos investigados, a autonomia e a comunicação foram os mais intensos. O domínio foi o menos favorecido, o que pode ser atribuído às dificuldades dos alunos em associar o estudo em desenvolvimento com o conhecimento que deveria ter sido adquirido. A apropriação dos conceitos pode não ter alcançado os níveis desejados na atividade, mas esteve contemplado, especialmente no momento em que os alunos precisavam dialogar com os especialistas e comunicar os resultados ao grupo. Além disso, como já mencionado na dissertação, no decorrer das aulas enquanto não se estava trabalhando na IIR, percebia-se que os alunos estabeleciam relações entre os conhecimentos e traziam aspectos associados ao projeto.

Com relação a esses aspectos que se revelaram menos favorecidos no projeto ou que representaram problemas para sua execução, destaca-se a interdisciplinaridade, especialmente em termos do diálogo constante com outras disciplinas escolares. A IIR apontou mais para

uma IR se for levada em consideração a dificuldade em trazer conhecimentos de outras disciplinas para o projeto em execução. Isso não representa um problema para a atividade desenvolvida ou algo que possa tirar seu mérito como projeto, uma vez que Fourez (1997) menciona que muitas vezes, ocorre o que ele denomina de negociação frouxa em uma IIR. Embora não tenha ocorrido participação, no sentido mais geral das disciplinas, a negociação existiu para explorar a situação proposta pelo fato de ser uma preocupação presente no cotidiano dos alunos, exigindo a consulta de especialistas de diferentes áreas. Em outras palavras, a interdisciplinaridade ocorreu no bojo da própria disciplina ou na troca com os especialistas e não no diálogo com as demais disciplinas integrantes do currículo.

Ainda, sobre as dificuldades, menciona-se que projetos como o desenvolvido exigem tempo e estrutura da disciplina, o que muitas vezes não é possível frente ao contexto escolar. Nesse sentido, registra-se que o projeto teve que ser adaptado ao cotidiano escolar e em alguns momentos não foi possível trabalhar da forma como havia sido planejado. Questões como as atividades de interação com as universidades da região, os vestibulares e as provas finais repercutiram em ajustes no planejamento inicial das atividades, mas sem prejuízo ao projeto em sua estrutura macro. Um exemplo foi a elaboração das questões do Clichê que se pretendia explorar em mais de um encontro. Contudo, isso não foi possível e cada equipe teve que se responsabilizar por estruturar suas questões de forma independente e em horários alternativos. Além disso, esperava-se um maior aprofundamento dessas questões e um envolvimento com outras disciplinas, o que não ocorreu, muito provavelmente por conta dessa elaboração sem a presença do professor.

Para concluir, registra-se que a inserção da IIR em sala de aula é uma metodologia indicada para fazer com que o ensino de Ciências se torne atrativo para os alunos e que eles possam ampliar seus conhecimentos e caminhar na direção de uma ACT, como defendida por Fourez (1997). Nesse contexto, destaca-se que sua implementação aponta possibilidades para tornar o ensino de Ciências mais significativo para os estudantes. Sobre isso, cabe mencionar que a partir dessa primeira atividade desenvolvida projetam-se novas IIR e deseja-se que outros professores se sintam instigados a aderir a essa enseada.

REFERÊNCIAS

- BETTANIN, Eleani. *As Ilhas de Racionalidade na promoção dos objetivos da alfabetização científica e técnica*. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- _____; PINHO-ALVES, José de. Alfabetização Científica e Técnica: um instrumento para observação dos seus atributos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4, 2003, Bauru. *Atas...* Bauru: ABRAPEC, 2003. v. 1. p. 20-33.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília, 2000.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, 2002.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; TINOCO, Sandra Carpinetti. O ensino de ciências como 'enculturação'. In: CATANI, Denice Barbara; VICENTINI, Paula Perin. (Orgs.). *Formação e autoformação: saberes e práticas nas experiências dos professores*. São Paulo: Escrituras, 2006, p. 251-255.
- CHASSOT, Áttico Inácio. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 3. ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2003.
- COPPETE, Maria Conceição. Diários de bordo e ensaios pedagógicos: possibilidades para pensar a formação de professores na modalidade de educação à distância. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL HISTÓRIA DO TEMPO PRESENTE, 2, 2014. *Anais...* Florianópolis: UDESC, 2014.
- FOUREZ, Gérard. *A Construção das Ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências*. São Paulo: EduNESP, 1995.
- _____. *Alfabetización científica y tecnológica: a cerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. 1 reimp. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.
- _____. Crise no Ensino de Ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.
- _____. Interdisciplinaridade et îlots de rationalité. *Revue Canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, v. 1, n. 3, p. 341-348, 2001.
- _____. Se représenter et mettre en oeuvre l'interdisciplinarité à l'école. *Revue des sciences de l'éducation*, v. 24, n. 1, p. 31-50, 1998.
- HAZEN, Roberto M.; TREFIL, James. *Saber ciência*. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1995.

KRASILCHIK, Myriam. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. *Em Aberto*, ano 11, n. 55, p. 4-8, 1992.

LORENZETTI, Leonir. *Alfabetização científica no contexto das séries iniciais*. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MINAYO, Maria Cecília S. (Org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis: Vozes, 2001.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química nova*, n. 23, v. 2, p. 273-283, 2000.

_____; _____. A Linguagem em uma Aula de Ciências. *Presença Pedagógica*, v. 2, n. 11, p. 49-57, 1996.

NEHRING, Cátia M. et al. As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 1, p. 1-18, 2002.

PIETROCOLA, Maurício; PINHO-ALVES, José de; PINHEIRO, Terezinha de F. Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 8, n. 2, p. 131-152, 2003.

PINHEIRO, Terezinha de Fátima et al. Um exemplo de construção de uma ilha de racionalidade em torno da noção de energia. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 7, 2000, Florianópolis. *Atas...* Florianópolis: SBF, 2000. p. 16.

_____; PINHO-ALVES, José de. Ilhas de racionalidade: experiências interdisciplinares na segunda série do ensino médio. In: ENCONTRO IBERO-AMERICANO DE COLETIVOS ESCOLARES E REDES DE PROFESSORES QUE FAZEM INVESTIGAÇÃO NA SUA ESCOLA, 4, 2005, Lajeado. *Atas...* Lajeado: UNIVATES, 2005. p. 1-7.

ROSA, Cleci T. Werner da. (Org.). *Educação científica e tecnológica: reflexões e investigações*. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2015.

_____. *A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física*. 2011. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

_____. *Laboratório didático de Física da Universidade de Passo Fundo: concepções teórico-metodológicas*. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2001.

_____; ROSA, Álvaro Becker. O ensino de Ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. *Revista iberoamericana de educación*, v. 58, n. 2, p. 1-24, 2012.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

_____; _____. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SCHMITZ, César. *O uso de ilhas de racionalidade para abordar temas relacionados à eletricidade, magnetismo e acústica*. 2001. Monografia (Especialização em Ensino de Física) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

_____. *Desafio docente: as ilhas de racionalidade e seus elementos interdisciplinares*. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SIQUEIRA, Josiane B.; GAERTNER, Rosinéte. Ilhas interdisciplinares de racionalidade: conceito de proporcionalidade na compreensão de informações contidas em rótulos alimentícios. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 4, 2014, Ponta Grossa. *Atas...* Ponta Grossa: UTFPR, 2014.

