

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL**

**ELISIANE DA COSTA MORO**

**ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE PROMOVENDO**  
**APRENDIZAGEM ATIVA**

**CAXIAS DO SUL, RS**

**MARÇO**

**2015**

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE PROMOVENDO  
APRENDIZAGEM ATIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPECiMa) Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Caxias do Sul (UCS), sob a orientação da Professora Dra. Valquíria Villas Boas Gomes Missell e coorientação da Professora Dra. Vania Elisabete Schneider, como pré-requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

**CAXIAS DO SUL**

**2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Universidade de Caxias do Sul  
UCS - BICE - Processamento Técnico

M867i Moro, Elisiane da Costa, 1984-

Ilhas interdisciplinares de racionalidade promovendo aprendizagem  
ativa / Elisiane da Costa Moro. -2015.

142 f. : il. ; 30 cm

Apresenta bibliografia.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Caxias do Sul, Programa de  
Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, 2015.

Orientador: Profa. Dra.: Valquíria Villas Boas Gomes Missell ;  
coorientador: Profa. Dra. : Vania Elisabete Schneider.

1. Interdisciplinaridade. 2. Aprendizagem. 3. Ensino médio – Caxias do  
Sul. I. Título.

CDU 2.ed.: 37.01

Índice para o catálogo sistemático:

|                                 |                           |
|---------------------------------|---------------------------|
| 1. Interdisciplinaridade        | 37.01                     |
| 2. Aprendizagem                 | 37.013                    |
| 3. Ensino médio – Caxias do Sul | 373.5(816.5CAXIAS DO SUL) |

Catálogo na fonte elaborada pela bibliotecária  
Carolina Machado Quadros – CRB 10/2236.

**"Ilhas interdisciplinares de racionalidade promovendo a aprendizagem ativa "**

**Elisiane da Costa Moro**

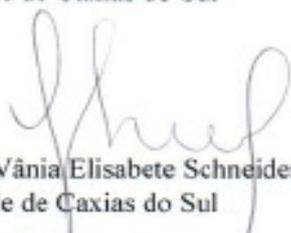
Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Caxias do Sul, 27 de março de 2015.

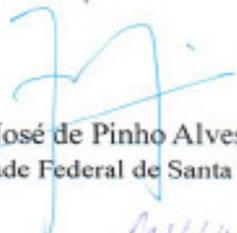
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Valquíria Villas Boas Gomes Missell (orientadora)  
Universidade de Caxias do Sul



Prof. Dr. Vânia Elisabete Schneider (coorientadora)  
Universidade de Caxias do Sul



Prof. Dr. José de Pinho Alves Filho  
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Ana Maria Marques da Silva  
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul



Prof. Dr. Odilon Giovannini Junior  
Universidade de Caxias do Sul

*Dedico este trabalho às pessoas mais presentes em minha vida:*

*Minha mãe, pelo exemplo de vida que é.*

*Meu pai, o mais generoso e humano de todos os pais.*

*Minha querida irmã, pelo incentivo direto ou indireto.*

*Meu grande amor, Dione, por estar ao meu lado nos*

*melhores e piores momentos de minha vida.*

*Aos filhos que terei e ao meu primeiro filho, Davi Luiz,*

*que está a caminho ...que receberão de mim tudo o que recebi de meus pais.*

***AMO MUITO VOCÊS !!!***

## AGRADECIMENTOS

*A Deus por me amparar nos momentos difíceis, me dar força para superar as dificuldades e mostrar-me o caminho nas horas incertas. Por ter colocado em meu caminho pessoas tão especiais, sem as quais certamente não teria conseguido.*

*Entre as pessoas especiais minha orientadora Profa. Dra. Valquíria, sempre disponível e disposta a ajudar, querendo que eu aproveitasse cada segundo dentro do mestrado para absorver algum tipo de conhecimento. Me fez enxergar que existe mais que pesquisadores e resultados por trás de uma dissertação, mas vidas humanas. Nesse mundo, repleto de pessoas ruins, você me faz acreditar que os bons são a maioria. Só tenho a agradecer aos seus ensinamentos (pessoais e acadêmicos), orientações, palavras de incentivo, puxões de orelha, paciência e dedicação.*

*Profa. Valquíria, gostaria de lhe dizer que você não foi somente minha orientadora, mas, em alguns momentos, conselheira, confidente, mãe e amiga. Você foi e será sempre referência profissional e pessoal em minha vida.*

*Aos professores do colegiado e a minha co-orientadora Profa. Dra. Vânia pelas contribuições realizadas a esse trabalho.*

*Aos meus pais, Claudio e Marli, meu infinito agradecimento. Sempre acreditaram em minha capacidade. Incentivando-me a jamais desistir de meus sonhos, isso me fortaleceu. Jamais esquecerei que me ensinaram a sempre tentar, não ser a melhor, mas a dar o melhor de mim em tudo que me propusesse fazer. Obrigado meus queridos pais, pelo amor incondicional!*

*Ao meu querido esposo, Dione, por ter se tornado tão importante na minha vida. Sempre ao meu lado, me pondo para cima e me fazendo acreditar que podia. Que passou a fazer dos meus sonhos os seus a partir do momento em que nos conhecemos. Devido a seu companheirismo, amizade, paciência, compreensão, apoio, alegria e amor, este trabalho pôde ser concretizado.*

*A minha irmã Edivane também professora que fez as primeiras correções na pré-proposta, exemplo de paciência, amor e coragem.*

*Ao pequeno Davi Luiz, que um dia estará lendo estas palavras, a quem aguardamos ansiosamente a chegada, que nos últimos meses esteve tão próximo (literalmente) de mim, que me acompanhou na finalização deste trabalho e que, me inspira a querer ser mais que fui até hoje!*

*As amigas conquistadas durante o curso, com quem passei bons momentos de minha vida.*

*Obrigada por estarem ao meu lado e acreditarem tanto em mim!*

## RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido dentro da linha de pesquisa "Fundamentos e Estratégias Educacionais no Ensino de Ciências e Matemática" que tem por objetivo: investigar, avaliar e pôr em prática estratégias educacionais, à luz dos fundamentos da educação. O objetivo deste trabalho é avaliar a utilização da metodologia "Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade" em torno do tema "As descargas elétricas no Brasil" na aprendizagem de estudantes de Ensino Médio. Esta proposta pretende ainda promover a aprendizagem ativa em ambiente investigativo e interdisciplinar por meio da construção de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR). Busca também motivar os estudantes a estudar e compreender as Ciências e a Matemática desafiando-os a um comportamento investigativo. O problema de pesquisa veio ao encontro do seguinte questionamento: As Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade podem promover a aprendizagem ativa, a interdisciplinaridade e a atitude investigativa dos estudantes do Ensino Médio, assim como desenvolver a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT)? No ano letivo de 2013, uma IIR foi aplicada na disciplina de Física com uma turma de terceiro ano do Ensino Médio em uma escola estadual de Caxias do Sul, no estado do Rio Grande do Sul, no terceiro trimestre do ano letivo como um projeto-piloto e reaplicada com o mesmo tema no primeiro semestre do ano letivo de 2014 com outra turma de terceiro ano do Ensino Médio da mesma escola. Este trabalho foi desenvolvido com base na proposta de Gerard Fourez na perspectiva de proporcionar aos estudantes uma Alfabetização Científica e Tecnológica, observada a necessidade de tornar os conteúdos científicos significativos para os estudantes, bem como úteis para suas vidas. A teoria de aprendizagem escolhida para fundamentar as evidências de ocorrência de aprendizagem por parte dos estudantes devido à aplicação da metodologia foi a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Tanto em 2013 quanto em 2014, os estudantes demonstraram predisposição para aprender, participando ativamente das atividades que foram sugeridas no decorrer do desenvolvimento da IIR. Os estudantes tiveram a oportunidade de analisar e discutir sobre as principais consequências causadas pelas descargas elétricas no Brasil, do ponto de vista social, econômico, ambiental e científico. Este fenômeno está em constante estudo por pesquisadores do nosso país. Estudos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) mostram que caem 57 milhões de descargas elétricas por ano no Brasil, um recorde mundial. O desenvolvimento da IIR incentivou o comportamento investigativo e a pesquisa, promovendo a utilização de tecnologias digitais e propondo a contextualização e a interdisciplinaridade de maneira simples, com naturalidade, levando em conta os conhecimentos prévios dos estudantes. Os mesmos atingiram os objetivos da Alfabetização Científica e Tecnológica de acordo com a perspectiva da metodologia, demonstrando domínio da situação estudada, autonomia na produção do conhecimento e facilidade na comunicação da situação pensada. Os estudantes procuraram relacionar os conteúdos científicos com as situações vivenciadas no seu cotidiano. A análise das observações e das produções dos estudantes permitiu verificar que os mesmos foram mais ativos e criativos no processo de ensino aprendizagem, conseguindo apropriar-se dos conteúdos em torno do tema de maneira interdisciplinar. Os estudantes demonstraram também evidências de uma aprendizagem significativa de acordo com a teoria de Ausubel.

**Palavras-chave:** Ilhas de racionalidade, Interdisciplinaridade, Aprendizagem ativa, Aprendizagem significativa, Descargas elétricas.

## ABSTRACT

This work was developed within the research area "Educational Foundations and Strategies in Science and Mathematics Teaching" which aims: to investigate, evaluate and implement educational strategies in the light of education foundations. The objective of this study is to evaluate the use of the methodology "Interdisciplinary Islands of Rationality" about the theme "The electrical discharges in Brazil" in high school students' learning. This proposal also aims to promote active learning in investigative and interdisciplinary environment through the development of an Interdisciplinary Island of Rationality (IIR). It also seeks to motivate students to study and understand Science and Mathematics challenging them to an investigative behavior. The research problem met the following question: can the Interdisciplinary Islands of Rationality promote active learning, interdisciplinarity and investigative attitude of high school students, as well as to develop Scientific and Technological Literacy (STL)? In the academic year of 2013, a IIR was applied in the Physics course to a class of third year of high school in a public school in Caxias do Sul, state of Rio Grande do Sul, in the third quarter of the school year as a pilot project and, applied again with the same theme in the first semester of the school year of 2014 with another third grade class of high school in the same school. This work was developed based on the proposal of Gerard Fourez that aims to provide to the students a Scientific and Technological Literacy, considering the need to make scientific contents meaningful for students, as well as useful for their lives. The learning theory chosen to support the evidence of the occurrence of learning by the students due to the application of the methodology was the Theory of Meaningful Learning by David Ausubel. Both in 2013 as in 2014, students demonstrated willingness to learn, actively participating in the activities that were suggested during the development of the IIR. Students had the opportunity to analyze and discuss the main consequences caused by the electrical discharges in Brazil, from the social, economic, environmental and scientific point of view. This phenomenon is in constant study by researchers of our country. Studies of the National Institute for Space Research (INPE) show that 57 million electrical discharges fall per year in Brazil, a world record. The development of the IIR encouraged the investigative behavior and the research, promoting the use of digital technologies and proposing the contextualization and the interdisciplinarity in a simple and natural way, taking into account the previous knowledge of students. They reached the goals of Scientific and Technological Literacy according to the perspective of the methodology, demonstrating mastery of the situation, autonomy in the production of knowledge and good communication of the thought situation. The students attempted to relate the scientific content with the situations experienced in their daily lives. The analysis of the observations and the productions of the students has shown that they were more active and creative in their learning process, managing to appropriate of the content about the theme in an interdisciplinary way. Students also showed evidences of a meaningful learning according to Ausubel's theory.

**Keywords: Islands of rationality, Interdisciplinarity, Active learning, Meaningful learning, Electrical discharges.**

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|          |   |
|----------|---|
| AA       | Aprendizagem Ativa  |
| CPM      | Círculo de Pais e Mestres                                   |
| DCNEM    | Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio       |
| ELAT     | Grupo de Eletricidade Atmosférica                           |
| ENEM     | Exame Nacional do Ensino Médio                              |
| IIR      | Ilha Interdisciplinar de Racionalidade                      |
| INPE     | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais                   |
| MEC      | Ministério da Educação e Cultura                            |
| OCEM     | Orientações Curriculares para o Ensino Médio                |
| PBL      | Problem Based Learning ou Aprendizagem Baseada em Problemas |
| PCN      | Parâmetros Curriculares Nacionais                           |
| POL      | Project Based Learning ou Aprendizagem Baseada em Projetos  |
| ProInfo  | Programa Nacional de Tecnologia Educacional                 |
| RS       | Rio Grande do Sul   |
| SEDUC RS | Secretaria de Educação do Estado do Rio Grande do Sul       |
| SOE      | Serviço de Orientação Escolar                               |
| SSE      | Serviço de Supervisão Escolar                               |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>RESUMO .....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>   | <b>8</b>  |
| <b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>12</b> |
| <b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>   | <b>19</b> |
| <b>3.1. Aprendizagem Ativa e Significativa dos estudantes .....</b>   | <b>20</b> |
| <b>3.2. Interdisciplinaridade e o papel do professor no contexto atual.....</b>   | <b>28</b> |
| <b>3.3. As Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade e a Alfabetização Científica .....</b>   | <b>31</b> |
| <b>3.3.1. Etapas da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR).....</b>   | <b>36</b> |
| <i>3.2.1. O “clichê” da situação estudada.....</i>  | <i>38</i> |
| <i>3.2.2. O panorama espontâneo .....</i>   | <i>38</i> |
| <i>3.2.3. Consulta a especialistas e especialidades .....</i>   | <i>38</i> |
| <i>3.2.4. Indo à prática.....</i>   | <i>39</i> |
| <i>3.2.5. Abertura aprofundada de uma ou outra caixa-preta e descoberta dos princípios disciplinares que formam a base de uma tecnologia.....</i> | <i>39</i> |
| <i>3.2.6. Esquematização global da situação pensada .....</i>   | <i>39</i> |
| <i>3.2.7. Abertura de certas caixas-pretas sem a ajuda de especialistas.....</i>  | <i>39</i> |
| <i>3.2.8. Síntese da ilha de racionalidade produzida.....</i>   | <i>40</i> |
| <b>3.4 A utilização das tecnologias digitais na Educação .....</b>  | <b>42</b> |
| <b>3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>   | <b>47</b> |
| <b>4.1. O Percurso Metodológico .....</b>   | <b>47</b> |
| <b>4.2. O Contexto .....</b>  | <b>50</b> |
| <b>4.3. A aplicação da metodologia “Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade” em torno do tema “As descargas elétricas no Brasil” .....</b>      | <b>50</b> |
| <b>4.4. Aplicação do projeto-piloto no ano de 2013.....</b>   | <b>52</b> |
| <b>4.2. Aplicação da metodologia IIR no ano de 2014 .....</b>   | <b>55</b> |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>  | <b>62</b> |
| <b>5.1. Introdução.....</b>   | <b>62</b> |
| <b>5.2. Resultados do desenvolvimento da IIR no projeto-piloto .....</b>  | <b>64</b> |

|  |            |
|--|------------|
| 5.1.1. Etapa de motivação - Apresentação da proposta .....                               | 65         |
| 5.1.2. Etapa 1 - Elaboração do clichê da situação estudada .....                         | 67         |
| 5.1.3. Etapa 2 - Elaboração do panorama espontâneo .....                                 | 71         |
| 5.1.4. Etapa 3 - Consulta aos especialistas e às especialidades .....                    | 73         |
| 5.1.5. Etapa 4 - Indo à prática.....   | 74         |
| 5.1.6. Etapa 5 - Abertura aprofundada de caixas-pretas .....                             | 75         |
| 5.1.7. Etapa 6 - Esquematização da situação pensada.....                                 | 76         |
| 1.8. Etapa 7 - Abrir algumas caixas-pretas sem a ajuda de especialistas .....            | 78         |
| 5.1.9. Etapa 8 - Elaborando uma síntese da “Ilha de Racionalidade”: O produto final..... | 78         |
| <b>5.2. Resultados do Desenvolvimento da IIR de 2014 .....</b>                           | <b>82</b>  |
| 5.2.1. Etapa de motivação - Apresentação da proposta .....                               | 83         |
| 5.2.2. Etapa 1 - Elaboração do clichê da situação estudada .....                         | 85         |
| 5.2.3. Etapa 2 - Elaboração do panorama espontâneo .....                                 | 90         |
| 5.2.4. Etapa 3 - Consulta aos especialistas e às especialidades .....                    | 93         |
| 5.2.5. Etapa 4 - Indo à prática.....   | 94         |
| 5.2.6. Etapa 5 - Abertura aprofundada de caixas-pretas .....                             | 95         |
| 5.2.7. Etapa 6 - Esquematização da situação pensada.....                                 | 96         |
| 5.2.8. Etapa 7 - Abertura de algumas caixas-pretas sem a ajuda de especialistas.....     | 99         |
| 5.2.9. Etapa 8 - Elaborando uma síntese da “Ilha de Racionalidade”: O produto final..... | 100        |
| <b>5. PRODUTO FINAL .....</b>  | <b>110</b> |
| <b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>   | <b>112</b> |
| <b>7. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS .....</b>   | <b>118</b> |
| <b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>   | <b>119</b> |
| <b>APÊNDICE I .....</b>  | <b>124</b> |
| <b>APÊNDICE II.....</b>  | <b>126</b> |
| <b>APÊNDICE III .....</b>  | <b>127</b> |
| <b>APÊNDICE IV .....</b>   | <b>129</b> |
| <b>ANEXO I.....</b>  | <b>131</b> |
| <b>ANEXO II.....</b>   | <b>134</b> |
| <b>ANEXO III.....</b>  | <b>135</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

Vivemos em uma época em que as mudanças estão acontecendo de forma acelerada em todos os ambientes da sociedade. Com a educação não poderia ser diferente, pois é um ambiente formal, o qual reflete em grande parte o que ocorre na sociedade, da qual ele faz parte. No Brasil, um dos principais desafios hoje é melhorar a qualidade da educação. São diversas as propostas pedagógicas e as reestruturações nos projetos políticos pedagógicos, nos currículos e no material didático. Também são muitas as ações para que a educação acompanhe o ritmo da evolução e atenda, com qualidade, a comunidade escolar, que é bastante diversificada. No que diz respeito à educação básica, mudanças também ocorrem, principalmente em relação aos processos de avaliação, onde a cada ano é demandado dos professores que a porcentagem de estudantes aprovados seja maior, independentemente da qualidade e pertinência dos processos avaliativos. Estas mudanças vão na contramão da busca pela qualidade da educação.

Percebemos que, apesar da necessidade de melhorias nas ações didáticas, ainda há uma grande resistência por parte dos educadores à utilização, por exemplo, de recursos tecnológicos e da pesquisa<sup>1</sup> como um comportamento investigativo, e à prática interdisciplinar nas escolas. Segundo Fiolhais e Trindade (2003), tanto as ferramentas computacionais emergentes como os desenvolvimentos mais recentes das teorias de aprendizagem têm contribuído para viabilizar algumas mudanças na educação. Nesse contexto, o planejamento das ações didáticas, ou seja, o processo de ensino e aprendizagem, as metodologias utilizadas pelo professor e a forma com que este conduz suas aulas podem ser apoiados por recursos tecnológicos, favorecendo a ocorrência de uma aprendizagem significativa e a construção do conhecimento do estudante.

O momento atual requer mais que um modelo tradicional de ensino, isto é, de aprendizagem mecânica, onde o estudante apenas recebe informações para repetí-las depois exatamente como as recebeu. Acredita-se que o estudante, da contemporaneidade, deve

---

<sup>1</sup> A pesquisa dos estudantes a que nos referimos nesse trabalho não se caracteriza por uma pesquisa científica, que, de acordo com Lüdke e André (1986), é muito bem explicada por Pedro Demo (1981). Na pesquisa científica é preciso promover o confronto entre os dados, as evidências, as informações coletadas sobre determinado assunto e o conhecimento teórico acumulado a respeito dele. Para caracterizar a pesquisa feita pelos estudantes utilizamos alguns termos como, pesquisa investigativa, investigação e comportamento investigativo, que representa a consulta bibliográfica, na internet, em jornais e revistas com o objetivo de coletar informações para a sistematização do conhecimento.

aprender, diante de tantas competências exigidas (éticas, políticas e técnicas), a gerenciar seu processo de formação (MITRE, 2008). O professor necessita de conhecimentos e estratégias que vão além de sua formação inicial, ou seja, ele necessita de uma formação continuada, que implica na continuidade da formação profissional, proporcionando novas reflexões sobre suas ações, e novos meios para desenvolver e aprimorar o trabalho pedagógico. Esta formação continuada deve ser um processo de construção permanente do conhecimento e desenvolvimento profissional, a partir da formação inicial, para assim construir uma prática pedagógica interdisciplinar, voltada para a pesquisa, para o uso de tecnologias e novas metodologias (FREITAS, 2002).

Assim, conscientizamo-nos da necessidade do professor repensar o processo de ensino e aprendizagem, buscando compreender seu papel na sala de aula. O professor deve permitir ao estudante ser mais ativo, dando-lhe a oportunidade de construir conhecimentos significativos.

Essas demandas se tornam ainda mais desafiadoras quando se leva em consideração o ensino de Ciências. Segundo Krasilchik (2000), na medida em que a Ciência e a Tecnologia foram reconhecidas como essenciais no desenvolvimento econômico, cultural e social, o ensino das Ciências em todos os níveis foi também crescendo de importância, sendo objeto de inúmeros movimentos de transformação da educação.

Podemos encontrar nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) (BRASIL, 2006) que:

A escola, ao definir seu projeto pedagógico, deve propiciar condições para que o educando possa conhecer os fundamentos básicos da investigação científica; reconhecer a ciência como uma atividade humana em constante transformação, fruto da conjunção de fatores históricos, sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos, e, portanto, não neutra; compreender e interpretar os impactos do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade e no ambiente (BRASIL, 2006, p. 20).

Nesta mesma direção, Nehring et al (2002) defende que a falta de relação entre o conteúdo transmitido e o cotidiano faz com que os estudantes tenham um menor engajamento em um ensino para o qual não vêem muito significado. Esses autores afirmam ainda que, para haver interesse por parte dos estudantes pelo conhecimento científico, o mesmo deve ser trabalhado de maneira que possa servir para interpretar e solucionar situações cotidianas.

As OCEM também preconizam o enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) (BRASIL, 2006):

Esse enfoque possibilita a discussão da relação entre os pólos que a sigla designa e a relevância de aspectos tecnocientíficos em acontecimentos sociais significativos. Envolve ainda reflexões no campo econômico e sua articulação com o desenvolvimento tecnológico e científico. É uma perspectiva baseada em argumentos para a promoção da alfabetização científica entre a população em geral (BRASIL, 2006, pp. 62-63).

Segundo Chassot (2000), é necessário que mudemos a prática pedagógica e a coragem para promover esta mudança é fundamental. Para nós educadores a busca de alternativas para oferecer uma alfabetização científica aos indivíduos e torná-los mais críticos é um desafio. A educação deve promover no indivíduo a capacidade de relacionar o conhecimento científico com as situações vivenciadas por ele em seu cotidiano e também a habilidade de pensar nas diversas alternativas para a solução de um problema. Tais competências são exercidas nas esferas social e cultural e são condições para o exercício da cidadania em um contexto democrático.

As OCEM (BRASIL, 2006) também apontam que:

Deve-se tratar a tecnologia como atividade humana em seus aspectos prático e social, com vistas à solução de problemas concretos. Mas isso não significa desconsiderar a base científica envolvida no processo de compreensão e construção dos produtos tecnológicos.

A tão falada metáfora da alfabetização científica e tecnológica aponta claramente um dos grandes objetivos do ensino das ciências no nível médio: que os estudantes compreendam a predominância de aspectos técnicos e científicos na tomada de decisões sociais significativas e os conflitos gerados pela negociação política (BRASIL, 2006, p. 47).

Para isso, devemos considerar a competência investigativa do estudante, a contextualização e a interdisciplinaridade relacionadas às situações problema a partir do cotidiano do estudante.

A necessidade de tornar os conteúdos científicos escolares dotados de significado, de torná-lo útil para a vida do estudante, bem como de discutir o papel das ciências e das tecnologias na sociedade contemporânea, tornou-se uma questão muito importante no cenário educacional nos últimos anos (FOUREZ, 2002 apud PIETROCOLA; PINHO ALVES; PINHEIRO, 2003).

Nesse contexto, a metodologia denominada "Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR)" de Gerard Fourez (FOUREZ, 1997), tem como objetivo promover nos estudantes uma Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), e vem ao encontro do que é defendido pelas OCEM (BRASIL, 2006) e por diversos autores (BETTANIN, 2003; NEHRING et al, 2002; SCHMITZ e PINHO-ALVES, 2005; PIETROCOLA et al, 2003, LAVAQUI e BATISTA, 2007; PRESTES e SILVA, 2009):

A ACT visa a proporcionar ao estudante certa autonomia para negociar sobre assuntos da ciência e da tecnologia, e certo manejo do ambiente para saber fazer e poder fazer, e tem como alternativa metodológica, envolvendo aspectos pedagógicos e epistemológicos, a elaboração de "Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade". Estas consistem em representações de determinadas situações precisamente localizadas que, com a utilização dos saberes de diversas disciplinas, procuram manter o mundo com sua complexidade e submetem o conhecimento teórico a projetos práticos, convidando o estudante a explorar seu mundo por meio da Física, e não apenas adentrar no mundo da Física (BRASIL, 2006, pp. 63-64).

As Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade podem criar condições favoráveis para que os estudantes superem a visão das ciências, das tecnologias e da pesquisa investigativa como elementos separados uns dos outros e passem a vê-los de forma integrada. As IIR também podem contribuir para a ocorrência de uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes. Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem significativa envolve principalmente a aquisição de novos significados. Para o autor a aprendizagem por recepção, por exemplo, envolve principalmente, a aquisição de novos significados a partir do material de aprendizagem apresentado, e este exige um mecanismo de aprendizagem significativa e requer a apresentação de material potencialmente significativo para o aprendiz.

Ausubel (2003) esclarece sobre o material de aprendizagem que:

O material de aprendizagem deve estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória), não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante, possuindo significado lógico. A estrutura cognitiva particular do estudante deve conter ideias ancoradas relevantes, com as quais se possam relacionar o novo material. As interações entre os novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dão origem a significados verdadeiros ou psicológicos. Segundo o autor, devido à estrutura cognitiva de cada estudante ser única, todos os novos significados adquiridos também serão obrigatoriamente únicos (AUSUBEL, 2003, p. 01).

O professor assume o papel de mediador em sala de aula para promover uma aprendizagem significativa, onde o estudante por meio de um comportamento investigativo se torna mais ativo no processo de ensino e aprendizagem.

Neste trabalho, propomos a construção de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, de modo a, por meio de tal metodologia, possibilitar ao estudante o comportamento investigativo em ambiente interdisciplinar, apoiado por recursos tecnológicos, nas disciplinas de Física e de “Seminário Integrado”. Este trabalho vai ao encontro da Proposta Curricular do Estado do Rio Grande do Sul, que foi construída levando-se em consideração o Plano de Governo do estado no período 2011-2014, e também vai ao encontro da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (lei número 9.394/96) e da Resolução sobre Diretrizes Curriculares para a Educação Básica emitida pelo Conselho Nacional de Educação (CNE).

Desse modo, a construção da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade se desenvolveu em torno do tema, com estudantes de terceiro ano do Ensino Médio, de uma escola pública estadual de Caxias do Sul, onde os estudantes tiveram a oportunidade de estudar e compreender em algum grau os fenômenos climáticos e atmosféricos associados às descargas elétricas no Brasil, bem como seus aspectos sociais, econômicos, geográficos, históricos, físicos, químicos, biológicos, entre outros, com um olhar especial para o estado do Rio Grande do Sul, a partir de um enfoque interdisciplinar proporcionado pela nova metodologia.

A IIR possibilitou ações intencionais que facilitaram a compreensão das descargas elétricas de maneira contextualizada e interdisciplinar como forma de explicação para um fenômeno natural do mundo em que vivemos, analisando dados de pesquisa sobre as descargas elétricas, por exemplo, como possibilidade de visão da ciência como construção humana.

Em um primeiro momento, a estratégia foi aplicada como projeto-piloto com o terceiro ano do Ensino Médio para capacitação da professora pesquisadora na metodologia. No ano seguinte, a metodologia foi novamente aplicada com o objetivo de verificar os impactos de sua utilização em torno do tema “As descargas elétricas no Brasil”, na aprendizagem de estudantes de Ensino Médio, com uma nova turma de terceiro ano da mesma escola.

O comportamento investigativo dos estudantes auxiliou nas atividades propostas para a disciplina de forma construtiva e interdisciplinar, conscientizando os educadores para uma

maior utilização de novas metodologias e estratégias ativas de aprendizagem e das tecnologias digitais disponíveis nas escolas.

O tema para a construção da IIR foi definido considerando-se que as descargas elétricas são fenômenos particularmente perturbadores do ponto de vista social, econômico, ambiental e científico. Esses fenômenos são considerados comuns, por uma parte da população, no entanto, são objetos de estudos frequentes por pesquisadores do nosso país e do mundo inteiro. Estudos recentes realizados por pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) revelam que 57 milhões de descargas elétricas ocorrem por ano no Brasil, causando em média uma morte a cada três dias. Estes números são um recorde mundial que faz o Brasil ostentar o título de “País dos Raios” (INPE, 2013).

O problema de pesquisa deste trabalho veio ao encontro do seguinte questionamento: As IIR podem promover a aprendizagem ativa, a interdisciplinaridade e a atitude investigativa dos estudantes do Ensino Médio? Atualmente nos deparamos com estudantes que apresentam inúmeras dificuldades de aprendizagem nas Ciências e Matemática. Muitas vezes os mesmos não conseguem apreender os conceitos trabalhados em sala de aula por não ver relação entre esses conteúdos e o seu cotidiano ou por não conseguir aplicá-los no seu dia a dia.

Esse trabalho de pesquisa teve como objetivo geral avaliar a utilização da metodologia “Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade” em torno do tema “As descargas elétricas no Brasil”, na aprendizagem de estudantes de Ensino Médio. Os objetivos específicos são os relacionados a seguir:

- Desenvolver e avaliar a aplicação de uma IIR;
- Identificar evidências da aprendizagem significativa dos estudantes;
- Propor atividades que promovam a colaboração e cooperação entre os estudantes;
- Proporcionar aos estudantes o desenvolvimento da autonomia no processo de aprendizagem, incentivando-os a serem mais ativos na produção do conhecimento;
- Proporcionar aos estudantes uma maior compreensão das descargas elétricas do ponto de vista físico-químico, climatológico, social, econômico e ambiental.
- Criar um website sobre “Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade” disponibilizando as principais informações sobre esta metodologia, referências bibliográficas e o conteúdo deste trabalho de mestrado.

A presente dissertação está organizada de forma que no primeiro momento apresentamos o referencial teórico, onde procuramos destacar alguns aspectos fundamentais

sobre a Aprendizagem Ativa e a Teoria da Aprendizagem Significativa, a Interdisciplinaridade e o papel do professor no contexto atual, as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade e a alfabetização científica e tecnológica, e a utilização de tecnologias digitais na educação.

Na seção seguinte detalhamos os procedimentos metodológicos para a aplicação de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade como proposta por Fourez.

Na sequência temos os resultados de aplicação da metodologia, que se dividem em um relato de experiência da aplicação como um projeto-piloto em 2013 e os resultados da pesquisa no ano letivo de 2014, bem como a reflexão da professora titular da turma sobre a aplicação da metodologia em ambos os anos.

Apresentamos após a seção de resultados e discussão, o produto final da pesquisa como uma ferramenta de apoio pedagógico ao professor que desejar conhecer e desenvolver a metodologia com o mesmo tema ou com outros, as sugestões para trabalhos futuros e as conclusões da pesquisa a partir da análise e reflexão sobre os resultados obtidos na mesma.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nas últimas décadas, o construtivismo segundo Aguiar Jr (1998) foi um dos movimentos que predominaram na educação em geral e, em particular, na pesquisa em ensino de ciências. A imagem de que o conhecimento é ativamente construído pelo aprendiz e não apenas transmitido pelo professor e passivamente apreendido é hoje um lugar comum não apenas entre pesquisadores, mas também no discurso de boa parte dos professores de todas as áreas.

De acordo com Franco (1991), se encararmos o construtivismo como uma teoria na forma de uma receita de bolo, ela se esvaziará e não trará novidades, logo corremos o risco de em geral cairmos em um resultado desastroso. No entanto, se utilizarmos como um instrumento para ajudar o professor a entender a realidade do seu estudante, e a partir deste entendimento passar a criar modos (métodos e técnicas) de agir em sala de aula estaremos resgatando a “teoria” e desenvolvendo a pedagogia do caráter científico.

Embora seja difícil avaliar a extensão das mudanças, é notória a influência desse movimento nas concepções e práticas docentes. O principal impacto das orientações construtivistas está no foco da atenção antes dirigida aos métodos de ensino, entendidos como técnicas capazes de ensinar com eficiência, para os processos de aprendizagem. O olhar do educador dirige-se assim para as potencialidades e as dificuldades dos estudantes em suas interações com os conteúdos escolares (AGUIAR JR, 1998).

A necessidade de se ter processos de aprendizagem com significado para o estudante se torna cada vez maior, onde este se sinta motivado e participe ativamente do processo de ensino e aprendizagem sendo autor de sua história na construção do conhecimento.

Prestes e Silva (2009) apontam que:

Apesar das mudanças sócio-tecnológicas e comportamentais, a maioria dos professores continua ministrando suas disciplinas de forma tradicional. Os cursos são estruturados a partir de conteúdos programáticos organizados de forma seqüencial, fixa, desconectados entre si e distantes da realidade. Uma parte significativa dos professores apresenta dificuldade em desenvolver estratégias didáticas que desenvolvam competências e habilidades, com atividades problematizadoras contextualizadas, utilizando a abordagem de projetos interdisciplinares.

Não podemos nos desprender da era tecnológica e de mudanças aceleradas que vêm ocorrendo, já não conseguimos ter a atenção e interesse dos estudantes por aulas

completamente tradicionais e sem significado real para eles. Temos a percepção que estudar Física no Ensino Médio está sendo, cada vez mais, encarado pelos estudantes como uma “tortura”, e repetidamente nos deparamos com os estudantes preocupados apenas com qual fórmula esse ou aquele exercício poderão ser resolvidos.

Para Masini (2011) a aprendizagem significativa de David Ausubel é uma teoria cognitivista e construtivista sobre o processo de aquisição do conhecimento, que é concebida como processo de compreensão, reflexão e atribuição de significados do sujeito, em interação com o meio social, ao constituir a cultura e por ela ser constituído. Procuramos desta forma, neste trabalho, utilizar as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade como metodologia de ensino apoiada na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Segundo Brooks & Brooks (1997), o professor com procedimentos construtivistas, no sentido mais amplo, se coloca como um dos muitos recursos de onde os estudantes podem aprender, mas não é o recurso mais importante. Para estes autores, os estudantes devem ser envolvidos em experiências que desafiam manifestações prévias do seu conhecimento, as respostas dos estudantes devem ser incentivadas e as aulas elaboradas sobre essas primeiras respostas.

No presente referencial teórico apresentamos em um primeiro momento a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, e as estratégias ativas de aprendizagem como facilitadoras da aprendizagem significativa. Em seguida, discutiremos a interdisciplinaridade no ensino de ciências e matemática e o papel do professor no contexto atual, a construção das IIR de acordo com a ACT, bem como as etapas para o desenvolvimento da metodologia. Para concluir o referencial temos a utilização das tecnologias digitais como recurso de apoio pedagógico e o comportamento investigativo do estudante.

### **3.1. Aprendizagem Ativa e Significativa dos estudantes**

É consenso para muitos autores, que o estudante precisa ser estimulado a estudar, a aprender a aprender (NOVAK e GOWIN, 1999; POZO e FONT, 1999; HOLBROOK e RANNIKMAE, 2007; VILLAS-BOAS et al, 2011). Diversas ações podem fazer despertar no estudante o gosto pelas ciências e pela área tecnológica. Cabe ao educador promover ações que possibilitem estabelecer relações entre o mundo real e o que é ministrado em sala de aula. O estudante precisa aprender que disciplinas como Física, Química, Biologia e Matemática

ajudam a descrever o mundo em que vivem, a conhecer e desvendar as tecnologias existentes e servem de base para tecnologias futuras.

Buscar formas de relacionar, interligar, ou mesmo reformular um conhecimento deve ser hoje o papel da escola e de seus professores, sendo de vital importância levar em consideração o que o estudante já sabe sobre algumas situações, pois, partindo desse conhecimento, podemos apresentar ao estudante como se deu o desenvolvimento das ciências como um todo e a possibilidade de compreensão do mundo em que vivemos.

É importante, nesse cenário, fundamentar estudos e ações voltadas para a capacitação epistemológica e pedagógica do professor. Pode-se dizer que as estratégias pedagógicas de aprendizagem ativa incluem um grande leque de atividades que compartilham o elemento comum de envolver os estudantes em desempenhar tarefas e em pensar criticamente e criativamente a respeito das tarefas que estão desempenhando (BONWELL e EISON apud VILLAS-BOAS et al, 2012).

São diversas as estratégias pedagógicas de aprendizagem ativa que têm sido utilizadas tanto no ensino superior quanto no ensino básico. Dentre elas, podemos citar: Aprendizagem baseada em Problemas ou Problem-based Learning (KOLMOS e DE GRAAFF, 2007), Aprendizagem baseada em Projetos ou Project-oriented Learning (POWELL E WEENK, 2003), que enfatiza o trabalho em equipe, a resolução de problemas e a articulação teoria/prática, através da realização de um projeto que culmina com a apresentação de uma solução/produto a partir de uma situação real, articulada com o futuro contexto profissional.

No contexto das estratégias ativas de aprendizagem que vem sendo utilizadas tanto no ensino superior como na educação básica podemos citar também: Peer Instruction (MAZUR, 1997; MÜLLER, 2013), Think-Pair-Share, In-Class Exercise Teams, Cooperative Note-Taking Pairs, Guided Reciprocal Peer Questioning, Thinking-Aloud Pair Problem Solving, Minute Paper e Just-in-Time Teaching (VILLAS-BOAS et al, 2012).

Considerando que na aprendizagem ativa, o estudante não deve ser meramente um receptor de informações, mas se engajar de maneira ativa na aquisição do conhecimento e que todos nós trazemos de nossa experiência cotidiana um conhecimento científico ou prático, que muitas vezes são deixados de lado na escola, procuramos nos apoiar na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel para embasar a pesquisa e a aplicação da metodologia de ensino denominada "Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade". Por meio

desta metodologia desejamos que o estudante compreenda a disciplina de Física com um olhar voltado não apenas para a dedução e aplicação de fórmulas, mas por meio de recursos e metodologias que facilitem a aprendizagem ativa e significativa do estudante na disciplina, ou seja, mais uma vez como citado nas OCEM (BRASIL, 2006), "convidando o estudante a explorar seu mundo por meio da Física, e não apenas adentrar no mundo da Física".