SOUSA, Rogério Gonçalves. *Desafios, potencialidades e compromissos de uma experiência pedagógica para a formação cidadã: prática CTS construída a partir de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade sobre reciclagem do lixo urbano*. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

THIOLLENT, Michel. *Metodologia da pesquisa-ação*. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

ZABALZA, Miguel. *Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional*. Porto Alegre: Artmed, 2004.

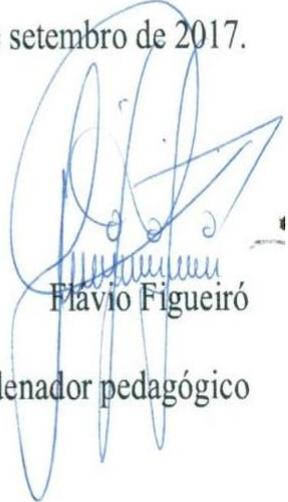
APÊNDICE A - Termo de Autorização do Colégio Jesus Maria José – Palmeira das Missões

OFÍCIO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA ACADÊMICA

Por este instrumento, o Colégio Jesus Maria José, de Palmeira das Missões, autoriza a mestrandia do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, Daiana Demarco, conjuntamente com sua orientadora professora Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa a desenvolver a pesquisa intitulada “Contribuições de uma ilha interdisciplinar de racionalidade para a alfabetização científica: discutindo a instalação de condicionadores de ar em uma escola”. A pesquisa refere-se à aplicação de uma proposta didática na forma de projeto com alunos da 3ª série do Ensino Médio, a desenvolver-se em horário normal de aula e em turno extraclasses. Os dados a serem coletados vinculam-se a registros da pesquisadora em um diário de bordo e ao preenchimento de uma ficha de avaliação. Todo material será transcrito e analisado mantendo-se o anonimato dos sujeitos envolvidos.

Palmeira das Missões, 04 de setembro de 2017.

COLÉGIO JESUS MARIA JOSÉ
Aut. 022948/73
Port. Res. Nº 10102/27/93/87
Mantido: ASSOCIAÇÃO RELIGIOSA
BENEFICENTE JESUS MARIA JOSÉ
PALMEIRA DAS MISSÕES - RS


Flávio Figueiró
Coordenador pedagógico

APÊNDICE B – Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Seu filho está sendo convidado a participar da pesquisa Contribuições de uma ilha interdisciplinar de racionalidade para a alfabetização científica e técnica: discutindo o funcionamento de condicionadores de ar em uma escola, de responsabilidade das pesquisadoras Daiana Demarco e Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa. Esta pesquisa é desenvolvida em razão da necessidade de qualificação do processo de aprendizagem em Ciências, especialmente os que envolvem conhecimentos de Física.

Esclarecemos que a participação do seu filho não é obrigatória e, portanto, ele poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento. Além disso, garantimos que ele receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. A coleta de dados será realizada por meio de registro dos pesquisadores e dos materiais escritos pelos alunos. A identificação dos alunos não será divulgada e os resultados da pesquisa são para fins acadêmicos, mas você e seu filho terão a garantia do sigilo e da confidencialidade das informações.

Caso você e/ou seu filho tenham dúvidas sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam no TCLE, e caso considerem-se prejudicados na sua dignidade e autonomia, vocês podem entrar em contato com a pesquisadora Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa pelo telefone (54) 3316-8350, ou com a coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade de Passo Fundo – telefone (54) 3316 8363.

Dessa forma, se você concorda que seu filho participe da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo também é assinado pelo pesquisador responsável.

Passo Fundo, ____ de setembro de 2017.

Nome do participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Nome e RG do responsável: _____

Assinatura do responsável: _____

Pesquisadora: _____ e _____

APÊNDICE C - Lista do Clichê

ETAPA 1: Fazer um clichê

- 1) Qual o propósito de um condicionador de ar?
- 2) O rendimento do aparelho é influenciado pela temperatura?
- 3) A potência faz com que o aparelho seja mais eficiente?
- 4) A potência é a mesma para que o ar esquente ou esfrie?
- 5) O que é necessário para um ar condicionado funcionar?
- 6) Qual a potência de um ar condicionado?
- 7) Uma sobrecarga de energia na rede interfere no funcionamento dos condicionadores de ar?
- 8) O que pode ocorrer caso todos os condicionadores de ar fossem ligados nas atuais condições?
- 9) Muitos aparelhos de ar condicionados ligados ao mesmo tempo faz com que sobrecarregue a energia?
- 10) A diferença de potencial faz com que aconteça um maior trabalho do aparelho?
- 11) A fiação ser muito precária interfere?
- 12) Qual seria o método para ligar todos os ares simultaneamente?
- 13) Será necessário algum investimento extra para isso acontecer?
- 14) O uso de todos os condicionadores de ar ao mesmo tempo interfere em algo?
- 15) Uma sobrecarga de energia interfere no funcionamento?
- 16) Há umidade nos fios da escola?
- 17) Há aparelhos que utilizam muita carga ligados na mesma rede?
- 18) A rede elétrica pode interferir por ser muito antiga?
- 19) O tamanho do ambiente influencia no funcionamento?
- 20) Mau fornecimento de energia atrapalha no funcionamento do ar condicionado?
- 21) A posição do ar condicionado no cômodo interfere no consumo?
- 22) O valor pago pelo ar condicionado influencia no uso em sala de aula?
- 23) O uso dos condicionadores de ar numa temperatura ideal influencia na aprendizagem dos alunos?
- 24) A “idade” da instalação elétrica interfere?
- 25) A capacidade da instalação elétrica influencia?
- 26) A tubulação e a posição do ar condicionado, quanto a limpeza e gases emitidos, são completamente nocivos à saúde?
- 27) Quão arriscado e sobrecarregado é – ou se torna – o uso dos aparelhos, considerando os seus diferentes modelos e potenciais, em relação aos sistemas elétricos e suas fragilidades?
- 28) As instalações elétricas da escola são adequadas para o uso dos condicionadores de ar?
- 29) Quantos condicionadores de ar a instalação atual suportaria em funcionamento no mesmo momento?
- 30) A potência do condicionador de ar está adequada ao tamanho do cômodo?
- 31) A fiação nova aguentará todos os condicionadores de ar ligados ao mesmo tempo?
- 32) Qual deveria ser a instalação elétrica para que o ar nas salas de aula para ser ligado diariamente?
- 33) O barulho do ar condicionado atrapalha os alunos durante a aula?
- 34) Como exatamente ligar o ar condicionado pode influenciar a fiação do colégio?
- 35) O número de aparelhos elétricos ligados ao mesmo tempo influencia em não poder usar o ar?
- 36) A nova TV influencia em não poder usar o ar condicionado?
- 37) A rede elétrica da escola está preparada para que todos os condicionadores de ar funcionem?
- 38) A rede elétrica do “prédio” possui fiação adequada para suportar a intensidade da energia que irá passar por ela?
- 39) É necessária rede monofásica ou bifásica?
- 40) É necessário um ou mais disjuntores?
- 41) Há risco de instalação mal feita?
- 42) Não realizar o cálculo da carga térmica interfere (BTU)?
- 43) Existem empresas responsáveis?
- 44) Quem é/deve ser beneficiado com o uso?
- 45) A fiação ser muito antiga interfere no funcionamento do ar?
- 46) A instalação de um gerador interfere no funcionamento dos condicionadores de ar?
- 47) O tamanho de cada cômodo influencia na temperatura em que o ar se encontra?
- 48) O consumo do ar condicionado tem a ver com a temperatura em que se encontra?