A aprendizagem significativa de acordo com Moreira (2009) ocorre quando o estudante constrói o conhecimento com todos os seus saberes e conexões mentais e que lhe dá possibilidades de agir e reagir diante da realidade. Não há mais espaço para repetição de conteúdos e sim para contextualização de ideias e conceitos que promoverá a aprendizagem que tenha significado para o estudante, associada ao conhecimento prévio que ele possui.

David Ausubel esclarece sobre a aprendizagem de ciências que:

Aprender ciência significativamente é um processo ativo de construção cognitiva onde o que o estudante já sabe é absolutamente fundamental. E é fundamental porque a aprendizagem significativa de um material qualquer é um processo que consiste numa interação substantiva, não literal e não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) desse material com ideias relevantes existentes previamente na estrutura cognitiva, com as quais esse material se relaciona. (AUSUBEL, 2003, p. 1).

Parece tarefa simples como afirma Moreira (2009) explicar o que Ausubel que dizer com a frase: “aquilo que o estudante já sabe é absolutamente fundamental”. No entanto, não é nada fácil quando nos referimos à teoria da Aprendizagem Significativa, que se refere à estrutura cognitiva do estudante, ou seja, ao conteúdo total e à organização das ideias do indivíduo, ou, no contexto da aprendizagem de um determinado assunto, ao conteúdo e à organização de suas ideias nessa área particular de conhecimentos. Assim, segundo o autor, para que a estrutura cognitiva preexistente influencie e facilite a aprendizagem subsequente é preciso que seu conteúdo tenha sido aprendido de forma significativa, isto é, de maneira não-arbitrária e não literal<sup>2</sup>.

De acordo com Ausubel (2003), os novos significados são o produto de uma interação ativa e integradora entre novos materiais de instrução e ideias relevantes da estrutura de conhecimentos existente do estudante. Para o autor é necessária uma atitude proativa, pois numa conexão uma determinada informação liga-se a um conhecimento de teor

---

<sup>2</sup>Não arbitrária, que quer dizer plausível, sensível e não aleatória. Não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante, ou seja, que possui significado lógico e que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possam relacionar o novo material (AUSUBEL, 2003).

correspondente na estrutura cognitiva do aprendiz; e em uma conexão não literal a aprendizagem da informação não depende das palavras específicas que foram usadas na recepção da informação.

De acordo com Moreira (2009), Ausubel defende que a aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Dizer que uma informação é substantiva, significa dizer que ela complementa o conhecimento já existente, potencializando ou modificando sua abrangência. Essa nova informação vai se relacionar com aspectos relevantes específicos da estrutura cognitiva, o que Ausubel chamou de subsunçores. Os subsunçores são os conhecimentos prévios que podem servir para a incorporação, compreensão e fixação da nova informação.

Moreira (2009) coloca ainda que de acordo com a teoria de Aprendizagem Significativa, quando o conteúdo a ser aprendido não consegue ligar-se a algo já conhecido, ocorre o que Ausubel chama de aprendizagem mecânica, ou seja, quando as novas informações são aprendidas sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Desta forma o estudante decora leis e regras para a prova e esquece após a avaliação.

Promover situações de ensino que levem os estudantes a desenvolver habilidades, resolver problemas e trabalhar com o desconhecido pode ser um caminho que potencializa a aprendizagem significativa. O desenvolvimento de aprendizagens estruturadoras não envolve apenas conceitos, mas habilidades complexas, praticamente inexistentes no meio educacional, bem como um tipo de conhecimento ainda não familiar a uma grande parte de professores e estudantes (BOOTH, VILLAS-BOAS e CATELLI, 2008).

Segundo Ausubel (2003) as condições para que ocorra a aprendizagem significativa do estudante é que o material seja potencialmente significativo e que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar, de maneira substantiva e não-arbitrária, o novo material, potencialmente significativo à sua estrutura cognitiva, ou seja, que o aprendiz manifeste uma disposição para aprender.

Ausubel ainda esclarece:

É a própria não arbitrariedade deste processo que lhes permite utilizar os conhecimentos adquiridos anteriormente como verdadeiros critérios para interiorizar e tornar compreensíveis vastas quantidades de novos significados de palavras,

conceitos e proposições, com relativamente pouco esforço e poucas repetições. Devido a este fator de não arbitrariedade, o significado potencial de novas ideias como um todo pode relacionar-se a significados estabelecidos na estrutura cognitiva (conceitos, fatos e princípios) como um todo para produzirem novos significados (AUSUBEL, 2003, p. 81).

A existência de subsunçores específicos, na estrutura cognitiva, é um dos pré-requisitos para que o material seja potencialmente significativo (MOREIRA 2009), o que, por sua vez, é uma das duas condições para a ocorrência da aprendizagem significativa. Subsunçores são conceitos, ideias, proposições já existentes na estrutura cognitiva do estudante e que podem servir de "ancoradouro" para uma nova informação, de forma que adquira significado para o estudante. Pode-se, então, dizer que a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação "ancora-se" em conceitos relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva do estudante.

Ao incorporar essa nova informação, os subsunçores sofrem alterações, permitindo que novas informações possam, no futuro, fazer parte da estrutura cognitiva do mesmo. Dessa forma, a estrutura cognitiva é uma estrutura hierárquica de subsunçores que são abstrações da experiência do indivíduo (MOREIRA e MASINI, 2001).

Pode ocorrer também segundo Moreira (2009) de o estudante não apresentar os subsunçores, ou apresentá-los de forma limitada ou pouco desenvolvida. Quando isto acontece, ou seja, os subsunçores não se fazem presentes, eles são adquiridos por meio da aprendizagem mecânica, em que as informações são aprendidas com interação mínima, ou mesmo sem interação, com conceitos relevantes da estrutura cognitiva e, com o tempo, vão se tornando mais elaborados, propiciando o surgimento da aprendizagem significativa.

Ausubel define aprendizagem mecânica (ou automática) como sendo aquela em que novas informações são aprendidas praticamente sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem se ligarem a conceitos subsunçores específicos. A nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com aquela que já existe na estrutura cognitiva e pouco contribui para sua elaboração e diferenciação (MOREIRA, 2009).

Nesse contexto, podemos nos referir ao simples processo de memorização de fórmulas na disciplina de Física como um exemplo de aprendizagem mecânica em nossas escolas. Então nos perguntamos muitas vezes: o que é que nós queremos ensinar aos nossos estudantes? O que é que nossos estudantes querem aprender? São duas questões intrigantes

para nós, professores, pois boa parte dos educadores entra em uma sala de aula sabendo o que irá trabalhar e quais estratégias utilizar para atingir os objetivos planejados, porém ainda há quem pense que seu conhecimento seja suficiente para ministrar aulas com eficiência (MORETTO, 2007).

Como educadores queremos uma construção ativa e significativa da aprendizagem, possibilitando o desenvolvimento de competências e habilidades dos nossos estudantes. Queremos que eles tenham capacidade de argumentação, leitura e escrita, que sejam questionadores, saibam resolver problemas, tenham criatividade e pensamento crítico, um bom raciocínio lógico e facilidade para trabalhar em equipe, que valorizem as relações interpessoais e se desenvolvam intelectualmente.

A escola vem sofrendo diversas transformações e o professor perdeu seu papel de transmitir um dado conhecimento. Apesar de existirem muitas resistências a isto, nossos estudantes querem perguntar suas dúvidas, sugerir, opinar, ou seja, participar ativamente do processo de ensino-aprendizagem (BONWELL e EISON apud VILLAS-BOAS et al, 2012).

Porém para que uma aprendizagem ativa possa ocorrer (BONWELL E EISON, 1991 apud NERI DE SOUZA, 2009) são consideradas cinco características principais:

- i. Os estudantes estão empenhados na aula e não são somente ouvintes;
- ii. É colocada menor ênfase na transmissão de informações e maior ênfase no desenvolvimento das capacidades dos estudantes;
- iii. Os estudantes estão envolvidos em pensamentos de elevado nível cognitivo tais como análise, síntese e avaliação;
- iv. Os estudantes estão envolvidos em atividades tais como ler, discutir e escrever;
- v. É colocada grande ênfase na exploração de valores e atitudes.

A arte e a ciência de formular perguntas são habilidades importantes que o homem desenvolveu até hoje. O questionamento está na base da habilidade humana (POSTMAN e WEINGARTNER apud NERI DE SOUZA, 2009).

Contudo, paremos para pensar: quais são as oportunidades que damos aos nossos estudantes para que eles possam questionar, perguntar sobre suas dúvidas? Por meio das características da aprendizagem ativa (BONWELL e EISON apud VILLAS-BOAS et al, 2012), começamos a pensar nas estratégias e metodologias que utilizamos em nossas aulas e o que poderíamos fazer para que os estudantes se interessem pelas situações de ensino-aprendizagem que estamos propondo e que estas tivessem algum significado para eles.

Para Mitre (2008), o estudante precisa assumir um papel cada vez mais ativo, ter disposição para a aprendizagem, descondicionando-se da atitude de mero receptor de conteúdos, buscando efetivamente conhecimentos relevantes aos problemas e aos objetivos da aprendizagem. Iniciativa criadora, curiosidade científica, espírito crítico reflexivo, capacidade para autoavaliação, cooperação para o trabalho em equipe, senso de responsabilidade, ética e sensibilidade na assistência são características fundamentais a serem desenvolvidas em seu perfil.

Na aprendizagem significativa (MOREIRA, 1999), o principal papel do professor não é dar aulas, mas provocar a aprendizagem. O professor deve confiar na capacidade do estudante de organizar sua própria aprendizagem (compreender e refletir), de criar novas relações. O conhecimento prévio do estudante é a chave para a aprendizagem significativa. Para aprender significativamente é preciso ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e com isso ser capaz de relacionar e associar novos conteúdos. Os conhecimentos prévios devem ser valorizados para que se possam construir estruturas mentais, que permitam descobrir e redescobrir outros conhecimentos, caracterizando uma aprendizagem prazerosa e eficaz.

Sendo o conhecimento prévio do estudante o fator mais importante para a ocorrência da aprendizagem significativa, o professor deve, segundo a teoria de Ausubel, descobrir o que o estudante já sabe para basear o seu ensino, considerando que precisa saber onde quer chegar para decidir quais atividades serão desenvolvidas, de acordo com o método a ser aplicado e quais os recursos necessários para que tais conhecimentos prévios sejam considerados.

O mecanismo de avaliação adequado à prática proposta também é importante para atingir os objetivos do planejamento, que para Moretto (2007), é o que o professor espera que a turma aprenda em determinadas condições e em um determinado período ou tempo de ensino, de acordo com o que o professor pretende trabalhar, fazendo com que o estudante tenha a capacidade de construir o conhecimento, através de uma aprendizagem ativa.

Moreira (2009) esclarece sobre os tipos de aprendizagem significativa:

Sobre a aprendizagem significativa é importante esclarecer que existem três tipos de aprendizagem que são: representacional, de conceitos e proposicional. A primeira envolve a aquisição de significados para símbolos unitários (tipicamente, palavras) e é básica para outras duas. Estas podem ser do tipo subordinada, quando o novo conceito ou proposição é assimilado por conceitos ou proposições superordenados específicos, existentes na estrutura cognitiva; superordenada, quando o novo conceito ou proposição emerge do relacionamento de significados de ideias

preexistentes na estrutura cognitiva e passa a assimilá-las; combinatória, quando a nova informação não se relaciona especificamente a ideias subordinadas, ou superordenadas, e sim, de uma maneira geral, com um conteúdo amplo relevante, existente na estrutura cognitiva. A aprendizagem subordinada, por sua vez, pode ser derivativa, quando a nova informação, simplesmente exemplifica ou ilustra o subsunçor ou correlativa, quando o amplia, elabora ou modifica (MOREIRA, 2009, p. 27).

De acordo com Moreira (2009) além dos três tipos de aprendizagem significativa classificados por Ausubel, também temos dois processos da dinâmica da estrutura cognitiva que no ensino transformam-se em princípios facilitadores da aprendizagem significativa: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

O primeiro princípio facilitador da aprendizagem significativa é a diferenciação progressiva que para Moreira (1999) ocorre quando um novo conceito ou proposição é ancorado em um conceito pré-existente, que leva à diferenciação progressiva do mesmo. Em palavras mais simples a diferenciação progressiva ocorre quando algo novo, um conceito, conhecimento é ancorado a algo que o estudante já sabe, ou seja, este novo conceito consegue se ancorar a um conhecimento prévio do estudante de forma progressiva, aos poucos. Já o segundo princípio facilitador da aprendizagem significativa é a reconciliação integrativa que, para o autor, ocorre quando existe uma reorganização de conceitos aprendidos, gerando novos significados e relacionando conceitos entre si.

Moreira (2009) afirma ainda sobre os princípios facilitadores da aprendizagem significativa que:

A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são processos relacionados que ocorrem à medida que a aprendizagem significativa acontece. Na aprendizagem subordinada, a ocorrência da assimilação (subsunção) conduz à diferenciação progressiva do conceito ou proposição subsunçor. Na aprendizagem superordenada (e na combinatória), à medida que novas informações são adquiridas, elementos já existentes na estrutura cognitiva podem ser percebidos como relacionados, podem ser reorganizados e adquirir novos significados. Este rearranjo de elementos existentes na estrutura cognitiva é conhecido como reconciliação integrativa (MOREIRA, 2009, p.27).

Procuramos durante a pesquisa identificar as manifestações prévias dos estudantes para mais tarde mostrar evidências da aprendizagem significativa de Ausubel por meio dos princípios facilitadores de tal aprendizagem, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Nesse contexto, nos propomos a verificar se os estudantes conseguiram ancorar

aos conhecimentos prévios já existentes na estrutura cognitiva os novos conceitos discutidos e trabalhados durante o desenvolvimento da metodologia utilizada.

### **3.2. Interdisciplinaridade e o papel do professor no contexto atual**

Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1999) e as OCEM (BRASIL, 2006) o ensino de ciências deixa de ser centrado unicamente no conhecimento e passa a ser orientado pela construção de competências e habilidades, articuladas nas áreas de representação e comunicação, investigação e compreensão, e contextualização sócio-cultural, tendo como eixos norteadores a interdisciplinaridade e a própria contextualização. Para facilitar o trabalho em uma perspectiva interdisciplinar, as disciplinas que têm objetos de ensino comuns foram agrupadas em três áreas de conhecimento e suas respectivas tecnologias: Linguagens e códigos; Ciências da Natureza e Matemática, e Ciências Humanas.

As OCEM, Brasil (2006) trazem sobre a perspectiva interdisciplinar que:

A necessidade de pensar sob uma perspectiva interdisciplinar surge da contextualização como recurso didático que serve para problematizar a realidade vivida pelo estudante, extraí-lo de seu contexto e projetá-lo para a análise. Ou seja, consiste em elaborar uma representação do mundo para melhor compreendê-lo. Essa é uma competência crítico-analítica que não se reduz à mera utilização pragmática do conhecimento científico. Essa competência crítico-analítica de representação da realidade não é disciplinar, não se insere em uma única disciplina, já que seu objetivo de investigação é mais complexo (BRASIL, 2006, p. 51).

Nesse contexto, poderíamos dizer que promover a interdisciplinaridade nas escolas, depende de ações intencionais do professor por meio de um planejamento de atividades que propicie a colaboração e cooperação dos estudantes. Para Lavaqui e Batista (2007) promover a interdisciplinaridade não significa apenas a elaboração de um currículo interdisciplinar, mas sim a inserção de momentos específicos no “amplo ato de ensinar e aprender”, pois a realização de um trabalho interdisciplinar se localizaria no interior de um processo que prevê e mantém a adoção de enfoques disciplinares, articulados coerentemente entre o conhecimento disciplinar e interdisciplinar.

A característica fundamental da atitude interdisciplinar é a ousadia da busca, da pesquisa, é a transformação da insegurança num exercício do pensar, num construir e reconhece que a solidão de uma insegurança inicial e individual, que muitas vezes marca o pensar interdisciplinar, pode transmutar-se na troca, no diálogo, no aceitar o pensamento do outro (FAZENDA, 1991, p. 18).

A interdisciplinaridade tem suas raízes na História da ciência moderna, sobretudo a partir do século XX, e de acordo com Fazenda (1991) é necessário transformar a atitude, ousar na busca, mudar o olhar, quando tratamos de construção do conhecimento e do processo de ensino e aprendizagem. Uma vez que o professor assume o papel de mediador do conhecimento, utilizando-se da interdisciplinaridade em sala de aula, isto não significa que ele necessite conhecer todas as áreas do conhecimento igualmente, mas ter a iniciativa de criar estratégias e utilizar metodologias que envolvam múltiplos conhecimentos.

Para Coelho e Haguenaer (2010), o cenário atual requer a superação do método da transmissão de conhecimentos do professor para o estudante, além da ruptura da segmentação e do fracionamento para a busca de um ensino mais contextualizado e, por conseguinte, mais adequado às exigências do mundo do trabalho. Nesse contexto de transformações, observa-se, ainda, por parte de muitos professores, um perfil muito conservador e uma forte resistência ao novo. Segundo Perrenoud (2000), isso é proveniente de uma série de fatores, dentre os quais, o fato de que a maioria dos professores foi formado em uma perspectiva individualista e auto-suficiente.

Para Ricardo e Zylbersztajn (2008) a interdisciplinaridade e a contextualização são eixos norteadores de um currículo por competências, conforme preconizado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM). A contextualização está associada a uma aprendizagem que tenha sentido para o estudante e se recomenda o trabalho, a cidadania, o corpo, a saúde e o meio ambiente como contextos principais, embora maior ênfase seja dada ao trabalho.

A nova proposta curricular para Ensino Médio do estado do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2011) pretende ir além da mera continuidade do Ensino Fundamental ou concluir a etapa final da educação básica. A iniciativa é de um Ensino Médio que contemple a qualificação, a articulação com o mundo do trabalho e práticas produtivas, com responsabilidade e pensamento crítico para a vida no contexto social. A proposta se constitui por um Ensino Médio politécnico que tem por base a sua concepção na dimensão da politecnicidade, constituindo-se na articulação das áreas de conhecimento e suas tecnologias: cultura, ciência, tecnologia e trabalho enquanto princípio educativo. A execução desta proposta requer uma formação interdisciplinar, partindo do conteúdo social, passando pelos conteúdos formais na perspectiva da solidariedade e da valorização da dignidade humana. A

proposta é de uma aprendizagem significativa para o estudante e de igualdade de condições para todos, diminuindo os índices de reprovação e evasão escolar.

Esta nova proposta curricular para Ensino Médio (RIO GRANDE DO SUL, 2011), coloca como a interdisciplinaridade deve se apresentar no ensino:

A interdisciplinaridade se apresenta como um meio, eficaz e eficiente, de articulação do estudo da realidade e produção de conhecimento com vistas à transformação. Traduz-se na possibilidade real de solução de problemas, posto que carrega de significado o conhecimento que irá possibilitar a intervenção para a mudança de uma realidade. O trabalho interdisciplinar, como estratégia metodológica, viabiliza o estudo de temáticas transversalizadas, o qual alia a teoria e prática, tendo sua concretude por meio de ações pedagógicas integradoras. Tem como objetivo, numa visão dialética, integrar as áreas de conhecimento e o mundo do trabalho (RIO GRANDE DO SUL, 2011, p. 19).

Para que seja possível repensar o processo de ensino e aprendizagem, em uma perspectiva interdisciplinar e contextualizada, o professor deve compreender que ele é o mediador entre o conteúdo e a sala de aula, onde o estudante constrói seu próprio conhecimento de forma ativa e significativa. Nesse ato de repensar o processo o professor precisa estar consciente que o seu aperfeiçoamento deva ser constante para facilitar essa mediação. O aperfeiçoamento é de fundamental importância também para que o professor identifique a melhor forma de avaliar o conhecimento, que o próprio estudante construiu em sala de aula.

Quanto ao papel do professor no processo de ensino e aprendizagem e o seu constante aperfeiçoamento, Oliveira e Chadwick (2001) esclarecem que:

O professor é o elemento fundamental para assegurar o ambiente em que o estudante desenvolve sua motivação intrínseca. O professor é o responsável para conduzir sua classe de maneira que a aula se torne agradável e motivadora. Ele deve estar sempre em constante aperfeiçoamento, dominar o conteúdo, gostar realmente do que está fazendo, ser um desafiador, ter uma boa formação, estar sempre aberto a diálogos entre outros, pois quando os estudantes aprendem devido a sua curiosidade, interesse, o desejo de enfrentar novos desafios, eles ficam satisfeitos com o processo educacional (OLIVEIRA e CHADWICK, 2001, p. 60).

O ensino é um conjunto de atividades sistemáticas cuidadosamente planejadas, nas quais o professor e o estudante compartilham parcelas cada vez maiores de significados com relação aos conteúdos do currículo escolar e é o professor que guia as ações para que o estudante participe de tarefas ou atividades que facilitem aproximar-se cada vez mais daquilo

que a escola tem para ensinar. O professor atua como agente mediador entre indivíduo e sociedade, e o estudante como aprendiz social (COLL, 1999).

Em uma perspectiva construtivista, em que o conhecimento não é repassado, mas construído a partir das experiências individuais de cada estudante, o professor é o mediador, ou seja, é ele quem motiva, auxilia e ativa a criação de oportunidades para que seus estudantes realizem seus objetivos e tenham uma experiência produtiva (COELHO & HAGUENAUER, 2010). Assim, cabe ao professor a responsabilidade pela seleção de conteúdos que deve fazer sentido, ter significado. O professor também é responsável pela promoção da interdisciplinaridade que, para Fazenda (2008), conduz a uma metamorfose que pode alterar completamente o curso dos fatos em educação, pode transformar o sombrio em brilhante e alegre, o tímido em audaz, e o arrogante e a esperança em possibilidade.

Segundo as DCNEM, a interdisciplinaridade serve para evitar a compartimentalização dos saberes e tem um caráter instrumental quando se pensa nos saberes das disciplinas para a resolução de problemas concretos ou na compreensão de fenômenos.

### **3.3. As Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade e a Alfabetização Científica**

As Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade foram propostas por Gerard Fourez (1997) com a perspectiva de proporcionar aos indivíduos uma Alfabetização Científica e Tecnológica. Uma IIR nada mais é do que um modelo interdisciplinar. A construção de tais modelos é essencial, seja para compreender as situações, as tecnologias, os conceitos científicos e as ideias que nos rodeiam, seja para atuar frente a eles. Uma IIR visa produzir uma representação teórica apropriada em uma situação precisa e em função de um projeto determinado, ou seja, inventa-se uma modelização simples e adequada para o projeto que se está desenvolvendo. Para essa modelização são usados conhecimentos de diversas disciplinas e também os saberes da vida cotidiana (FOUREZ, 1997, p.69).

É nessa perspectiva que Fourez (1997) propõe a construção de uma IIR, na busca de uma Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), como sendo uma metodologia pedagógica para lidar com o ensino, capaz de cruzar saberes oriundos de várias disciplinas e conhecimentos da vida cotidiana, criando um modelo apropriado para representar uma dada situação. Fourez considera que a ACT é definida por um contexto no qual os saberes científicos procuram gerar alguma autonomia, possibilitando que o aprendiz tenha capacidade

para negociar suas decisões, alguma capacidade de comunicação e algum domínio e responsabilidade frente às situações concretas. Assim, a elaboração de modelos interdisciplinares para representar as situações cotidianas pode ser uma solução para os problemas encontrados no ensino de ciências.

Como mencionado anteriormente na seção introdutória desta dissertação, a ACT visa proporcionar ao estudante certa autonomia para negociar sobre assuntos da ciência e tecnologia, e certo manejo do ambiente para saber fazer e poder fazer, e tem como alternativa metodológica, envolvendo aspectos pedagógicos e epistemológicos, a elaboração de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade que consistem em representações de determinadas situações precisamente localizadas que, com a utilização dos saberes de diversas disciplinas, procuram preservar o mundo com sua complexidade, e submetem o conhecimento teórico a projetos práticos, convidando o estudante a explorar seu mundo por meio da Física (BRASIL, 2006, p. 63).

De acordo com Bettanin (2003), a proposta de ACT, surge da necessidade de desenvolver certa familiaridade com relação às ciências e à tecnologia para viver no mundo de hoje. Por outro lado, surge também como uma resposta à crise do ensino tradicional das ciências, que se mostra ineficiente, principalmente para os estudantes que não seguem uma carreira científica. Neste sentido, consideramos a ACT como uma tentativa de renovação do ensino de ciências, bastante atraente e promissora.

Para Fourez (1997) o que deve ser objeto de uma ACT não é uma série de conhecimentos particulares precisos, mas um conjunto global que permita ao estudante orientar-se e compreender-se no nosso universo. O autor defende que o processo de ensino e aprendizagem de conhecimentos científicos deve obedecer a critérios que tenha significado e utilidade para o estudante. E para que o estudante tenha capacidade de negociar é necessário que tenha autonomia com relação ao conhecimento, para que seja capaz de tomar decisões razoáveis frente a uma situação-problema sem ficar totalmente dependente do conhecimento dos especialistas ou de receitas prontas.

O autor esclarece ainda que “Uma alfabetização científica e tecnológica deve passar por um ensino de ciências contextualizado e não como uma verdade que seja um mero fim em si mesmo.” (FOUREZ, 1997, p.81).

Partindo dos objetivos pedagógicos da IIR (autonomia, domínio e comunicação) e considerando que o processo de ensino e aprendizagem de conhecimentos científicos deve

obedecer a critérios que tenha significado, Fourez (1997) propõe alguns critérios que considera essenciais para a promoção de uma Alfabetização Científica e Tecnológica. Tais critérios comportam conhecimentos e habilidades que levem o indivíduo, a saber, quando e a qual especialista recorrer, a negociar e usar os saberes para tomar decisões, a identificar quando é necessário conhecer certas noções (caixas-pretas), a criar modelos simples para uma determinada situação, a usar metáforas e comparações, a diferenciar nas decisões os aspectos técnicos, éticos e políticos, a criar teorizações para situações (Ilhas de Racionalidade).

A capacidade de se comunicar com os outros a respeito do assunto, dialogando ou debatendo, é fundamental, e para isso, é necessário que tenha conhecimento do assunto e capacidade para construir teorias, ou então terá que seguir receitas prontas que dizem o que fazer sem deixar lugar para o debate. O estudante precisa ter certo domínio, pois conhecer implica em ter responsabilidade frente a situações concretas (FOUREZ, 1997).

Para Fourez et al (1997 apud SCHMITZ, 2004), uma pessoa alfabetizada cientificamente possui como característica principal suas atitudes e não somente o conhecimento. No caso do estudante, este passará a possuir um entendimento geral dos fenômenos naturais básicos, interpretando as informações relacionadas com a ciência e com a tecnologia, dentro de um contexto em que lhe possa ser possível a discussão sobre o assunto, bem como seu posicionamento frente ao mesmo. Desta forma o estudante seria mais ativo no processo de ensino e aprendizagem, deixando de ser um receptor passivo, tendo maior autonomia no mundo científico e tecnológico em que está inserido.

A construção de uma IIR parte de uma situação problema que envolve aspectos do cotidiano do estudante e tem como objetivo dar significado ao ensino escolar e, ao mesmo tempo, à construção do modelo teórico, processo no qual são envolvidos conhecimentos científicos referentes a saberes de diversas disciplinas.

Fourez (1997) esclarece que representações como estas, que partem de uma situação problema, podem ser chamadas de ilhas de racionalidade por vários motivos. Um deles está relacionado com a metáfora de uma ilha de racionalidade em um oceano de ignorância. Esta metáfora se refere à necessidade de selecionar os elementos aplicáveis ao projeto. Ao contrário do conhecimento disciplinar onde, geralmente, os contextos e projetos que deram origem a estes conhecimentos estão esquecidos, uma Ilha de Racionalidade é, a princípio, um conhecimento relacionado com uma situação. Estar unida a um contexto e a um projeto é sua característica principal.

Quanto ao tema interdisciplinaridade, para Fourez (1997), nasceu da tomada de consciência de que a abordagem do mundo por meio de uma disciplina é, geralmente, muito limitada em especial pelo fato de não conseguir levar aos jovens as questões científicas e tecnológicas, que apresentem utilidade na vida social ou pessoal, individual ou política.

Quando nos propomos a desenvolver uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, temos que ter em mente que passamos a consultar diversas disciplinas com diferentes domínios, de forma racional, perante a situação em questão. Necessitamos para tal um objeto de estudo, que pode ser até mesmo o conteúdo de uma determinada série, onde será necessário definir quais etapas serão desenvolvidas no decorrer do projeto com o auxílio de especialistas.

Segundo Schmitz (2004), a abordagem interdisciplinar para Fourez pode ser considerada toda a atividade que utiliza várias aproximações disciplinares, interrompendo o isolamento ou até mesmo os limites de uma abordagem monodisciplinar. Para o autor, a interdisciplinaridade pode envolver duas perspectivas diferentes, mesmo que elas concordem na questão da dificuldade de uma disciplina conseguir estudar os problemas em toda a sua complexidade.

A primeira perspectiva para Schmitz (2004) procura considerar a abordagem interdisciplinar na construção de uma nova representação do problema, mais ampla, mais objetiva, mais universal, pois provavelmente examinará uma quantidade bem maior de aspectos do problema. É esta perspectiva de abordagem interdisciplinaridade que se encontra presente nos PCN.

O PCN de Física para o ensino de Ciências, por exemplo, está em concordância com a concepção de interdisciplinaridade de Fourez (1997) e afirma que:

O aprendizado não deve ser centrado na interação individual de estudantes com materiais instrucionais, nem se resumir à exposição de estudantes ao discurso professoral, mas se realizar pela participação ativa de cada um e do coletivo educacional numa prática de elaboração cultural. É na proposta de condução de cada disciplina e no tratamento interdisciplinar de diversos temas que esse caráter ativo e coletivo do aprendizado afirmar-se-á. (Brasil, 1998, p.7- 8)

A interdisciplinaridade é muitas vezes confundida com o trabalho coletivo ou como oposição às disciplinas escolares. Sabemos que cada disciplina científica possui enfoques particulares, recortes dessa natureza que conduzem a uma organização de saberes padronizados, passíveis de serem comunicados (BRASIL, 2006, p. 51). Temos atualmente um contexto fortemente disciplinar instalado em nossas escolas, e seria ilusório esperar que

práticas interdisciplinares pudessem surgir espontaneamente ou fazer parte do cotidiano dos professores de Ensino Médio que tiveram, em sua grande maioria, uma formação tradicional e que resistem a desenvolver atividades que exigem trabalho dos professores em equipe.

Sobre a segunda perspectiva da interdisciplinaridade, Schmitz (2004) procura esclarecer que:

A segunda perspectiva considera que a interdisciplinaridade não se destina a criar um novo discurso que se colocaria acima das disciplinas particulares, correndo o risco de formar uma nova disciplina. Mas sim uma prática específica, visando à abordagem de problemas relacionados com o cotidiano, voltados a resolver um problema concreto, que deve ir além da solução do problema e de modo muito especial, envolvendo questões políticas e éticas (SCHMITZ, 2004, p. 37).

Nesse contexto, a metodologia de construção de uma IIR procura promover a pesquisa investigativa por meio de representações de determinadas situações, com a utilização dos saberes de diversas disciplinas, promovendo desta forma a interdisciplinaridade por meio da integração ou não com seus colegas, pois estes nem sempre estão dispostos a fazer tais contribuições.

Para a construção de uma Ilha interdisciplinar de Racionalidade, Fourez (1997) indica uma sequência de etapas e de procedimentos sugeridos para facilitar e delimitar o desenvolvimento do trabalho em sala de aula, evitando que se torne muito abrangente e prejudique a realização dos objetivos propostos pela IIR. Fourez identifica oito etapas para a construção de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, as quais, segundo ele, não precisam ser necessariamente seguidas ao pé da letra, mas adaptadas de acordo com a necessidade e o andamento da aplicação da mesma. Essas oito etapas serão detalhadas na sessão a seguir.

As IIR trazem no desenvolvimento de suas etapas um conjunto de estratégias e técnicas que tornam o estudante mais ativo no processo de ensino e aprendizagem que podem colaborar com a ocorrência da aprendizagem significativa dos estudantes. Por meio da IIR é possível tornar as aulas mais interativas, distanciando-se assim do ensino tradicional, ou de uma aprendizagem mecânica, no qual os estudantes, em geral, assumem em sala de aula uma postura passiva.

### 3.3.1. Etapas da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR)

As Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade, apresentadas por Gerard Fourez (1997), como um modelo interdisciplinar, designam uma representação teórica apropriada a um contexto e a um projeto que tenha em perspectiva, ou que permita a comunicação e conhecimento de várias disciplinas, assim como também noções fundamentais do nosso cotidiano. Para o autor este é um meio de promover um ensino capaz de propiciar a autonomia, o domínio e a comunicação das tecnologias intelectuais elaboradas pela humanidade. As IIR são uma forma de aproximação entre a ciência e o cotidiano e uma alternativa para que os estudantes construam uma aprendizagem significativa (NEHRING et al, 2002).

A respeito do uso das disciplinas, Gérard Fourez diz:

Sabemos que não há problemas concretos que podem ser abordados de forma adequada ou de maneira pertinente por uma única disciplina. Por exemplo, se tratarmos do isolamento térmico de uma casa, é necessário saber de forma integrada a Física, a higiene, a Biologia, noções econômicas, éticas, estéticas, a ecologia e outras disciplinas. Se trata de inventar, por meio de um projeto, um modelo adequado, suficientemente simples, mas utilizando o conhecimento de várias disciplinas e também conhecimentos da vida cotidiana, indispensáveis nas práticas concretas. (FOUREZ, 1997, p. 68).

Para Fourez (1997) uma IIR (modelo interdisciplinar) precisa de uma representação teórica apropriada de um contexto e de um projeto, permitindo a comunicação e ação sobre o assunto. Ao se construir uma IIR poderão surgir questões específicas ligadas a um determinado conhecimento. Essas questões, abertas, são chamadas de caixas-pretas, e podem ser respondidas, ou não. A teorização proposta por Fourez (1997) é quase sempre interdisciplinar, pois é difícil engessar uma solução pelas limitações e abstrações de uma disciplina particular.

Em outras palavras, se trata de inventar, frente a um projeto, um modelo adequado, suficientemente simples, que faça uso dos conhecimentos provenientes de diversas disciplinas e da vida cotidiana. Isto implica romper as barreiras e os limites estabelecidos tradicionalmente pelas disciplinas escolares e solicita o entendimento de interdisciplinaridade e das diferentes abordagens que podem ser desenvolvidas.

Os conhecimentos de diversas disciplinas são utilizados para construir a representação da situação em que a IIR se constitui. Quem decide o rumo do trabalho é a

equipe, que pode ser constituída por profissionais de uma empresa pública ou privada, grupo de professores ou de estudantes. Para a construção de uma IIR (SCHMITZ e PINHO-ALVES, 2005), são propostas algumas etapas para que sejam atingidos os objetivos, que embora sejam apresentadas de maneira linear, são flexíveis e abertas, em alguns casos podem ser suprimidas e organizadas, quantas vezes a equipe achar necessário.

Um ponto importante a ser considerado na metodologia de Fourez, de acordo com Schimitz e Pinho-Alves (2005), diz respeito ao papel atribuído ao professor no desenvolvimento de um projeto. Frente ao apelo a especialistas, que muitas vezes são consultados, seria importante considerar que o professor não deve ser encarado como um simples organizador do trabalho, mas valorizar sua bagagem científica como elemento imprescindível para iniciar o processo de abertura das “caixas-pretas” de modo a poder indicar os conteúdos curriculares necessários para o alcance dos objetivos. Além disso, ele poderia indicar bibliografias, bem como oferecer uma abordagem inicial de aspectos não relacionados à sua formação específica (um intercâmbio interdisciplinar).

Dessa forma, pode-se atribuir ao professor um papel de orientador pluridisciplinar, o que o tornaria capaz de estender sua própria competência para além dos limites de sua formação disciplinar original.

O que determina se o projeto será interdisciplinar, são as decisões tomadas a partir da delimitação da pesquisa de acordo com os questionamentos produzidos inicialmente pelos estudantes. A construção de uma IIR pode ser adaptada aos diferentes níveis de ensino através do aprofundamento diferenciado de cada etapa. Assim, o tempo de duração de cada etapa é determinado pela equipe que desenvolve o projeto.

Uma consideração importante a ser feita para a aplicação de uma IIR e o desenvolvimento de suas etapas é a variável tempo: para Schimitz (2004), nem sempre o tempo disponível e necessário coincide com o tempo legal, ou seja, o calendário escolar e o prazo para o fechamento das médias, com o tempo didático, que se relaciona com o andamento das atividades de ensino, o tempo de aprendizagem dos estudantes com relação aos conteúdos. Logo é o professor que deve estar atento a esta variável, que, quando mal administrada, pode provocar inclusive uma mudança no produto final escolhido.

As etapas de construção da IIR, de acordo com Fourez (1997, pp. 112-121), são as seguintes:

### 3.2.1. O “clichê” da situação estudada

O clichê é caracterizado pela situação na qual os estudantes fazem perguntas gerais ou específicas que expressam suas concepções ou dúvidas iniciais. A problematização inicial é o ponto de partida do projeto (hipóteses ou suposições). Entende-se por clichê o conjunto de representações corretas ou errôneas, que os estudantes ou a equipe de investigação têm das situações, das tecnologias, dos conceitos científicos e das ideias que nos rodeiam. Trata-se de dar uma descrição espontânea, ou seja, o ponto de partida da investigação. Para isto a equipe se questionará, em um *brainstorming* que vai desde as questões mais gerais a outras mais precisas.

### 3.2.2. O panorama espontâneo

Esta etapa, que é definida como a ampliação do clichê ou aprofundamento da primeira etapa, é onde ocorre o refinamento das questões e definição dos participantes. Os estudantes trabalham no sentido de organizar as próximas ações. O papel do professor nesta etapa é fundamental para identificação das questões relacionadas com o projeto a ser desenvolvido. Neste momento ainda não se apela aos especialistas, e constitui-se das seguintes ações:

- i. lista de atores envolvidos, no caso da sala de aula, professores e estudantes;
- ii. busca de normas e condições de acordo com as situações;
- iii. lista de posturas e tensões;
- iv. lista de caixas-pretas, questionamentos que serão respondidos e aprofundados de acordo com o andamento da IIR;
- v. lista de bifurcações, que significa o rumo ou o caminho a ser seguido;
- vi. lista de especialistas e especialidades envolvidas: quais especialistas ou especialidades deverá se buscar a partir das caixas-pretas que serão abertas.

### 3.2.3. Consulta a especialistas e especialidades

No decorrer da abertura das caixas-pretas percebe-se a necessidade de esclarecer ou discutir a respeito de determinado assunto envolvido na situação, podendo se consultar um ou

mais especialistas para esclarecimento das dúvidas estabelecidas. A equipe do projeto define quais serão os especialistas que serão consultados.

#### *3.2.4. Indo à prática*

Este é o momento de propor a pesquisa, por meio da ênfase ao comportamento investigativo do estudante. Também é momento para a realização de entrevistas, para pensar sobre o assunto e confrontá-lo com a prática com o intuito de aprofundar a situação proposta, que pode ser uma entrevista com uma pessoa que entenda sobre o assunto ou a leitura de um texto explicativo, por exemplo.

#### *3.2.5. Abertura aprofundada de uma ou outra caixa-preta e descoberta dos princípios disciplinares que formam a base de uma tecnologia*

É neste momento da proposta que se pode trabalhar o rigor de uma disciplina específica, dentro da proposta interdisciplinar, ou seja, a base original de tratamento do assunto que se pretende examinar, e até mesmo estudar, rapidamente, tópicos clássicos do programa escolar. É importante retomar que para Fourez a Alfabetização Científica e Tecnológica é o principal objetivo desta proposta, que busca a autonomia dos indivíduos frente ao mundo científico-técnico em que vivem e, portanto, mesmo fazendo apelo às disciplinas específicas tradicionais, é preciso escolher estratégias que privilegiem esta orientação.

#### *3.2.6. Esquematização global da situação pensada*

É a elaboração de uma síntese parcial e objetiva que aponte os aspectos importantes definidos pela equipe. Pode ser um resumo dos aspectos relevantes escolhidos pela equipe que forneça uma representação teórica da situação, ou seja, da construção da IIR.

#### *3.2.7. Abertura de certas caixas-pretas sem a ajuda de especialistas*

Consiste em buscar conhecimento sem o auxílio de especialistas. Nem sempre temos especialistas disponíveis, e por isso devemos incentivar os estudantes para que efetuem a

construção das IIR. Essa atitude os levará a resolver tais situações de maneira autônoma. Logo, o comportamento investigativo do estudante se dará tanto pela consulta a especialistas quanto de modo autônomo, através de consultas à internet, por exemplo. Para esta etapa, a internet será uma boa aliada.

### *3.2.8. Síntese da ilha de racionalidade produzida*

Nesta etapa é apresentado o resultado final da IIR construída, resultado esse que deve incluir a sua abrangência. A síntese deve resultar em um produto intelectual, concretizado na forma de um relatório, uma redação, um blog, um vídeo, um cartaz, etc. Este material pode servir ainda de subsídio para outros trabalhos complementares que também podem ser considerados como produto final da IIR, como é o caso de seminários, peças de teatro, etc.

Para o desenvolvimento desta metodologia se propõe algumas etapas onde o professor, além de organizar e auxiliar na execução do projeto, possa também atuar como especialista, indicando caminhos para auxiliar no processo. Nesse contexto, é muito importante o planejamento da IIR antes da sua aplicação, como forma de organizar as ações diante das diversas situações, inclusive as que não estavam previstas.

A inexistência de uma relação entre a ciência e o cotidiano dos estudantes faz com que eles não vejam significado nos conhecimentos escolares, por isso não incorporam tais proposições como problemas seus e nem se motivam a buscar soluções para eles. Uma das razões desta situação está na seleção dos conteúdos das disciplinas. A ciência nas escolas é elaborada visando à resolução de exercícios-padrão e a realização de provas (NEHRING et al, 2002).

Para Larcher (1996 apud Nehring et al, 2002), aprender ciências é adquirir conhecimentos que são considerados válidos, úteis, frutíferos, mas é também admitir o caráter aproximativo, parcial e provisório do conhecimento de um mundo que não podemos apreender em toda sua complexidade. Isto pode ser conseguido através de um processo de construção de modelos didáticos, que devem responder a muitas necessidades, além de manter contato com os modelos científicos, permitindo a compreensão de problemas da realidade vivenciada pelos estudantes, de maneira que sejam percebidos como possíveis de serem aplicados à realidade de forma significativa. Nas aulas expositivas, que tradicionalmente são utilizadas por alguns professores para ensinar ciências, os estudantes podem não conseguir

perceber qual foi o problema que originou a aquisição dos conhecimentos apresentados, nem como utilizar tais conhecimentos em outros problemas reais.

A contextualização da vida real dos estudantes em sala de aula pode ser utilizada como motivação para a aquisição de conhecimento. A utilização de contextos que representem o mundo real também ajuda a interligar áreas de conhecimento. Pois, é raro que apenas uma área do conhecimento seja capaz de entender toda a complexidade de um problema do mundo real. Um ensino descontextualizado da ciência por modelos científicos (NEHRING et al, 2002) pode provocar nos estudantes a impressão de que a ciência não interessa, não serve para nada e que ela trata das coisas que só interessam aos cientistas. As manifestações prévias dos estudantes também podem interferir na aprendizagem de conceitos científicos, o mesmo acontece com as manifestações prévias dos professores.

A metodologia da IIR é adequada para o ensino politécnico do RS no mesmo momento que procura defender a aprendizagem significativa dos estudantes, onde os estudantes estejam mais ativos no processo de ensino e aprendizagem, quer dizer, tenham autonomia e predisposição para compreender determinados fenômenos e contextos do dia-a-dia. A nova proposta (RIO GRANDE DO SUL, 20011), prevê a construção do conhecimento pela elaboração de projetos de pesquisa que possibilitem a investigação e o uso de tecnologias digitais, onde o estudante seja capaz de organizar, explorar e esclarecer seus pensamentos e conhecimentos prévios através de uma atividade interdisciplinar e contextualizada, distanciando-se da repetição de conteúdos fragmentados.

Segundo Schimitz (2004), no contexto da educação tradicional, cada atividade é arquitetada, elaborada e executada pelo professor que, na maior parte das vezes, apenas informa aos estudantes o que vai ser ensinado e estes, por sua vez, limitam-se a seguir as atividades preparadas pelo professor. Nesse sentido, o planejamento de ensino pode ser considerado como um instrumento de controle da situação de ensino aprendizagem. Já na metodologia da IIR, os estudantes podem interferir nos rumos do projeto, principalmente em se tratando dos conteúdos, para isto o professor deve propor a organização inicial feita por ele de maneira que não engesse as atividades previstas.

A execução da proposta (RIO GRANDE DO SUL, 2011), de Ensino Médio Politécnico no RS vem ao encontro com do que propõe a IIR, estudantes com maior autonomia para interferir no rumo das atividades e não apenas estudantes que se limitem aquilo que o professor traz para a sala de aula. Esta proposta requer também uma formação

interdisciplinar, partindo do conteúdo social, passando pelos conteúdos formais na perspectiva da solidariedade e da valorização da dignidade humana, onde a aprendizagem possa ser significativa para o estudante, se pautar pela igualdade de condições para todos e diminua gradativamente os índices de reprovação e evasão escolar.

De acordo com os objetivos da nova proposta curricular para Ensino Médio (RIO GRANDE DO SUL, 2011), trata-se de ir além da mera continuidade do Ensino Fundamental ou apenas conclusão da etapa final da educação básica. A iniciativa é de um Ensino Médio que contemple a qualificação, a articulação com o mundo do trabalho e práticas produtivas, com responsabilidade e pensamento crítico para a vida no contexto social. A proposta se constitui por meio de um Ensino Médio politécnico que tem por base a sua concepção da dimensão da politecnicidade, constituindo-se na articulação das áreas de conhecimento e suas tecnologias como: cultura, ciência, tecnologia e trabalho enquanto princípio educativo.

### **3.4 A utilização das tecnologias digitais na Educação**

De acordo com Reis (1995 apud De Almeida, 2007), a tecnologia digital é um conceito polissêmico que varia segundo o contexto do autor na perspectiva teórica de ser visto como artefato, cultura, atividade com determinado objetivo, processo de criação, conhecimento sobre uma técnica e seus respectivos processos, etc. Em 1985, foi proposta a definição de tecnologia como o estudo do emprego de ferramentas, aparelhos, máquinas, dispositivos, materiais, objetivando uma ação deliberada e a análise de seus efeitos envolvendo o uso de uma ou mais técnicas para atingir determinado resultado. Essa definição inclui as crenças e os valores subjacentes às ações e se inter-relaciona com o desenvolvimento da humanidade.

Para De Almeida (2007) o uso dessas tecnologias em contexto educativo, para o desenvolvimento de atividades baseadas em concepções ativas da aprendizagem, proporciona a integração entre conceitos e estratégias mobilizados e representados pelo aprendiz por meio das ferramentas disponíveis, ao mesmo tempo em que expõe o aprendiz a vivenciar:

- i. a abertura e a flexibilidade das relações entre espaço e tempo;
- ii. a interação entre pessoas, das pessoas com os objetos de conhecimento, informações e tecnologias;

- iii. a ampliação do acesso a informações hipermediáticas continuamente atualizadas e com mecanismos automáticos de busca, seleção, recuperação, articulação e reformulação;
- iv. o registro de processos e produtos;
- v. a criação de espaços para a expressão do pensamento;
- vi. a comunicação multidirecional em processos síncronos ou assíncronos;
- vii. a produção colaborativa de conhecimento.

Moran, Masetto e Behrens (2003) afirmam que as tecnologias digitais ou da informação e comunicação a serviço da educação:

[são] ferramentas facilitadoras do ensino e da aprendizagem, uma vez que elas, por si só, não resolvem a questão do ensinar e do aprender. As tecnologias devem desenvolver também a chamada mediação pedagógica. É fundamental que o professor saiba que as tecnologias da informação estão em constante evolução e não é possível dominá-las porque estarão sempre a nossa frente, assim, o que importa é usá-las e aprender enquanto as utiliza, e utilizar enquanto aprende (MORAN; MASETTO; BEHRENS, 2003, p. 144).

Desta forma de acordo com os PCN e as OCEM podemos dizer que a IIR abre espaço para a utilização das tecnologias digitais, quando proporciona ao professor e ao estudante a sua utilização como recurso de apoio pedagógico, já que as escolas são estimuladas a adotar tecnologias digitais e métodos diferenciados já partir das séries iniciais.

A utilização dos computadores em sala de aula, o comportamento investigativo e a interdisciplinaridade, deveriam ser âncora para a construção do conhecimento, desenvolvendo desta forma o raciocínio lógico, a capacidade de concentração, coordenação motora, criatividade, orientação espacial e social, favorecendo assim a aprendizagem significativa. Entretanto, o que observamos em algumas escolas são laboratórios de informática com equipamentos, por vezes, de última geração, em caixas fechadas, em geral por falta de profissionais qualificados para trabalhar na área da tecnologia nas escolas, e também pela resistência de muitos professores à prática interdisciplinar e ao uso de novas metodologias com potencial inovador em sala de aula.

As tecnologias, de acordo com Staa (2011), estão cada vez mais inseridas na sociedade, seja por sua capacidade de armazenar, criar e processar inúmeras informações, seja

pela facilitação da pesquisa investigativa. A educação não pode distanciar-se desta realidade. A autora salienta que se devem privilegiar práticas inovadoras.

Segundo Perrenoud (2000), o ofício de professor está se transformando, portanto, as competências emergentes são aquelas que recorrem à pesquisa investigativa e enfatizam a prática reflexiva.

De acordo com o Instituto Claro<sup>3</sup> os professores são os mais resistentes ao uso da tecnologia digital na escola. Em Março de 2011, uma enquete no Portal do Instituto Claro e no Facebook do mesmo, aberta ao público geral, procurou saber “quem mais resiste à presença da tecnologia digital na escola”, o que também significa saber qual público mais se esquiva de usar essas ferramentas que já estão no ambiente escolar, com fins didáticos. A maioria dos participantes (55%) concordou que quem mais resiste ao uso das tecnologias, primeiramente, são os professores, por acreditarem que incluí-las na rotina das salas de aula representaria trabalho extra. A pesquisa apontou que gestores e professores ainda resistem muito à inovação e que os computadores chegaram às escolas, mas na maioria das vezes ficam dentro das caixas.

As tecnologias digitais no ensino podem proporcionar um preparo para uma cultura informatizada, podendo auxiliar no processo de aprendizagem dos estudantes. Cabe aos educadores usá-las de forma adequada, estabelecendo caminhos para uma maior motivação e desenvolvimento de atividades em aula que estimulem o comportamento investigativo e a interdisciplinaridade. As novidades tecnológicas não param de surgir e é crescente o sucesso que fazem entre jovens e adultos. Se analisarmos o crescimento da informatização dos serviços oferecidos à sociedade atual, logo se faz cada vez mais necessário a inclusão digital das pessoas na sociedade.

Percebemos uma necessidade visível e urgente da inclusão de tecnologias digitais como aparelhos celulares, computadores, projetores e a internet, junto a novas estratégias e metodologias de ensino, o que permitiria uma maior promoção da interdisciplinaridade e o comportamento investigativo em sala de aula, a fim de promover uma aprendizagem ativa e significativa dos estudantes.

---

<sup>3</sup> Ver [www.institutoclaro.org.br/em-pauta/professores-sao-os-mais-resistentes-a-tecnologia-digital-na-escola-aponta-enquete/](http://www.institutoclaro.org.br/em-pauta/professores-sao-os-mais-resistentes-a-tecnologia-digital-na-escola-aponta-enquete/)

Em parceria com o Ministério da Educação<sup>4</sup> (MEC, 2013), por meio do Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo), foram instalados em 2009 mais de 500 laboratórios de informática nas escolas estaduais, com o objetivo de promover o uso pedagógico da informática na rede pública de educação. O programa leva, às escolas, computadores, recursos digitais e conteúdos educacionais. Em contrapartida, os estados, Distrito Federal e os municípios devem garantir a infra-estrutura adequada para receber os laboratórios e capacitar os educadores para uso das máquinas e tecnologias, que muitas vezes não ocorre. Além disso, o aperfeiçoamento dos professores deve ser contínuo, para que possam acompanhar as novas tendências e tecnologias digitais na educação, e principalmente, para que estejam capacitados a exercer uma docência de qualidade.

As novas tecnologias tornam-se parte integrante da sociedade contemporânea. A acessibilidade dos jovens e adultos às tecnologias digitais é cada vez maior, seja em casa, no trabalho, na escola ou nas ruas. Os computadores podem se tornar uma poderosa ferramenta para resolver problemas e desenvolver o pensamento crítico. Por isso, segundo Perrenoud (2000):

Formar para as novas tecnologias é formar o julgamento, o senso crítico, o pensamento hipotético e dedutivo, as faculdades de observação e de pesquisa, a imaginação, a capacidade de memorizar e classificar, a leitura e a análise de textos e de imagens, a representação de redes, de procedimentos e de estratégias de comunicação (PERRENOUD, 2000, p. 128).

De acordo com Perrenoud (2000), nas suas dez competências para ensinar, consta a utilização de novas tecnologias digitais. As tecnologias de informação e comunicação a serviço da educação têm o potencial de transformar as maneiras de se comunicar, de trabalhar, de decidir e de pensar, e isso significa que a escola não as pode excluir do ambiente educacional; o professor, por sua vez, precisa ser capacitado para tal utilização.

Segundo Moraes, Laurino e Machado (2013), não podemos desconsiderar que algumas escolas já recebem hoje estudantes capacitados, competentes, fluentes e habilidosos tecnologicamente. Para isso, promover uma formação continuada de professores que vá ao encontro das demandas, decorrentes da evolução no modo de produção de conhecimento, significa repensar a própria prática e ampliá-la, no sentido de considerar esses espaços de formação para a compreensão e construção do conhecimento. Desta forma a escola possui a

---

<sup>4</sup> Ver [portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=244&Itemid=462&msg=1](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=244&Itemid=462&msg=1)

atribuição de preparar os cidadãos para esta nova sociedade e é também dela o dever de formar para a utilização adequada e produtiva das tecnologias digitais, incentivando o comportamento investigativo do estudante.

A seguir descrevemos os procedimentos metodológicos empregados neste trabalho e os resultados da pesquisa de acordo com o presente referencial teórico.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, apresentamos o percurso metodológico, os sujeitos da pesquisa, instrumentos de coletas de dados e os procedimentos para a construção da IIR.

#### 4.1. O Percurso Metodológico

O objetivo desta pesquisa é avaliar a utilização da metodologia “Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade” em torno do tema “As descargas elétricas no Brasil”, na aprendizagem de estudantes de Ensino Médio.

O tema “As descargas elétricas no Brasil”, foi escolhido pelo fato de os raios serem fenômenos elétricos naturais que causam um prejuízo anual de 200 milhões de Reais ao País, em danos nas linhas de distribuição e transmissão de energia, redes de telefonia, indústrias, telecomunicações, propriedades privadas e principalmente em vidas. A construção da IIR a partir desse tema visa em primeiro lugar o ser humano e sua proteção, e em segundo lugar evitar danos materiais por meio do conhecimento e informação, além compreender melhor as descargas elétricas do ponto de vista físico-químico, climatológico, social, econômico e ambiental.

De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais<sup>5</sup> (INPE), cerca de quatro milhões de relâmpagos ocorrem por dia no mundo inteiro. Só no Brasil cerca de 57 milhões de raios ocorrem por ano. Em média são 156 mil descargas elétricas que ocorrem a cada dia e, devido a elas, torres de geradores eólicos, aparelhos elétricos e eletrônicos são danificados, animais são fulgurados<sup>6</sup> e muitas pessoas morrem e ficam feridas em todo o país. Os raios costumam ocorrer em regiões tropicais. Como o Brasil é o maior país tropical do planeta, a maior incidência de descargas elétricas ocorre em solo brasileiro.

A pesquisa desenvolvida neste trabalho é de natureza aplicada. Esta investigação é definida como aplicada por ter como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos para a solução de certos problemas específicos, envolvendo interesses locais (MORESI, 2003).

---

<sup>5</sup> Ver [www.inpe.br/webelat/homepage/](http://www.inpe.br/webelat/homepage/)

<sup>6</sup> Fulguração ou fulminação é a denominação genérica dada às lesões mortais ou não provocadas pelas descargas elétricas naturais.

Quanto aos objetivos, a pesquisa que nos propomos a desenvolver pode ser definida como descritiva, pois pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade e expor suas características (MORESI, 2003; TRIVIÑOS, 1987 apud GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

Quanto à abordagem, esta pesquisa se classifica como pesquisa qualitativa, pois busca descrever, compreender e explicar a complexidade da interpretação, ou seja, a descrição, da aplicação a metodologia IIR. A pesquisa qualitativa pretende aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga a partir de uma análise criteriosa desse tipo de informação (MORAES, 2003) e dá ênfase à fala e à escrita dos participantes com aprofundamento da compreensão do grupo de sujeitos envolvidos (SANTANA, 2014).

De acordo com Moreira (2009) o termo, pesquisa qualitativa, tem sido utilizado como uma alternativa para nomear diversos enfoques da pesquisa educacional, como a pesquisa etnográfica, participativa, observacional, estudo de caso, fenomenológica construtivista, interpretativa e antropológica cognitiva, todas chamadas de pesquisa qualitativa por compartilhar muitas semelhanças.

Logo, quanto aos procedimentos metodológicos, podemos dizer que esta pesquisa é participante, documental e pesquisa-ação. A pesquisa-ação é a pesquisa que articula a relação entre teoria e prática no processo mesmo de construção do conhecimento. A Reflexão e prática, ação e pensamento, pólos antes contrapostos, agora seriam acolhidos em uma modalidade de pesquisa que considera a intervenção social na prática como seu princípio e seu fim último (DE MIRANDA e RESENDE, 2006).

Na pesquisa-ação se faz necessária a reflexão do trabalho desenvolvido, onde o professor tem condições de refletir criticamente sobre suas ações e investigar sua própria prática em sala de aula. O objetivo de tal reflexão é fazer com que o professor melhore sua prática e a partir dela, possa gerar conhecimento.

A pesquisa participante é associada a várias formas coletivas de colaboração, com o objetivo de se pensar possíveis soluções para dificuldades e problemas que ocorrem em determinados campos de atuação (ESTEBAN, 2010). As soluções podem trazer mudanças significativas em diferentes contextos, melhorando sistemas sociais, técnicos e até mesmo educacionais, podendo envolver, neste caso, o professor e os seus estudantes.

Nesse contexto, a pesquisa participante caracteriza-se pelo envolvimento e identificação do pesquisador com as pessoas investigadas, enquanto a pesquisa-ação é um tipo

de investigação social com base empírica que é concebida e realizada em associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo no qual os pesquisadores e os demais participantes da pesquisa estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (FONSECA, 2002, THIOLENT, 1988 apud GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

Já para a pesquisa documental, segundo Phillips (1974 apud LUDKË e ANDRÉ, 1986), se considera documentos diversos e quaisquer materiais escritos que possam ser usados como fonte de informações sobre o comportamento humano. Esses documentos podem incluir desde leis e regulamentos até arquivos e trabalhos escolares, como cadernos, provas e redações.

As metodologias qualitativas implicam em um processo de coleta de dados em que o pesquisador, durante certo período de tempo, está em contato com a realidade examinada, ou seja, o contexto socialmente construído, participando, dialogando, intervindo, ouvindo, integrando o espaço social que é o seu foco, seu objeto de pesquisa. O pesquisador qualitativo não está preocupado em fazer inferências estatísticas, seu enfoque é descritivo e interpretativo ao invés de explanatório ou preditivo.

Neste trabalho, buscamos evidências de que ocorreu uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes de Ensino Médio a partir de seus questionamentos e textos iniciais, bem como o material de apresentação das equipes, textos investigativos impressos, redações finais, novos questionamentos e questões na avaliação trimestral, ou seja, todas as produções dos estudantes desenvolvidas durante a construção da IIR.

Nesse ponto, consideramos importante enfatizar outra faceta da pesquisa qualitativa: a narrativa. Ao invés de usar somente gráficos, coeficientes, tabelas estatísticas para apresentar resultados e asserções de conhecimento, o pesquisador interpretativo narra o que fez e sua narrativa concentra-se não nos procedimentos, mas nos resultados.

Para isso, em sua narrativa, o pesquisador utiliza trechos de entrevistas, excertos de suas anotações, exemplos de trabalhos de estudantes, entremeados de comentários interpretativos, buscando apresentar evidências que suportem sua interpretação e, ao mesmo tempo, permitam ao leitor fazer julgamentos de modo a concordar ou não com as asserções interpretativas do pesquisador (MOREIRA, 2009).

A coleta de dados para essa pesquisa ocorreu através da observação e da análise documental. As produções escritas pelos sujeitos desta pesquisa foram analisadas de forma cuidadosa, pois a pesquisa qualitativa pretende aprofundar a compreensão dos fenômenos que

investiga. A intenção é a compreensão e reconstrução dos conhecimentos sobre os temas investigados (MORAES, 2003).

#### **4.2. O Contexto**

Quanto ao contexto da pesquisa, esta foi desenvolvida em uma escola pública estadual de Caxias do Sul, cidade localizada na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul. Esta escola pertence à 4ª Coordenadoria de Educação do estado e conta com aproximadamente 900 estudantes, distribuídos nos turnos da manhã, da tarde e da noite. Os turnos da manhã e da noite atendem aproximadamente 550 estudantes do Ensino Médio, enquanto o turno da tarde atende, aproximadamente, 350 estudantes de Ensino Fundamental.

A escola possui estudantes de diversos bairros da cidade de Caxias do Sul. A maior parte dos estudantes que estão matriculados no Ensino Médio nesta escola, é de classe média. A escola possui uma sala de recursos adaptada para atender estudantes com deficiência visual; cegueira total ou baixa visão. A estrutura Física da escola também é adaptada para atender estes estudantes, que são aproximadamente 20, distribuídos nos três turnos e em diferentes séries do Ensino Fundamental e Médio. Estes estudantes são tratados com igualdade de condições para estudar e se desenvolver. Os demais estudantes da escola, assim como os professores, recebem orientações para promover a inclusão e auxiliar os estudantes com deficiência visual, em suas atividades, quando lhes for solicitado.

A escola possui também serviços de apoio pedagógico como supervisão escolar (SSE), orientação escolar (SOE) e serviço de apoio administrativo (secretaria). Alguns serviços de organização complementar também são oferecidos pela escola, como Conselho Escolar, Círculo de Pais e Mestres (CPM), Biblioteca Estudantil, Grêmios Estudantis, Audiovisual, Videoteca, Laboratório de Informática e Laboratório de Ciências.

#### **4.3. A aplicação da metodologia “Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade” em torno do tema “As descargas elétricas no Brasil”**

Uma IIR em torno do tema “As descargas elétricas no Brasil” foi desenvolvida na disciplina de Física, na forma de um projeto-piloto no ano letivo de 2013, com a finalidade de qualificar a professora para o uso da metodologia. No ano letivo de 2014, a mesma foi

reaplicada com o objetivo de avaliar a utilização da metodologia “Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade” em torno do tema “As descargas elétricas no Brasil”, na aprendizagem de estudantes de Ensino Médio.

O desenvolvimento do projeto-piloto aconteceu com uma turma do terceiro ano do Ensino Médio, no terceiro trimestre do ano letivo. A escola neste ano possuía duas turmas de terceiro ano, identificadas como 301 e 302, com aproximadamente 30 estudantes em cada turma. A turma 301 foi à escolhida para desenvolver a metodologia como projeto-piloto.

A pesquisa em si, com o objetivo de avaliar a utilização da metodologia da IIR, foi desenvolvida no mesmo contexto escolar, porém, no primeiro trimestre do ano letivo de 2014, novamente com uma das duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio, identificadas como no ano anterior e que contava com aproximadamente 28 estudantes em cada turma. Novamente, a turma 301 foi a que desenvolveu a metodologia. No entanto, em 2014 a IIR foi desenvolvida em duas disciplinas do currículo escolar, a saber: Física e Seminário Integrado.

A disciplina de Seminário Integrado, contava com a colaboração de todos os professores da escola para sugestões e orientações das propostas de pesquisa dos estudantes. No entanto, cada professor era responsável por pelo menos uma turma de Seminário Integrado, onde deveria desenvolver trabalhos em forma de projetos de pesquisa interdisciplinares, com o uso de tecnologias digitais em sala de aula, possibilitando o desenvolvimento do estudante, a capacidade de ser crítico e resolver problemas práticos do cotidiano. Estes projetos poderiam ser aplicados na própria escola ou na comunidade escolar.

As aplicações da metodologia “Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade” com o tema “As Descargas Elétricas no Brasil”, no ano letivo de 2013 e 2014, tiveram a duração de 25 horas-aula, sendo utilizadas para esta aplicação duas horas-aula por semana no ano de 2013. Em 2014, o fato de estarmos utilizando duas disciplinas para a aplicação da metodologia não acarretou em aumento do tempo utilizado para o seu desenvolvimento.

A pesquisadora em ambos os anos era a professora titular das turmas de terceiro ano, 301 e 302. A professora titular das turmas 301 e 302 se enquadrava no perfil de aula expositiva dialogada. Logo, a turma 302 que não participou da aplicação da metodologia em ambos os anos, teve atividades com o mesmo tema, durante o mesmo tempo por meio de aulas expositivas dialogadas.

Para Alves e Anastasiou (2003) a aula expositiva dialogada é uma estratégia que vem sendo proposta para superar a tradicional palestra docente. Para as autoras, há grandes

diferenças entre uma aula expositiva e uma aula expositiva dialogada, sendo que a principal é a participação do estudante, que terá suas observações consideradas, analisadas, respeitadas, independentemente da procedência e da pertinência das mesmas, em relação ao assunto tratado. O clima de cordialidade, parceria, respeito e troca são essenciais. O andamento das atividades pode ser interrompido com perguntas, observações, intervenções, sem que o professor perca o controle do processo. Com a participação contínua dos estudantes fica garantida a mobilização, e criadas às condições para a construção e a elaboração da síntese do objeto de estudo.

Nas aulas expositivas dialogadas desenvolvidas com a turma 302, que não participou da metodologia da IIR, a professora contextualizava o tema, no caso as descargas elétricas no Brasil, de modo a mobilizar as estruturas mentais do estudante para operar com as informações que este traz, articulando-as às que seriam apresentadas. A professora fazia a apresentação dos objetivos de estudo da unidade e sua relação com a disciplina ou curso. No caso o tema sobre as descargas elétricas se enquadra dentro do conteúdo da disciplina de Física, no capítulo de Eletrostática.

Em seguida, a professora fazia a exposição, previamente preparada, e solicitava exemplos aos estudantes e buscando o estabelecimento de conexões entre as experiências vivenciais dos participantes, o objeto estudado e o todo da disciplina. A professora também priorizava ouvir o estudante, buscando conhecer sua realidade e seus conhecimentos prévios, que poderiam mediar a compreensão crítica do assunto, e problematizar essa participação.

De acordo com Alves e Anastasiou (2003) o forte dessa estratégia é o diálogo, como espaço para questionamentos, críticas e solução de dúvidas, pois é imprescindível que o grupo discuta e reflita sobre o que está sendo tratado, afim de que uma síntese integradora possa ser elaborada por todos ao final.

#### **4.4. Aplicação do projeto-piloto no ano de 2013**

No contexto exposto nas seções 4.2 e 4.3, o projeto-piloto de aplicação da IIR no ano letivo de 2013, foi apresentado na primeira aula, por meio do trailer do filme “De volta para o futuro I, II e III” de aproximadamente dez minutos de duração, disponível no YouTube<sup>7</sup>. Em seguida, uma breve apresentação de slides foi feita em sala de aula com reportagens sobre as

---

<sup>7</sup>[https://www.youtube.com/watch?v=2pMIXTA1\\_n8](https://www.youtube.com/watch?v=2pMIXTA1_n8)

descargas elétricas no país, no estado do Rio Grande do Sul e também na cidade de Caxias do Sul. A partir do vídeo e da apresentação de slides, foram iniciadas as discussões sobre mitos e verdades das descargas elétricas, pois muitos filmes de ficção científica abordam as descargas elétricas de forma completamente diferente da realidade, quase que totalmente ficcional.

Essa aula constituiu a etapa de motivação de desenvolvimento da IIR que foi acrescida ao processo com o objetivo de apresentar a proposta (PINHEIRO e PINHO-ALVES, 2005). Esta apresentação da proposta teve a finalidade de motivar o interesse dos estudantes pelo assunto. Dessa forma, a professora apresentou a proposta de construção de uma IIR com o tema “As descargas elétricas no Brasil”, explicando o que seria desenvolvido naquele período e a maneira como este trabalho iria acontecer.

Na segunda aula, a etapa um de desenvolvimento da IIR, foi feito o clichê da situação pensada, onde os estudantes discutiram questões do dia a dia que envolvem as descargas elétricas que poderiam ser mito ou verdade. Os estudantes retomaram a discussão sobre o assunto com os colegas e elaboraram questionamentos sobre o tema. Esses questionamentos foram registrados pelos estudantes em uma tira de papel. Esses registros expressam alguns conhecimentos prévios e dúvidas iniciais que surgiram a respeito da situação apresentada na etapa de motivação. Nesta etapa foi necessário que a professora sugerisse aos estudantes alguns temas para que eles pudessem proceder à categorização prévia dos questionamentos elaborados. Os temas sugeridos foram os seguintes: aspectos sociais, aspectos econômicos, aspectos físicos, aspectos biológicos, aspectos geográficos e aspectos históricos. Os estudantes concordaram com a sugestão da professora e resolveram então dividir os questionamentos elaborados nas seis categorias sugeridas. Os questionamentos foram sendo lidos pela professora e categorizados de acordo com indicação dos estudantes, no quadro branco.

Os estudantes, por solicitação da professora, trouxeram para esta aula uma pequena investigação sobre o assunto para compartilhar e discutir no grande grupo. A partir da discussão sobre a pesquisa foi possível perceber que os interesses realmente eram distintos, e então foram definidas equipes de trabalho com base nos interesses comuns. Cada estudante procurou enquadrar sua pesquisa em um dos aspectos definidos anteriormente pelo grupo, desta forma ocorreu a divisão das equipes. Como mencionado anteriormente, essa aula constituiu a etapa de motivação de desenvolvimento da IIR que foi acrescida ao processo com o objetivo de apresentar a proposta (PINHEIRO e PINHO-ALVES, 2005).

Na etapa três, a consulta aos especialistas, os estudantes definiram quais especialistas seriam consultados diretamente e indiretamente de acordo com a necessidade e o interesse de cada equipe. Os estudantes que estavam trabalhando com os aspectos biológicos solicitaram a visita de uma especialista na disciplina de Biologia que pudesse explicar o ciclo do nitrogênio e a fixação do mesmo no solo através das descargas elétricas, pois encontraram dificuldades para compreender como este processo acontece. As demais equipes procuraram consultar especialistas por meio de conversas informais. Assim, foram consultados professores da própria escola e de outras instituições de ensino como o SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, e instituições de ensino técnico e profissionalizante mantidas por empresas privadas.

Na etapa quatro, denominada "Indo à Prática", a especialista, cuja visita foi solicitada pela equipe que estava trabalhando com os aspectos biológicos, compareceu à escola na data e horário combinados. Essa especialista é uma professora da Universidade de Caxias do Sul (UCS) e esteve na escola para explicar aos estudantes sobre o ciclo do nitrogênio e a fixação do nitrogênio no solo através das descargas elétricas. Na oportunidade os estudantes ficaram encantados com a forma simples e prática que a professora convidada explicou o processo. A mesma em sua dinâmica procurou utilizar o organismo humano como referência para explicar o ciclo do nitrogênio, fazendo um pequeno esquema no quadro branco por meio de palavras-chave, ou seja, um mapa conceitual para esquematizar claramente a explicação. Os estudantes participaram ativamente da dinâmica, expondo suas dúvidas, e interrompendo sempre que necessário. Para esta atividade foram convidados também os estudantes da turma 302.

Utilizamos para a etapa cinco de desenvolvimento da IIR, onde ocorreu a abertura aprofundada das caixas-pretas, aproximadamente 8 horas-aula. Neste período, procuramos responder alguns questionamentos identificando-os com os componentes curriculares pertinentes, estabelecendo relações entre as disciplinas e suas respectivas áreas de conhecimento. Procuramos aprofundar os conteúdos relacionados com os questionamentos referentes às caixas-pretas definidas pelos estudantes. Inúmeras relações foram construídas na área das Ciências da Natureza, mais especificamente na disciplina de Física. Conceitos relativos à Eletrostática foram desenvolvidos, tais como a carga elétrica, a força eletrostática (princípio da atração e repulsão), condutores e isolantes de eletricidade, processos de eletrização, lei de Coulomb, campo elétrico, etc.

Ainda na etapa cinco, foi utilizada uma série de reportagens do programa de televisão “Fantástico”, que foi exibida durante três domingos à noite consecutivos, nos meses de fevereiro e março de 2013. Essa série de reportagens contou com a parceria do INPE e abordava as descargas elétricas em forma de alerta à população, com o intuito de diminuir o número de acidentes relacionados a elas. As reportagens estão disponíveis, no site do G1<sup>8</sup>.

Na esquematização da situação pensada, etapa seis de construção da IIR, as equipes procuraram utilizar a pesquisa investigativa, aprofundando o tema em questão, por meio de tecnologias digitais como a internet. As equipes tiveram autonomia para serem criativas na construção do material a ser apresentado aos colegas e à professora, a qual passou apenas orientações básicas para os trabalhos escritos a serem entregues e para as apresentações (vide Apêndice I). A investigação aprofundada sobre o assunto foi orientada a partir das equipes definidas pela categorização dos questionamentos. As apresentações das equipes ocorreram por ordem de sorteio. Cada equipe teve 10 minutos para apresentar. Esta etapa teve duração total de 3 horas-aula.

Na sétima etapa, procuramos abrir algumas caixas-pretas sem a ajuda de especialistas, ou seja, aprofundar algumas questões sem consultar especialistas. Buscamos relacionar algumas caixas-pretas às apresentações das equipes e nas investigações realizadas pelos estudantes, utilizando revistas científicas, livros e jornais. Esta etapa ocorreu na escola e teve duração de uma hora/aula. Procurou-se nesta etapa promover novamente a discussão sobre o tema.

Na oitava e última etapa, elaboração da síntese da IIR, os estudantes do ano letivo de 2013 responderam a um questionamento em forma de relatório sobre as atividades desenvolvidas na aplicação da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (vide Apêndice II).

## **4.2. Aplicação da metodologia IIR no ano de 2014**

No ano seguinte a metodologia foi reaplicada com alguns pequenos ajustes a partir da reflexão feita pela professora pesquisadora. Estes ajustes serão descritos no decorrer do

---

<sup>8</sup><http://globo.com/rede-globo/fantastico/t/edicoes/v/raios-matam-130-pessoas-e-deixam-200-feridos-por-ano-no-brasil/2411736/>

<http://globo.com/rede-globo/fantastico/t/edicoes/v/uso-de-celular-durante-tempestade-de-raios-e-permitido-se-aparelho-nao-estiver-na-tomada/2425158/>

<http://globo.com/rede-globo/fantastico/t/edicoes/v/aproveitar-energia-dos-raios-e-um-mito/2438563/>

texto. O desenvolvimento da IIR no ano de 2014 foi feito no primeiro trimestre. A turma que desenvolveu a IIR foi novamente a turma 301, enquanto a turma 302 continuou a ter suas atividades desenvolvidas por meio de aulas expositivas dialogadas (ALVES E ANASTASIOU, 2003).

Algumas alterações se fizeram necessárias no decorrer da aplicação como, por exemplo, a etapa de motivação, que foi incluída no planejamento no ano letivo de 2013 e utilizada novamente para a aplicação da metodologia no ano de 2014. Alguns ajustes e modificações foram sugeridos pelos próprios estudantes no ano de 2013, com o intuito de melhorar o trabalho que vinha sendo desenvolvido. Uma das sugestões dos estudantes foi que a aplicação da metodologia ocorresse no primeiro trimestre, pois de acordo com os estudantes no terceiro trimestre já estão bastante cansados e as tarefas da maior parte das disciplinas acabam se acumulando. Além disso, do ponto de vista do desenvolvimento dos conceitos de Física, esse também é período ideal, pois na maioria das abordagens se inicia com a Eletrostática.

A carga horária disponibilizada para os componentes curriculares de Física e Seminário Integrado era de quatro horas-aula por semana, com aproximadamente cinquenta minutos cada uma, ou seja, duas horas-aula para Física e duas para Seminário Integrado. Os estudantes que desenvolveram a IIR optaram por utilizar uma hora/aula por semana de Física e uma de Seminário Integrado, utilizando duas horas-aula por semana, e totalizando 25 horas-aula destinadas ao desenvolvimento da IIR.

No ano letivo de 2013 os estudantes do terceiro ano do Ensino Médio ainda não faziam parte da nova proposta curricular para o Ensino Médio, não tendo a disciplina de Seminário Integrado em sua grade curricular, por este motivo o projeto-piloto foi desenvolvido apenas na disciplina de Física. A proposta de Ensino Médio Politécnico foi sendo implantada de forma gradativa: em 2012 nos primeiros anos do Ensino Médio, em 2013 nos primeiros e segundos anos e em 2014 para os primeiros, segundos e terceiros anos.

A pesquisa desenvolvida pelos estudantes possibilitou que os mesmos estudassem e compreendessem este fenômeno climático e atmosférico, do ponto de vista social, econômico, ambiental, geográfico, histórico e físico, com um olhar não somente para o nosso país, mas também para o nosso estado e região, como algo muito próximo de nós e presente em nosso cotidiano.

Schmitz e Pinho-Alves (2005) reforçam que esta metodologia tem potencialidades de promover um ensino capaz de propiciar a autonomia, o domínio e comunicação das tecnologias intelectuais elaboradas pela humanidade, pois como já mencionado anteriormente possui etapas flexíveis e adaptáveis ao interesse dos estudantes.