ANEXO B – Folheto explicativo elaborado pelos alunos

Que fatores estão associados à Instalação e ao Funcionamento dos Condicionadores de Ar?

- Instalação antiga (despreparada) do prédio;
- Não realização do cálculo do BTU;
- Posicionamento do aparelho;
- Mau fornecimento de energia pelo Gerador;
- A capacidade da instalação;
- Utilização de um Condicionador menos potente do que o necessário;
- Sobrecarga na energia;
- Não realização da limpeza do filtro;

Pesquisa realizada pelos alunos do 3º Ano do Ensino Médio juntamente com a professora de Física, Daiana Demarco.

Funcionamento

O sistema básico de ar-condicionado

- 1-O ar condicionado geralmente é composto por duas unidades, cada uma com uma função e localização diferente.
- 2-Na unidade interior, existe um circuito de serpentina no qual circula uma substância capaz de refrigerar. A substância mais utilizada é o Clorodifluorometan, mais facilmente chamado R-22, uma mistura de carbono, cloro e flúor.
- 3-Quando funcionando, o ar quente presente no cômodo é sugado por uma ventoinha e entra na evaporadora onde fica em contato com o R-22, que se encontra a circular em estado líquido a 7° de temperatura. Ao entrar em contato com o R-22, o ar quente converte-se em ar frio e é devolvido ao cômodo. No entanto, este contato aquece o R-22 e ele começa a gasificar-se devido ao calor.
- 4-O R-22 gasoso entra em seguida num compressor até que atinja a temperatura de 52°. Esse processo é o responsável pelo barulho característico dos ares condicionados. Depois ele segue até à segunda unidade do ar condicionado, que se encontra no exterior. Aí o R-22, sob pressão na condensadora, esfria um pouco e torna a assumir a forma líquida. O calor que sobrou é expelido para a rua por um ventilador.
- 5-De forma a perder a pressão, a substância agora líquida atravessa uma válvula de expansão e volta a adquirir a temperatura anterior de 7°. Dirige-se em seguida para a recomear todo o ciclo.
- 6-Através destes processos, o ar condicionado consegue refrigerar eficazmente o ambiente de qualquer espaço fechado, no entanto apresenta a desvantagem de tornar muito seco o ar desse espaço, devido à perda de umidade.
- 7-A perda de umidade pode ser facilmente solucionado regulando o tempo de funcionamento do ar condicionado e colocando um recipiente com água no cômodo.

Fonte: <https://mundoestranho.abril.com.br/tecnologia/como-funciona-o-ar-condicionado/>

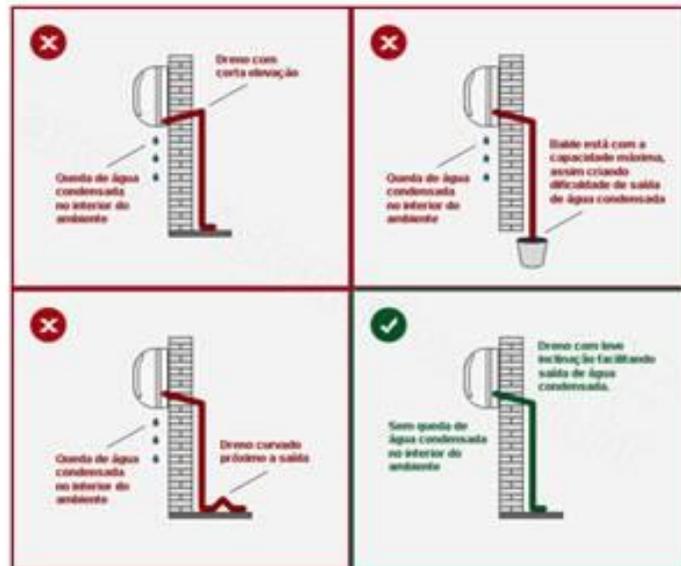


- ❑ Com certeza há riscos de instalação mal feita. Pois, como podemos perceber, os procedimentos são bem complexos e qualquer erro pode prejudicar o funcionamento do ar condicionado, fazendo com que ele opere de forma inadequada, interferindo na economia de energia.



- ❑ A não realização do cálculo do BTU interfere no funcionamento, pois um aparelho subdimensionado (menos potente do que o necessário) por exemplo, demora mais para atingir a temperatura solicitada (se atingir). E, pelo esforço que ele terá que fazer a mais, consumirá mais energia, suas peças se desgastarão rapidamente e sua vida útil será mais curta.





- ❑ Se os condicionadores de ar estiverem mal posicionados ou mal distribuídos no ambiente, o desempenho dos mesmos será prejudicado. Assim, não proporcionará uma distribuição equilibrada da corrente de ar e prejudicará o conforto ambiental da sala de aula. Conseqüentemente, isso interfere diretamente no aprendizado e no desempenho dos alunos.



- ❑ O mau fornecimento de energia atrapalha o funcionamento correto do ar condicionado. Pois, se o fornecimento de energia for insuficiente ou de má qualidade, prejudica completamente o desempenho do aparelho, proporcionando as vezes maior consumo de energia ou até mesmo causando danos ao equipamento.





- ❑ A instalação elétrica para os condicionadores de ar deve ser dimensionada de forma adequada, prevendo a capacidade necessária para o funcionamento correto do equipamento. Dessa forma, a capacidade das instalações elétricas influencia diretamente no consumo de ar condicionado e no funcionamento do mesmo. Podemos ressaltar que, nesse caso, a potência da carga a alimentar deve ser considerada alta. É recomendado a utilização de tomada de uso específico e os dimensionamentos dos fios devem seguir as normas.



- ❑ Como já foi mencionado, a utilização de um aparelho menos potente do que o necessário demora mais para atingir a temperatura solicitada (se atingir). E, pelo esforço que ele terá que fazer a mais, consumirá mais energia, suas peças se desgastarão rapidamente e sua vida útil será mais curta.



- ❑ Há três níveis de problemas em caso de sobrecarga: individuais (casas e apartamentos), condomínios (de casas ou prédios) e coletivo (cidade, estado e até todo o país). Quando o problema é individual, coloca-se em risco a integridade física de um imóvel em questão. Dependendo do nível, essa sobrecarga afeta todos os imóveis de um segmento específico, como o condomínio. Quando a escala é em proporções maiores, chega a prejudicar uma cidade inteira dependendo do caso.



- ❑ O filtro de ar entupido e sujo coloca força extra na unidade e faz com que ela fique sobrecarregada. Quando os sistemas têm que trabalhar mais para esfriar ou aquecer, eles usam mais energia e geram custos altos na conta de luz. Com menos fluxo de ar devido a um filtro sujo, não é incomum que as bobinas da evaporadora obtenham um acúmulo de gelo e superaqueçam. Isso pode levar a falhas de todo o sistema ou mesmo a um incêndio.

AGRADECIMENTOS

- Gostaríamos de agradecer, primeiramente, à Professora Daiana Demarco, que nos auxiliou no decorrer da elaboração da Ilha;
- Aos funcionários da RGE e da Gelcon Refrigeração, que se disponibilizaram a responder as questões da turma;
- À Arquiteta Amanda Cezar, que também nos auxiliou;
- Ao eletricitista Vilson, que ajudou na instalação da nova rede elétrica e veio até a escola palestrar sobre o assunto;
- Aos amigos e familiares, que se disponibilizaram a colaborar com a pesquisa;
- À escola JMJ, que permitiu que o projeto fosse realizado.