Na apresentação da proposta (etapa de motivação) no ano letivo de 2014, iniciamos a metodologia com um vídeo exibido pelo programa de TV "Domingo Espetacular", com duração de aproximadamente dez minutos. Este vídeo traz o flagrante da morte de uma mulher jovem que estava passando o final de semana na praia do Guarujá em São Paulo no dia dezenove de janeiro de 2014. Este vídeo disponível no YouTube<sup>9</sup> impressionou muito os estudantes, que iniciaram as discussões sobre o assunto por meio de um debate no grande grupo.

Na etapa um, elaborando o clichê da situação estudada, os estudantes retomaram a discussão sobre o assunto com os colegas e elaboraram questionamentos sobre o tema. Esses questionamentos foram registrados em uma tira de papel pelos estudantes. Como mencionado anteriormente, esses questionamentos expressaram alguns conhecimentos prévios e dúvidas iniciais dos estudantes. Nesta mesma etapa, a partir dos questionamentos, foram definidos com os estudantes oito aspectos a serem estudados sobre o tema, que são apontados na discussão dos resultados. A professora fazia a leitura de cada uma das questões, que foram sendo categorizadas pelos estudantes e anotadas pelo líder da turma em seu caderno de Física. Em seguida, os estudantes receberam algumas orientações da professora para desenvolver uma investigação extraclasse, a qual os estudantes tinham autonomia para escrever um texto de aproximadamente quinze linhas, a ser entregue na próxima aula, sobre o que lhes mais interessasse a respeito do tema.

Na etapa dois, ao elaborar o panorama espontâneo, foi possível observar diversos aspectos do tema em questão, que se sobressaíram através da investigação extraclasse feita pelos estudantes. Cada estudante destacou em sua investigação e abordou em seu questionamento o que mais lhe chamou a atenção sobre o tema. Estas investigações foram compartilhadas e discutidas no grande grupo com a professora e colegas. Foi possível observar que os interesses eram realmente bem distintos. Cada estudante procurou enquadrar sua pesquisa em um dos aspectos definidos na etapa anterior e assim, com o auxílio da professora, as equipes de trabalho foram definidas com base nos interesses de cada um.

---

<sup>9</sup><https://www.youtube.com/watch?v=ePDkoGfbA2s>

As investigações e questionamentos iniciais dos estudantes nos levaram ao levantamento das manifestações prévias (muitas vezes errôneas) dos estudantes. Os estudantes podem trazer consigo concepções de conhecimentos científicos ou práticos do nosso dia a dia sobre o assunto em questão. Logo, as manifestações prévias dos estudantes foram nosso ponto de partida na busca por evidências da ocorrência de uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003).

Na etapa de consulta aos especialistas e às especialidades, etapa três, os estudantes definiram quais especialistas seriam consultados de acordo com a necessidade de cada equipe. Neste ano os especialistas seriam consultados de forma indireta, ou seja, de acordo com as dúvidas, ao passo em que as etapas iriam acontecendo, os estudantes solicitariam a um professor da própria escola, ou de outras escolas, de um determinado componente curricular, como por exemplo, à professora de Geografia as questões específicas relacionadas a esta área. Foi sugerida neste momento a consulta não só a professores, mas também a familiares e profissionais que tivessem um bom esclarecimento sobre o tema.

Já na etapa quatro, indo à prática, as equipes procuraram cumprir o estabelecido na etapa anterior, consultando familiares, profissionais e professores para buscar sugestões de materiais para leitura que poderiam ser utilizados para a pesquisa investigativa. Depoimentos de familiares, que vivenciaram acidentes com as descargas elétricas, surgiram em meio às consultas a especialistas. Estes depoimentos também foram importantes para as discussões e esclarecimentos de dúvidas.

Como na aplicação do projeto-piloto, na etapa cinco, denominada "abertura aprofundada de caixas-pretas", utilizamos 8 horas-aula. Os questionamentos foram, na medida do possível, dirigidos aos componentes curriculares; no caso da Física, os conceitos relativos à Eletrostática foram desenvolvidos. Nesta etapa, bem como no projeto-piloto, mostramos aos estudantes a série de reportagens sobre as descargas elétricas do programa de televisão "Fantástico", disponível no site do G1.

Na esquematização da situação pensada, etapa seis, as equipes procuraram utilizar o comportamento investigativo para aprofundar o tema em questão, através de tecnologias digitais, como a internet, para a construção do material a ser apresentado aos colegas e à professora. Como no projeto-piloto, a professora orientou os estudantes sobre como eles deveriam apresentar os trabalhos escritos e as apresentações orais (vide Apêndice I). Cada

equipe procurou aprofundar seus conhecimentos sobre o tema sorteado após a categorização dos questionamentos iniciais.

As apresentações ocorreram a partir de um sorteio dos temas referentes aos aspectos das descargas elétricas no Brasil, identificados na categorização. Cada equipe procurou ser criativa na esquematização de sua apresentação, utilizando slides, fotos, vídeos, reportagens e músicas. Uma das equipes criou uma música que fazia referência aos raios. Esta etapa teve duração total de 3 horas-aula.

As apresentações dos estudantes, assim como o trabalho de pesquisa investigativa que os estudantes entregaram para a professora, nos auxiliaram na identificação das evidências da ocorrência de uma diferenciação progressiva e da aprendizagem significativa dos mesmos em relação ao tema trabalhado por meio da IIR.

Mais uma vez, como na aplicação do projeto-piloto, na etapa sete, procuramos abrir as caixas-pretas sem a ajuda de especialistas, ou seja, aprofundar algumas questões sem ajuda especializada. Buscamos relacionar algumas caixas-pretas às apresentações das equipes; na pesquisa investigativa, realizada pelos estudantes utilizando revistas científicas, livros e jornais, foi promovida novamente a discussão em sala de aula, envolvendo o grupo de estudantes e a professora. Esta etapa ocorreu na escola, com a duração de uma hora/aula.

Utilizamos como atividade de fechamento desta etapa uma cartilha sobre os cuidados e precauções com os raios que se encontra no portal do INPE<sup>10</sup>.

Na oitava e última etapa, os estudantes produziram uma redação com algumas palavras-chave sobre o assunto “As descargas elétricas no Brasil” em forma de síntese da pesquisa desenvolvida direcionada a população. A professora entregou aos estudantes algumas orientações (vide Apêndice III), para a construção da redação promovendo uma discussão sobre a importância de se fazer uma boa redação. Foi solicitado que os estudantes elaborassem um texto com, no mínimo, vinte linhas sobre o tema abordado na IIR. Neste texto deveriam aparecer algumas palavras chave como: raios, descargas elétricas, sociedade brasileira, economia do país, incidência de raios no RS, mortes, cuidados e precauções, localização do Brasil, fenômeno da natureza, fixação de nitrogênio, mitos sobre os raios. No mesmo documento os estudantes poderiam elaborar um novo questionamento para aprofundar o conhecimento sobre o assunto e também poderiam avaliar a aplicação da metodologia.

---

<sup>10</sup> Ver [www.inpe.br/webelat/docs/Cartilha\\_Protecao\\_Portal.pdf](http://www.inpe.br/webelat/docs/Cartilha_Protecao_Portal.pdf)

As redações que os estudantes produziram sobre o tema “As descargas elétricas no Brasil” foram realizadas na escola. Verificamos por meio delas algumas manifestações prévias errôneas<sup>11</sup> que foram reconstruídas, se compararmos com os textos iniciais dos mesmos estudantes. As redações também auxiliaram na busca de mais evidências da ocorrência de uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes.

Também como forma de buscar evidências sobre a ocorrência de uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes de Ensino Médio, na avaliação trimestral foram incluídas três questões objetivas sobre as descargas elétricas. Outro o objetivo para a inclusão das questões foi de verificar o conhecimento dos estudantes sobre o assunto em situações de avaliação externa, como é o caso da avaliação trimestral, semelhante às avaliações de vestibular e do ENEM.

Apresentamos na tabela a seguir, o cronograma de desenvolvimento das etapas da IIR em 2014 com a especificação das datas e a quantidade de horas-aula utilizadas para cada etapa.

**Tabela 1 – Cronograma do desenvolvimento da IIR de 2014**

| <b>ETAPAS</b>   | <b>horas/aula</b> | <b>DATAS</b>        |
|---|-------------------|---------------------|
| <b>Etapas de Motivação – Apresentação da proposta</b> | 01                | 24/02/14            |
| <b>01 – Clichê da situação estudada</b>               | 02                | 26/02/14 e 03/03/14 |
| <b>02 – Panorama espontâneo</b>                       | 02                | 05/03/14 e 10/03/14 |
| <b>03 – Consulta aos especialistas</b>                | 01                | 12/03/14            |
| <b>04 – Indo à prática</b>                            | 02                | 17/03/14 e 19/03/14 |

---

<sup>11</sup> Concepção prévia: concepção preliminar apresentada pelo estudante, cientificamente consistente, ou não. Concepção errônea: concepção (prévia ou não) que não é cientificamente consistente.

|  |    |                     |
|--|----|---------------------|
| <b>05 – Abertura aprofundada de caixas-pretas</b>                  | 08 | 24/03/14 à 16/04/14 |
| <b>06 – Esquematização da situação pensada</b>                     | 06 | 23/04/14 à 12/05/14 |
| <b>07 – Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas</b> | 01 | 14/05/14            |
| <b>08 – Elaboração da síntese da IIR</b>                           | 02 | 19/05/14 e 21/05/14 |

**Total de horas-aula: 25**

**OBS:** Utilizamos para o desenvolvimento das etapas da IIR o período de Física da segunda-feira e Seminário Integrado da quarta-feira.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1. Introdução**

No presente capítulo, apresentaremos os resultados da pesquisa, a análise e discussão dos resultados e a reflexão da professora pesquisadora. Procuramos avaliar alguns comportamentos dos estudantes, como interesse, participação, autonomia e comunicação. Avaliamos também fatos e acontecimentos ocorridos durante o desenvolvimento da aplicação da IIR. O planejamento das etapas, assim como as estratégias e recursos utilizados para o desenvolvimento de cada uma delas foi construído com base na fundamentação teórica trabalhada na primeira seção dessa dissertação. A metodologia visa desenvolver alguns atributos da ACT como: autonomia, domínio e comunicação que serão analisados no decorrer da descrição de cada uma das etapas.

Para Fourez (1997), o desenvolvimento destes três atributos (autonomia, domínio e comunicação) no decorrer do período escolar oferece a oportunidade de uma forte formação de cidadãos capazes de tomar decisões no seu cotidiano e de entender e participar das decisões tomadas pelos especialistas. A autonomia é importante para dar possibilidade de negociar suas decisões frente às pressões naturais ou sociais, a comunicação para encontrar maneiras de dizer, e o domínio para ter responsabilidade frente a situações concretas.

Estaremos, no decorrer da análise e discussão dos resultados, tentando demonstrar evidências da ocorrência de uma diferenciação progressiva na aprendizagem dos estudantes (AUSUBEL, 2003). Para Ausubel são dois os processos da dinâmica na estrutura cognitiva que no ensino transformam-se em princípios facilitadores da aprendizagem significativa: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

A predisposição apresentada pelos estudantes para aprender, será descrita a partir dos registros e observações do trabalho em equipe e individual realizado pelos estudantes, a partir também de suas produções e do comportamento dos mesmos no decorrer do desenvolvimento da aplicação da IIR. As observações mais detalhadas foram realizadas na aplicação de 2014, já que em 2013 a IIR foi aplicada como um projeto-piloto com a finalidade de qualificação da professora para a utilização da metodologia.

Utilizamos alguns requisitos que consideramos importantes e necessários, para verificar os impactos da utilização da metodologia “Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade”

em torno do tema “As descargas elétricas no Brasil”, na aprendizagem dos estudantes de Ensino Médio, nas disciplinas de Física e Seminário Integrado:

a) a observação da interação que se estabeleceu entre os estudantes e entre os estudantes e a professora com relação ao desenvolvimento das etapas da metodologia e o tema em questão;

b) a utilização dos conceitos sobre as descargas elétricas no Brasil em diferentes contextos, presentes em nosso cotidiano para a construção do conhecimento dos estudantes, presentes nas diversas produções analisadas.

Os requisitos foram obtidos por meio dos questionamentos e investigações iniciais, organização das equipes, interação entre colegas, consulta aos especialistas, apresentações orais com utilização do no PowerPoint, vídeos, fotografias, músicas, pesquisa investigativa em livros e na internet (trabalhos impressos), redações e questionamentos na avaliação trimestral. Todas as produções dos estudantes foram observadas e avaliadas, objetivando-se um exame detalhado das transformações que se efetivaram no decorrer das aulas e da ocorrência de uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes.

Quanto à ACT (Alfabetização Científica e Tecnológica), temos conhecimento que por meio da construção de uma única IIR, certamente, o estudante não se tornará autônomo, ou seja, passará a ter domínio sobre as diferentes situações de seu cotidiano, pois compreendemos que o processo é contínuo, ou seja, vai ocorrendo ao longo da vida do estudante.

Assim, o que pretendemos é observar o desenvolvimento das características da ACT, por meio da aplicação da IIR, pois o que deve ser objeto de uma ACT não é uma série de conhecimentos particulares precisos, mas um conjunto global que permita (ao indivíduo) orientar-se e compreender-se no nosso universo (FOUREZ, 1997). De acordo com Fourez, o indivíduo alfabetizado científica e tecnologicamente deixaria de ser um receptor passivo e passaria a ser um indivíduo com certa autonomia no mundo científico e tecnológico no qual ele está inserido.

Todas as aulas foram assistidas e descritas pela pesquisadora, que era também a professora titular da turma, com o intuito de identificar os indicadores considerados relevantes para uma análise mais aprofundada de acordo com o referencial teórico definido para a pesquisa.

A seguir apresentamos um relato da experiência e a reflexão da professora com relação ao desenvolvimento da IIR, como projeto-piloto em 2013, com o objetivo de qualificar a professora no desenvolvimento da metodologia.

## **5.2. Resultados do desenvolvimento da IIR no projeto-piloto**

A aplicação da IIR com o tema “As descargas elétricas no Brasil” no ano letivo de 2013 teve a finalidade de testar a metodologia para capacitar o professor pesquisador e propor a utilização de novas metodologias e estratégias de ensino na escola, buscando parceiros que desejassem colaborar com seu desenvolvimento e demonstrassem interesse em conhecer melhor a metodologia das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade.

A aplicação da IIR transcorreu da forma esperada, com alguns ajustes que se fizeram necessários para o bom andamento das atividades planejadas e as programadas pela escola.

No decorrer do desenvolvimento da proposta obtivemos muitos dados por meio de anotações e discussões com os estudantes em sala de aula, que até então eram desconhecidos para a professora. Verificamos a predisposição dos estudantes em aprender coisas novas e em serem atuantes no processo de ensino-aprendizagem.

Observamos quanto aos métodos utilizados pelos professores, que uma pequena parcela deles tem interesse ou procura trazer para a sala de aula metodologias ou estratégias de ensino onde o estudante se torna mais ativo, participativo nas aulas, enquanto que a maioria dos professores se enquadra nos métodos tradicionais. A maioria destes professores é jovem e trabalha em regime de contrato emergencial. Alguns são professores recém formados e outros se encontram em fase de conclusão do curso de graduação.

Mais da metade dos professores da escola onde foi aplicada a metodologia trabalham em, pelo menos, duas escolas, não sendo possível o encontro semanal ou quinzenal para o planejamento das ações didáticas. Dessa forma, fica difícil reuni-los para traçar objetivos e metas para o ano letivo. No que diz respeito à utilização de novas metodologias e de estratégias ativas de aprendizagem, há ainda, uma grande preocupação por parte dos professores e gestores escolares com a quantidade de conteúdo a ser trabalhado, e o quanto esses métodos diferenciados atrapalham no desenvolvimento dos conteúdos.

Observando o dia a dia da escola por quatro anos, constatamos que os laboratórios de informática e ciências raramente são utilizados pelos professores e estudantes, ficando

fechados na maior parte do tempo.

Segue a apresentação dos resultados no decorrer das etapas desenvolvidas no projeto-piloto:

#### *5.1.1. Etapa de motivação - Apresentação da proposta*

A partir da apresentação da proposta, de visualizar o trailer do filme “De volta para o futuro I, II e III, e de ver a apresentação de diapositivos em sala de aula teve início a tempestade de ideias. Uma das reportagens apresentadas foi a seguinte:

***Raio mata jovem em Caxias do Sul (04/01/2010)***

*“Uma tempestade de aproximadamente 30 minutos no final da tarde de hoje, após um dia de temperatura superior a 30°C, matou uma pessoa e causou prejuízos para moradores de Caxias do Sul. Em Vila Oliva, um jovem que recolhia gado em uma área rural morreu atingido por um raio. O cavalo que montava também teve morte instantânea. Até as 21h30min, a identidade não havia sido revelada”. (Do G1, em São Paulo, com informações do Clic RBS).*

Na tempestade de ideias surgiram questionamentos que foram espontâneos a partir da discussão sobre fatos já registrados com descargas elétricas na cidade como na reportagem acima citada. Houve o registro por parte da professora de alguns questionamentos espontâneos como, por exemplo:

- i. O que poderíamos fazer para diminuir o número de acidentes com descargas elétricas?*
- ii. Quem descobriu as descargas elétricas?*
- iii. É verdade que os espelhos podem atrair raios?*
- iv. Podemos armazenar a energia de um raio?*
- v. Por que primeiro enxergamos o raio para depois ouvirmos o trovão?*
- vi. Por que o Brasil é o campeão de raios?*

De acordo com os questionamentos espontâneos iniciais foi possível constatar que os estudantes demonstraram interesse pelo tema “As descargas elétricas no Brasil” do ponto de vista de conhecimentos mais simples do nosso dia a dia e mitos como o que se revela na questão (iii).

Os interesses surgiram também do ponto de vista científico-tecnológico, quando um estudante se referiu à possibilidade de armazenar raios ou ao fato de ver a luz da descarga para depois ouvir o trovão.

As dúvidas quanto às medidas a serem tomadas para evitar alguns acidentes vêm sendo esclarecidas com frequência nos meios de comunicação, jornais, revistas, televisão, pois apesar de tais esclarecimentos nos meios de comunicação ainda temos um número de vítimas bastante elevado. O que observamos é que ainda existem muitas pessoas desinformadas e que não sabem qual atitude deve ser tomada no momento de uma tempestade com raios.

A preocupação com as maneiras para diminuir o número de acidentes, nos faz pensar que, provavelmente, o conhecimento que este estudante tinha, era de números elevados de acidentes fatais, por exemplo. Para evitar acidentes com raios a primeira medida a ser tomada é buscar informação, exatamente o que ele estava se propondo a fazer ao questionar. Outra medida importante explicada pelos estudantes é a de ter conhecimento dos lugares e das atitudes que devem ser adotadas na ocorrência de uma tempestade com raios, tais como:

- i. Não sair para a rua ou para locais descampados (campos de futebol, pastos, praias, etc...) no meio de uma tempestade ou não permanecer neles se já estiver nos mesmos;
- ii. No campo, evitar ficar próximo de cercas de arames metálicos e árvores isoladas.
- iii. Procurar abrigo dentro de carros, ônibus, em moradias ou em prédios que, de preferência, possuam proteção contra os raios;
- iv. Se estiver dentro de casa, evitar usar o celular ligado na rede elétrica (carregador), e evitar também ficar próximo a tomadas, janelas e portas metálicas ou tocar qualquer equipamento elétrico ligado na rede elétrica.

Muito provavelmente, o estudante que questionou sobre quem descobriu os raios, gostaria de conhecer um pouco da história deste fenômeno desde a época de sua descoberta<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> “Willian Wall foi o primeiro cientista a associar os raios às descargas elétricas em 1708, ao ver uma faísca sair de um pedaço de âmbar carregado eletricamente, e que ela parecia com um relâmpago. No entanto, foi somente na metade deste mesmo século que se tornou evidente que os relâmpagos deveriam ser uma forma de eletricidade associada às tempestades”.

Os comentários em relação aos questionamentos iniciais como os abaixo listados foram sendo feitos no decorrer das etapas, pois o objetivo era justamente deixar os estudantes intrigados com suas dúvidas e observações.

- i. O fato dos espelhos atraírem raios não passa de um mito, pois os espelhos não atraem raios. A crença surgiu na época em que os espelhos tinham grandes molduras metálicas e estas sim eram um grande atrativo para os raios.
- ii. A preocupação em saber se é possível armazenar a energia de um raio, vem do conhecimento de que um raio possui uma energia gigantesca, porém, isto não é verdade, se conseguíssemos captar a energia da nuvem carregada eletricamente, aí sim teríamos uma grande energia.
- iii. Primeiramente enxergamos o clarão e em seguida ouvimos o barulho do raio pelo fato de o trovão ser o som produzido pelo rápido aquecimento e expansão do ar na região da atmosfera onde a corrente elétrica do raio circula. Já o clarão é o efeito luminoso produzido por este rápido aquecimento. Como a velocidade da luz é maior que a velocidade do som, primeiro se vê a luz para depois ouvir o barulho e ambos os efeitos luminoso e sonoro, constituem um raio, que são todas as descargas elétricas que se conectam ao solo.
- iv. O Brasil é quem lidera o ranking na incidência de raios, pois caem cerca de 50 milhões de raios por ano no país e a explicação é geográfica. Nosso país é o maior país da zona tropical do planeta, área central onde o clima é mais quente, portanto mais favorável a formação de tempestades e raios.

Dessa forma, observamos que os estudantes trazem consigo muitos conhecimentos prévios e uma predisposição natural para aprender. Isso nos faz acreditar na importância de abordar assuntos como este, no nosso cotidiano escolar.

#### *5.1.2. Etapa 1 - Elaboração do clichê da situação estudada*

Nesta aula os estudantes retomaram a discussão sobre o assunto com os colegas e elaboraram seus questionamentos individuais sobre o tema. Esses questionamentos são o meio pelo qual se expressam manifestações prévias e dúvidas iniciais que surgiram a respeito do vídeo, dos diapositivos e a partir da discussão inicial apresentada na etapa de motivação. O registro desta primeira etapa foi feito em tiras de papel pelos estudantes. Mais tarde essas tiras

foram recolhidas e transcritas na íntegra pela professora, sem a correção ortográfica do texto, em ordem aleatória para uma lista de questionamentos como segue abaixo:

### **Questionamentos elaborados pela turma 301 na aplicação do projeto-piloto em 2013**

- 1) *Como as descargas elétricas afetam o corpo humano?*
- 2) *Quais os benefícios que as descargas elétricas trazem para o meio ambiente?*
- 3) *É verdade que o raio é benéfico para o solo?*
- 4) *Por que algumas vezes há queda de luz quando ocorre um raio?*
- 5) *Quais os pontos positivos e negativos das descargas elétricas naturais?*
- 6) *Qual a consequência positiva da ocorrência de descargas elétricas, durante uma tempestade?*
- 7) *Qual a composição química de um raio?*
- 8) *Quais os benefícios dos raios para a Terra?*
- 9) *De onde vem o barulho que vem com os raios?*
- 10) *É realmente necessário desligar o computador quando acontece uma tempestade?*
- 11) *Em que local do Brasil se tem o maior índice de raios?*
- 12) *Quais os pontos positivos e negativos das descargas do ponto de vista biológico?*
- 13) *Como as descargas elétricas interferem na economia do Brasil?*
- 14) *Com relação ao fenômeno de um raio, quando ele atinge uma plantação, sendo ela qual for, teria o raio a capacidade de estragar ou inutilizar os alimentos ali plantados?*
- 15) *Se estivermos tomando banho no momento de um temporal é perigoso levar um choque?*
- 16) *Por que o Brasil é o país mais atingido por raios no mundo?*
- 17) *Qual a diferença entre raios e relâmpagos?*
- 18) *Por que as tempestades elétricas estão acontecendo com mais frequência com o passar dos anos?*
- 19) *Quais as consequências das descargas elétricas para a economia do Brasil?*
- 20) *O que é um processo de fulguração?*
- 21) *Por que é mais comum descargas elétricas em países tropicais?*
- 22) *Estudos científicos sugerem que algumas árvores atraem mais raios que outras. Isto pode ser verdade?*
- 23) *É verdade que os raios sobem do solo para as nuvens, ou seja, de baixo para cima?*
- 24) *Por que o Rio Grande do Sul é considerado um dos estados com maior incidência de descargas elétricas?*
- 25) *Existem raios em outros planetas?*
- 26) *É verdade que um raio não cai duas vezes no mesmo lugar?*
- 27) *Por que o raio faz barulho?*
- 28) *Por que devemos desligar nossos aparelhos domésticos em caso de chuva com raios?*

Quanto à categorização dos questionamentos, os estudantes juntamente com a professora procuraram enquadrá-los em temas e conteúdos. Surgiram então, com o auxílio da professora, algumas categorias como, por exemplo, questões que poderiam ser enquadradas em um estudo social ou econômico, outras no contexto físico, biológico, histórico ou geográfico. As sugestões foram sendo anotadas no quadro pela professora e ficaram definidas pelos estudantes em seis categorias, a saber:

- i. *Aspectos sociais (Cuidados e precauções)*
- ii. *Aspectos econômicos (Prejuízos)*
- iii. *Aspectos físicos (Formação de raios e relâmpagos)*
- iv. *Aspectos biológicos (Fixação do nitrogênio no solo)*
- v. *Aspectos geográficos (Distribuição dos raios no Brasil)*
- vi. *Aspectos históricos (Mitos)*

A categorização foi feita com os estudantes para facilitar mais tarde o direcionamento da investigação e pesquisa investigativa dos estudantes, onde equipes foram criadas e especialistas poderiam ser consultados.

Em conversa com os estudantes a professora retomou a interdisciplinaridade na construção de uma IIR, justificando que a maior parte dos questionamentos poderiam se enquadrar em mais de uma categoria, alguns até mesmo em todas as categorias, pois um assunto ou tema a ser estudado não se resume a conhecimentos disciplinares, mas a saberes e potencialidades existentes em cada área do conhecimento. Para Fourez (1997), não existem problemas concretos que poderiam ser abordados de maneira pertinente por uma só disciplina.

O enquadramento dos questionamentos em categorias feito pelos estudantes foi o seguinte:

***Aspectos sociais (cuidados e precauções):***

- *Quais os pontos positivos e negativos das descargas elétricas naturais?*
- *É realmente necessário desligar o computador quando acontece uma tempestade?*
- *Se estivermos tomando banho no momento de um temporal é perigoso levar um choque?*
- *Por que devemos desligar nossos aparelhos domésticos em caso de chuva com raios?*

***Aspectos econômicos (prejuízos):***

- *Como as descargas elétricas interferem na economia do Brasil?*
- *Quais as conseqüências das descargas elétricas para a economia do Brasil?*

**Aspectos físicos (formação de raios e relâmpagos):**

- Por que algumas vezes há queda de luz quando ocorre um raio?
- De onde vem o barulho que vem com os raios?
- Qual a diferença entre raios e relâmpagos?
- Por que as tempestades elétricas estão acontecendo com mais frequência com o passar dos anos?
- É verdade que os raios sobem do solo para as nuvens, ou seja, de baixo para cima?
- Por que o raio faz barulho?

**Aspectos biológicos (fixação do nitrogênio no solo):**

- Como as descargas elétricas afetam o corpo humano?
- Quais os benefícios que as descargas elétricas trazem para o meio ambiente?
- Qual a consequência positiva da ocorrência de descargas elétricas, durante uma tempestade?
- Qual a composição química de um raio?
- Quais os benefícios dos raios para a Terra?
- É verdade que o raio é benéfico para o solo?
- Quais os pontos positivos e negativos das descargas do ponto de vista biológico?
- Com relação ao fenômeno de um raio, quando ele atinge uma plantação, sendo ela qual for, teria o raio a capacidade de estragar ou inutilizar os alimentos ali plantados?
- O que é um processo de fulguração?

**Aspectos históricos e mitos:**

- Estudos científicos sugerem que algumas árvores atraem mais raios que outras. Isto pode ser verdade?
- Existem raios em outros planetas?
- É verdade que um raio não cai duas vezes no mesmo lugar?

**Aspectos geográficos (distribuição dos raios no Brasil):**

- Em que local do Brasil se tem o maior índice de raios?
- Por que o Brasil é o país mais atingido por raios no mundo?
- Por que é mais comum descargas elétricas em países tropicais?
- Por que o Rio Grande do Sul é considerado um dos estados com maior incidência de descargas elétricas?

A partir dos questionamentos individuais dos estudantes e da categorização feita, foi possível destacar alguns conhecimentos prévios, tais como:

- i. *os raios são fenômenos da natureza que possuem uma finalidade e podem trazer consequências e benefícios para o meio ambiente;*
- ii. *as quedas de luz podem estar associadas a tempestades e raios;*
- iii. *os raios fazem barulho;*
- iv. *de alguma forma os raios interferem na economia do país;*
- v. *durante as tempestades, é importante desligar da tomada aparelhos eletrônicos;*
- vi. *tomar banho durante uma tempestade pode ser perigoso;*
- vii. *tempestades com raios estão cada vez mais frequentes;*
- viii. *as descargas elétricas são mais comuns em países tropicais;*
- ix. *árvores podem atrair raios;*
- x. *enquanto a maior parte dos raios vem de cima, alguns podem também subir em relação às nuvens;*
- xi. *o estado do Rio Grande do Sul é um dos estados com maior incidência de raios.*

### 5.1.3. Etapa 2 - Elaboração do panorama espontâneo

Com base nos questionamentos foi possível observar os diversos aspectos do tema em questão que despertaram o interesse dos estudantes e que nortearam a pesquisa investigativa feita extraclasse pelos mesmos. Os estudantes, por solicitação da professora, trouxeram um pequeno registro sobre descargas elétricas, para ser compartilhado e discutido no grande grupo. A orientação da professora era de que os estudantes pesquisassem em fontes confiáveis algo que fosse do interesse de cada um e estivesse relacionado ao tema, que escrevessem no máximo quinze linhas sobre o assunto e que trouxessem para a aula seguinte para compartilhar oralmente com os colegas e colocar em discussão na mesa redonda que seria promovida pela professora.

Seguem abaixo alguns registros transcritos na íntegra pela professora, sem correção ortográfica:

#### (i) **Texto produzido pela estudante A da turma 301 em 17/09/2013**

##### *Descargas elétricas*

*O Brasil é o país mais atingido por descargas elétricas no mundo e o que possui o maior número de mortos em decorrência de raios. O território brasileiro é atingido, segundo pesquisas, por 70 milhões de raios por ano, ou seja, duas ou três descargas elétricas por segundo. Os raios naturais causam um prejuízo de 200 milhões de reais por ano no país.*

*A principal cidade atingida por raios do país fica no Sul do Mato Grosso do Sul.*

*O raio é uma descarga elétrica luminosa, produzida entre duas nuvens ou entre uma nuvem e o solo. O choque entre as partículas de gelo dentro da nuvem causa uma separação de cargas elétricas negativas e positivas.*

**Fonte: Internet**

**(ii) Texto produzido pelo estudante B da turma 301 em 17/09/2013**

**Descargas elétricas no RS**

*Um raio é uma descarga elétrica de grande intensidade. Quando um raio atinge animais de quaisquer espécies e estes vem a óbito, temos o que chamamos de fulguração. Quatro bovinos foram encontrados mortos nas proximidades de árvores de origem Eucalypta imediatamente após registros de tempestades no estado do Rio Grande do Sul. Nos locais haviam árvores com linhas de queimadura recente no tronco.*

*Quando ocorre a fulguração em animais a grande maioria morre em tratamento. Os sobreviventes apresentarão sequelas do comprometimento nervoso pela contração sofrida por todos os músculos estriados simultaneamente do corpo.*

*Em maio de 2007 no município de Salvador do Sul – RS, na zona rural, foram realizadas necropsias em duas vacas Limousin, o lote incluía 15 bovinos. Durante uma tempestade estes animais estiveram abrigados em baixo do Eucalyptu, que com seu solo úmido conduziu a eletricidade causando morte pela sucessão de água nos músculos. (UFRGS/RS-2010).*

**Fonte: Internet**

**(iii) Texto inicial produzido pelo estudante C da turma 301 em 17/09/2013**

**Raios**

*Um raio é uma descarga elétrica que se produz pelo contato entre nuvens de chuva ou entre uma destas nuvens e a terra, produzindo diversos tipos de radiação eletromagnéticas, além de ondas sonoras, que são conhecidas como trovão. A principal diferença entre relâmpagos e raios consiste no fato de que o termo relâmpago refere-se a qualquer descarga elétrica atmosférica, enquanto um raio é uma descarga que ocorre entre a nuvem e o solo.*

**Fonte: Internet**

Estes primeiros registros mostram que nossos estudantes possuem interesses distintos, alguns procuraram ler mais, outros menos, alguns procuraram fazer leituras de artigos científicos, enquanto outros apenas utilizaram a primeira opção que o Google aponta. Tivemos estudantes que copiaram na íntegra um determinado texto que estava na internet,

sem ter ao menos a preocupação da formatação, ou de citar o autor, quando a orientação dada pela professora era de leitura e escrita de próprio punho.

Constatou-se que muitos estudantes assistiram noticiários para ter conhecimento sobre o que acontece ao nosso redor e no mundo inteiro, enquanto outros pareciam estar completamente desinformados e desinteressados.

Cada um, à sua maneira, procurou identificar-se de alguma forma com algum dos aspectos categorizados, talvez com aquilo que mais lhe chamou a atenção na tempestade de ideias ou com o que observava no dia a dia, ou ainda apenas por que lhe agradava o estudo.

Uma pequena parcela desses estudantes, por estarem no terceiro ano do Ensino Médio, e quase no final do ano letivo, já havia se identificado com alguma área de estudo, demonstrando claramente seu interesse em direcionar a proposta de investigação ao que lhe agradava, como é o caso do estudante B, que pretendia prestar vestibular para medicina e se refere a termos científicos como *fulguração*, *limousin* e *eucalyptu*, ou seja, palavras utilizadas geralmente no estudo da Biologia.

#### *5.1.4. Etapa 3 - Consulta aos especialistas e às especialidades*

Nesta etapa, a professora e os estudantes procuraram identificar os questionamentos que foram respondidos durante as discussões ocorridas na mesa redonda ou por meio da intervenção da professora. Contudo, havia alguns questionamentos que somente poderiam ser mais bem explicados por um especialista no assunto, como, por exemplo, a questão da fixação do nitrogênio no solo por meio das descargas elétricas, um dos aspectos positivos da existência das mesmas na natureza.

Logo os estudantes tiveram a oportunidade de decidir a quem procurar e onde procurar um especialista no assunto e pensaram em convidar uma especialista em Biologia. Entre algumas sugestões, resolveram convidar uma professora da Universidade de Caxias do Sul (UCS) para explicar sobre o ciclo do nitrogênio e a fixação do mesmo no solo através de descargas elétricas. Na oportunidade, os estudantes relataram que encontravam muitas dificuldades no estudo da Biologia. De acordo com o relato dos estudantes os conteúdos desenvolvidos nas aulas de Biologia não eram relacionados com o cotidiano do estudante, o uso de termos técnicos na disciplina também dificultava sua compreensão. Nessas aulas, os estudantes eram meros ouvintes no processo de ensino e aprendizagem.

Quanto à professora especialista, ficou definido em acordo com os estudantes, que esta seria então convidada para vir à escola em data e horário a ser combinado conforme sua disponibilidade. A professora acordou também com os estudantes que a visita ocorreria no horário da disciplina de Física e que a visita se estenderia também à outra turma de terceiro ano do Ensino Médio que não estava desenvolvendo a IIR, ou seja, a turma 302.

#### *5.1.5. Etapa 4 - Indo à prática*

Nesta etapa, a professora especialista, convidada pela turma 301 por meio da professora titular, esteve na escola para explicar aos estudantes sobre o ciclo do nitrogênio e a fixação do nitrogênio no solo devido às descargas elétricas. Esta visita da professora especialista permitiu a discussão sobre dúvidas que os estudantes possuíam sobre o assunto além da abertura aprofundada de algumas caixas-pretas, como as seguintes:

- 2) Quais os benefícios que as descargas elétricas trazem para o meio ambiente?*
- 3) É verdade que o raio é benéfico para o solo?*
- 6) Qual a consequência positiva da ocorrência de descargas elétricas, durante uma tempestade?*
- 8) Quais os benefícios de um raio para a terra?*
- 12) Quais os pontos positivos e negativos das descargas do ponto de vista biológico?*
- 14) Com relação ao fenômeno de um raio, quando ele atinge uma plantação, sendo ela qual for, teria o raio a capacidade de estragar ou inutilizar os alimentos ali plantados?*

A especialista, tendo conhecimento das dificuldades dos estudantes no conteúdo da disciplina de Biologia, utilizou durante sua visita uma estratégia de aprendizagem onde os estudantes participaram ativamente do esquema construído pela especialista no quadro branco. Ela procurou estimular alguns questionamentos sobre o corpo humano e suas funções, relacionando com o ciclo do nitrogênio. Os estudantes demonstraram interesse sobre o assunto, questionando e fazendo intervenções no decorrer da atividade.

Conforme combinado, foi utilizado o horário das aulas da professora com prolongamento de mais quinze minutos do intervalo devido à predisposição dos estudantes em aprender mais sobre o assunto. Os estudantes questionaram a especialista durante a atividade

e preferiram ficar sem o intervalo para o lanche<sup>13</sup>, continuando com a convidada por mais alguns minutos. Na ocasião, observamos que os estudantes que mais questionaram foram os que estavam desenvolvendo a IIR.

#### *5.1.6. Etapa 5 - Abertura aprofundada de caixas-pretas*

Na abertura aprofundada das caixas-pretas foram desenvolvidos alguns conteúdos fundamentais para compreender como ocorrem as descargas elétricas, quais suas consequências e porque devemos tomar certos cuidados. Utilizamos para esta etapa 8 horas-aula, para desenvolver a parte da Física conhecida como Eletrostática, que versa sobre a carga elétrica, o princípio da atração e repulsão, condutores e isolantes de eletricidade, processos de eletrização, lei de Coulomb, campo elétrico, etc.

Para aprofundar a abertura das caixas-pretas, foram utilizadas algumas atividades experimentais, onde os estudantes tiveram a oportunidade de vivenciar, na prática, como ocorre, por exemplo, o processo de eletrização por condução utilizando um gerador de Van de Graaff, bem como experimentos desenvolvidos no laboratório de ciências com materiais isolantes e condutores de eletricidade. Os estudantes também trabalharam com um texto produzido pela professora sobre as descargas elétricas (vide Anexo I).