PRODUTO EDUCACIONAL

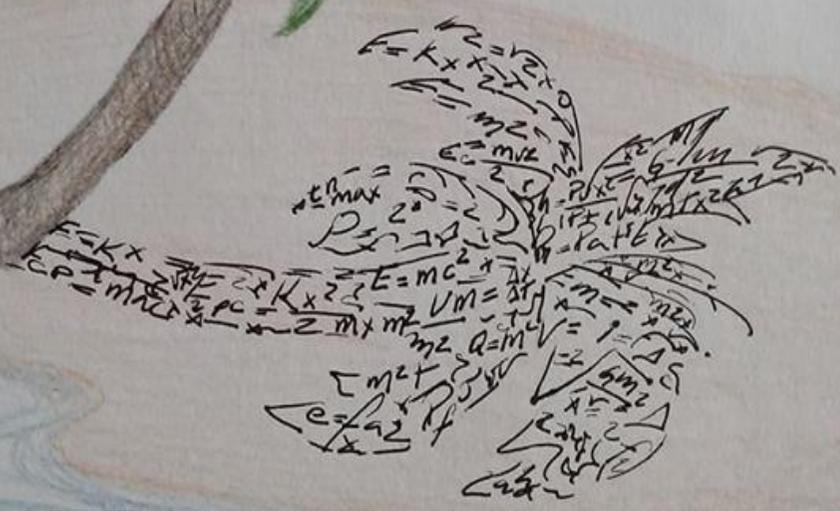
O Produto Educacional encontra-se disponível nos endereços:
http://docs.upf.br/download/ppgecm/Daiana_Demarco_Produto.pdf
<https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/206403>

Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade: diálogos com o professor



Daiana Demarco

Cleci T. Werner da Rosa



CIP – Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

D372i Demarco, Daiana

Ilhas interdisciplinares de racionalidade [recurso eletrônico]:

diálogos com professor / Daiana Demarco, Cleci T. Werner da Rosa. – Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2018. 1.4 Mb ; PDF. – (Produtos Educacionais do PPGECEM).

Inclui bibliografia.

ISSN 2595-3672

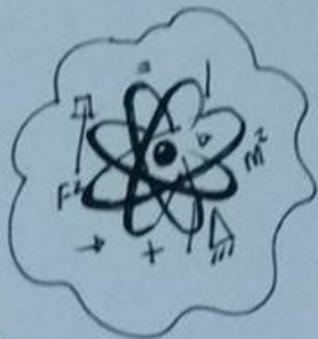
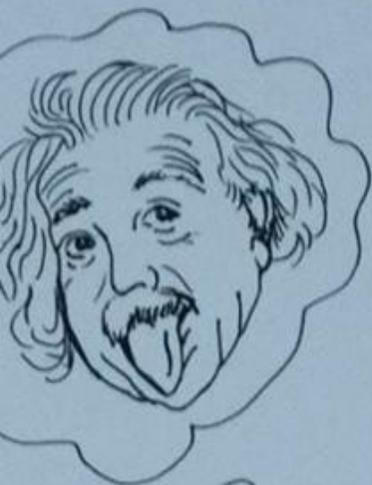
Modo de acesso gratuito: <<http://www.upf.br/ppgecem>>

Este material integra os estudos desenvolvidos junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECEM), na Universidade de Passo Fundo (UPF), sob orientação da Profa. Dra. Cleci T. Werner da Rosa.

1. Ciências (Ensino fundamental). 2. Prática de ensino.
3. Aprendizagem. 4. Educação básica. I. Rosa, Cleci Teresinha Werner da. II. Título. III. Série.

CDU: 372.85

Bibliotecária responsável Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569



“O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano.”

Isaac Newton



Sumário

| | |
|---|----|
| O material | 5 |
| Por que alfabetização científica? | 6 |
| AC na visão de Gerard Fourez..... | 7 |
| Etapas de uma IIR | 14 |
| A IIR na escola | 15 |
| Reflexões finais..... | 21 |
| Referenciais bibliográficos..... | 22 |
| Sobre as autoras | 23 |



O material

O texto é um material de apoio para professores da educação básica e tem por objetivo discutir aspectos teórico-metodológicos referentes ao desenvolvimento de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade - IIR. O material integra os estudos desenvolvidos junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM, na Universidade de Passo Fundo - UPF, sob orientação da Dra. Cleci T. Werner da Rosa.

O material está estruturado na forma de apontamentos sobre as bases teóricas e os aspectos metodológicos que subsidiam a implementação das IIR, apoiando nos estudos de Gérard Fourez.

O material está disponibilizado de forma livre e pode ser utilizado e adaptado livremente desde que referenciado. Ele está disponibilizado no portal eduCapes, podendo ser acessado diretamente ou via página do PPGECM e apresenta ISSN para produtos educacionais de acordo como estabelecido institucionalmente.



Por que alfabetização científica?

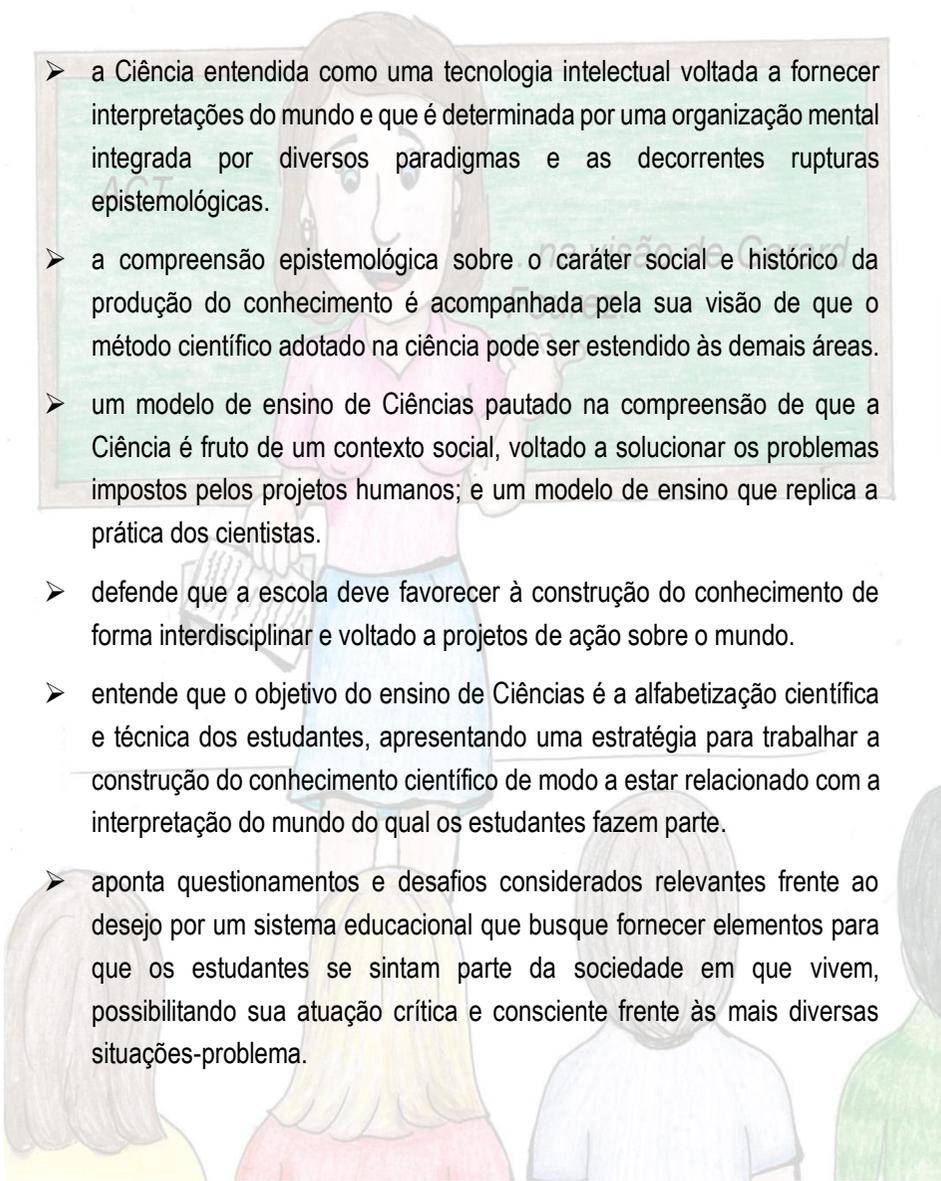
Para autores da área como Lorenzetti (2000), Chassot (2003), Sasseron e Carvalho (2008), entre outros a alfabetização científica:

- Contribui para a formação de cidadãos críticos e com condições para exercer sua cidadania.
- Capacita os sujeitos para compreender, discutir e tomar decisões frente aos eventos presentes na sociedade.
- Possibilita a leitura do mundo e a identificação sobre como é possível contribuir para sua transformação.
- Favorece a capacidade de interpretar o mundo e agir sobre ele.
- Qualifica a compreensão da leitura, especificamente a de teor científico.
- Favorece o entendimento dos fenômenos naturais básicos.
- Permite desenvolver a capacidade de relacionar a Ciência e Tecnologia e perceber que ambas são influenciadas pela sociedade.



Gerard Fourez, nascido em 1937, filósofo e matemático francês, doutor em Física, destaca em seus estudos:

- a necessidade de deslegitimar a visão de Ciência defendida pelos positivistas, inferindo que ela não pode ser entendida como fatos verdade anônimas e a-históricas, mas como processo construído no contexto social e historicamente reconhecido pelos homens.

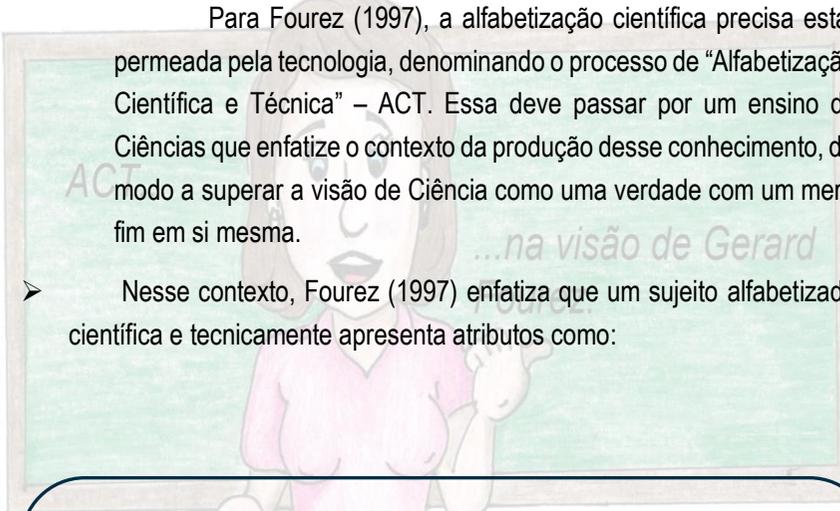
- 
- A central illustration shows a female teacher with brown hair, wearing a pink top and blue skirt, standing in front of a green chalkboard. She is gesturing with her hands as if explaining a concept. The chalkboard contains the text of the list. In the foreground, the backs of four students' heads are visible: a girl with brown hair, a girl with blonde hair, a boy with grey hair, and a girl with dark hair. The background is a light, textured grey.
- a Ciência entendida como uma tecnologia intelectual voltada a fornecer interpretações do mundo e que é determinada por uma organização mental integrada por diversos paradigmas e as decorrentes rupturas epistemológicas.
 - a compreensão epistemológica sobre o caráter social e histórico da produção do conhecimento é acompanhada pela sua visão de que o método científico adotado na ciência pode ser estendido às demais áreas.
 - um modelo de ensino de Ciências pautado na compreensão de que a Ciência é fruto de um contexto social, voltado a solucionar os problemas impostos pelos projetos humanos; e um modelo de ensino que replica a prática dos cientistas.
 - defende que a escola deve favorecer à construção do conhecimento de forma interdisciplinar e voltado a projetos de ação sobre o mundo.
 - entende que o objetivo do ensino de Ciências é a alfabetização científica e técnica dos estudantes, apresentando uma estratégia para trabalhar a construção do conhecimento científico de modo a estar relacionado com a interpretação do mundo do qual os estudantes fazem parte.
 - aponta questionamentos e desafios considerados relevantes frente ao desejo por um sistema educacional que busque fornecer elementos para que os estudantes se sintam parte da sociedade em que vivem, possibilitando sua atuação crítica e consciente frente às mais diversas situações-problema.

Fourez (1997) apresenta seus questionamentos principais mencionando:

1. Que objetivos dar ao ensino de Matemática e Ciências?
2. Que equilíbrio deve haver, no ensino científico, entre os modelos teóricos impostos pelas comunidades científicas e os modelos criados frente a situações particulares?
3. Até que ponto devemos manter a divisão entre cursos de Ciência e de tecnologia, ou seja, qual a importância das componentes teóricas nos cursos de tecnologia e qual o espaço das tecnologias nos cursos de licenciatura?
4. Que espaço deve ser criado para a utilização dos saberes científicos nos processos de tomada de decisões humanas? Até que ponto deve-se manter a divisão entre cursos de Ciência e de Ética? Como ensinar os alunos a articular a análise científica dos projetos humanos às decisões éticas e sociopolíticas?

Que espaço deve ter a história das ciências e da Matemática nos cursos de Ciências? E nos cursos de História, qual o papel da história mais internalista da história global?

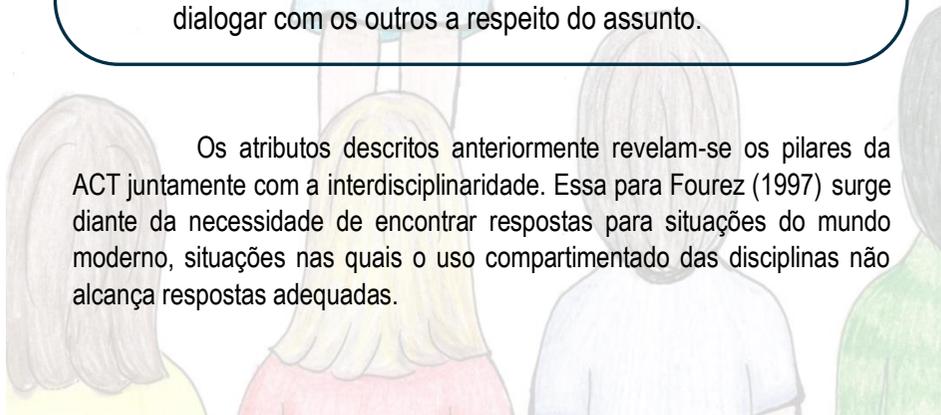
6. Como projetar uma formação inicial e continuada de docentes para que possam fazer frente a todas essas questões? Que formação em Ciências Humanas seria necessária, além da formação corrente? Que formação deveriam ter em epistemologia e que tipo de epistemologia? Em História? Como ensinar a manter um debate ético ou político articulando nele dados científicos?
7. É uma boa ideia formar professores de ciências que na prática nunca tenham tido contato com o mundo tecnológico ou o mundo econômico?
8. Como formar jovens para o “bom uso” dos especialistas e dos *experts*? Como ensiná-los a distinguir o aporte necessário dos especialistas e certos abusos de saber ligados aos seus ditames? Como formar as populações para participarem das decisões científicas e técnicas?