Uma série de reportagens, exibidas pelo programa de televisão “Fantástico” da Rede Globo, também foi utilizada com os estudantes. A série possui uma sequência de três reportagens desenvolvidas em parceria com o INPE que foram exibidas em fevereiro e março de 2013 com a finalidade de alertar a população sobre os acidentes relacionados com os raios. Esta série de reportagens complementou o estudo das descargas elétricas em um contexto físico, social e econômico e auxiliou no estudo dos seguintes questionamentos:

- 1) *Como as descargas elétricas afetam o corpo humano?*
- 3) *É verdade que o raio é benéfico para o solo?*
- 4) *Por que algumas vezes há queda de luz quando ocorre um raio?*
- 5) *Quais os pontos positivos e negativos das descargas elétricas naturais?*
- 9) *De onde vem o barulho que vem com os raios?*
- 10) *É realmente necessário desligar o computador quando acontece uma tempestade?*

---

<sup>13</sup> “Desde que a professora começou a trabalhar com esses estudantes, essa foi a primeira vez que eles abdicaram do horário do intervalo para continuar em uma atividade em sala de aula”.

- 11) *Em que local do Brasil se tem o maior índice de raios?*
- 13) *Como as descargas elétricas interferem na economia do Brasil?*
- 15) *Se estivermos tomando banho no momento de um temporal é perigoso levar um choque?*
- 16) *Por que o Brasil é o país mais atingido por raios no mundo?*
- 17) *Qual a diferença entre raios e relâmpagos?*
- 18) *Por que as tempestades elétricas estão acontecendo com mais frequência com o passar dos anos?*
- 19) *Quais as consequências das descargas elétricas para a economia do Brasil?*
- 21) *Por que é mais comum descargas elétricas em países tropicais?*
- 22) *Estudos científicos sugerem que algumas árvores atraem mais raios que outras. Isto pode ser verdade?*
- 23) *É verdade que os raios sobem do solo para as nuvens, ou seja, de baixo para cima?*
- 24) *Por que o Rio Grande do Sul é considerado um dos estados com maior incidência de descargas elétricas?*
- 25) *Existem raios em outros planetas?*
- 26) *É verdade que um raio não cai duas vezes no mesmo lugar?*
- 27) *Por que o raio faz barulho?*
- 28) *Por que devemos desligar nossos aparelhos domésticos em caso de chuva com raios?*

#### 5.1.7. Etapa 6 - Esquematização da situação pensada

A etapa seis, que se refere à esquematização da situação pensada, foi o momento em que os estudantes puderam colocar em prática o estudo feito sobre as descargas elétricas no decorrer das aulas e aprofundar ainda mais seus conhecimentos por meio da pesquisa investigativa. Nesta etapa, a professora orientou os estudantes, divididos em equipes, a prepararem uma apresentação sobre um dos aspectos categorizados na etapa dois. Por sugestão da classe, houve sorteio dos temas e da ordem de apresentação. Nesta apresentação os estudantes poderiam utilizar as tecnologias digitais que achassem pertinentes, sendo a criatividade e o comportamento investigativo, os elementos fundamentais que seriam considerados e também avaliados pela professora.

As apresentações ocorreram uma semana após a orientação da atividade, cada equipe de quatro ou cinco componentes tinha o tempo de 10 minutos para a apresentação aos colegas e à professora, que procurou organizar a atividade abrindo a questionamentos ao final de cada apresentação. Algumas dicas para a apresentação foram entregues às equipes (vide Apêndice I), como questões referentes à forma de apresentação, à utilização de recursos audiovisuais e à organização das mesmas. As apresentações ocorreram na seguinte ordem:

- i. Aspectos físicos (formação de raios e relâmpagos)*
- ii. Aspectos geográficos (distribuição dos raios no Brasil)*
- iii. Aspectos sociais (cuidados e precauções)*
- iv. Aspectos econômicos (prejuízos)*
- v. Aspectos biológicos (fixação do nitrogênio no solo)*
- vi. Aspectos históricos (mitos)*

A criatividade das equipes com relação ao material organizado para as apresentações surpreendeu a professora. A maior parte das equipes procurou seguir as orientações da professora, utilizando apresentações de diapositivos produzidos no PowerPoint, imagens, fotografias, vídeos, reportagens e músicas. Uma das equipes construiu uma apresentação com imagens e a voz de uma estudante componente do grupo.

As apresentações de todas as equipes estão disponíveis no website: [www.ilhasderacionalidade.com.br](http://www.ilhasderacionalidade.com.br). Esse website foi desenvolvido como o produto final da pesquisa realizada. O desenvolvimento do website teve como principal objetivo demonstrar de forma simples a construção da IIR com o tema “As descargas elétricas no Brasil” no ano de 2013 e 2014. A finalidade desse produto seria inspirar outros professores para a utilização da metodologia, ou conhecer as IIR, suas etapas de aplicação e referências que possam auxiliar no conhecimento das mesmas.

Por meio das apresentações das equipes e do trabalho impresso entregue à professora foi possível observar indícios da ocorrência de aprendizagem significativa por parte desses estudantes. Também ficou evidenciado nas manifestações dos estudantes, durante as apresentações e durante as discussões pós-apresentação, a confrontação de seus conhecimentos iniciais com os novos conceitos apresentados.

Dessa forma, observamos indícios de que os estudantes puderam redimensionar o que já sabiam e ancorar nesse conhecimento prévio os novos conhecimentos sobre as descargas elétricas. Conceitos mais complexos, tais como, os raios ascendentes (do solo para a nuvem), descendentes (da nuvem para o solo) e conectantes (funcionamento de um para-raios), e que nos questionamentos iniciais estavam praticamente ausentes, estavam presentes tanto nas apresentações como no texto impresso. A participação ativa dos estudantes nas várias etapas da IIR, é um indício de que ocorreram modificações em seus subsunçores previamente existentes e, conseqüentemente, a ocorrência do processo de diferenciação progressiva preconizado por Ausubel (2003).

### *1.8. Etapa 7 - Abrir algumas caixas-pretas sem a ajuda de especialistas*

Nesta etapa foram aprofundados alguns questionamentos sem consultar especialistas, algumas caixas-pretas foram relacionadas às apresentações dos estudantes. Um infográfico encontrado por um estudante e disponível no portal do INPE (vide Anexo II) foi utilizado para demonstrar de forma resumida e objetiva o número de acidentes e os locais de maior incidência das descargas elétricas no Brasil.

Uma cartilha, também disponível no portal do INPE e disponibilizada pela professora, sobre as precauções e cuidados para evitar acidentes com as descargas elétricas, foi utilizada para orientação em sala de aula. Esta cartilha foi projetada no quadro branco e discutida item a item com os estudantes, que concluíram que essas informações deveriam ser repassadas a familiares e amigos, pois o número de acidentes somente irá diminuir se a população estiver bem informada.

### *5.1.9. Etapa 8 - Elaborando uma síntese da “Ilha de Racionalidade”: O produto final*

Na oitava e última etapa os estudantes do ano letivo de 2013, construíram um pequeno relatório baseado em um roteiro de cinco questões sobre as atividades desenvolvidas na aplicação da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (vide Apêndice II). Este relatório teve por objetivo o aprimoramento da metodologia para a reaplicação no ano de 2014. A reflexão da professora pesquisadora da turma com relação ao desenvolvimento do projeto-piloto foi de fundamental importância para a reaplicação da metodologia no ano de 2014.

Na questão número um, todos os estudantes responderam que os estudos sobre as descargas elétricas os ajudaram a compreender melhor o mundo em que habitam e os fenômenos naturais com suas finalidades e consequências.

Quanto à questão número dois, a maior parte dos estudantes respondeu ter compreendido porque o Brasil é o campeão de raios e quais as maneiras adequadas de se proteger para evitar acidentes. Alguns afirmaram ter ficado surpresos com a quantidade de pessoas que morrem todos os anos devido às descargas elétricas e dos grandes prejuízos causados pelos raios no país.

Na questão três, a maioria dos estudantes respondeu que acredita que o estudo de fenômenos naturais como os raios, por meio de novas metodologias, pode ser de grande ajuda

para o desenvolvimento da autonomia do estudante no mundo científico-técnico e na sociedade em geral.

Já na questão quatro, a maior parte dos estudantes afirmou que os saberes obtidos poderão auxiliar muito na tomada de decisão, e também quanto a medidas de segurança para evitar danos e acidentes com raios em dias de tempestades.

Em conclusão ao relatório e como resposta da questão de número cinco os estudantes responderam que os saberes obtidos sobre as descargas elétricas poderão facilitar a comunicação com familiares e amigos, no intuito de discutir e orientar as pessoas sobre os cuidados que devemos tomar em meio a uma tempestade com a incidência de raios.

No desenvolvimento da IIR no ano de 2013, com a finalidade de aplicar uma metodologia na forma de um projeto-piloto pudemos observar que a grande maioria dos estudantes da turma 301, apresentou uma predisposição para aprender maior que os estudantes da turma 302, que não desenvolveram a IIR. Tendo em vista que as aulas da professora não se baseiam em uma abordagem tradicional onde o estudante decora conceitos e fórmulas, presencia demonstrações de teoremas, e pratica listas enormes de exercícios de cálculo, mas procura promover aulas expositivas dialogadas (ALVES E ANASTASIOU, 2003), ainda assim foi possível perceber a diferença entre o comportamento dos estudantes das duas turmas, pois os estudantes da turma 302 não demonstraram a mesma predisposição para aprender como a turma 301.

A turma 302, que não desenvolveu a metodologia da IIR, não se conformava com o fato de não estar participando da pesquisa por meio do desenvolvimento da metodologia da IIR, logo alguns estudantes solicitaram à professora algumas práticas como a de elaborar questionamentos em tiras de papel sobre as descargas elétricas e a visualização de vídeos utilizados para a aplicação da metodologia com a turma 301.

Os estudantes da turma 301 tiveram maior autonomia para consultar especialistas e trazer para a sala de aula conhecimentos que eram de seu interesse. Foram criativos em suas apresentações e na pesquisa investigativa, e souberam lidar melhor com o cenário do trabalho proposto.

Ficou evidente a ocorrência de uma reconciliação integrativa, pois os estudantes demonstraram por meio das respostas às questões, uma reorganização nos conceitos aprendidos, gerando novos significados e relacionando os conceitos entre si (MOREIRA,

1999). Por exemplo, uma das equipes procurou responder o questionamento “*Quais os benefícios dos raios para a Terra*”, explicando que:

*“Uma das formas de fixação do nitrogênio nos solo é através dos raios. Os raios são responsáveis pela fixação atmosférica do nitrogênio no solo, cuja elevada energia separa as moléculas de nitrogênio e permite que os seus átomos se liguem com moléculas de oxigênio existentes no ar formando o monóxido de nitrogênio (NO). Este é posteriormente dissolvido na água da chuva e depositado no solo. O nitrogênio é de grande importância para os seres vivos, sem ele não existiria vida no planeta”.*

Como professora da turma em que foi desenvolvida a IIR na forma de um projeto-piloto de familiarização da metodologia em 2013, pode-se destacar a importância da reflexão para a reaplicação da IIR no ano de 2014. Procuramos fazer uma reflexão em relação às dificuldades e anseios encontrados na aplicação da metodologia. O processo de ensino e aprendizagem das ciências e matemática é algo que realmente nos preocupa, uma vez que percebemos que uma grande parte dos nossos estudantes além de ter dificuldades nessa área do conhecimento não gosta ou não sente prazer em estudá-las.

Conhecer novas metodologias e estratégias que despertem o interesse dos estudantes e facilite a compreensão dos conteúdos é sem dúvidas um de nossos principais objetivos em sala de aula. Para que seja possível repensar o processo de ensino e aprendizagem, o professor precisa entender que o aperfeiçoamento deve ser constante, pois desta maneira o professor tem a oportunidade de conhecer novas metodologias de ensino e aprendizagem.

Ao tomar contato com a metodologia da IIR, por meio do curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, não hesitamos em colocar em prática no ano de 2013. Imaginei que encontraria algumas dificuldades por se tratar de algo novo e desafiador. Uma das maiores dificuldades encontradas foi na orientação das etapas para não intervir em excesso nas atividades e ao mesmo tempo pecar pela falta de informação. Foi preciso muita leitura sobre a mesma para auxiliar na condução de cada uma das etapas, pois esta é uma metodologia onde cada uma de suas etapas constitui uma estratégia ativa de aprendizagem, ou seja, o estudante é o protagonista no processo de ensino e aprendizagem.

Outra dificuldade encontrada no decorrer do desenvolvimento do projeto-piloto foi à aceitação por parte da escola da aplicação de novas metodologias de ensino, pois atividades como estas acabam mobilizando os estudantes e esta mobilização nem sempre é compreendida pelos professores e pela equipe diretiva.

Como professora de Ensino Médio na disciplina de Física e Matemática há alguns anos, observei que a metodologia da IIR possibilitou aos estudantes uma maior compreensão do assunto ou tema em discussão uma vez que estes foram mais ativos e autônomos no decorrer do processo de ensino e aprendizagem, demonstrando ter facilidade na comunicação de suas ideias. Os estudantes têm sede de coisas novas e desafiadoras, têm curiosidade em compreender o mundo que habitam, no entanto muitas vezes nós professores acabamos sufocando o desejo de nossos estudantes em aprender, por torná-los passivos em sala de aula, não permitindo que expressem suas curiosidades e dúvidas.

Foi necessário que me controlasse para não dar respostas e induzir o trabalho ao meu interesse, deixando que os estudantes trabalhassem em equipe, discutindo e buscando aquilo que mais lhe interessava sobre o tema. O trabalho em equipe e a cooperação dos estudantes foram observados com maior facilidade durante a aplicação da metodologia, além da criatividade e interesse pelo trabalho desenvolvido.

Entendo que a IIR pode trazer contribuições significativas para o ensino de Física e Matemática, tendo-se como perspectiva a Alfabetização Científica e Tecnológica dos estudantes. Como indicadores de aprendizagem, considerou-se evolução em algumas situações: na produção das sínteses conceituais, nos diálogos entre os envolvidos, nas contribuições verbalizadas, na desinibição ocorrida com alguns alunos, na liberdade ao compartilharem experiências no decorrer do projeto.

Compreendemos que muitas vezes a falta de conexão entre o que é ensinado e a realidade vivenciada pelos estudantes fazem com que tenham um menor engajamento no processo de aprendizagem, uma vez que não percebem significados no conteúdo trabalhado em sala de aula. Esta metodologia contribui para aprimorar a autonomia à medida que o aluno se responsabiliza, coopera, reorganiza e reelabora significados por meio da reflexão, do diálogo e das próprias construções.

A etapa de motivação em meu ponto de vista é o que impulsiona o rumo que o projeto irá seguir. Essa etapa pode ocorrer de diversas formas dependendo dos objetivos que o professor possui para a proposta.

## 5.2. Resultados do Desenvolvimento da IIR de 2014

No ano letivo de 2014 a aplicação da IIR ocorreu na mesma escola, novamente com uma turma de estudantes de Ensino Médio, com a diferença que esta turma de terceiro ano já fazia parte da proposta de ensino Politécnico. A turma que desenvolveu a metodologia foi a turma 301, enquanto a turma 302 continuou suas atividades de forma rotineira, com aulas expositivas dialogadas (ALVES E ANASTASIOU, 2003). A turma 301 do ano letivo de 2014 possuía 27 estudantes inicialmente matriculados, no entanto, uma estava em licença maternidade e três foram transferidos para outras turmas na primeira quinzena de março. Um estudante chegou à turma no início de abril. Assim, foram 23 estudantes que participaram do desenvolvimento da IIR na íntegra.

A pesquisa realizada no ano de 2014, baseada no desenvolvimento da IIR, teve como principal objetivo verificar os impactos da utilização da metodologia “Ilha Interdisciplinar de Racionalidade”, em torno do tema “As descargas elétricas no Brasil”, na aprendizagem de estudantes de Ensino Médio.

Algumas adaptações foram feitas em relação à aplicação da IIR de 2013. Em 2014, as atividades fluíram com maior facilidade e a professora sentiu maior segurança no desenvolvimento e orientação das etapas da metodologia. Mais uma vez, a aplicação começou pela etapa de motivação, ou seja, com uma breve apresentação da proposta e do tema “As descargas elétricas no Brasil” com o intuito de verificar se os estudantes apresentariam ou não uma predisposição para aprender sobre o assunto.

Para Fourez (1997), em aulas consideradas tradicionais, é o professor que planeja e elabora as atividades, e segue de maneira linear a execução das mesmas. É o professor que define a importância dos objetos do conhecimento. Na aplicação da metodologia da IIR, uma situação-problema é definida e são os estudantes que identificam o que necessitam aprender. Ou seja, os estudantes interferem no rumo do projeto, pois são eles que determinam o que seria importante aprender ou não.

De acordo com Schmitz (2004), cabe ao professor organizar os conteúdos, os recursos humanos e materiais. Schmitz ainda aponta que se o professor não tem conhecimento do conteúdo, deve se informar, por meio de livros, revistas ou internet.

Segundo Fourez (1997) o sucesso na execução do projeto de uma IIR depende da capacidade do professor negociar as relações entre os objetivos do projeto e aqueles de sua

disciplina específica. O professor necessita ter claro para quem e o que se quer ensinar. A aplicação da metodologia IIR não abandona as práticas disciplinares, mas procura cruzar as diversas áreas do conhecimento, cada qual com suas particularidades e importância, mobilizando os conhecimentos para situações particulares.

A qualificação da professora pesquisadora no ano de 2013 vem ao encontro do que defende Fourez (1997) sobre o sucesso na execução do projeto de aplicação da IIR. Em nosso caso foi preciso, antes de tudo, conhecer melhor a metodologia e se capacitar para sua aplicação. A professora veio a conhecer a metodologia somente ao iniciar o curso de mestrado.

A proposta inicial de trabalho a ser desenvolvido pela professora era de aproximar os estudantes da ciência do nosso dia a dia, de forma interdisciplinar, podendo utilizar recursos tecnológicos para a pesquisa investigativa. Uma vez conhecendo a metodologia da IIR, percebemos que esta, poderia dar conta de tudo que havíamos planejado e principalmente seria uma alternativa excelente para a construção de uma proposta de alfabetização científica e tecnológica na escola como prevêem as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) e a nova proposta curricular para o Ensino Médio politécnico (RIO GRANDE DO SUL, 2011).

Procuramos iniciar a aplicação da IIR no ano de 2014 no início do ano letivo, com a apresentação da proposta e a discussão inicial sobre o tema, já que o planejamento inicial e o tempo de duração da aplicação foram definidos pela professora de acordo com sua capacitação na metodologia em 2013.

### *5.2.1. Etapa de motivação - Apresentação da proposta*

No primeiro trimestre do ano letivo de 2014, como mencionado anteriormente, iniciamos a aplicação da IIR com um vídeo que exibe o flagrante da morte de uma mulher jovem na praia do Guarujá em São Paulo no dia dezenove de janeiro do corrente ano. Este vídeo impressionou bastante os estudantes que imediatamente iniciaram os questionamentos espontâneos que foram registrados pela professora. Na ocasião surgiram as seguintes questões:

- i. Por que morreu somente uma pessoa e não mais do que uma se estavam em um grupo na praia?*
- ii. Existe a possibilidade de se sobreviver a um raio?*
- iii. É verdade que se enterrarmos a pessoa no solo ela poderia descarregar a energia do raio e sobreviver?*
- iv. A descarga elétrica não poderia matar os peixes e seres vivos do mar também?*

Os estudantes ficaram preocupados com o fato apresentado no vídeo, por se tratar de um fenômeno da natureza muito comum no nosso dia a dia, que tem feito inúmeras vítimas fatais. Logo surgiram alguns comentários como o de que afinal senas como as do vídeo apresentado tem se repetido com frequência, pois apesar de muitas vezes sabermos dos riscos de estarmos em locais abertos e sem proteção, muitas vezes não acreditamos que possa acontecer conosco.

Outros comentários referentes aos questionamentos iniciais também se fizeram necessários no decorrer das etapas, pois momentaneamente a professora procurou não dar respostas, mas deixar os estudantes ainda mais curiosos com relação às questões anteriormente transcritas. No decorrer das etapas foram feitos comentários como os do tipo:

- i. Quanto ao fato de haver possibilidade de se sobreviver a um raio, a resposta é simples, existe sim a possibilidade de se sobreviver a um raio, pois o número de feridos e pessoas que sobreviveram e ficaram com sequelas é maior que o número de mortos, mas isto depende da intensidade do mesmo sobre a pessoa e as condições que ela se encontra no momento da descarga elétrica.*
- ii. Algumas pessoas, principalmente as idosas explicam que quando uma pessoa for atingida por um raio, ela deve ser enterrada no solo para descarregar a energia. Certamente, muitos de nós já ouvimos falar em enterrar a pessoa atingida pelo raio para descarregar a energia, mas isto não passa de um mito e tão pouco se sabe de onde surgiu.*
- iii. Quanto aos peixes do mar, se estes podem ou não morrer com os raios, o que sabemos é que quando uma descarga atmosférica atinge o mar, a corrente é injetada na água e há grande elevação de potencial no ponto de incidência, onde a corrente está concentrada. Os seres vivos, como os peixes que estiverem próximos desse ponto correm risco, podendo até morrer, já que a distribuição de potenciais na região é capaz de submeter o corpo da vítima a correntes intensas que podem causar paradas*

cardíacas e respiratórias. No entanto, à medida que se afasta do ponto de incidência, a intensidade diminui, assim como o potencial elétrico.

A partir das discussões, apresentamos a proposta de construção de uma IIR, suas etapas e principalmente o papel do estudante e da professora durante a aplicação da metodologia. Os estudantes concordaram com a escolha do tema, demonstrando predisposição para aprender mais sobre o assunto. A professora era titular da turma na disciplina de Física e Seminário Integrado. Assim, ficou acordado entre os estudantes e a professora que a IIR seria desenvolvida em ambas as disciplinas, utilizando uma hora/aula de cada uma por semana.

### *5.2.2. Etapa 1 - Elaboração do clichê da situação estudada*

Nesta etapa, os estudantes e a professora retomaram as discussões sobre as descargas elétricas e cada um dos estudantes procurou elaborar pelo menos uma questão referente ao tema em uma tira de papel, que foram recolhidas pela professora. Os questionamentos não possuíam identificação do estudante, assim até mesmo aqueles mais tímidos, que não possuem facilidade de expressar suas dúvidas de forma oral, tiveram a oportunidade de expressá-las no papel. Após serem recolhidos, os questionamentos foram abertos aleatoriamente pela professora um a um para construção de uma lista de questões que está apresentada abaixo. Os questionamentos foram transcritos na íntegra sem a correção do texto.

#### **Questionamentos elaborados pelos estudantes da turma 301 em 2014**

- 1) No caso da mulher em SP, o raio depois de atingir ela, quando foram prestar socorro, não poderiam ser eletrocutados juntos, por ela?*
- 2) Falar no celular e utilizar o notebook mesmo fora da tomada em dias chuvosos é perigoso?*
- 3) Por que o raio não atinge as pessoas no carro?*
- 4) O que é raio-bola?*
- 5) Os para-raios são 100% eficazes?*
- 6) Se um casal estiver de mãos dadas e um raio atingir um deles, pode acontecer de os dois morrerem?*
- 7) É possível usar um raio como fonte de energia? E por quanto tempo duraria esse abastecimento?*
- 8) Sobre os animais que vivem no mar no mar, eles podem morrer quando um raio cai no mar?*

- 9) *Antigamente usavam dizer que espelhos eram grandes condutores de eletricidade e se expostos a uma tempestade eram propícios a atrair raios. Isto é verdade ou é mito?*
- 10) *Por quanto tempo um corpo fica eletrizado após uma descarga?*
- 11) *Uma mulher estava no sofá da sua casa tomando chimarrão, quando um raio atingiu a rede elétrica de sua casa e a cuia voou de sua mão. Por quê?*
- 12) *Por que antes da descarga há um barulho forte?*
- 13) *Quantos gigawatts têm um raio?*
- 14) *Quantos volts têm mais ou menos a descarga de um raio?*
- 15) *É verdade que não devemos andar descalços quando ocorre uma tempestade? Por exemplo, em casa, pois escuto minha mãe falar isto.*
- 16) *Quais os fatores químicos que estão presentes nas descargas elétricas?*
- 17) *Como são formados os raios e por que ocorrem principalmente quando há tempestades?*
- 18) *Lugares mais altos têm mais chances de serem atingidos por raios?*
- 19) *Quais são os empecilhos para se construir um capacitor capaz de armazenar a energia eletrostática dos raios, a fim de obter uma fonte de energia reserva?*
- 20) *Quais os benefícios de um raio?*
- 21) *É possível sobreviver a uma descarga elétrica?(de um raio).*
- 22) *Por que há pessoas que mesmo sendo atingidas pela descarga elétrica não morrem?*
- 23) *Existem sobreviventes que sofreram descargas elétricas?*

O fato dos estudantes terem conseguido elaborar questões tão variadas e que tratavam de diferentes aspectos das descargas elétricas nos mostrou que, além da predisposição para aprender, que eles já tinham algum conhecimento, ou seja, os estudantes aparentaram ter vários subsunçores capazes de servir de "ancoradouro" para os novos conceitos e informações que viriam a trabalhar com o desenvolvimento da IIR.

Algumas questões trazem evidências do conhecimento sobre a situação como: "*quais são os empecilhos para se construir um capacitor capaz de armazenar a energia eletrostática dos raios, a fim de obter uma fonte de energia reserva?*" O estudante que elaborou tal questionamento possui ao menos uma noção do que é energia eletrostática e de que, até aquele momento, parecia não haver indícios de que alguém tivesse armazenado a energia de um raio com sucesso.

Nesta etapa, por meio dos questionamentos, conseguimos identificar algumas manifestações prévias dos estudantes, tais como:

- (i) o fato de mesmo depois de morta a pessoa atingida pelo raio continuar eletrocutada;

(ii) falar ao telefone e estar em contato com aparelhos eletrônicos pode ser perigoso, se estivermos falando ao celular, por exemplo, ligado a rede de energia elétrica como no carregador, assim como o notebook. Ou seja, o que devemos ter o cuidado é de não ficar próximos a tomadas e outros aparelhos ligados na mesma.

Outras manifestações prévias que ficaram evidentes são as seguintes:

- (i) o raio não atinge a pessoa que se encontra dentro do carro;
- (ii) a existência de vários tipos de raio, assim como dos para-raios;
- (iii) a condução de eletricidade;
- (iv) a relação dos raios com as tempestades;
- (v) a localização que interfere na incidência de raios;
- (vi) a energia presente em uma descarga elétrica;
- (vii) um fenômeno da natureza que possui também seus benefícios e o risco de morte ou de sobreviver após ser atingido por um raio.

Identificamos também conhecimentos prévios dos estudantes que podem ser consideradas concepções errôneas, tais como:

- (i) o barulho do raio que o antecede ao invés de ser depois;
- (ii) as palavras watt e volt utilizadas como sinônimos;
- (iii) uma possível composição química dos raios.

As questões elaboradas pelos estudantes contemplam diversas áreas do conhecimento, sendo possível a categorização e o estudo interdisciplinar da situação pensada.

Quanto à categorização dos questionamentos, a professora solicitou aos estudantes, da mesma forma como foi feito em 2013, que eles enquadrassem seus questionamentos em temas e conteúdos. Surgiram então, com o auxílio da professora, as seguintes categorias:

- 1) Aspectos sociais** – *Vítimas fatais.*
- 2) Aspectos econômicos** – *Economia do nosso país.*
- 3) Aspectos físicos** – *O fenômeno em si.*
- 4) Aspectos biológicos** – *Fixação do Nitrogênio no solo.*
- 5) Aspectos geográficos** – *Localização do país, estados de maior incidência*
- 6) Aspectos históricos** – *Mitos e verdades.*
- 7) Aspectos de saúde** – *O que ocorre no organismo e os primeiros socorros.*
- 8) Aspectos preventivos** – *Como podemos nos prevenir.*

Alguns questionamentos foram identificados pelos estudantes em mais de uma categoria. De acordo com eles, algumas questões poderiam se enquadrar em várias, ou ao menos em duas categorias, o que reforça a interdisciplinaridade. A categorização dos questionamentos pelos estudantes (que não foi uma tarefa simples) ficou assim definida:

#### ***Aspectos Sociais – Vítimas fatais***

- *Um raio depois de atingir uma pessoa, poderia eletrocutar outra pessoa que presta socorro?*
- *Se um casal estiver de mãos dadas e um raio atingir um deles, pode acontecer de os dois morrerem?*

#### ***Aspectos Econômicos – Economia do nosso país***

***Observação Importante:*** Não houve questionamentos referentes à economia do país segundo os estudantes, porém, durante a leitura e categorização das questões um dos estudantes lembrou-se dos estragos causados pelos raios em redes de eletricidade e os eletrodomésticos que são danificados com as descargas elétricas, logo os aspectos econômicos foram incluídos nas categorias.

#### ***Aspectos Físicos – O fenômeno em si***

- *Falar no celular e utilizar o notebook mesmo fora da tomada em dias chuvosos é perigoso?*
- *Por que o raio não atinge as pessoas no carro?*
- *O que é raio-bola?*
- *Os para-raios são 100% eficazes?*
- *É possível usar um raio como fonte de energia? E por quanto tempo duraria este abastecimento?*
- *Por quanto tempo um corpo fica eletrizado após uma descarga elétrica?*
- *Por que antes da descarga há um barulho forte?*
- *Quantos giga watts tem um raio?*
- *Quantos watts têm mais ou menos a descarga de um raio?*
- *Como se formam os raios e por que ocorrem quando há tempestades?*
- *Quais são os empecilhos para se construir um capacitor capaz de armazenar a energia eletrostática dos raios, a fim de obter uma fonte de energia reserva?*

#### ***Aspectos Biológicos – Os benefícios dos raios***

- *Sobre os animais que vivem no mar, eles podem morrer quando um raio cai no mar?*
- *Quais os fatores químicos que estão presentes nas descargas elétricas?*
- *Quais os benefícios de um raio?*

***Aspectos Geográficos – Localização do país, estados de maior incidência***

- *Lugares mais altos têm mais chances de serem atingidos por raios?*

***Aspectos históricos – Mitos e verdades***

- *Antigamente usavam dizer que espelhos eram grandes condutores de eletricidade e se expostos a uma tempestade eram propícios a atrair raios. Isto é verdade ou é mito?*

- *Uma mulher estava no sofá da sua casa tomando chimarrão, quando um raio atingiu a rede elétrica de sua casa e a cuia voou de sua mão. Por quê?*

***Aspectos de Saúde – o que ocorre no organismo e os primeiros socorros***

- *É possível sobreviver a uma descarga elétrica?*

- *Um raio depois de atingir uma pessoa, poderia eletrocutar outra pessoa que presta socorro?*

***Aspectos preventivos – como podemos nos prevenir***

- *Por que o raio não atinge as pessoas no carro?*

- *Falar no celular e utilizar o notebook mesmo fora da tomada em dias chuvosos é perigoso?*

- *É verdade que não devemos andar descalços quando ocorre uma tempestade?*

A diversidade de questões e a categorização feita demonstram que a curiosidade dos estudantes abrange diversas áreas do conhecimento. Examinando as questões elaboradas nesta etapa, observamos que todas estão de acordo com o tema. A quantidade de questões mostra que todos os estudantes apresentaram ao menos uma questão quando solicitado. As perguntas que fizeram sobre o tema demonstram que os estudantes tiveram curiosidade e interesse, principalmente quanto aos aspectos físicos, categoria com maior número de questionamentos.

Nesta primeira etapa foram atingidos dois dos requisitos do projeto, a saber:

✓ considerar os conhecimentos prévios dos estudantes e o contexto em que estão inseridos no desenvolvimento da IIR.

✓ propor a utilização de novas metodologias e estratégias de ensino na escola do professor pesquisador.

### 5.2.3. Etapa 2 - Elaboração do panorama espontâneo

Assim como no ano de 2013, com base nos questionamentos foi possível observar os diversos aspectos do tema em questão que despertaram o interesse dos estudantes e que nortearam a pesquisa feita extraclasse pelos mesmos. Os estudantes, por solicitação da professora, trouxeram um pequeno registro da pesquisa investigativa sobre descargas elétricas, para ser compartilhado e discutido no grande grupo.

A orientação da professora foi de que os estudantes pesquisassem em fontes seguras sobre o aspecto relacionado ao tema que mais lhes interessasse. Esse registro deveria ter no máximo quinze linhas e ser trazido na aula seguinte. Os estudantes também foram lembrados que iriam compartilhar (oralmente) seus registros com os colegas e que esses mesmos registros seriam posteriormente colocados em discussão, em uma mesa redonda promovida pela professora. No decorrer desta etapa foi possível contemplar alguns outros objetivos do projeto, a saber:

- ✓ Propiciar aos estudantes uma aproximação integrada das ciências nas disciplinas de Física e Seminário Integrado, por meio da construção de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade.
- ✓ Proporcionar a utilização de tecnologias digitais e a pesquisa investigativa como recursos de apoio a ações que qualifiquem o ensino e a aprendizagem de Física.

Nos resumos que foram entregues à professora, observamos que alguns estudantes procuraram aprofundar um pouco o conhecimento sobre o tema. A linguagem utilizada nos resumos mostra evidências de que alguns estudantes recorreram à mera cópia de uma bibliografia, enquanto outros produziram seu próprio resumo a partir da leitura feita. Assim, observamos que alguns estudantes não se prenderam a receitas prontas e que preferiram escrever com suas palavras o que entenderam sobre a leitura realizada.

Seguem abaixo alguns registros iniciais feitos pelos estudantes e que foram transcritos pela professora, na íntegra, sem correção ortográfica, de pontuação ou concordância:

#### **(i) Registro feito pela estudante A1 em 05/03/2014**

##### **Descargas Elétricas**

*As descargas elétricas são comuns na natureza e ocorrem com frequência, principalmente quando há tempestades. Trata-se da condução de energia elétrica através dos chamados raios e relâmpagos.*

*Inicialmente, é importante ter em mente que um raio caracteriza a descarga elétrica que não chega ao solo. Enquanto o relâmpago estabelece esta conexão entre a nuvem e o solo, podendo facilmente atingir uma pessoa direta ou indiretamente. O trovão nada mais é do que a propagação do som produzido pelas descargas elétricas.*

*Para que ocorra uma descarga elétrica é necessário um acúmulo de cargas que produza um campo elétrico que exceda a capacidade isolante de tais cargas, criando um ambiente ionizado, onde os elétrons se desprendam e possam mover-se de forma livre e extremamente energizada.*

*O choque entre estes elétrons gera energia que é conduzida pela nuvem uma vez que esta se torne polarizada em caso de tempestades. A condução desta energia se dá, em geral, quando o relâmpago traz consigo o excesso de cargas negativas da nuvem para o solo.*

*Descargas elétricas são extremamente perigosas, e são raras as vezes que não causam mortes. As correntes elétricas que estas descargas possuem excedem de forma absurda a resistência do ser humano, fazendo com que este adquira sérias lesões, mesmo que em contato indireto, ou seja, enquanto a energia ainda estiver se dissipando.*

**Fonte: Internet**

**(ii) Registro feito pela estudante B1 em 05/03/2014**

**Descargas elétricas**

*O cientista Benjamin Franklin descobriu que relâmpagos são descargas elétricas naturais e atribuiu a essas descargas valores positivos e negativos. Em sua famosa experiência, realizada em outubro de 1752, o cientista empinou uma pipa com um fio metálico muito longo (material condutor) num dia de tempestade. Na outra extremidade a que ele estava segurando, colocou uma chave de ferro preso a um fio de lã (material isolante) para se proteger do choque que imaginou que levaria. Ele queria que a pipa alcançasse uma nuvem cinzenta no céu, o que aconteceu de fato. Ela foi atingida por um relâmpago, e Franklin pode ver assim que a carga elétrica se deslocou pelo fio e atingiu a chave produzindo faíscas. Com essa experiência foi possível perceber que a eletricidade pode ser conduzida, dando origem posteriormente aos para-raios.*

**Fonte: Internet**

**(iii) Registro feito pela estudante C1 em 05/03/2014**

**Choque elétrico**

*Os acidentes com descargas elétricas não se restringem apenas a raios ou descargas naturais. Em 2004 ocorreu um acidente na sede do Círculo Operário com um sócio do clube. O acidente ocorreu com uma descarga elétrica transmitida por um lixador de pé elétrico. Essa descarga ocorreu devido a mulher estar sentada numa cadeira de ferro, sobre um gramado extremamente molhado. O choque ocorreu devido a pessoa estar sentada em uma cadeira de ferro que a mesma serviu de aterramento ou de condutor elétrico, devido a este choque a pessoa ficou no ar até que com o próprio peso deslocou o fluxo da tomada, após a queda quebrou a clavícula do lado esquerdo.*

*Logo depois do acidente ocorrido seu marido foi chamado por ter conhecimentos elétricos, e solicitou que a mesma fosse colocada com os pés no barro para que fosse descarregada a energia elétrica que possuía no corpo. Após, vir para casa foi levada ao médico e foi constatado por meio do Raio x, a quebra da clavícula esquerda.*

*Após tratamento de 30 dias, recebeu alta, e hoje esta pessoa se encontra em perfeito estado.*

**Fonte: Depoimento do pai da estudante C**

O registro trazido pela estudante C1 reproduz o depoimento dado por seu pai e retrata um acidente ocorrido no ano de 2004. Neste depoimento, podemos observar algumas concepções prévias, como por exemplo, a de que a mulher que sofreu a descarga elétrica precisava ser colocada com os pés no barro para "ser descarregada". Este tipo de concepção errônea é comum entre os estudantes. Além da estudante C1, outros estudantes já haviam questionado sobre isso. No entanto, a ciência não tem uma explicação para tal concepção e nem conhecemos a origem do por que as pessoas acreditavam neste fato. Esta concepção parece ser um mito ou crença bastante antiga, que com o passar dos tempos tem se perdido. Contudo, ainda hoje algumas pessoas adultas e idosas acreditam ser verdadeira e compartilham com os mais jovens.

Apenas três dos estudantes que participaram do desenvolvimento da IIR, não trouxeram para a aula o resumo solicitado, mas participaram das discussões na mesa redonda.

Nos resumos iniciais também foi possível verificar outras manifestações prévias e errôneas, dos estudantes como listadas a seguir:

- (i) as árvores, pela sua altura, independente de estarem próximas ou não de rios, podem atrair os raios;
- (ii) inicialmente é importante ter em mente que um raio caracteriza a descarga elétrica que não chega ao solo, enquanto o relâmpago estabelece essa conexão entre a nuvem e o solo;

- (iii) descargas elétricas são extremamente perigosas e são raras as vezes que não causam mortes;
- (iv) um raio é formado muito rapidamente e sua duração é em média de 30 segundos;
- (v) as nuvens e o solo é o que formam os raios, há uma área que os para-raios protegem que no caso é a altura do prédio somado ao para-raios;
- (vi) a lâ é um ótimo isolante de eletricidade;
- (vii) nas tomadas há uma haste com uma espécie de borracha, os raios negativos são cerca de 50% do total;
- (viii) as descargas que ocorrem das nuvens para o solo às vezes são chamadas de raios;
- (ix) a partir do estudo de Benjamin Franklin e tantos outros cientistas, foi verificado sobre altas tensões a passagem da corrente elétrica em certos meios que deveriam se comportar como isolantes elétricos, tal fenômeno ocorre, por exemplo, nas lâmpadas fluorescentes e no faiscador da bobina de tesla;
- (x) podemos receber uma descarga elétrica direta no corpo em superfícies lisas como piscinas;
- (xi) o choque que envolve o maior risco é aquele no qual uma corrente elétrica entra por uma mão da pessoa e sai pela outra. Nesse caso, há grande chance de afetar o coração e a respiração. Se a corrente elétrica entrar pelo dedo polegar e sai no dedo indicador de uma mão, ou entrar pela mão e sair por um pé, o risco é menor;
- (xii) eletrocussão é a morte provocada ao submeter o corpo a uma dose letal de energia elétrica.

Das discussões promovidas na mesa redonda, vale destacar que nenhum estudante se deteve na leitura de sua investigação. Os estudantes procuraram explicar com suas palavras o que mais havia lhes chamado a atenção no resumo feito. Os estudantes demonstraram tranquilidade e segurança em suas colocações. Os estudantes souberam se expressar de forma espontânea, como se estivessem narrando um acontecimento qualquer. Essa desenvoltura é uma forte evidência da ocorrência de uma aprendizagem significativa.

#### *5.2.4. Etapa 3 - Consulta aos especialistas e às especialidades*

Esta etapa é o momento em que o professor e/ou os estudantes decidem convidar especialistas para apresentar seus conhecimentos específicos, com base nos temas que foram

previamente definidos. Quando um especialista é convidado para falar ao grande grupo, é importante que seja instruído a não se estender demais nas explicações. Assim, seus depoimentos devem ser sucintos e claros para que os estudantes possam se manter focados e para que possam compreender o que está sendo explicado.

Nesta etapa a professora procurou identificar com os estudantes os questionamentos que foram respondidos durante a mesa redonda e os que poderiam ser melhor explicados por um especialista no assunto, como era o caso da fixação do nitrogênio no solo por meio das descargas elétricas, um dos aspectos positivos ou benefícios da existência deste fenômeno da natureza.

Discutiu-se uma série de possibilidades de consulta aos especialistas. Por decisão da turma nenhum especialista foi convidado para vir até a escola ou na turma como ocorreu no ano de 2013. Os estudantes decidiram consultar os especialistas de maneira informal, ou seja, decidiram fazer consulta extraclasse. Alguns professores da própria escola e de outras escolas foram definidos para serem consultados. Cada equipe procurou identificar ao menos um especialista para consultar. As datas e horários para a consulta também foram decididos entre os grupos, conforme a disponibilidade de cada equipe e do especialista a ser consultado.

#### *5.2.5. Etapa 4 - Indo à prática*

Nesta etapa ocorreu a consulta aos especialistas e a pesquisa bibliográfica. Esta pesquisa bibliográfica foi realizada para auxiliar na redação do trabalho escrito que os estudantes deveriam entregar à professora na etapa 6.

As professoras de História, Geografia e Biologia, da própria escola, foram alguns dos especialistas consultados. Houve também consultas a especialistas externos (fora da escola) que não puderam ser acompanhadas pela professora. Segundo os estudantes, a consulta aos especialistas não se deu em um único momento, pois à medida que a construção da IIR ia progredindo, novas dúvidas iam surgindo e sendo solicitadas aos especialistas.

É importante salientar que a abertura de caixas-pretas não ocorreu somente por meio da consulta aos especialistas, mas também por meio da pesquisa bibliográfica direcionada principalmente à internet. A professora trabalhou com os estudantes a importância de se escolher websites confiáveis quando a pesquisa for feita via internet. Também foram dadas algumas dicas de onde e como selecionar esses materiais de maior confiabilidade na internet.

Nesta etapa, foi possível observar que a maior parte dos estudantes estava muito comprometida com a busca de conhecimento novo; a integração e a troca de informações entre os estudantes foram constantes. Também foi possível verificar que o objetivo de proporcionar aos estudantes o desenvolvimento da autonomia no processo de aprendizagem, incentivando-os a serem mais ativos na produção do conhecimento, foi cumprido no momento em que as equipes tomaram algumas decisões a respeito da pesquisa investigativa e procuraram esclarecer suas dúvidas da forma mais adequada para elas, buscando aprofundar seus conhecimentos com especialistas e por meio de pesquisa bibliográfica.

#### *5.2.6. Etapa 5 - Abertura aprofundada de caixas-pretas*

Na abertura aprofundada das caixas-pretas, da mesma forma como em 2013, foram desenvolvidos alguns conteúdos fundamentais para compreender as descargas elétricas. Utilizamos para esta etapa 8 horas-aula, para desenvolver os conceitos de Eletrostática, focando nos mesmos já mencionados na experiência piloto de 2013. Também da mesma forma que na experiência piloto de 2013, para aprofundar a abertura das caixas-pretas foram utilizadas atividades experimentais de demonstração e desenvolvidas no laboratório, bem como o trabalho de leitura e discussão do texto sobre as descargas elétricas (vide Anexo I).

Uma mesma série de reportagens exibidas pelo “Fantástico” também foi trabalhada com os estudantes como o fechamento desta etapa. A série de reportagens completou o estudo das descargas elétricas do ponto de vista físico, geográfico, histórico, de saúde e preventivo, e auxiliou no entendimento das seguintes caixas-pretas:

- i. Falar no celular e utilizar o notebook mesmo fora da tomada em dias chuvosos é perigoso?*
- ii. Por que o raio não atinge as pessoas no carro?*
- iii. Os para-raios são 100% eficazes?*
- iv. É possível usar um raio como fonte de energia? E por quanto tempo duraria este abastecimento?*
- v. Por quanto tempo um corpo fica eletrizado após uma descarga elétrica?*
- vi. Por que antes da descarga há um barulho forte?*
- vii. Quantos watts têm mais ou menos a descarga de um raio?*
- viii. Como se formam os raios e por que ocorrem quando há tempestades?*
- ix. Quais são os empecilhos para se construir um capacitor capaz de armazenar a energia eletrostática dos raios, a fim de obter uma fonte de energia reserva?*
- x. Lugares mais altos têm mais chances de serem atingidos por raios?*
- xi. Antigamente usavam dizer que espelhos eram grandes condutores de eletricidade e*

- se expostos a uma tempestade eram propícios a atrair raios. Isto é verdade ou é mito?*
- xii. *É possível sobreviver a uma descarga elétrica?*
- xiii. *Um raio depois de atingir uma pessoa, poderia eletrocutar outra pessoa que presta socorro?*
- xiv. *É verdade que não devemos andar descalços quando ocorre uma tempestade?*

### 5.2.7. Etapa 6 - Esquematização da situação pensada

Foram disponibilizadas 6 horas-aula para esta etapa, três para as apresentações e três para trabalhar em torno da pesquisa bibliográfica, preparando a apresentação oral das equipes, organizando as informações coletadas, dividindo tarefas e identificando materiais e ferramentas a serem utilizados nas apresentações.

Uma das equipes preferiu ir ao laboratório de informática em uma das aulas para melhor organizar-se e para providenciar alguns materiais e informações que ainda lhes faltavam. Outra equipe aproveitou a presença da professora, como especialista na disciplina de Física, para esclarecer algumas dúvidas. Alguns membros de uma equipe procuraram compartilhar com seus colegas as entrevistas feitas com familiares sobre o assunto. Observamos neste momento que houve muita comunicação e diálogo entre os estudantes. Percebemos que estes, enquanto combinavam a forma de apresentação, discutiam principalmente sobre qual parte do assunto cada um falaria na apresentação e a sequência que eles adotariam. Nessas combinações, ficou evidente que os estudantes haviam desenvolvido as habilidades de negociação e de tomada de decisão, tendo sido possível verificar que mais um objetivo do projeto estava sendo cumprido, ou seja, o de desenvolver atividades que promovessem a colaboração e cooperação entre os estudantes.

Na apresentação dos trabalhos, analisamos com cuidado pelo menos três aspectos: os materiais que as equipes usaram na apresentação, a apresentação oral e o trabalho escrito entregue no final da apresentação.

As apresentações ocorreram de acordo com a categorização. Primeiramente, apresentou-se a equipe que trabalhou com os aspectos sociais, em seguida a equipe dos aspectos econômicos e assim por diante encerrando as apresentações com os aspectos de prevenção. Cada equipe tinha em média 10 minutos para a apresentação e cinco minutos para questionamentos e discussões. A organização ficou totalmente a cargo das equipes, inclusive

a montagem e desmontagem do material utilizado para a apresentação, não sendo necessária a intervenção da professora.

Quanto aos materiais utilizados pelos estudantes na apresentação final, observamos a criatividade das equipes para esquematizar suas apresentações. Além de a maior parte das equipes utilizarem apresentações de diapositivos, também foram utilizadas fotografias, vídeos, reportagens e músicas para a apresentação dos trabalhos.

Na apresentação oral, a maior parte das equipes utilizou o tempo para explicar, em palavras simples, sua compreensão sobre o assunto. Uma pequena parcela dos estudantes se deteve apenas na leitura da síntese elaborada. Algumas equipes, mesmo tendo uma grande quantidade de material para expor, conseguiram expor o conteúdo pesquisado de maneira espontânea, sem ficar dependente da leitura. De modo geral, todos os estudantes se manifestaram durante a apresentação e demonstraram conhecer o assunto. Entre os estudantes de dois grupos havia duas estudantes com cegueira total, que se apresentaram expressando-se oralmente ao sinal de um colega da equipe, dentro de uma sequência previamente organizada por eles.

Ainda na apresentação, quando se abriu espaço para os questionamentos, as equipes demonstraram que tinham aprofundado seus conhecimentos através da investigação, pois, ao responder às questões solicitadas, procuravam argumentos para sustentar as colocações, de maneira clara, fazendo com que os colegas pudessem entender a explicação.

Nos trabalhos escritos que foram entregues, verificamos que todas as equipes procuraram seguir as orientações passadas pela professora (vide Apêndice I), e que houve pouca cópia "fiel" de informações retiradas das bibliografias, ou seja, as equipes construíram seu próprio texto. A atitude de construir seu próprio texto caracteriza a independência em relação às receitas prontas, isto é, a capacidade de ter ideias próprias e de sistematizá-las de acordo com sua compreensão. Ao fazermos a comparação entre os trabalhos impressos, entregues e as apresentações, ficou claro que as equipes procuraram se aprofundar no estudo do tema, algumas equipes talvez mais do que outras, cada uma com suas possibilidades.

Nesse contexto, com base nas apresentações das equipes e do trabalho impresso entregue à professora foi possível observar indícios da ocorrência de aprendizagem significativa por parte desses estudantes (AUSUBEL, 2003). Também ficou evidenciado nas manifestações dos estudantes, durante as apresentações e durante as discussões pós-apresentação, a confrontação de seus conhecimentos iniciais com os novos conceitos

apresentados. Dessa forma, observamos indícios de que os estudantes puderam redimensionar o que já sabiam e ancorar nesse conhecimento prévio os novos conhecimentos sobre as descargas elétricas. Observamos, nas conclusões dos estudantes, que os mesmos conseguiram identificar fatores importantes, apresentados em seus textos escritos, que até então eram dúvidas na etapa da abertura das caixas-pretas e que não estavam presentes nos resumos iniciais, como por exemplo, que *“o calor e a umidade são os combustíveis para os raios”*.

Os estudantes também discutiram em seus trabalhos as seguintes questões:

- (iv) a média anual de mortos por raios nos últimos dez anos;
- (v) o perfil das vítimas por gênero, faixa etária e por estações do ano;
- (vi) a redução do número de vítimas fatais, que somente se dará com uma população melhor informada;
- (vii) as descargas elétricas atmosféricas causam um prejuízo financeiro ao país quando se trata da distribuição de energia elétrica e equipamentos elétricos e eletrônicos.

A equipe que trabalhou com os aspectos físicos entregou um dos trabalhos mais completos sobre as descargas elétricas atmosféricas, diferenciando raios, relâmpagos e trovões, explicando que primeiro vemos o relâmpago e em seguida ouvimos o trovão e que isto ocorre pelo fato de a velocidade da luz ser muito maior do que a velocidade do som. Os estudantes desta mesma equipe procuraram explicar ainda sobre a formação dos raios, os tipos de raios existentes e principalmente as precauções a serem tomadas para evitar acidentes.

Os aspectos históricos também foram muito bem abordados pelos estudantes, que procuraram explicar desde as primeiras observações de raios, até o conceito atual de raios que temos. Com muita propriedade abordaram os mitos como:

- (viii) badalo de sinos em igrejas para espantar os raios;
- (ix) árvores como o loureiro que protegia dos raios;
- (x) espelhos que atraíam raios;
- (xi) um raio que não atinge duas vezes o mesmo lugar;
- (xii) raio para os gregos era um castigo de Deus.

O funcionamento dos para-raios e a ocorrência de raios em outros planetas também aparecem no trabalho escrito entregue à professora.

Além dos aspectos de prevenção contra os acidentes com raios, também tivemos o detalhamento, por parte dos estudantes e suas equipes, dos primeiros socorros no caso de um acidente, assim como o acionamento imediato do corpo de bombeiros, polícia militar, defesa civil do município ou o próprio SAMU.

O porquê de o Brasil ser o país com maior incidência de raios foi explicado pela equipe, que abordou os aspectos geográficos, iniciando seu texto com a localização exata do país no planeta, hemisfério, zona e trópico. Os estudantes falaram da extensão territorial do Brasil, das regiões e estados de maior incidência de raios, e do aumento considerável das temperaturas que tem contribuído para o aumento do número de descargas elétricas atmosféricas no país.

Os benefícios da existência de descargas elétricas atmosféricas e a fixação do nitrogênio no solo foram defendidos e explicados pela equipe que trabalhou com os aspectos biológicos.

Avaliando as apresentações e os textos, foi possível observar como os estudantes utilizaram as tecnologias digitais e a pesquisa investigativa, pois estes recursos pedagógicos qualificam o ensino e a aprendizagem de Física, uma vez que os estudantes respondam de forma criativa e segura ao que se está propondo.

#### *5.2.8. Etapa 7 - Abertura de algumas caixas-pretas sem a ajuda de especialistas*

Nesta etapa foram aprofundados alguns questionamentos sem se consultar especialistas. Algumas caixas-pretas foram relacionadas às apresentações dos estudantes. Um infográfico encontrado por um estudante no ano de 2013 foi utilizado novamente em 2014. Este infográfico está disponível no portal do INPE (vide Anexo II). O infográfico foi usado para mostrar aos estudantes de forma resumida e objetiva o número de acidentes, os locais de maior incidência das descargas elétricas no Brasil, assim como as estações de maior e menor índice de descargas elétricas. O mesmo foi projetado no quadro branco para discussão.

Também foi apresentada aos estudantes a cartilha do portal do INPE sobre os cuidados e precauções que devem ser tomados para evitar acidentes com as descargas elétricas naturais. Como em 2013, os estudantes também concluíram que essas informações deveriam ser repassadas a familiares e amigos, pois o número de acidentes somente diminuirá se a população estiver bem informada, e possuidora desse conhecimento.

Durante a aplicação da metodologia e ainda na etapa sete, fizemos o possível para conseguir um filme documentário intitulado, “Fragmentos de Paixão”. Este é o primeiro filme sobre a questão dos raios no Brasil, e foi produzido pelo Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) do INPE, que busca entender como tantas descargas atmosféricas podem afetar vidas de formas tão diferentes. A obra reforça a necessidade de apresentar o assunto ao público geral, a fim de diminuir acidentes relacionados aos raios. O filme ainda não estava disponível nas locadoras até a data de encerramento da aplicação da metodologia e, portanto, não conseguimos mostrar aos estudantes, mas sugerimos que fosse assistido pelos estudantes, seus amigos e familiares assim que ficasse disponível ao público em geral.

#### *5.2.9. Etapa 8 - Elaborando uma síntese da “Ilha de Racionalidade”: O produto final*

Como síntese da aplicação da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade de 2014 os estudantes produziram uma redação com base em algumas palavras-chave sobre o tema “As descargas elétricas no Brasil”, identificadas pela professora durante o desenvolvimento das etapas. Os estudantes também elaboraram um novo questionamento sobre o tema. Este novo questionamento foi solicitado com a finalidade de verificar evidências da diferenciação progressiva (AUSUBEL, 2003). Na mesma ocasião, os estudantes também tiveram a oportunidade de avaliar a metodologia utilizada.

Para o produto final, os estudantes receberam algumas orientações (vide Apêndice III). Abaixo estão transcritas as redações dos estudantes, cujo resumo inicial, foi apresentado na etapa dois deste capítulo, como uma forma de comparar a evolução deste estudante de acordo com a aplicação da metodologia e novamente buscando evidências da ocorrência de uma aprendizagem significativa por parte desses estudantes.

As redações foram produzidas em sala de aula, de forma individual e sem consulta. As mesmas foram transcritas na íntegra sem correção textual, ortográfica e de concordância:

#### **(iv) Redação produzida pela estudante A1 da turma 301 em 19/05/2014**

### **Descargas Elétricas**

*Sabemos que o tema descargas elétricas ainda é pouco conhecido pela maioria das pessoas, havendo em volta deste, grande quantidade de mitos e informações incorretas. Os raios são descargas elétricas de grande intensidade que provocam muitas mortes em nosso país, por isso, é importante que a população seja corretamente informada a respeito desse assunto para que possa se proteger.*

*Visto que o Brasil é um recordista em incidência de raios, mais de cinquenta milhões ao ano, e que ocupa a primeira posição no ranking mundial de vítimas fatais de descargas elétricas, o acesso a informação é considerada a ferramenta mais importante para deixar esta triste posição. Nos Estados Unidos, país que também é atingido por grande quantidade de raios, a média de vítimas fatais anual é muito inferior a do Brasil. Isto ocorre por que lá, é possível prever, com algumas horas de antecedência, as regiões que serão mais atingidas pelas descargas, assim a população é alertada e pode se proteger, indo para locais seguros.*

*Campos, praias e locais abertos são considerados lugares de risco em uma tempestade. Portanto, os órgãos responsáveis por elaborar políticas preventivas que venham diminuir o número de mortes recomendam que, durante a ocorrência do fenômeno, estes locais sejam evitados, devendo-se procurar abrigos em carros, casas ou demais locais fechados.*

**(v) Redação produzida pela estudante B1 da turma 301 em 19/05/2014**

**Os cuidados com as descargas elétricas**

*É de fundamental importância informar a população brasileira sobre os modos de prevenção sobre as descargas elétricas, pois o Brasil é o país mais atingido por raios em todo o mundo. O país registra um número muito alto de mortes por descargas elétricas, sendo o clima e a localização do Brasil contribuintes dessas fatalidades.*

*As descargas elétricas causam um grande prejuízo na economia, há falta de energia, danos nas indústrias, rede de telefonia e também em vidas. Segundo o último levantamento do INPE, a incidência de raios no Rio Grande do Sul aumentou, tornando-se o estado número 1 no ranking.*

*Grande parte da sociedade brasileira é afetada fatalmente por este fenômeno da natureza por falta de conhecimento sobre os cuidados e precauções, como é o caso de pessoas atingidas em lugares abertos, em campos e praias. Por outro lado os raios podem ajudar o meio ambiente, principalmente as plantas pela fixação do nitrogênio no solo. Graças à ciência desvendamos muitos mitos como o de que um raio não cai duas vezes no mesmo local.*

*Medidas como a adoção de ferramentas de monitoramento de raios, já utilizadas nos Estados Unidos, tem seu uso previsto no Brasil dentro de dois anos, o que provavelmente irá causar uma redução no número de vítimas.*

**(vi) Redação produzida pela estudante C1 da turma 301 em 19/05/2014**

**Os raios**

*“Os raios são fenômenos da natureza que ocorrem intensamente na atmosfera terrestre. Essas descargas elétricas assustam a sociedade brasileira, pois é mal informada sobre as mesmas, que causam mortes em todo o mundo por não saber os devidos cuidados e precauções que devem ser tomadas, como não ficar perto de árvores, carros e tirar os eletrônicos da tomada durante uma tempestade... O Brasil por estar localizado em uma zona tropical, é atingido por muitos raios e está em primeiro lugar como o país de maior incidência de raios, e o RS é um dos estados com maior incidência de raios do país.*

*O que muitos não sabem, é que os raios são importantes na natureza, pois com eles ocorre a fixação do nitrogênio no solo, e eles também afetam nosso país economicamente. Existem vários mitos sobre os raios, um deles é que em uma tempestade é bom se esconder debaixo de árvores, mas isto é mito, pois os raios sempre acertam os pontos mais altos, inclusive árvores. Quanto melhor informado o povo for, menos erros e mortes ocorrerão”.*

Realizando uma análise dos resumos iniciais em comparação com as redações finais, foi possível perceber a fluência das frases que compõem as redações, bem como a segurança dos estudantes ao redigir sobre o tema. Nota-se que no texto inicial, entregue a professora na etapa 2, os estudantes se prendiam em algumas explicações científicas que são fruto da leitura ou cópia. Algumas equipes repetiam as informações que encontravam na internet, sem nenhum julgamento, enquanto outros, por exemplo, davam mais valor a sites do tipo INPE, ou UFRGS, por serem ligados a entidades públicas cientificamente confiáveis. As frases mais comuns se referiam à explicação científica do que são e como se formam os raios. Já nas redações finais observamos que os estudantes se preocuparam em escrever sobre o tema e mostrar aquilo que era de seu conhecimento, com ênfase para os aspectos sobre os raios que estivessem presentes do seu cotidiano.

Observamos frases que apontam os cuidados e precauções que devem ser tomados em relação às descargas elétricas, bem como a importância de a população estar consciente de que este é um fenômeno da natureza do qual não possuímos controle e o que podemos fazer é ter conhecimento sobre o assunto para evitar acidentes fatais como os que temos visto nos meios de comunicação. Nas redações finais também encontramos frases que esclarecem a importância deste fenômeno para a natureza, como a fixação do nitrogênio no solo.

No resumo inicial da estudante A1 encontramos frases como: *“é importante ter em mente que um raio caracteriza a descarga elétrica **que não** chega ao solo. Enquanto o relâmpago **estabelece esta conexão entre a nuvem e o solo**, podendo facilmente atingir uma pessoa direta ou indiretamente”.* A estudante se prende à leitura realizada e procura reproduzir exatamente aquilo que lê, sem ter a preocupação de verificar se realmente está

correto ou não. De acordo com o INPE (2014), os relâmpagos são todas as descargas elétricas geradas por nuvens de tempestade, que se conectam ou não ao solo, ou seja, todos os tipos de descargas elétricas atmosféricas. Já os raios, são somente as descargas elétricas que se conectam ao solo.

Nesse contexto, observamos que alguns grupos reproduziam informações tal qual elas apareciam nos sites, algumas vezes, essas informações eram simplesmente falsas, à luz de fontes mais confiáveis, o que possibilitou o início de uma discussão com os alunos sobre o que garante a confiabilidade de uma fonte bibliográfica. Logo se criaram situações que propiciaram a discussão acerca da validade das fontes consultadas, a partir do material que os próprios alunos produziram. Afinal, não podemos esperar que os alunos tenham esse discernimento, temos que ensiná-los a ter esse discernimento. Por fim, foi muito bom que algumas equipes tenham manifestado certo zelo a respeito das fontes e outras, não. Só assim foi possível a ocorrência de uma situação real de debate sobre a validade e confiabilidade das fontes consultadas.

Ainda no resumo inicial da estudante A1 temos a seguinte afirmação: “*Descargas elétricas são extremamente perigosas, e são raras as vezes **que não causam mortes***”. Enquanto no texto final a estudante coloca: “*Os raios são descargas elétricas de grande intensidade que **provocam muitas mortes em nosso país**, por isso, é importante que a população seja corretamente informada a respeito desse assunto para que possa se proteger*”. Observemos que inicialmente a afirmativa é de que as descargas elétricas dificilmente não causam mortes, e se isto fosse verdade seriam milhões de mortes anualmente no país. Esta mudança na escrita do resumo para a redação é uma forte evidência de que a diferenciação progressiva ocorre, pois na sua redação final a estudante apenas diz que estas descargas provocam muitas mortes em nosso país e que é importante a população estar corretamente informada para se proteger.

O estudante B1, em seu resumo inicial, fala da famosa experiência de Benjamin Franklin realizada em outubro de 1752, quando o cientista empinou uma pipa com um fio metálico muito longo em um dia de tempestade para verificar suas suspeitas sobre a condução da eletricidade, geralmente encontrada em alguns livros de Física, enquanto em sua redação final também podemos observar evidências da ocorrência de uma diferenciação progressiva quando o estudante escreve as seguintes frases:

- i. *“Graças à ciência desvendamos muitos mitos como o de que um raio não cai duas vezes no mesmo local”;*
- ii. *“As descargas elétricas causam um grande prejuízo na economia, há falta de energia, danos nas indústrias, rede de telefonia e também em vidas”;*
- iii. *“Por outro lado os raios podem ajudar o meio ambiente, principalmente as plantas pela fixação do nitrogênio no solo”.*

No registro feito pela estudante C1, com base no depoimento do pai, verificamos a reprodução de algumas manifestações prévias e errôneas, que não se repetem em sua redação final, na qual foram abordadas situações que foram trabalhadas durante a aplicação da metodologia como, por exemplo:

- i. *“O Brasil por estar localizado em uma zona tropical, é atingido por muitos raios e está em primeiro lugar como o país de maior incidência de raios, e o RS é um dos estados com maior incidência de raios do país”;*
- ii. *“O que muitos não sabem, é que os raios são importantes na natureza, pois com eles ocorre a fixação do nitrogênio no solo”.*

A leitura e fundamentação teórica dos estudantes, observada nos resumos iniciais, apresentam muitas manifestações prévias, e algumas até mesmo errôneas, que serviram de subsídios para a reconstrução e pesquisa investigativa durante o desenvolvimento da IIR.

Por meio da aplicação da metodologia das IIR foi possível propiciar aos estudantes uma aproximação maior das ciências nas disciplinas de Física e Seminário Integrado. Constatamos isto no momento em que verificamos que os estudantes estão mais preocupados em apresentar em suas redações finais a ciência do seu cotidiano e não somente os termos científicos e técnicos apresentados inicialmente. Essa também é uma forte evidência de que esses estudantes estão se alfabetizando científica e tecnicamente.

Se compararmos, por exemplo, os primeiros parágrafos do registro inicial da estudante A1, com os primeiros parágrafos de sua redação final, observa-se que na redação final a estudante fala das descargas com maior segurança e propriedade, enquanto no registro inicial aborda o assunto de forma superficial, tentando explicar de forma científica o fenômeno. Na redação final esta estudante procura escrever sobre a ciência que interfere no seu dia a dia, ou seja, aquilo que lhe faz algum sentido e tem algum significado real.

**Registro inicial da estudante A1:**

*“As descargas elétricas são comuns na natureza e ocorrem com frequência, principalmente quando há tempestades. Trata-se da condução de energia elétrica através dos chamados raios e relâmpagos.*

*Inicialmente, é importante ter em mente que um raio caracteriza a descarga elétrica que não chega ao solo. Enquanto o relâmpago estabelece esta conexão entre a nuvem e o solo, podendo facilmente atingir uma pessoa direta ou indiretamente. O trovão nada mais é do que a propagação do som produzido pelas descargas elétricas”.*

**Redação final da estudante A1:**

*“Sabemos que o tema descargas elétricas ainda é pouco conhecido pela maioria das pessoas, havendo em volta deste, grande quantidade de mitos e informações incorretas. Os raios são descargas elétricas de grande intensidade que provocam muitas mortes em nosso país, por isso, é importante que a população seja corretamente informada a respeito desse assunto para que possa se proteger.*

*Visto que o Brasil é um recordista em incidência de raios, mais de cinquenta milhões ao ano, e que ocupa a primeira posição no ranking mundial de vítimas fatais de descargas elétricas, o acesso a informação é considerada a ferramenta mais importante para deixar esta triste posição. Nos Estados Unidos, país que também é atingido por grande quantidade de raios, a média de vítimas fatais anual é muito inferior a do Brasil. Isto ocorre por que lá, é possível prever, com algumas horas de antecedência, as regiões que serão mais atingidas pelas descargas, assim a população é alertada e pode se proteger, indo para locais seguros”.*

Os novos questionamentos e a avaliação que os estudantes realizaram sobre a metodologia foram também transcritos na íntegra, sem correções textuais, de ortografia, acentuação, pontuação ou concordância. Todos os estudantes que estavam presentes na aula do dia 19/05/2014, receberam as orientações para a redação, bem como o novo questionamento e a solicitação de avaliação da metodologia (vide Apêndice III).

Três estudantes faltaram à aula no dia do encerramento da IIR. Nem todos os presentes apresentaram o novo questionamento, afirmando que momentaneamente todas as suas dúvidas haviam sido esclarecidas durante o desenvolvimento da IIR.

Segue abaixo a lista de novos questionamentos produzidos pelos estudantes da turma 302 no ano de 2014:

- 1) *Como é possível os passarinhos pousarem sobre fios condutores de alta tensão, sem serem eletrocutados?*
- 2) *Qual a importância do nitrogênio fixado no solo para as plantas?*
- 3) *Quantas lâmpadas a energia de um raio pode ascender?*
- 4) *Se regiões mais altas de clima quente são mais suscetíveis as descargas elétricas, o que explica a grande incidência de raios nas áreas mais baixas?*

- 5) *Por que existem raios de carga positiva e de carga negativa?*
- 6) *E qual seria o motivo dos raios positivos serem mais destrutivos?*
- 7) *Quando um rebanho inteiro morre devido a um raio próximo a uma cerca, seria pela proximidade dos animais a cerca ou ao fato de estarem agrupados?*
- 8) *Quanto tempo um corpo atingido por um raio fica eletrizado?*
- 9) *Qual seria a justificativa de um carro ser um isolador de descargas elétricas?*
- 10) *Qual é o estado hoje com o maior índice de raios?*
- 11) *De que são feitos os para-raios?*
- 12) *Quais são os fatores físico-químicos das descargas elétricas?*
- 13) *Por que alguns raios não vão para o solo?*
- 14) *Como o El Niño interfere na taxa de incidência de raios no Brasil?*
- 15) *Além do que já se foi feito, o que mais o governo brasileiro poderia fazer para que o auto índice de mortes diminua?*

Quanto à análise dos novos questionamentos, foi possível perceber que algumas questões possuem um nível de complexidade maior, como é o caso, por exemplo, das questões (2) e (5). Para elaborar tais questões seria necessário que o estudante tivesse algum conhecimento científico mais elaborado sobre as descargas elétricas.

Alguns questionamentos que foram respondidos durante o desenvolvimento da IIR apareceram novamente, pois por um motivo ou outro estes estudantes permaneceram com dúvidas a respeito. Esse é o caso das seguintes questões:

- 6) *Quando um rebanho inteiro morre devido a um raio próximo a uma cerca, seria pela proximidade dos animais a cerca ou ao fato de estarem agrupados?*
- 7) *Quanto tempo um corpo atingido por um raio fica eletrizado?*
- 8) *Qual seria a justificativa de um carro ser um isolador de descargas elétricas?*
- 9) *Qual é o estado hoje com o maior índice de raios?*

A curiosidade dos estudantes em saber mais sobre o tema ou a assuntos relacionados com o mesmo se revela no seguinte questionamento: como é possível os passarinhos pousarem sobre fios condutores de alta-tensão, sem serem eletrocutados?

Apresentamos a seguir, algumas avaliações da metodologia IIR realizadas pelos estudantes da turma 302:

- i. *A forma como trabalhamos o assunto, nos permitiu ter uma compreensão mais ampla sobre o assunto, conhecendo diversos aspectos do mesmo. **Estudante A1.***
- ii. *Este trabalho me forneceu conhecimentos novos sobre o assunto, esclarecendo dúvidas e trazendo informações muito importantes que devem ser aplicadas em nossas vidas. **Estudante B1.***

- iii. *Os raios são extremamente importantes na natureza, pois graças a eles ocorre a fixação do nitrogênio no solo. O trabalho foi bem apresentado pelo grupo e a professora abordou o assunto de uma ótima forma. Foi tudo bem trabalhado, bem executado e bem explicado de uma maneira que todos conseguissem entender. Estudante C1.*
- iv. *Esta foi uma metodologia muito interessante, pois aproximou o conteúdo da disciplina a realidade do estudante, além de ter contribuído para a conscientização a respeito dos benefícios e malefícios relacionados ao tema. Estudante D1.*
- v. *- O trabalho desenvolvido foi de suma importância para os estudantes. O tema proposto agrupava matérias como a química, Física, Biologia, Geografia, entre outras. É um tema muito amplo e que aborda uma realidade muito próxima a nós. Foi um projeto muito bem elaborado em todos os aspectos. Estudante E1.*
- vi. *Com a aplicação da metodologia, tivemos a oportunidade de detalhar a informação e o conhecimento, desta forma podemos evitar desastres e acidentes eventuais. Tivemos a oportunidade de esclarecer nossas dúvidas e também tirar dúvidas dos colegas. Estudante F1.*
- vii. *O estudo sobre o assunto foi muito importante para tirar dúvidas, pois é a primeira vez em seis anos nesta escola que vejo a respeito, e acho que deveria ser mais abordado. Estudante G1.*
- viii. *Em minha opinião foi um trabalho muito bem elaborado, que trouxe muitos conhecimentos e curiosidades e que também abrangeu diversas áreas. Estudante H1.*
- ix. *O trabalho foi bem válido pois eu não sabia nada sobre raios, quais as precauções a tomar, que o Brasil e o próprio Rio Grande do Sul são locais de grande incidência de raios. A partir da pesquisa realizada por mim e pelos meus colegas acredito que aprendi muito sobre o assunto e com certeza vou passar estes conhecimentos para meus amigos, familiares e etc. Estudante I1.*
- x. *Foi diferente. Boa abordagem, tratando do assunto de forma clara e objetiva, esclarecendo as dúvidas. Através das aplicações dos trabalhos pode ser obtido conhecimentos que com certeza serão muito bem utilizados. Estudante J1.*

Com relação aos resultados da pesquisa verificamos que tanto os estudantes da turma que desenvolveu a IIR em 2013 como em 2014, tiveram uma predisposição maior para

aprender do que os estudantes de 2013 e 2014 que não vivenciaram a aplicação da metodologia. Os estudantes que desenvolveram a IIR foram criativos com relação às suas apresentações e questionando a professora durante as atividades propostas com o desenvolvimento da metodologia e sendo mais ativos no processo de ensino e aprendizagem.

Através dos questionamentos iniciais foi possível verificar as manifestações prévias e errôneas dos estudantes que ao concluírem o trabalho foram capazes de elaborar questões com um grau de complexidade maior, com base nas discussões e reflexões feitas e com interesse de aprender ainda mais sobre o assunto.

Com a aplicação da IIR no ano de 2014, percebemos que o aproveitamento dos estudantes no trimestre (no caso o primeiro trimestre) foi maior do que o aproveitamento dos estudantes que desenvolveram a IIR em 2013. Este fato justifica a necessidade do professor se capacitar para o desenvolvimento de uma nova metodologia. A segurança do professor na reaplicação da metodologia foi muito maior. O desenvolvimento das etapas da IIR fluiu com maior facilidade, as orientações não ficaram engessadas na teoria, pois a professora já possuía um domínio maior das estratégias que envolviam as etapas da IIR, conduzindo-as com confiança e facilidade.

Isto nos leva a crer que a maneira de conduzir as atividades em sala de aula e as metodologias utilizadas pelo professor auxilia no envolvimento e no nível de interesse dos estudantes.

No instrumento de avaliação trimestral foram colocadas três questões objetivas sobre descargas elétricas (vide Apêndice IV). Estas questões foram incluídas apenas no ano letivo de 2014. Verificamos nesta avaliação que a maior parte dos estudantes da turma 301, que desenvolveu a metodologia, responderam satisfatoriamente pelo menos duas das três questões dispostas na avaliação trimestral. Enquanto na turma 302, que não desenvolveu a metodologia, o número de estudantes que acertou ao menos duas das três questões foi menor.

O desenvolvimento de todas as etapas da IIR desde o início até a produção final dos estudantes foi levado muito a sério pelos mesmos em ambos os anos. Os estudantes foram estimulados a buscar através da pesquisa investigativa e utilização de tecnologias digitais o que lhes era de interesse e curiosidade, tendo a oportunidade de compartilhar e discutir com os professores e colegas os resultados desta investigação, tornando-se assim os protagonistas de seu processo de ensino e aprendizagem.

Também foi possível observar o desenvolvimento do trabalho cooperativo, pois quando alguns estudantes apresentavam dificuldades os outros procuravam de uma forma ou outra auxiliar na busca de uma solução, compartilhando o que haviam feito em situações semelhantes. Verificamos que os estudantes que estavam desenvolvendo a IIR construía seu conhecimento de maneira prazerosa e ativa, pois podiam compreender o significado do que estava sendo trabalhado.

Mais uma vez, pudemos observar que a participação ativa dos estudantes nas várias etapas da IIR contribuiu para as modificações em seus subsunçores existentes e, conseqüentemente, para a ocorrência do processo de diferenciação progressiva preconizado por Ausubel (2003) e da conseqüente ocorrência de uma aprendizagem significativa por parte desses estudantes.

Vale comentar novamente que com o desenvolvimento da IIR os estudantes demonstraram maior preocupação em discutir e apresentar em suas redações finais a ciência do seu cotidiano e não somente termos científicos e técnicos como os apresentados nos textos iniciais. Nesse contexto foi possível observar uma maior aproximação dos estudantes com a ciência e evidências de que esses estudantes estão se alfabetizando científica e tecnicamente.

## 5. PRODUTO FINAL

Como produto final da pesquisa realizada foi criado um website, responsivo<sup>14</sup> sobre Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade, cuja URL<sup>15</sup> é a seguinte:

<http://www.ilhasderacionalidade.com.br>

A dissertação que deu origem a este website como produto final da pesquisa realizada foi desenvolvida dentro da linha de pesquisa "Fundamentos e Estratégias Educacionais no Ensino de Ciências e Matemática". Nesse website pode-se encontrar todo o trabalho desenvolvido na IIR com o tema "As descargas elétricas no Brasil" em ambos os anos (2013 e 2014). Além de alojar os principais resultados dessa dissertação, tem como objetivos:

- introduzir essa metodologia ativa de aprendizagem a professores de Ensino Fundamental e médio;
- armazenar artigos e dissertações sobre IIR;
- e servir de repositório para outras IIR que poderão vir a ser desenvolvidas.

Este website pode ser visitado por professores interessados em conhecer um pouco melhor a metodologia de ensino da IIR e quem sabe aplicar na sua escola.

Na introdução do website temos uma breve explicação do por que da utilização da metodologia IIR, assim como a inspiração para sua utilização e as etapas do método. No item "Ilhas" têm-se um resumo da IIR construída no ano de 2013 e 2014 com os questionamentos elaborados pelos estudantes, imagens das apresentações dos estudantes, assim como suas apresentações do ano de 2014. Os vídeos utilizados na etapa zero, durante a construção da IIR e a avaliação da metodologia feita com os estudantes no ano de 2014 também estão disponíveis no website.