Para Fourez (1997), a alfabetização científica precisa estar permeada pela tecnologia, denominando o processo de “Alfabetização Científica e Técnica” – ACT. Essa deve passar por um ensino de Ciências que enfatize o contexto da produção desse conhecimento, de modo a superar a visão de Ciência como uma verdade com um mero fim em si mesma.

- Nesse contexto, Fourez (1997) enfatiza que um sujeito alfabetizado científica e tecnicamente apresenta atributos como:

- **Autonomia** para tomar decisões razoáveis frente a uma situação-problema, sem ficar refém de especialistas ou de receitas prontas.
- **Domínio** e responsabilidade em face de situações concretas.
- **Comunicação** com os demais, que significa ser capaz de dialogar com os outros a respeito do assunto.



Os atributos descritos anteriormente revelam-se os pilares da ACT juntamente com a interdisciplinaridade. Essa para Fourez (1997) surge diante da necessidade de encontrar respostas para situações do mundo moderno, situações nas quais o uso compartimentado das disciplinas não alcança respostas adequadas.

De forma resumida, inferem-se as habilidades de (Fourez, 1997):

Autonomia

- Buscar informações a respeito da situação;
- Ter ideias próprias, não se deixar influenciar pelos outros;
- Ter criatividade;
- Tomar decisões com segurança frente às situações.

Domínio

- Saber fazer;
- Conhecer sobre o assunto;
- Domínio e responsabilidade frente à situação problema;
- Relacionar os conhecimentos científicos com a situação-problema.

Comunicação

- Saber expressar suas opiniões.
- Saber dialogar na equipe e com os especialistas;
- Elaborar modelos teóricos;
- Ter boas argumentações nas colocações.

Operacionalizando a ACT no contexto escolar

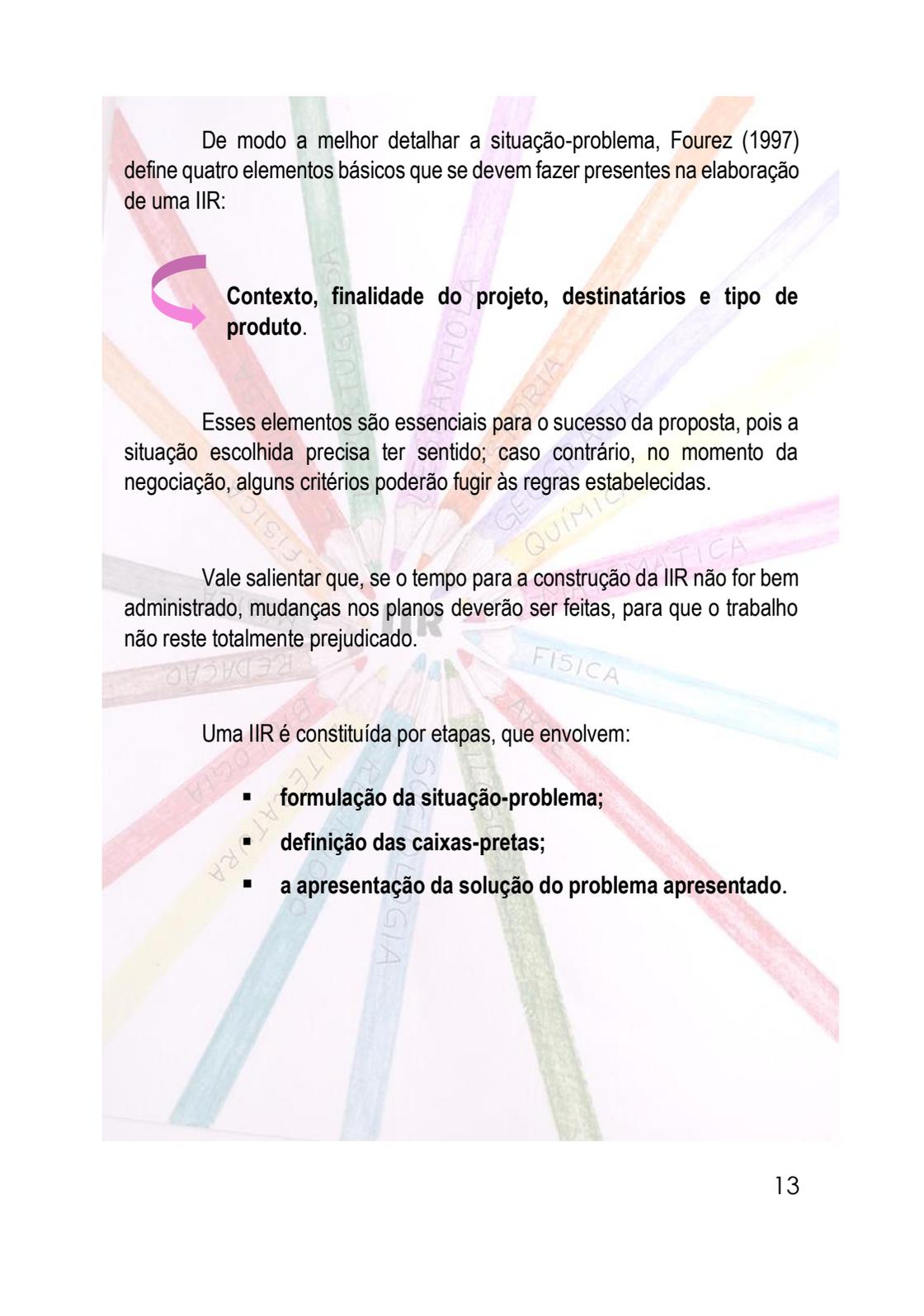
Na operacionalização da compreensão do modo como deve ser ensinado Ciências nas escolas, Fourez (1997) infere uma proposta didática na forma de projeto de ensino denominado de “Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade” - IIR. Seguindo a lógica da ACT, essa proposta baseia-se em um ensino voltado à busca de solução para problemas e situações cotidianas dos alunos.

Na construção dessas IIR levam-se em consideração os conhecimentos adquiridos nas diversas disciplinas e também o que se vivencia no dia a dia. Trata-se da representação teórica de um contexto, ou seja, da elaboração de um projeto.

As IIR partem da delimitação da situação-problema que é trazida e discutida em sala de aula. O professor, se não está familiarizado com a situação, precisa buscar mais informações, a fim de conduzir melhor o projeto.

Muito da eficácia do trabalho com as IIR depende da condução feita pelo professor, pois, se este realmente tomar posse da situação-problema, vai saber quais caixas-pretas ou questões específicas poderão surgir.