---

<sup>14</sup> Website ou layout responsivo, ou também conhecido como site flexível, é quando o website automaticamente se encaixa no dispositivo do usuário (PC, celular, tablet, etc). Um website responsivo muda a sua aparência e disposição com base no tamanho da tela em que o website é exibido. Então, se o usuário tem uma tela pequena, os elementos se reorganizam para lhe mostrar as coisas principais em primeiro lugar.

<sup>15</sup>URL é o endereço de um recurso disponível em uma rede, seja a rede internet ou intranet, e significa em inglês "Uniform Resource Locator", e em português é conhecido por localizador padrão de recursos".

No item “as referências”, temos todas as referências da dissertação de mestrado que deu origem ao produto final.

Com a pretensão de construir novas ilhas com este mesmo tema ou com novos temas disponibilizamos um espaço para a postagem do material das próximas IIR a ser construídas. Assim o item das sugestões de trabalhos futuros também é apresentado no website.

Já na janela das referências temos subsídios para leitura sobre a metodologia da IIR, onde também estão disponíveis, dissertações, monografias, artigos publicados em periódicos e artigos publicados em congressos e simpósios sobre interdisciplinaridade, tecnologias digitais na educação e o ensino de ciências. Para visualizar todo este material, basta clicar na caixa desejada e em seguida teremos o link de acesso.

O espaço para contato com a pesquisadora para maiores informações sobre os detalhes da aplicação da metodologia ocorre por um e-mail disponibilizado no próprio website. A iniciativa é que mais professores possam ter conhecimento sobre a metodologia para possíveis construções no futuro.

Ao longo dos anos o processo educacional tem sofrido grandes mudanças, os anos passaram e com isso passamos por vários períodos em nossa história. Através das transformações tecnológicas, chegamos à era do conhecimento, um momento novo e rico de possibilidades. Certamente este produto servirá de subsídio, informação e conhecimento para muitos profissionais da educação que desejam fazer a diferença em suas escolas e aplicar novas metodologias de ensino onde o estudante possa ser mais ativo no processo de ensino e aprendizagem, bem como ter a possibilidade de se alfabetizar científica e tecnologicamente.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acreditamos que um dos grandes desafios da educação, atualmente, seja justamente o de preparar estudantes conscientes, com opinião própria e com capacidade de se posicionar na sociedade na qual estão inseridos. Para que o estudante possa opinar de maneira consciente, há a necessidade de conhecer as questões que envolvem seu contexto social, ou seja, há a necessidade de uma realidade escolar que retrate o contexto do estudante, suas práticas do dia a dia. Temos de compreender que a realidade presente na vida do estudante é aquela que faz parte de sua cultura e do seu grupo de convívio.

Acreditamos também que a educação não deve se amparar em antigos paradigmas que têm como foco a reprodução sistemática de conteúdos, mas que deve progredir e acompanhar as principais questões que preocupam a sociedade.

Utilizar novas estratégias e novas metodologias, levar em conta os conhecimentos prévios dos estudantes, tratar de temas simples do cotidiano, estimular a pesquisa investigativa ou científica e utilizar tecnologias digitais em sala de aula são ações fundamentais para que os estudantes tenham mais motivação e uma maior predisposição para aprender. Com isso, haverá uma grande chance de que a aprendizagem desses estudantes venha a ser significativa.

É preciso criar um espaço na escola em que os professores possam conversar e possam propor um planejamento de acordo com a realidade lá encontrada. A sala de aula precisa considerar o contexto e a realidade do seu estudante, para que ele tenha condições de resolver os desafios e problemas da vida.

Como educadores, compreendemos que a aprendizagem deve ser entendida como uma ação que requer atividades cuidadosamente construídas a partir das manifestações prévias dos estudantes para desta forma proporcionar a eles autonomia e segurança na organização dos conhecimentos.

A metodologia utilizada e reportada neste trabalho, as Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade, não é uma receita pronta. Cabe ao professor, se capacitar e desenvolver a sensibilidade para reconhecer uma situação-problema que seja adequada para auxiliar na exploração de um conteúdo programático. Cabe também, ao professor adequá-lo às necessidades e à realidade dos estudantes.

A metodologia da IIR permite que nos libertemos de um ensino pautado na memorização de um conjunto de informações, muitas vezes sem significado, permitindo, ao estudante um olhar diferenciado sobre a ciência e a tecnologia, bem como a relação destas com a sociedade, sendo capaz de se expressar e posicionar-se diante de assuntos relacionados a elas, com responsabilidade, desenvolvendo certa autonomia e uma linguagem científica progressivamente mais adequada. A IIR promove a aprendizagem ativa e possibilita a ocorrência da aprendizagem significativa.

Com a nova proposta curricular para o Ensino Médio Politécnico em nosso estado, as instituições de ensino precisaram passar por uma adequação gradativa, para atender às exigências de tal proposta. Inicialmente percebemos as instituições de ensino perdidas, tentando encontrar um caminho, pois a cultura, herança da escola tradicional, era a de transmissão dos conhecimentos, em detrimento da formação de atitudes, valores e competências mais amplas. Logo, a exigência seria de adoção de uma formação que superasse as práticas exclusivamente disciplinares das matrizes curriculares. Assim, pensamos que as IIR podem contribuir com a nova proposta curricular para o Ensino Médio, tendo em vista que a maior parte dos professores deseja se adequar a tais mudanças, mas não sabem muito bem como fazê-lo.

No momento em que tomamos contato com a metodologia da IIR, observamos que esta veio ao encontro do que propõe a Proposta Pedagógica para o Ensino Médio Politécnico, que defende que a formação do estudante deva ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos e a preparação científica e tecnológica. O Ensino Médio deve contemplar o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las. Devem ser criados ambientes de aprendizagem onde os estudantes possam aprender, criar, formular, ao invés de simplesmente fazer o exercício de memorização.

Os PCN consideram que a vivência individual do estudante, seus conhecimentos escolares, suas histórias pessoais, tradições culturais e as relações com fatos e fenômenos do cotidiano podem interferir na relação com o mundo físico e os saberes, científicos, tecnológicos e humanos. Por isso é importante que o professor compreenda que a contextualização e interdisciplinaridade devem acontecer não somente para tornar o assunto mais atraente ou fácil de ser compreendido, mas para que o estudante perceba a importância daquele conhecimento para sua vida. Nesse contexto, acreditamos ter demonstrado com este

trabalho de pesquisa que as IIR são especialmente adequadas para dar conta de tais considerações.

As IIR também são uma alternativa ao modelo de ensino-aprendizagem baseado na transmissão de informações fragmentadas, pois além de romper com o paradigma tradicional da sala de aula, podem propiciar a emergência de problemas que representam contextos reais, de forma interdisciplinar, desenvolvendo a capacidade de trabalho em equipe, dando-se maior autonomia ao estudante para tomar suas próprias decisões, como preconizam os PCN e as OCEM.

Tendo em vista que, para a representação de situações reais são necessários saberes das várias áreas do conhecimento, a utilização de metodologias que promovam a interdisciplinaridade, se faz necessária. Ao partir de projetos vinculados ao cotidiano dos estudantes e permitindo que eles próprios delineassem ações no sentido de executá-las, observamos que os problemas se tornam significativos para eles, aumentando dessa forma o interesse nas atividades que o professor propõe, e percebendo a importância de tais conhecimentos para sua vida. As conclusões dos estudantes que desenvolveram a IIR em ambos os anos, com o tema “As descargas elétricas no Brasil”, atestam isso.

Alguns estudantes, por exemplo, concluíram suas investigações e apresentações como se observa no parágrafo seguinte, afirmando que são muitos os prejuízos causados por descargas elétricas no país, como equipamentos eletrônicos, incêndios, explosões, morte de seres humanos e animais, e um dos fatores mais relevantes para diminuir as mortes e prejuízos por raios é a população se tornar mais consciente dos riscos.

*“Após a realização deste trabalho, pode-se identificar a falta de informação da população como um dos fatores responsáveis pelo número tão elevado de pessoas atingidas por raios. O Brasil é o país com maior incidência de raios no mundo e são muitos os prejuízos causados pelas descargas elétricas no país como danos em equipamentos elétricos, linhas de transmissão de energia elétrica, morte de animais e seres humanos, incêndios e explosões”.*

Houve preocupação dos estudantes em repassar aos colegas todas as medidas de segurança que poderiam ser tomadas durante uma tempestade com incidência de descargas elétricas. Por meio do trabalho, compreenderam os motivos que fazem com que o Brasil seja chamado de “o país dos raios” e que, no sentido inverso, as descargas elétricas podem ser

benéficas, pois o nitrogênio é indispensável à vida no planeta. Estes são conhecimentos importantes para a vida do estudante.

Com base nos resultados obtidos nas diversas atividades desenvolvidas na aplicação da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, foi possível verificar os impactos da utilização da metodologia em torno do tema “As descargas elétricas no Brasil” na aprendizagem de estudantes de Ensino Médio. A IIR nos proporcionou a oportunidade de orientá-los no desenvolvimento de atividades de pesquisa investigativa, utilizando tecnologias digitais na educação em um ambiente de aprendizagem interdisciplinar.

No ano de 2013, desenvolvendo a IIR na forma de um projeto-piloto, conseguimos atingir alguns objetivos da pesquisa, tais como o de capacitar a professora pesquisadora na metodologia e o de utilizar novas metodologias e estratégias de ensino no ambiente escolar.

Também observamos uma maior aproximação dos estudantes com as ciências na disciplina de Física, aproximação essa que se deu em especial nas discussões em sala de aula, na execução de pesquisas investigativas e na entrevista a especialistas. Nessas ocasiões, em especial, os estudantes passaram a preocupar-se com os conhecimentos da ciência do seu cotidiano e não somente com os conhecimentos científicos da disciplina.

Por meio do desenvolvimento da IIR, foi possível propor atividades de colaboração e cooperação entre os estudantes que, além de trabalhar em equipe, dividiram tarefas e trocaram informações uns com os outros e entre grupos.

Os estudantes tiveram a oportunidade de ser mais ativos no processo de ensino aprendizagem. Foram capazes de tomar decisões e buscar solucionar dúvidas que surgiram no decorrer do desenvolvimento da IIR. Tiveram maior autonomia frente às diversas situações que foram propostas e foram criativos em se tratando dos recursos utilizados para suas apresentações. Os estudantes, claramente, em alguns casos desenvolveram e, em alguns casos aperfeiçoaram suas habilidades de comunicação.

As produções e apresentações dos estudantes reforçam uma de nossas hipóteses: elas propiciam a construção do conhecimento de maneira prazerosa e ativa, e esse prazer se manifesta com bastante intensidade quando eles percebem algum significado no que está sendo proposto em sala de aula.

De acordo com os dados do diário de classe da professora, observamos que os estudantes que participaram da aplicação da IIR no ano de 2013, assim como em 2014, tiveram um maior aproveitamento no trimestre (terceiro trimestre em 2013 e primeiro

trimestre em 2014), ou seja, o número de estudantes da turma 301 que em 2013 teve nota acima da média e em 2014 teve conceito satisfatório de aprendizagem (CSA) foi maior em relação às turmas 302 de 2013 e 2014.

Consideramos que a turma 301 de 2014 teve um desempenho ainda melhor no trimestre se comparada à turma 301 de 2013, e isto se justifica pelo fato de que no ano de 2014 a professora já possuía um domínio maior da metodologia para conduzir as atividades propostas nas etapas da IIR de forma mais segura e com maior clareza das etapas envolvidas. Acreditamos que a época em que a IIR foi aplicada em 2013 e 2014 também interferiu nos resultados. Em 2013 os estudantes estavam na reta final do ano letivo, e, portanto bastante dispersos com vários outros assuntos, como o ENEM e a formatura. Por outro lado os estudantes de 2014 estavam iniciando o ano letivo, estavam mais focados e possivelmente com maior disposição para aprender.

Quanto ao envolvimento dos estudantes, percebemos que a maioria procurou, à sua maneira, participar de todas as atividades propostas. A espontaneidade na participação e a melhoria nas habilidades de comunicação, além da autoconfiança e maior autonomia, foram alguns dos avanços observados durante as atividades. Em 2014 o número de estudantes da turma 301 que desenvolveu as atividades propostas, foi maior que o número de estudantes da turma 302, que também trabalhou com o tema, porém sem a aplicação da metodologia.

Tivemos um número maior também de estudantes que participaram das atividades propostas em 2014, em relação a 2013, dos que participaram da aplicação da metodologia. Isto indica que a maneira utilizada pela professora para conduzir as atividades em sala de aula, assim como o domínio de estratégias e metodologias de ensino, fazem com que os estudantes se envolvam e tenham interesse por aquilo que se propõe. Neste caso, o projeto-piloto foi determinante para encontrar um equilíbrio na mediação das atividades para o desenvolvimento da IIR em 2014.

O desempenho dos estudantes, “medido” de maneira convencional, ou seja, através de questões objetivas, também apresentou progressos. No ano letivo de 2014, foram incluídas três questões objetivas sobre o tema “Descargas Elétricas” na avaliação final do trimestre (prova objetiva). A maior parte dos estudantes da turma 301 que desenvolveu a IIR respondeu corretamente pelo menos duas das três questões incluídas na avaliação. Enquanto na turma 302, que não desenvolveu a IIR, tivemos um menor número de estudantes que respondeu corretamente ao menos duas das três questões.

Quanto às etapas, a inclusão da etapa de motivação foi de fundamental importância para o rumo da IIR em ambos os anos, pois, a partir da introdução feita aos estudantes na etapa de motivação, direcionaram-se os questionamentos iniciais. Os estudantes, durante a tempestade de ideias, evidenciaram a predisposição em aprender a partir do que problematizamos inicialmente com os vídeos e a apresentação da proposta. Lembramos que as etapas apresentadas por Fourez (FOUREZ, 1997; SCHMITZ e PINHO-ALVES, 2005) “são pistas metodológicas, não para serem seguidas ao pé da letra, mas sim para serem adaptadas e modificadas segundo as particularidades de cada turma.”

Quanto às atividades extraclasse, Fourez procura defendê-las em sua metodologia, e em nosso caso, esta etapa, além de ter sido importante, foi também bastante produtiva, pois os estudantes conseguiram atingir os resultados esperados com as atividades propostas nas etapas que envolviam as atividades extraclases.

Com a aplicação da metodologia da IIR foi possível atingir alguns objetivos da alfabetização científica e tecnológica, como a autonomia, domínio e comunicação dos estudantes. A IIR e a ACT surgem como uma alternativa para concretizar uma mudança de paradigma na educação, através da ocorrência de uma aprendizagem de fato significativa. Pensamos que, com a utilização de metodologias como a IIR, estamos dando os primeiros passos de uma longa caminhada rumo às mudanças de paradigma na educação, que tanto almejamos e queremos. Neste projeto a utilização da metodologia IIR auxilia na promoção da aprendizagem ativa por parte dos estudantes e na ocorrência da aprendizagem significativa dos mesmos.

É importante reconhecer que, embora o professor detenha uma boa parcela de um conhecimento necessário à sociedade atual, é preciso que ele tenha a clareza de que pode aprender sempre, inclusive com seus estudantes, e de que apaixonar-se pela sua profissão e aprimorar essa paixão cotidianamente, e esse aprender permanente será o alimento que lhe dará vigor e perseverança na execução dessa nobre tarefa.

## 7. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Na perspectiva de uma educação na qual o estudante seja desafiado a tornar-se protagonista de suas aprendizagens e assim abandonar o caráter de passividade e de promoção por notas, assumindo um papel mais ativo no processo de ensino aprendizagem, pretendemos continuar a desenvolver outras Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade, com o mesmo tema ou outros temas que estejam de acordo com a área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, assim como as Orientações para o Ensino Médio propõem um ensino que valoriza a curiosidade intelectual do educando em uma perspectiva emancipatória, direcionando-o a uma crescente autonomia no processo de aprendizagem. Como educadores, desejamos promover a ACT, a interdisciplinaridade e a utilização das tecnologias digitais na educação, e a aplicação da metodologia da IIR nos possibilita tais anseios. Com o desenvolvimento de IIR também faremos uso de novas metodologias que favoreçam a ocorrência da aprendizagem significativa dos estudantes.

Na construção de futuras IIR, pretendemos buscar evidências da ocorrência de aprendizagem significativa por meio da análise textual discursiva que tem sido cada vez mais utilizada em pesquisas qualitativas.

Apresentamos a seguir em algumas sugestões de temas para a construção de outras IIR:

- i. A geração de energia no Brasil;
- ii. Ciência e astronomia;
- iii. Radiação solar;
- iv. Formas geométricas presentes no nosso cotidiano;
- v. Área e perímetro em situações da nossa vida;
- vi. Funções de primeiro grau;
- vii. A doação de órgãos e de sangue no Brasil;
- viii. O uso do cinto de segurança e a educação para o trânsito.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR JR, O. O papel do construtivismo na pesquisa em ensino de ciências. *Investigações em ensino de ciências*, v. 3, n. 2, p. 107-120, 1998.
- AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.
- ALVES, L. e ANASTASIOU, L. (org). *Processos de Ensino na Universidade: pressupostos para estratégias de trabalho em aula*. Joinville, SC: UNIVILLE, 2003.
- BARKLEY, E.F., CROSS, K.P., MAJOR, C.H. *Collaborative learning techniques – a handbook for college faculty*, Jossey-Bass editors. Califórnia - USA, 2005.
- BETTANIN, E. et al *As ilhas de racionalidade na promoção dos objetivos da Alfabetização Científica e Tecnológica*. Dissertação de Mestrado, UFSC. 2003.
- BRASIL, *Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p. (Orientações curriculares para o Ensino Médio; volume 2).*
- BRASIL. *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Resolução CEB nº 3 de 26 de junho de 1998.*
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/Semtec, 1999.
- BROOKS, J. G. e BROOKS, G. M. *Construtivismo em sala de aula*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- BOOTH, I. A. S.; VILLAS-BOAS, V.; CATELLI, F.; *Mudança Paradigmática dos Professores de Engenharia: Ponto de partida para o planejamento do processo de ensinar*, Anais do XXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, São Paulo, 2008.
- CHASSOT, A. *Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.
- COELHO, C. U. F; HAGUENAUER, C. *As Tecnologias da Informação e da Comunicação e sua Influência na Mudança do Perfil e da Postura do Professor*. Colabor@-A. Revista Digital da CVA-RICESU, v. 2, n. 6, 2010.
- COLL, C. *Educação, escola e comunidade: na busca de um compromisso*. Pátio: revista pedagógica, Porto Alegre, ano, v. 3, n. 10, p. 8-12, 1999.

DE ALMEIDA, M. E. B. Tecnologias digitais na educação: o futuro é hoje. 5<sup>o</sup> Encontro de Educação e Tecnologias de Informação e Comunicação. Universidade Estácio de Sá. São Paulo, 2007.

DE MIRANDA, M. G; RESENDE, A. C. A. Sobre a pesquisa-ação na educação e as armadilhas do praticismo. *Revista Brasileira de Educação*, v. 11, n. 33, p. 511, 2006.

ESTEBAN, M. P. S. Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade: um projeto em parceria. São Paulo: Loyola, 1991. Coleção Educar. v. 13.

FAZENDA, I. C. A. O que é Interdisciplinaridade? São Paulo: Cortez, 2008.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 3, 2003.

FOUREZ, G. Alfabetización Científica Y Tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Buenos Aires- Argentina. Ediciones Colihue, 1997.

FRANCO, S. R. K. O construtivismo e a Educação. Porto Velho: Editora GAP, 1991.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (org.). Métodos de pesquisa. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural. SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

HOLBROOK, J.; RANNIKMAE, M. The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347-1362, 2007.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São Paulo, SP. Disponível em <http://www.inpe.br>. Acesso em: 10 de Out 2013.

INSTITUTO CLARO – Novas tecnologias novas formas de aprender. São Paulo, SP. Disponível em <http://www.institutoclaro.org.br/em-pauta/professores-sao-os-mais-resistentes-a-tecnologia-digital-na-escola-aponta-enquete>. Acesso em 20 de Fev 2014.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. São Paulo em perspectiva, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KOLMOS, Anette; DE GRAAFF, Erik. Process of Changing to PBL. Management of Change: Implementation of Problem-Based and Project-Based in Engineering, p. 31-43, 2007.

LAVAQUI, V.; BATISTA, I. L. Interdisciplinaridade em ensino de ciências e de matemática no Ensino Médio. *Ciência & educação*, v. 13, n. 3, p. 399- 420, 2007.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(1), pp. 16-24, 2011.

MAZUR, E. Peer Instruction: A User's Manual. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1997.

MÜLLER, M. G. Metodologias interativas de ensino na formação de professores de Física: um estudo de caso com o Peer Instruction. Dissertação de Mestrado, URGRS. 2013.

MEC – Ministério da Educação. Brasília, DF. Disponível em <http://www.mec.gov.br>. Acesso em 03 de Set 2013.

MITRE, S. M.; SIQUEIRA-BATISTA, R.; GIRARDI-DE-MENDONÇA, J. M.; MORAIS-PINTO, N. D.; MEIRELLES, C. D. A. B.; PINTO-PORTO, C.; MOREIRA, T.; HOFFMANN, L. M. A. Metodologias ativas de ensino aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. Ciência e Saúde Coletiva, v. 13 (Sup. 2), p. 2133-2144, 2008.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: A compreensão possibilitada pela análise textual discursiva Roque Moraes, Ciência e Educação, v.9, n.2, p.191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva. 2. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

MORAES, M. C.; LAURINO, Débora Pereira; MACHADO, Celiane Costa. Práticas docentes atualizadas na ecologia digital. Renote, v. 11, n. 3, 2013.

MOREIRA, M. A. Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa. Porto Alegre/RS, 2009.

MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. Editora pedagógica e universitária, 1999.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.

MORESI, E. Metodologia da pesquisa. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2003.

MORETTO, V. P. Planejamento: planejando a educação para o desenvolvimento das competências. Petrópolis/ Rio de Janeiro: Vozes, 2007.

NEHRING, C. M.; SILVA, C. C., TRINDADE, J. A. O., PIETROCOLA, M. P., LEITE, R. C. M., PINHEIRO, T. F. 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. 99-122, 2002.

NERI DE SOUZA, F. Questionamento ativo na promoção da aprendizagem ativa. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.

NOVAK, J.; GOWIN D. Aprender a Aprender. 2ª ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1999.

OLIVEIRA J. B. A., CHADWICK C. Aprender e ensinar. 3ªed. São Paulo: Global, 2001.

PELIZZARI, A. et al Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. Revista PEC, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

PERRENOUD, P. 10 novas competências para ensinar: convite à viagem. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PIETROCOLA, M.; PINHO ALVES, J.;PINHEIRO, T. F. Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências, Investigações em Ensino de Ciências – v.8(2), pp. 131-152, 2003,

PINHEIRO, T. F.; PINHO ALVES, J. Ilhas de racionalidade: experiências interdisciplinares na segunda série do Ensino Médio. IN: Anais do IV Encontro Ibero-Americano de Coletivos Escolares e Redes de Professores que fazem Investigação na sua escola. Lajeado, RS, 2005.

POWELL, P.C. e WEENK, W. Project- led engineering education. Utrecht: Lemma, 2003.

POZO, J. I.;FONT, C. M. El aprendizaje estratégico : enseñar a aprender desde el currículo. Espanha: Santillana, 1999.

PRESTES, R. F.; SILVA, A. M. M. As contribuições do educar pela pesquisa no estudo das questões energéticas. Experiências em Ensino de Ciências, v. 4, n. 2, p. 7-20, 2009.

RICARDO, E. C.; ZYLBERSZTAJN, A. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para as Ciências do Ensino Médio: uma análise a partir da visão de seus elaboradores. Investigações em ensino de ciências, v. 13, n. 3, p. 257-274, 2008.

RIO GRANDE DO SUL – Secretaria de Educação. SEDUC. Proposta Pedagógica para o Ensino Médio Politécnico e Educação e Educação Profissional Integrada ao Ensino Médio. 2011-2014, 2011.

SANTANA, I. S. Elaboração de uma unidade de ensino potencialmente significativa em química para abordar a temática água. 2014. 153 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e da Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, 2014.

SCHMITZ, C. Desafio docente: as ilhas de racionalidade e seus elementos interdisciplinares. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

SCHMITZ, C.; PINHO-ALVES, J. Componentes de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade. Encontro Ibero-Americano de coletivos escolares e rede de professores que fazem investigação na sua escola, v. 4, 2005.

SEDUC RS – Secretaria da Educação do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, PA. Disponível em <http://www.educacao.rs.gov.br>. Acesso em 11 de Out 2013

STAA, B. V. Tecnologia na Educação: Reflexões sobre docência, aprendizagem e interação entre jovens e adultos. Pinhais: Editora Melo, 2011.

VEJA.com. Especial: Raios matam muito mais do que se pensava. Não basta chuva? Raios!. São Paulo. SP. Edição 2151 de 10 de Fevereiro de 2010. Disponível em <http://veja.abril.com.br/100210/nao-basta-chuva-raios-p-074.shtml>. Acesso em: 26 de Jun 2013.

VILLAS-BOAS, V.; MARTINS, J. A.; BOOTH, I. A. S.; GIOVANNINI, O.; CATELLI, F.; SAUER, L. Z. (2011). Novas Metodologias para o Ensino Médio em Ciências, Matemática e Tecnologia. In: Valquiria Villas-Boas, Fernanda Miotto, José Arthur Martins (Org.). Novas Metodologias para o Ensino Médio em Ciências, Matemática e Tecnologia. Brasília: Editora ABENGE, 2011.

VILLAS-BOAS, V.; MATASOGLIO, O.; CENSON, A. S. P., SILVA, A. N. R.; SILVA, C. A. P.; CASAGRANDE, C. G.; PINTO, D. P.; ADELL, E. A. A.; GOMES, F. J.; PINTO, G. R. P. R.; PEREIRA, H. B. B.; BRINATTI, H. L.; LIMA, I. G. Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia. In: Simone Leal Schwertl; Adriano Peres; Paulo Roberto Brandt; Vanderlí Fava de Oliveira; Zacharias Chamberlain. (Org.). Desafios da Educação em Engenharia: Vocação, Formação, Exercício Profissional, Experiências Metodológicas e Proposições. 1ªed. Blumenau: EdiFURB, 2012 v. 1, p. 59-112.

## APÊNDICE I

### Trabalhos de pesquisa e Apresentações

#### As descargas Elétricas no Brasil



- 1) Aspectos Sociais – Vítimas fatais.
- 2) Aspectos Econômicos – Economia do nosso país.
- 3) Aspectos Físicos – O fenômeno em si.
- 4) Aspectos Biológicos – Fixação do Nitrogênio no solo.
- 5) Aspectos Geográficos – Localização do país, estados de maior incidência.
- 6) Aspectos históricos – Mitos e verdades.
- 7) Aspectos de Saúde – o que ocorre no organismo e os primeiros socorros.
- 8) Aspectos preventivos – como podemos nos prevenir.

#### Normas para o trabalho de pesquisa impresso:

O trabalho impresso deverá ser entregue no momento da apresentação. A proposta será apresentada oralmente pelos grupos sorteados na sequência lógica mencionada anteriormente.

Um computador e um projetor multimídia estarão disponíveis mediante a reserva na coordenação pedagógica da escola, para a apresentação do trabalho, os arquivos contendo a apresentação deverão estar no formato *pdf*.

O texto do trabalho de pesquisa deverá ter um máximo de quatro páginas (Fonte Times New Roman, tamanho 12, espaçamento 1,5 linha, justificado); o texto e a apresentação deverão destacar em especial os seguintes aspectos:

1. Introdução
2. Tema e questão a ser investigada, com justificativa, incluindo um referencial teórico;
3. Conclusões a respeito da pesquisa desenvolvida;
4. Referências bibliográficas (Normas da ABNT).

**Apresentações:**

**Leitura ou apresentação livre:** na apresentação há possibilidade de utilizar inúmeros recursos e técnicas. Cada grupo terá no máximo 10 min para a apresentação. A leitura de um “texto base” de forma integral ou tópica pode ser uma delas. Contudo, esta prática na apresentação deve fluir com muita naturalidade. O olhar deve desprender-se do texto e o ritmo e dicção devem ser envolventes. Na apresentação livre, realizada sem apoio textual direto, é preciso cuidado na distribuição adequada do tempo. Não são raras as situações onde o apego aos detalhes do assunto e explicações prolongadas de partes do trabalho prejudicam a apresentação.

**Utilização de recursos audiovisuais:** o fato de utilizar projeção de texto e imagens, em si, nem sempre possuem aspectos positivos para a avaliação. Uma projeção má empregada pode ser um desastre. Na comunicação do trabalho, a conjugação adequada de som (fala) e imagem (slides) pode contribuir muito para o entendimento do assunto. O texto e/ou imagens apresentadas devem primar pela objetividade e sistematização, de modo a SOMAR à sua fala e não se SOBREPOR. Lembre-se que recursos audiovisuais devem ser encarados como COMPLEMENTARES e não autos suficientes. A criatividade na utilização de seu tempo também será avaliado.

**Organização do grupo:** o grupo deve tomar o cuidado para distribuir as tarefas de tal forma que todos os componentes contribuam para a explicação do mesmo, a explanação deve ter uma mesma sintonia, comprovando o fato de o grupo saber o que quer fazer e como fazer.

**Precaução:** esteja preparado para apresentar o trabalho, independente de eventuais adversidades (falta de energia elétrica, falha no computador, dentre outros). Tenha em mãos o material da apresentação em, pelo menos, duas mídias distintas (**CD, pendrive**) e também impresso. Não esqueça de entregar a via impressa antes de começar a apresentação.

**APÊNDICE II****RELATÓRIO FINAL DA ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE  
SOBRE AS DESCARGAS ELÉTRICAS NO BRASIL**

- 1) O que estudamos sobre as descargas elétricas nos ajuda a compreender o mundo que habitamos e o contexto de avanço tecnológico examinado.
- 2) O que você conseguiu compreender a respeito dos aspectos e fatores estudados sobre as descargas elétricas no Brasil?
- 3) Você acredita que o estudo de fenômenos naturais (físicos, químicos, biológicos)? Ou sócio-culturais, políticos e econômicos, do nosso dia a dia podem ser de importância para sua autonomia no mundo científico-técnico na sociedade em geral?
- 4) Em que os saberes obtidos podem nos ajudar a discutir com mais precisão quando da tomada de decisões?
- 5) Em que os saberes obtidos sobre as descargas elétricas 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? (Fourez, 1997).

## APÊNDICE III

### ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE – DESCARGAS ELÉTRICAS NO BRASIL

#### Orientações para a redação

A **nota da prova de Redação** é essencial para qualquer tipo de prova. Por isso, não tem como fugir dela. No caso do **ENEM**, somente é aprovado na seleção das universidades quem não teve nota zero na redação, além de ter uma boa pontuação na prova em geral. É possível fazer uma **boa redação**, o principal passo é ter uma bagagem de leitura e estudo de assuntos e é fundamental manter-se informado, pois os temas da redação, ainda mais do ENEM são sobre assuntos da atualidade. Por isso, pesquise editoriais de jornais, revistas e é bom ver estes editoriais, pois estes geralmente vêm de forma dissertativa que é a forma que deve ser escrita a redação e também aguça o senso crítico. O segredo de fazer **boa redação**, além de ler muito e pesquisar é treinar. Por isso, treine a redação todos os dias pelo menos dois textos por semana.

**Construa sua redação:** No mês de Fevereiro de 2014, a turma do Terceiro ano da Escola Estadual de Ensino Médio..., foi escolhida para participar do Projeto “**Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade** - abrindo caixas-pretas sobre as “Descargas elétricas no Brasil”. Três meses se passaram e agora estamos encerrando as atividades previstas. Convido você para elaborar um texto com, no mínimo, vinte linhas sobre os temas abordados durante esses meses. Neste texto deverão aparecer as seguintes palavras chaves: **raios, descargas elétricas, sociedade brasileira, economia do país, incidência de raios no RS, mortes, cuidados e precauções, localização do Brasil, fenômeno da natureza, fixação de nitrogênio, mitos sobre os raios**. Você também poderá incluir outras palavras em seu texto. Dê um título a ele e escreva o texto como se estivesse construindo uma redação do ENEM com base nas pesquisas e estudos feitos nos últimos meses.

Elabore, também, uma questão sobre as descargas elétricas no Brasil que você queira aprofundar e faça uma breve avaliação sobre a aplicação da metodologia.

Nome do estudante: \_\_\_\_\_ turma: \_\_\_\_\_

**Questão:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

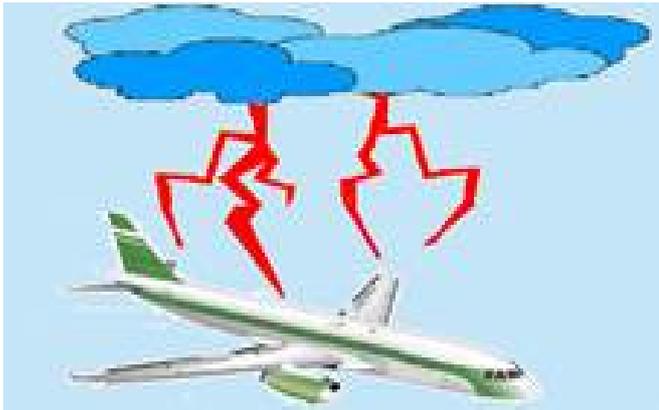
**Avaliação do trabalho desenvolvido sobre as descargas elétricas:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## APÊNDICE IV

### QUESTÕES INCLUSAS NA AVALIAÇÃO DO TRIMESTRE

- 1) (AFA-RJ) Durante uma tempestade, um raio atinge um avião em voo. Pode-se afirmar que a tripulação:



- a) não será atingida, pois aviões são obrigados a portar um para-raios em sua fuselagem.
- b) será atingida em virtude de a fuselagem metálica ser boa condutora de eletricidade.
- c) será parcialmente atingida, pois a carga será homogeneamente distribuída na superfície interna do avião.
- d) não sofrerá dano físico, pois a fuselagem metálica atua como blindagem.

**Resposta: d**

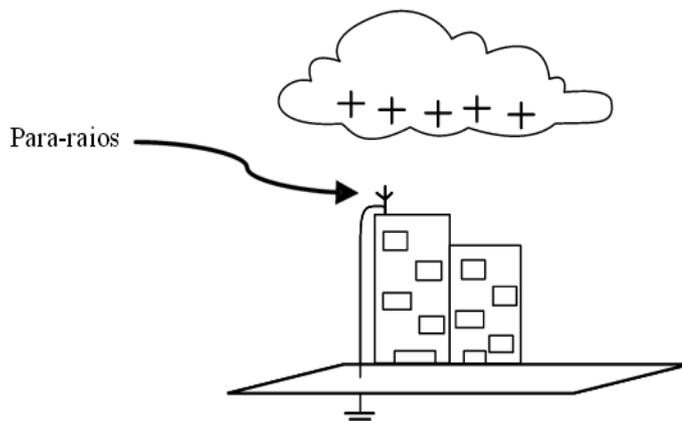
- 2) (PUC-MG-010) Em dias secos e com o ar com pouca umidade, é comum ocorrer o choque elétrico ao se tocar em um carro ou na maçaneta de uma porta. Pequenas centelhas elétricas saltam entre as mãos das pessoas e esses objetos. As faíscas elétricas ocorrem no ar quando a diferença de potencial elétrico atinge o valor de 10.000V numa distância de aproximadamente 1 cm. A esse respeito, marque a opção CORRETA.



- a) A pessoa toma esse choque porque o corpo humano é um bom condutor de eletricidade.
- b) Esse fenômeno é um exemplo de eletricidade estática acumulada nos objetos.
- c) Esse fenômeno só ocorre em ambientes onde existem fiações elétricas como é o caso dos veículos e de ambientes residenciais e comerciais.
- d) Se a pessoa estiver calçada com sapatos secos de borracha, o fenômeno não acontece, porque a borracha é um excelente isolante elétrico.

**Resposta: b**

- 3) Durante uma tempestade, uma nuvem carregada positivamente se aproxima de um edifício que possui um para-raios, conforme a figura a seguir. De acordo com o enunciado pode-se afirmar que, ao se estabelecer uma descarga elétrica no para-raios;



- a) prótons passam da nuvem para o para-raios.
- b) prótons passam do para-raios para a nuvem.
- c) elétrons passam da nuvem para o para-raios.
- d) elétrons passam do para-raios para a nuvem.
- e) elétrons e prótons se transferem de um corpo a outro.

**Resposta: d**

## ANEXO I

### AS DESCARGAS ELÉTRICAS NO BRASIL

Os raios sempre foram motivo de fascínio e estudo. Muitos são os mitos e superstições relacionados com as descargas elétricas. Diversas explicações mitológicas foram propostas ao longo da História, até que, no século XVIII, o cientista norte-americano Benjamin Franklin descobriu a natureza elétrica do fenômeno. Atualmente, os cientistas e estudiosos querem entender como as tempestades geram carga e como os relâmpagos ocorrem. Os mais variados instrumentos, como câmeras digitais de alta velocidade, detectores de radiação eletromagnética e osciloscópios são utilizados para o estudo deste fenômeno atmosférico.

Um raio é uma descarga elétrica de grande intensidade que ocorre quando a rigidez dielétrica<sup>16</sup> do ar é quebrada e cargas elétricas fluem diretamente da nuvem para o solo, ou vice-versa. Estudos publicados pelo portal do INPE mostram que os raios produzem diversos tipos de radiação eletromagnética, além de ondas sonoras, que são conhecidas como trovões. A principal diferença entre relâmpagos e raios consiste no fato de que o termo relâmpago refere-se a qualquer descarga elétrica atmosférica, enquanto um raio é uma descarga que ocorre entre a nuvem e o solo. Por isso, pode-se dizer que todo raio é um relâmpago, mas nem todo relâmpago é um raio.

De acordo com o INPE (2013) a formação de nuvens de tempestade decorre da intensa evaporação das águas. As nuvens contêm uma quantidade enorme de gotículas de água e partículas de gelo suspensas em movimento turbulento. Embora as gotículas de água e partículas de gelo sejam transparentes individualmente, a luz é espalhada de tal forma que a nuvem adquire tonalidades que vão do branco ao cinza escuro, dependendo da densidade das gotas. A parte superior da nuvem é carregada positivamente, ao passo que a parte inferior é negativamente carregada. Esta separação de cargas decorre de uma eletrização por atrito. A água que evapora do solo sobe e forma aglomerados de gotas quando se aproxima da nuvem. Essa umidade continua subindo e irá colidir com as gotículas de água já existentes nas

---

<sup>16</sup>A rigidez dielétrica do ar é o valor máximo de tensão que o material pode receber até que seus átomos se ionizem entrando em estado de plasma e assim passando de isolante para condutor. Em outras palavras é quando o material sobre altas tensão conduz eletricidade. Cada material possui um valor específico, chamado de rigidez dielétrica, e a unidade de medida é [T/L] (tensão por distância). Os valores variam de acordo com temperatura, espessura do dielétrico, taxa de crescimento da tensão, tempo de aplicação de ddp e umidade (e pressão em alguns casos).

nuvens. Durante as colisões, os elétrons são removidos das gotas subindo, o que faz a parte superior da nuvem ter falta de elétrons, ou seja, positivamente carregada. Em parceria com outras instituições o INPE tem estudado, entre outras pesquisas, como ocorre a conexão dos relâmpagos com o solo.