Uma caixa-preta é um subsistema material e/ou conceitual que se pode escolher para estudar profundamente ou apenas para analisar superficialmente o conteúdo/tema em discussão.



De modo a melhor detalhar a situação-problema, Fourez (1997) define quatro elementos básicos que se devem fazer presentes na elaboração de uma IIR:

 **Contexto, finalidade do projeto, destinatários e tipo de produto.**

Esses elementos são essenciais para o sucesso da proposta, pois a situação escolhida precisa ter sentido; caso contrário, no momento da negociação, alguns critérios poderão fugir às regras estabelecidas.

Vale salientar que, se o tempo para a construção da IIR não for bem administrado, mudanças nos planos deverão ser feitas, para que o trabalho não reste totalmente prejudicado.

Uma IIR é constituída por etapas, que envolvem:

- **formulação da situação-problema;**
- **definição das caixas-pretas;**
- **a apresentação da solução do problema apresentado.**



Etapas de uma IIR

| | |
|--|---|
| Etapa 1: clichê | Problematização inicial |
| Etapa 2: panorama mais ampliado | Aprofundamento da etapa 1. |
| Etapa 3: consulta aos especialistas | Definição com relação a quem recorrer. |
| Etapa 4: Trabalho de campo | Momento do confronto entre as experiências e situações concretas. |
| Etapa 5: Abertura aprofundada das caixas-pretas | Consulta às disciplinas. |
| Etapa 6: Esquematização da situação-problema | Resumo da IIR. |
| Etapa 7: Abertura das caixas-pretas sem ajuda dos especialistas | Buscar construir explicações por si só. |
| Etapa 8: Síntese da IIR | Resultado final da IIR construída (produto). |

Na elaboração de uma IIR, Schmitz (2001) chama a atenção para o fato de que o professor deve ficar atento na elaboração da situação-problema em termos das condições para sua execução.



A IIR NA ESCOLA

Como forma de exemplificar o mencionado anteriormente relata-se na sequência uma IIR aplicada a uma turma de estudantes da 3ª série do Ensino Médio.

A IIR desenvolvida partiu de uma situação-problema levantada pelos alunos desde o início do ano letivo e está relacionada ao funcionamento dos condicionadores de ar da escola: *que fatores estão associados ao funcionamento dos condicionadores de ar da escola?*

A situação-problema apresentada revelou um caráter interdisciplinar, frente a diferentes possibilidades que poderiam ser elencadas pelos alunos, na busca pelas respostas.

Nessa estruturação das etapas, julgou-se pertinente recorrer ao apontado por Pinheiro et al. (2000), Schmitz (2004) e Pinheiro e Pinho-Alves (2005) sobre a necessidade de incluir uma etapa anterior a primeira etapa prevista por Fourez (1997). A opção por incluir essa etapa está no fato de que ela permite estabelecer uma situação-problema que poderá e deverá ser redefinida e refinada no diálogo com os alunos (representa um momento de negociação frente aos interesses do professor e os apontados pelos alunos).

Para a IIR desenvolvida julgou-se pertinente incluir a etapa zero, como proposto pelos autores. O Quadro 1 a seguir ilustra as etapas, o número de períodos (P) correspondente a cada uma e as ações desenvolvidas.

Quadro 1 - Relato das ações desenvolvidas na IIR realizada na escola.

| Etapa | P | Ações |
|--------------|----------|--|
| Zero | 2 | <p>Apresentação do projeto a ser desenvolvido e discussões em torno da problemática principal do estudo.</p> <p>Indicação de possibilidades de clichê, recorrendo a outras IIR disponíveis na literatura.</p> <p>Divisão dos alunos em grupo para organização de seus clichês – duas questões relacionadas ao problema inicialmente apresentado.</p> |
| 1 | 2 | <p>Exposição dos questionamentos elaborados pelos alunos.</p> <p>Estruturação de uma lista com esses questionamentos de modo a excluir os repetidos e incluir os novos que surgem no decorrer das discussões (Quadro 2).</p> <p>Resgate dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema em estudo.</p> |
| 2 | 3 | <p>Refinamento da situação-problema a partir do clichê elaborado – negociação entre professora e alunos.</p> <p>Definição da situação-problema.</p> <p>Identificação nos grupos de alunos das caixas-pretas que julgam pertinente abrir e dos prováveis especialistas para realizar a consulta (Quadro 3).</p> |
| 3 | 4 | <p>Retomada de questões centrais da IIR: que atores estarão envolvidos no estudo; que normas e condições serão impostas à situação em estudo; quais os jogos de interesse e das tensões que estarão presentes; que caixas-pretas integrarão o estudo; quais as bifurcações; que especialistas serão consultados.</p> <p>Mapeamento das caixas-pretas que cada grupo pretendia abrir e da forma como a turma organizaria a apresentação da solução ao problema apresentado.</p> |

| Etapa | P | Ações |
|--------------|----------|--|
| 4 | 3 | Atividade desenvolvida fora do contexto escolar de modo a permitir a consulta aos especialistas identificados nas etapas anteriores. |
| 5 | 2 | Consulta às disciplinas frente às definições elaboradas a partir da consulta aos especialistas e estruturação dos primeiros encaminhamentos na busca por propor soluções ao problema apresentado. |
| 6 | 1 | Relato para a turma das atividades em andamento nos grupos de trabalho e das possibilidades de solução em estudo por cada um dos grupos. |
| 7 | 2 | Abertura de novas caixas-pretas e busca por aprofundamentos sem o auxílio de especialistas. Atividades de pesquisa e compartilhamento de informações entre os integrantes do grupo. |
| 8 | 5 | Estruturação das possíveis respostas encontradas no estudo para a situação-problema apresentada. Elaboração do folheto explicativo a ser distribuído para os alunos e disponibilizado no site da escola (Quadro 4). Apresentação do trabalho na turma e para as demais turmas da escola. |

Quadro 2 – Questionamentos elaborados pelos alunos.

| | |
|--|---|
| <p>1) Qual o propósito de um condicionador de ar?</p> <p>2) O rendimento do aparelho é influenciado pela temperatura?</p> <p>3) A potência faz com que o aparelho seja mais eficiente?</p> <p>4) A potência é a mesma para que o ar esquente ou esfrie?</p> <p>5) O que é necessário para um ar condicionado funcionar?</p> <p>6) Qual a potência de um ar condicionado?</p> <p>7) Uma sobrecarga de energia na rede interfere no funcionamento dos condicionadores de ar?</p> <p>8) O que pode ocorrer caso todos os condicionadores de ar fossem ligados nas atuais condições?</p> <p>9) Muitos ar condicionados ligados ao mesmo tempo fazem com que sobrecarregue a energia?</p> <p>10) A diferença de potencial faz com que aconteça um maior trabalho do aparelho?</p> <p>11) A fiação ser muito precária interfere?</p> <p>12) Qual seria o método para ligar todos os arsimultaneamente?</p> <p>13) Será necessário algum investimento extra para isso acontecer?</p> <p>14) O uso de todos os condicionadores de ar ao mesmo tempo interfere em algo?</p> <p>15) Uma sobrecarga de energia interfere no funcionamento?</p> <p>16) Há umidade nos fios da escola?</p> <p>17) Há aparelhos que utilizam muita carga ligados na mesma rede?</p> <p>18) A rede elétrica pode interferir por ser muito antiga?</p> <p>19) O tamanho do ambiente influencia no funcionamento?</p> <p>20) Mau fornecimento de energia atrapalha no funcionamento do ar condicionado?</p> <p>21) A posição do ar condicionado no cômodo interfere no consumo?</p> <p>22) O valor pago pelo ar condicionado influencia no uso em sala de aula?</p> | <p>23) O uso dos condicionadores de ar numa temperatura ideal influencia na aprendizagem dos alunos?</p> <p>24) A “idade” da instalação elétrica interfere?</p> <p>25) A capacidade da instalação elétrica influencia?</p> <p>26) A tubulação e a posição do ar condicionado, quanto a limpeza e gases emitidos, são completamente nocivos à saúde?</p> <p>27) Quão arriscado e sobrecarregado é – ou se torna – o uso dos aparelhos, considerando os seus diferentes modelos e potenciais, em relação aos sistemas elétricos e suas fragilidades?</p> <p>28) As instalações elétricas da escola são adequadas para o uso dos condicionadores de ar?</p> <p>29) Quantos condicionadores de ar a instalação atual suportaria em funcionamento no mesmo momento?</p> <p>30) A potência do condicionador de ar está adequada ao tamanho do cômodo?</p> <p>31) A fiação nova aguentará todos os condicionadores de ar ligados ao mesmo tempo?</p> <p>32) Qual deveria ser a instalação elétrica para que o ar nas salas de aula seja ligado diariamente?</p> <p>33) O barulho do ar condicionado atrapalha os alunos durante a aula?</p> <p>34) Como exatamente ligar o ar condicionado pode influenciar a fiação do colégio?</p> <p>35) O número de aparelhos elétricos ligados ao mesmo tempo influencia em não poder usar o ar?</p> <p>36) A nova TV influencia em não poder usar o ar condicionado?</p> <p>37) A rede elétrica da escola está preparada para que todos os condicionadores de ar funcionem?</p> <p>38) A rede elétrica do “prédio” possui fiação adequada para suportar a intensidade da energia que irá passar por ela?</p> |
|--|---|

Quadro 3 – Relação das equipes, especialistas e caixas-pretas.

| Equipes | Especialistas | Caixas-pretas |
|-----------------------------|---|---|
| As sobrecarregadas | Professores de Matemática, Física, Geografia e Química. Profissional da rede Rio Grande Energia - RGE. | Cálculo da potência em “Watt” corresponde às especificações em BTU indicadas no aparelho. Gastos da escola com instalação dos condicionadores de ar (Energia Elétrica). Conceitos de Eletrodinâmica (corrente, potência e energia elétrica). Funcionamento da usina hidrelétrica e sua relação com o desmatamento. |
| Os técnicos | Engenheiro civil. | Elementos estruturais necessários para a instalação dos condicionadores - capacidade da parede para sustentar o peso do ar condicionado. Local onde a perfuração da parede poderia ser realizada para a saída do cano. |
| Condiçio- dores de Ar | Engenheiro elétrico. | Tipos de fios que podem ser utilizados na instalação dos aparelhos de ar condicionado. Capacitância. Rede monofásica e bifásica. |
| Os Físicos | Engenheiro elétrico ou mecânico. Arquiteto. Eletricista. | Posição do ar condicionado na sala - propagação do calor. Temperatura mais adequada para o conforto térmico. Relação entre o número de pessoas e a potência do aparelho. Condições da rede elétrica para a instalação. |
| Power on | Profissional da rede Rio Grande Energia - RGE. Vendedores e técnicos de manutenção em condicionadores de ar. Administradores da escola. | Descrição das instalações elétricas da escola. Necessidade de disjuntores. Relação entre a potência elétrica e as dimensões da sala. Relação custo-benefício entre o conforto térmico e os gastos da escola para instalar e manter funcionando os aparelhos. |

Quadro 4 - Folheto elaborado pelos alunos na IIR desenvolvida na escola.

Que fatores estão associados à Instalação e ao Funcionamento dos Condicionadores de Ar?



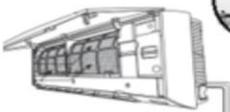
Instalação antiga (despreparada) do prédio;



Não realização do cálculo do BTU;



Posicionamento do aparelho;



Mau fornecimento de energia pelo Gerador;



A capacidade da Instalação;



Utilização de um Condicionador menos potente do que o necessário;



Sobrecarga na energia;



Não realização da limpeza do filtro;

Pesquisa realizada pelos alunos do 3º Ano do Ensino Médio juntamente com a professora de Física, Daiana Demarco.

REFLEXÕES FINAIS

A proposta deste material de apoio para professores da educação básica é oportunizar uma discussão sobre alternativas metodológicas que possam subsidiar a ação docente em termos de promover a alfabetização científica. Com esse intuito o presente material foi organizado de modo a recorrer aos estudos de Gerard Fourez como forma de estabelecer o marco teórico na temática e identificar a proposta metodológica das IIR como alternativa didática.

A partir desta definição buscou-se descrever os elementos que integraram a IIR. Na sequência relatou-se de forma esquemática a IIR desenvolvida com alunos do terceiro ano do ensino médio para discussão do processo de instalação e funcionamento de condicionadores de ar em sua escola. A problemática que teve origem nas próprias discussões dos alunos, pautou a IIR desenvolvida e ao final os alunos apresentaram um folheto explicativo para a escola, apontando possíveis razões para isso.

A proposta didática na forma de projeto de ensino apresentou resultados positivos em termos dos atributos identificados por Fourez (1997) e apontados como: autonomia, domínio e comunicação. Esses atributos foram avaliados durante a aplicação da IIR e são os indicativos da viabilidade e validade da ação proposta.

REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICOS

CHASSOT, Áttilio Inácio. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. 3. ed. Ijuí: Ed. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2003.

FOUREZ, Gérard. *A Construção das Ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências*. São Paulo: EduNESP, 1995.

_____. *Alfabetización científica y tecnológica: a cerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. 1 reimp. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

LORENZETTI, Leonir. *Alfabetização científica no contexto das séries iniciais*. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

PIETROCOLA, Maurício; PINHO-ALVES, José de. PINHEIRO, Terezinha de F. Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 8, n. 2, p. 131-152, 2003.

PINHEIRO, Terezinha de F. et al. Um exemplo de construção de uma ilha de racionalidade em torno da noção de energia. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 7, 2000, Florianópolis. *Atas...* Florianópolis, mar. 2000. p. 16.

_____; PINHO-ALVES, José de. Ilhas de racionalidade: experiências interdisciplinares na segunda série do ensino médio. In: ENCONTRO IBERO-AMERICANO DE COLETIVOS ESCOLARES E REDES DE PROFESSORES QUE FAZEM INVESTIGAÇÃO NA SUA ESCOLA, 4, 2005, Lajeado. *Atas...* Lajeado, 2005. p. 1-7.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciência*, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SCHMITZ, César. Desafio docente: as ilhas de racionalidade e seus elementos interdisciplinares. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

Sobre as Autoras

Daiana Demarco – Professora da rede pública e privada do município de Palmeira das Missões, RS. Graduação em Física pela Universidade de Passo Fundo. Especialização em Ensino de Ciências e Matemática e mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade de Passo Fundo.

Cleci Teresinha Werner da Rosa – Docente do Curso de Física-LP, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Educação na Universidade de Passo Fundo. Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Nossos colaboradores:

Flávio Figueiró – edição e produção

Gicelda de Lucca – designer gráfico

Neusa Leal Klein – revisão de texto



COLÉGIO
PALMEIRA DAS MISSÕES - RS