Sabemos através de estudos feitos pelo INPE (2013) que a duração média de uma descarga é de aproximadamente meio segundo e que isto ocorre em uma trajetória aproximada de cinco a dez quilômetros, isto é consequência da rápida movimentação de elétrons de um lugar para outro. Os elétrons se movem tão rapidamente que fazem o ar ao seu redor se iluminar, resultando em um clarão, já o aquecimento do ar e sua expansão provoca o barulho, o som que é chamado de trovão. Resumidamente o raio é uma descarga elétrica que ocorre durante uma tempestade entre partículas com carga negativa nas nuvens e positivas no solo, o aquecimento do ar provocado pelo fenômeno, gera um clarão conhecido como relâmpago e o deslocamento do ar causado pelo aquecimento gera uma onda sonora que conhecemos como trovão.

Pelas informações do Grupo de Eletricidade Atmosférica<sup>17</sup> (ELAT), podemos ter uma noção aproximada em quilômetros da distância que um raio caiu contando os segundos entre a aparição do relâmpago e o som do trovão e dividindo por três, pois o som viaja a uma velocidade média de um quilômetro a cada três segundos (340 m/s).

De acordo com uma reportagem da revista Veja em 10 de abril de 2010 “Não basta chuva? Raio!”<sup>18</sup> uma descarga elétrica matou um boliviano que atravessava uma praça na região central da cidade de São Paulo, ele teria recebido uma descarga de 20000 Ampéres o suficiente para fazer funcionar 1000 chuveiros elétricos ao mesmo tempo. Um estudo do INPE de acordo com a reportagem da época apurou a situação em que as pessoas se encontravam quando foram atingidas pelos raios e descobriu algo surpreendente: 14% das vítimas estavam dentro de casa quando foram eletrocutadas. Parte delas vivia em residências humildes, de chão de terra batida. Os raios caíram fora das casas e a descarga elétrica se propagou pelo solo, até encontrar a sola dos pés das vítimas. Nos outros casos, o chão possuía revestimento de cimento capaz de isolar a corrente. A equipe do INPE descobriu que nessas situações os raios atingiram antenas de TV ou fiações de luz e telefone e acharam nos cabos metálicos uma rota condutora para penetrar nas casas. As vítimas estavam perto de

---

<sup>17</sup> Ver [www.inpe.br/webelat/homepage/](http://www.inpe.br/webelat/homepage/)

<sup>18</sup> Ver <http://veja.abril.com.br/100210/nao-basta-chuva-raios-p-074.shtml>

equipamentos ligados às fiações, como geladeiras, lâmpadas, aparelhos de televisão ou telefones e foram eletrocutadas por indução. Todas essas mortes foram registradas em casas térreas ou em sobrados. Em prédios de apartamentos, onde normalmente há para-raios, não se tem notícia de mortes na última década.

As pesquisas sobre o assunto não param, de acordo com o informativo número 122 de janeiro de 2014 do ELAT (Grupo de Eletricidade Atmosférica), um estudo inédito relaciona a urbanização ao aumento de raios em Manaus. Estima-se que tenha havido um crescimento de 50% na taxa de descargas atmosféricas nesta cidade nos últimos trinta anos. O aumento da temperatura máxima na área urbana de Manaus, em relação à temperatura encontrada na floresta Amazônica ao seu redor pode ser responsável pelo aumento dos raios.

A maior parte das pessoas não sabe que durante uma tempestade, estamos protegidos da ação dos raios se estivermos dentro de um carro, por exemplo. Seriam os pneus do carro os elementos que evitam sermos atingidos pela descarga?

Afinal, a borracha é um bom isolante elétrico, mas cabe perguntarmos: todo isolante serve para qualquer tipo de descarga? Todos os isolantes suportam qualquer tensão elétrica? Os pneus não podem fazer o isolamento de uma descarga tão alta como a de um raio?

Um condutor, quando carregado, tende a espalhar suas cargas uniformemente por toda a sua superfície. Se esse condutor for uma esfera oca, por exemplo, as cargas irão se espalhar pela superfície externa, pois a repulsão entre as cargas fazem com que elas se mantenham o mais longe possível umas das outras. Os efeitos de campo elétrico criados no interior do condutor acabam se anulando, obtendo assim um campo elétrico nulo.

O mesmo acontece quando o condutor não está carregado, mas está em uma região que possui um campo elétrico causado por um agente externo. Seu interior fica livre da ação desse campo externo, fica blindado. Esse efeito é conhecido como blindagem eletrostática. Para provar esse efeito, o físico britânico Michael Faraday fez, em 1836, um experimento para provar os efeitos da blindagem eletrostática. Ele construiu uma gaiola de metal carregada por um gerador eletrostático de alta voltagem e colocou um eletroscópio em seu interior para provar que os efeitos do campo elétrico gerado pela gaiola eram nulos. O próprio Faraday entrou na gaiola para provar que seu interior era seguro. Esse experimento ficou conhecido por “Gaiola de Faraday”. Assim, a blindagem eletrostática também ficou conhecida por gaiola de Faraday e esse efeito é muito utilizado em nosso dia a dia. Como exemplos, podemos citar os carros e aviões, que atuam como gaiolas de Faraday, nos protegendo caso sejamos

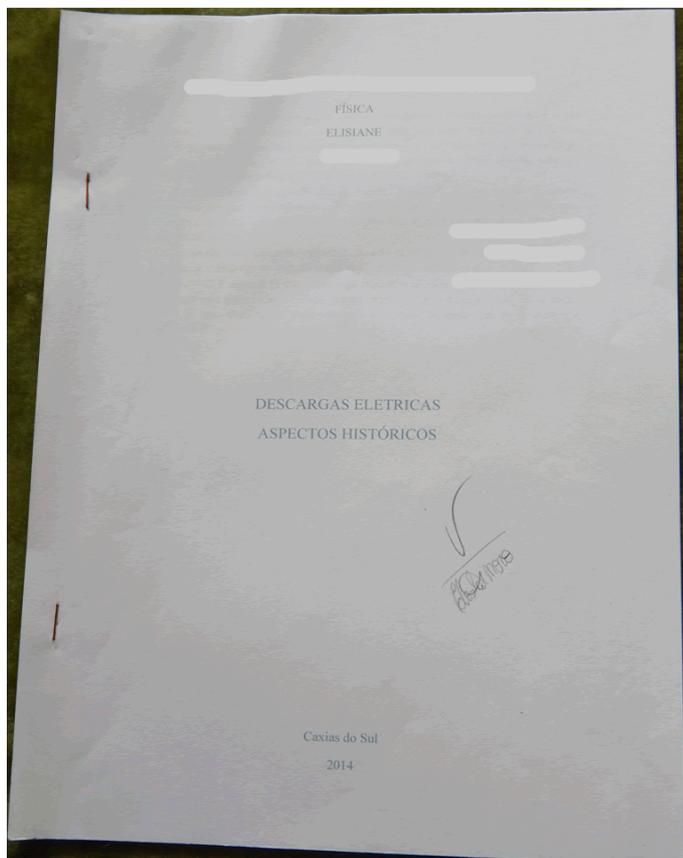
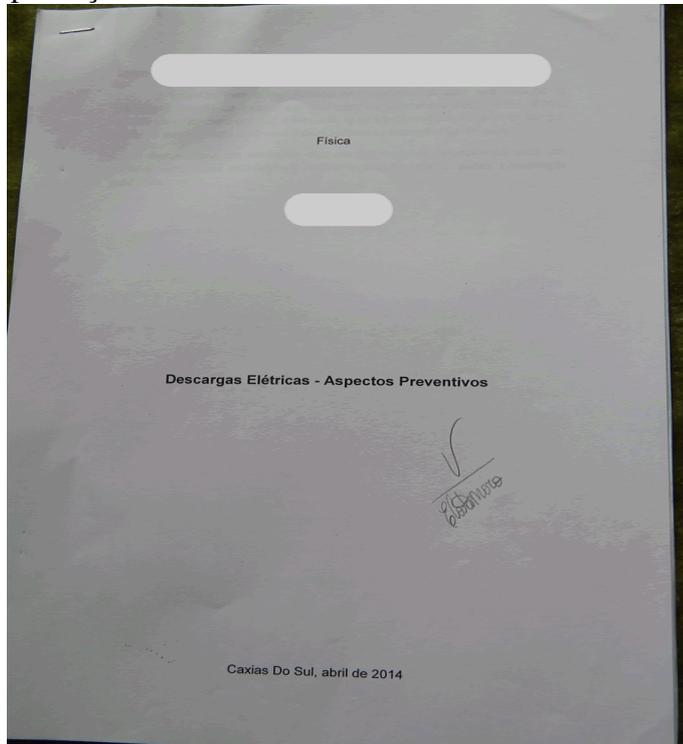
atingidos por uma descarga elétrica. Construções também são feitas utilizando blindagem eletrostática, a fim de proteger equipamentos eletrônicos.

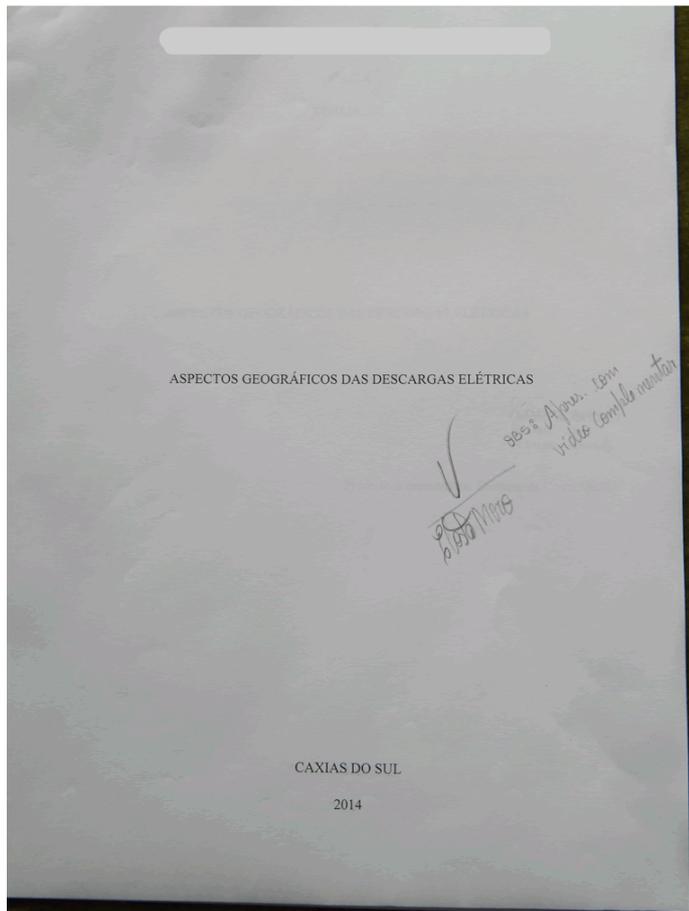
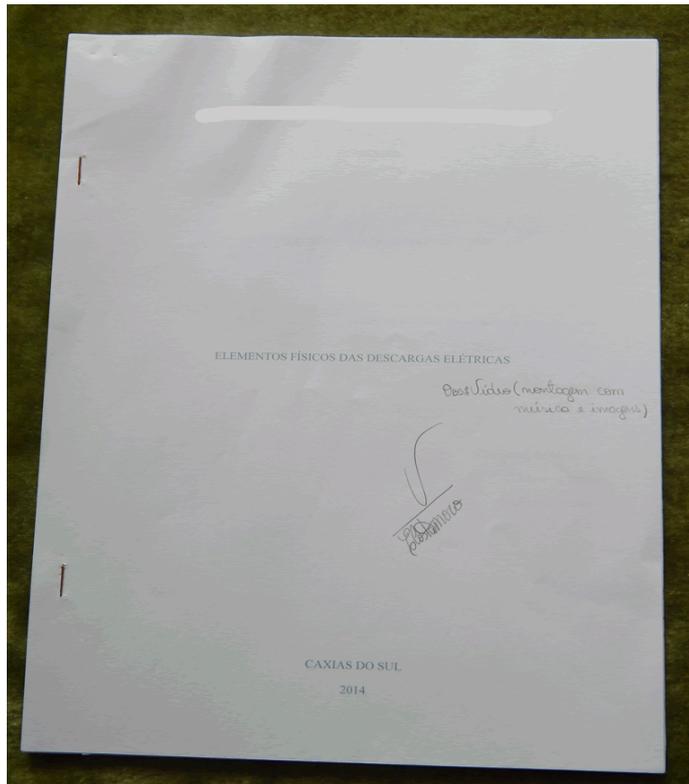
ANEXO II

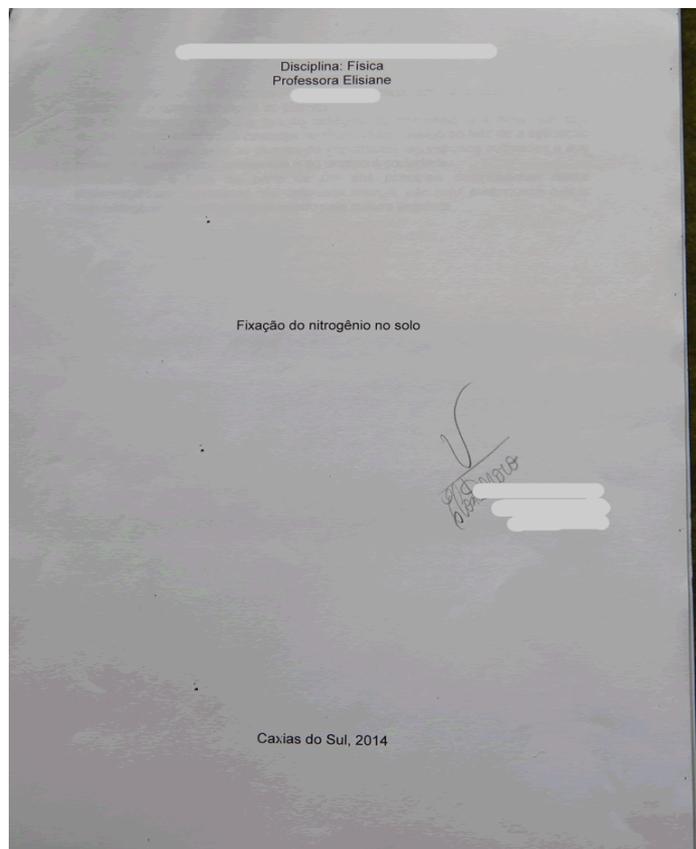
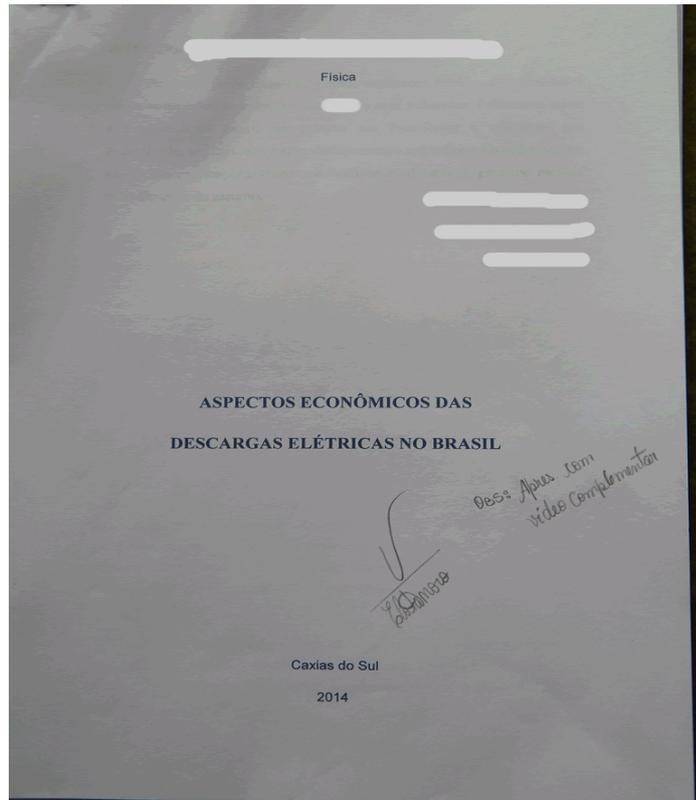


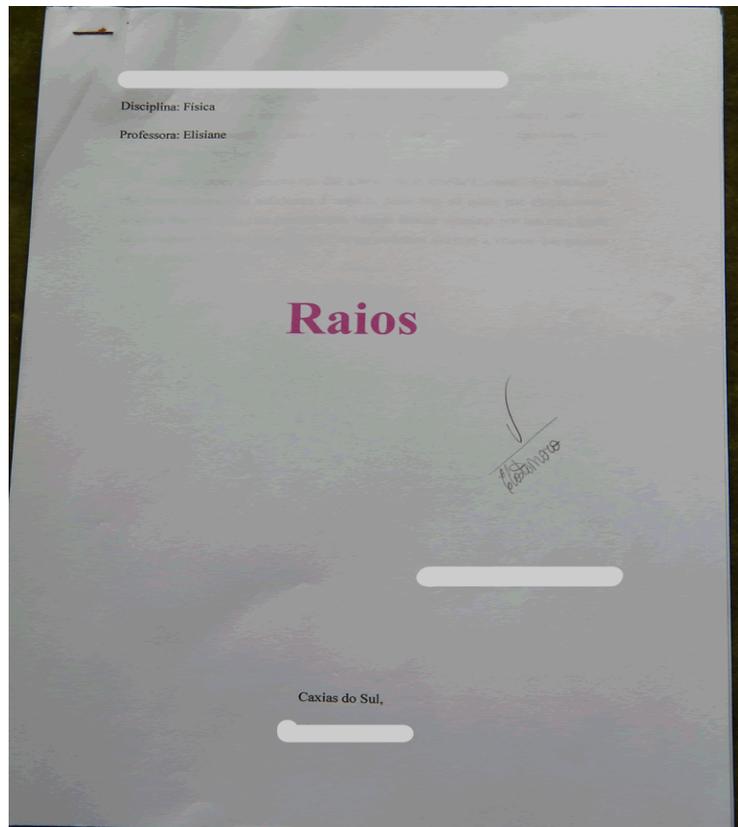
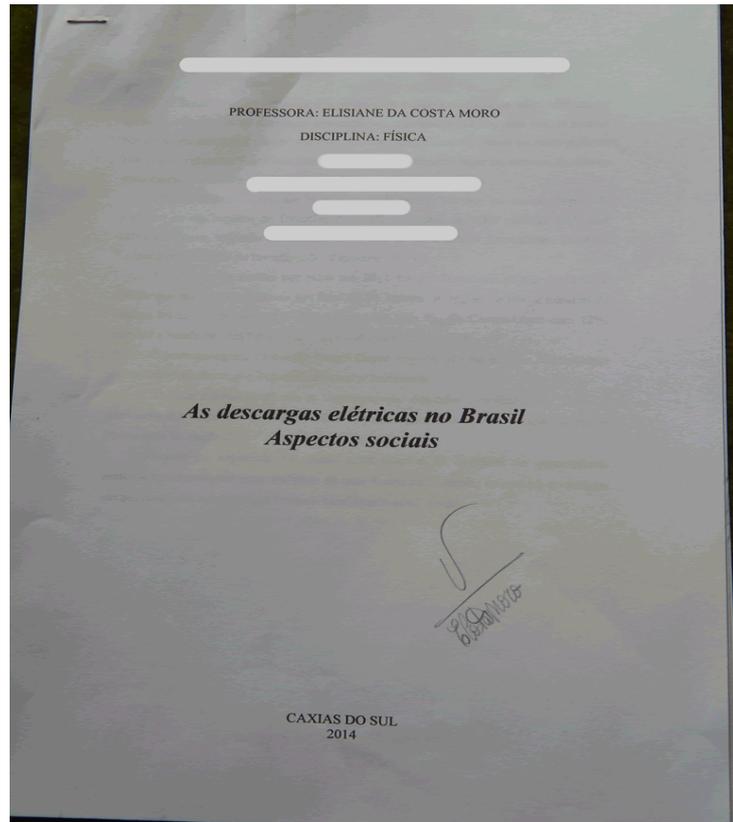
### ANEXO III

Imagens de algumas produções dos estudantes da turma 301 do ano letivo de 2014:









*Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade - Descargas elétricas no Brasil*  
 Prof. Eliiane da Costa Moro

A nota da prova de redação é essencial para qualquer tipo de prova, como por exemplo, o ENEM, o ENADE, a segunda fase da Olimpíada de Matemática, os vestibulares, etc... Nesse contexto, não há como fugir dela. No caso do ENEM, somente é aprovado na seleção das universidades quem não obteve nota zero na redação, além, é claro, de ter uma boa pontuação na prova em geral. É possível se fazer uma **boa redação**. O principal passo é ter uma boa bagagem de leitura e conhecimento de assuntos gerais. Além disso, é fundamental manter-se informado, pois os temas da redação, em particular do ENEM, são sobre assuntos da atualidade. Por isso, ler os editoriais de jornais e de revistas, que geralmente se apresentam na forma dissertativa, ajuda o senso crítico. O segredo de fazer uma **boa redação**, além de ler muito e pesquisar, é praticar. Por isso, pratique a redação todos os dias, ou ao menos dois textos por semana.

Construa sua redação: No mês de fevereiro de 2014, a turma do terceiro ano da [redacted] foi escolhida para participar do Projeto "Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade" - abrindo caixas pretas sobre as "descargas elétricas no Brasil". Três meses se passaram e agora estamos encerrando as atividades previstas. Convido você para elaborar um texto com, no mínimo, vinte linhas sobre os temas abordados durante esses meses. Neste texto deverão aparecer as seguintes palavras-chaves: **raios, descargas elétricas, sociedade brasileira, economia do país, incidência de raios no RS, mortes, cuidados e precauções, localização do Brasil, fenômeno da natureza, fixação de nitrogênio, mitos sobre os raios**. Você também poderá incluir outras palavras-chave sobre o assunto em seu texto. Dê um título a ele e escreva o texto como se estivesse construindo uma redação do ENEM, com base nas pesquisas e estudos feitos nos últimos meses.

Elabore, também, uma questão sobre as descargas elétricas no Brasil que você queira aprofundar e faça uma breve avaliação sobre a aplicação da metodologia.

Nome do aluno: [redacted]

Cuidado com os descargas elétricos

É de fundamental importância impormos a população brasileira sobre os meios de prevenção contra descargas elétricas. Por isso, é preciso tomar cuidados com raios em todo mundo.

O país necessita um número muito alto de mortes por descargas elétricas, sendo o clima e a localização do Brasil contribuintes dessas fatalidades.

Os descargas elétricas causam um grande prejuízo na sociedade, há falta de energia, danos nos imóveis, danos, raios de raios e também em países...  
 Segundo o último levantamento do INPE, o número de raios no Brasil chegou ao seu auge, demonstrando o talado número de raios no mundo.  
 Grande parte da sociedade brasileira é afetada especialmente por esse fenômeno da natureza por falta de conhecimento sobre os cuidados e precauções. Como em casos de pessoas atingidas em locais abertos, como campos e praças.  
 Outros a serem mencionados muitos casos de que um raio pode causar danos no mesmo local. Os raios podem causar danos no sistema de comunicação, como o sistema de transmissão de energia elétrica, por exemplo, a capacidade de produção de energia.  
 Medidas como a adoção de procedimentos de manutenção de raios, já utilizados nos Estados Unidos, tem sido uma prevenção no Brasil, dentro de dois meses. O que provavelmente irá causar uma redução no número de raios.

Questão: Como é possível os brasileiros fazerem uma boa redação sobre as descargas elétricas no Brasil, sem levar em consideração os raios elétricos?

Avaliação do trabalho desenvolvido sobre as descargas elétricas:  
 Este trabalho me chamou atenção por ter muitos raios no assunto, e sobre os cuidados e precauções importantes que devem ser tomadas em nossos raios.

*Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade - Descargas elétricas no Brasil*  
 Prof. Eliiane da Costa Moro

A nota da prova de redação é essencial para qualquer tipo de prova, como por exemplo, o ENEM, o ENADE, a segunda fase da Olimpíada de Matemática, os vestibulares, etc... Nesse contexto, não há como fugir dela. No caso do ENEM, somente é aprovado na seleção das universidades quem não obteve nota zero na redação, além, é claro, de ter uma boa pontuação na prova em geral. É possível se fazer uma **boa redação**. O principal passo é ter uma boa bagagem de leitura e conhecimento de assuntos gerais. Além disso, é fundamental manter-se informado, pois os temas da redação, em particular do ENEM, são sobre assuntos da atualidade. Por isso, ler os editoriais de jornais e de revistas, que geralmente se apresentam na forma dissertativa, ajuda o senso crítico. O segredo de fazer uma **boa redação**, além de ler muito e pesquisar, é praticar. Por isso, pratique a redação todos os dias, ou ao menos dois textos por semana.

Construa sua redação: No mês de fevereiro de 2014, a turma do terceiro ano da [redacted] foi escolhida para participar do Projeto "Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade" - abrindo caixas pretas sobre as "descargas elétricas no Brasil". Três meses se passaram e agora estamos encerrando as atividades previstas. Convido você para elaborar um texto com, no mínimo, vinte linhas sobre os temas abordados durante esses meses. Neste texto deverão aparecer as seguintes palavras-chaves: **raios, descargas elétricas, sociedade brasileira, economia do país, incidência de raios no RS, mortes, cuidados e precauções, localização do Brasil, fenômeno da natureza, fixação de nitrogênio, mitos sobre os raios**. Você também poderá incluir outras palavras-chave sobre o assunto em seu texto. Dê um título a ele e escreva o texto como se estivesse construindo uma redação do ENEM, com base nas pesquisas e estudos feitos nos últimos meses.

Elabore, também, uma questão sobre as descargas elétricas no Brasil que você queira aprofundar e faça uma breve avaliação sobre a aplicação da metodologia.

[redacted]

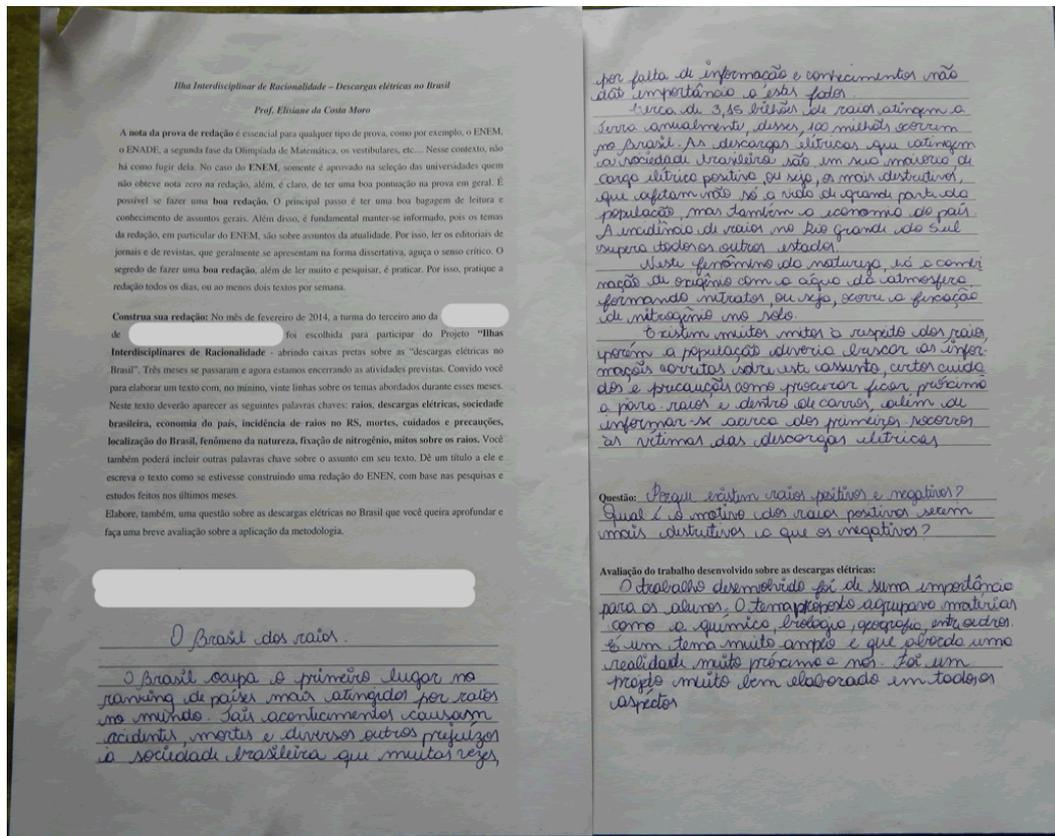
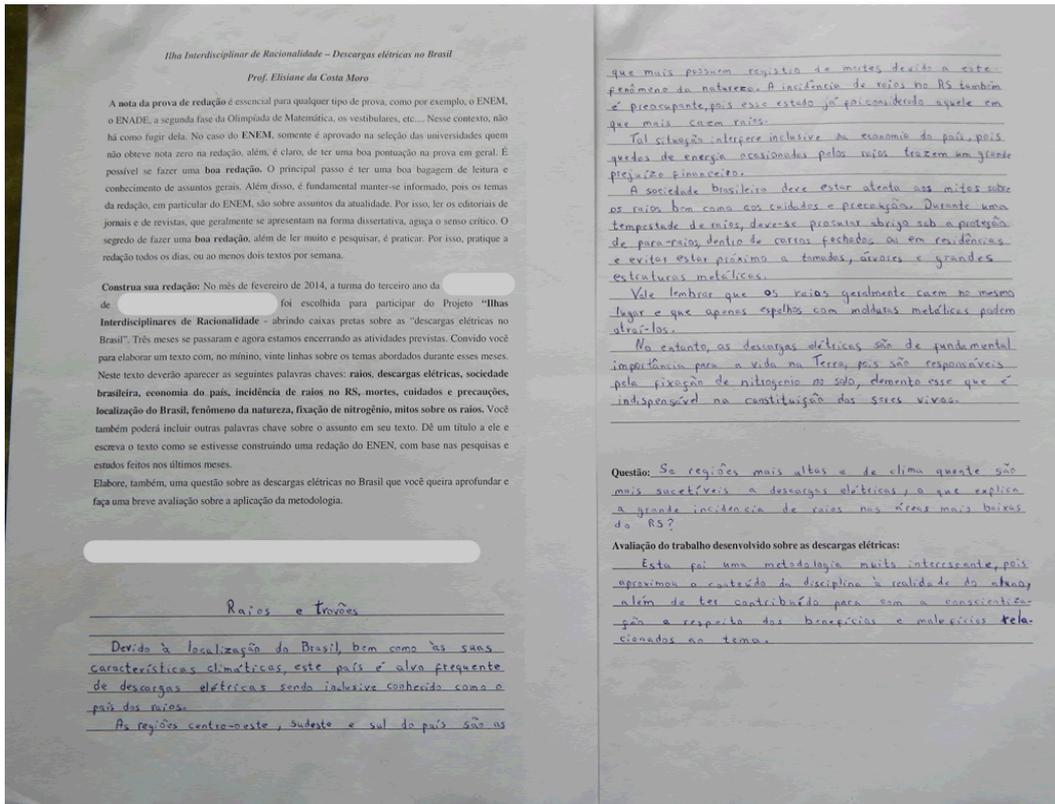
Os raios são fenômenos da natureza que ocorrem naturalmente na atmosfera terrestre. Essas descargas elétricas assistem a sociedade brasileira, pois há um mal engarrafado sobre os mesmos, que causam mortes em todo

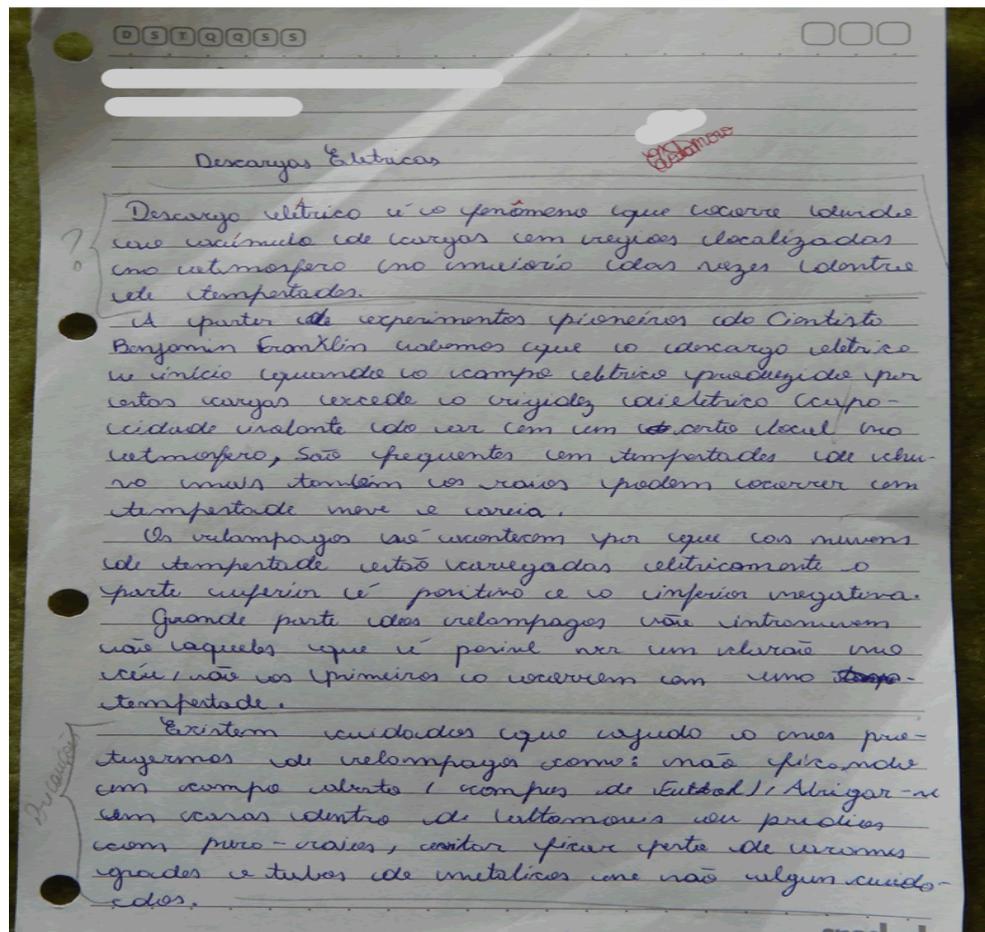
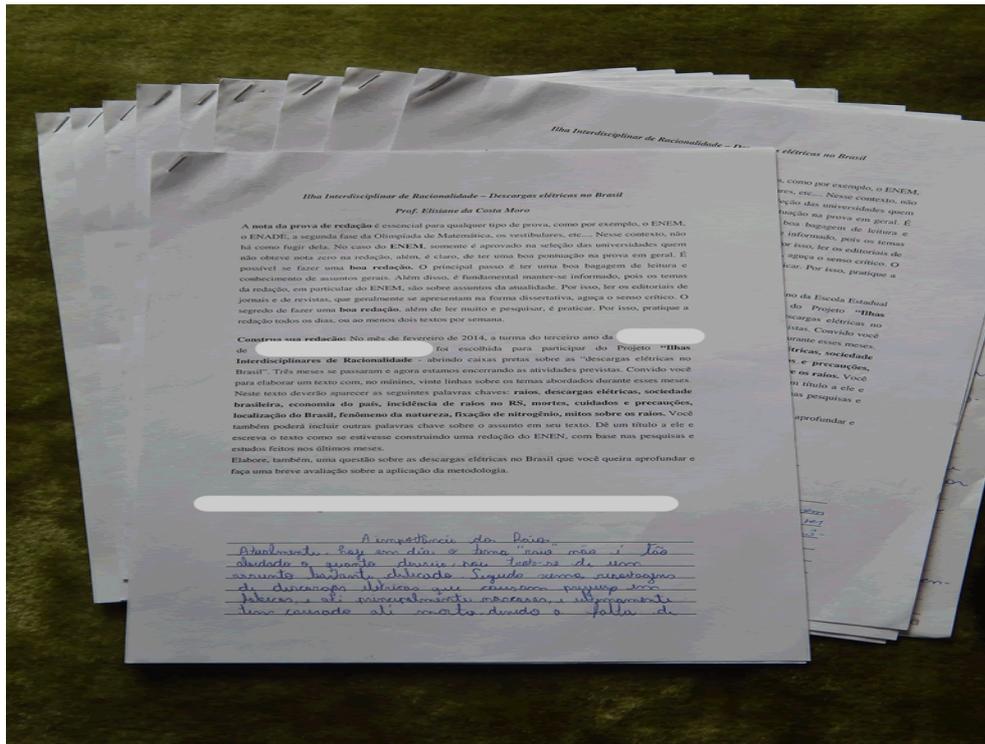
O mundo e não sabemos os devidos cuidados e precauções que devemos tomar, como não ficar perto de árvores, cercas, sempre tirar o eletrodoméstico da tomada durante uma tempestade... O Brasil precisa estar preparado com uma rede elétrica, e atende por muitos raios, e isto, em países como o Brasil, a maioria das mortes são de raios, e o Brasil é um dos países com a maior incidência de raios do país.

O que muitos não sabem é que os raios são importantes para a natureza, pois com eles ocorre a fixação do nitrogênio no solo, e também a formação de ozônio na atmosfera. Então, devemos tomar cuidado com raios, mas não nos preocupar tanto, pois os raios são necessários para a vida, e a maioria das mortes são de raios, e o Brasil é um dos países com a maior incidência de raios do país.

Questão: Quanto tempo a energia de um raio pode ser usada?

Avaliação do trabalho desenvolvido sobre as descargas elétricas:  
 O trabalho foi extremamente importante, pois a natureza é muito interessante, e a maioria das mortes são de raios, e o Brasil é um dos países com a maior incidência de raios do país. A professora abordou o assunto de uma ótima forma. Foi tudo bem trabalhado, bem organizado e bem explicado, de uma maneira que todos conseguiram entender.





Proj. Cliziane

### Descargas Elétricas.

Este é um dos fenômenos mais violentos da natureza que em uma fração de segundo pode produzir uma carga de energia tão alta, cujos parâmetros podem chegar a 125 milhões de volts, 20 mil ampères e 25 mil graus centígrados. Para que um raio possa acontecer é necessário a existência de cargas de sinais opostos entre nuvens ou entre nuvens e o solo.

A formação de um raio acontece de forma rápida e violenta. A ionização do ar ocorre em razão das milhares de colisões das partículas de gelo que se encontram no seu interior, isto é uma das coisas mais belas que estão próximas ou não de nós podem atravessar os raios, por isso nunca se deve procurar abrigo embaixo de árvores durante uma tempestade.

As árvores situadas em regiões elevadas apresentam maior risco do que aquelas situadas em margens de rios que possuem regiões de terrenos menos elevadas.

Os para-raios foram inventados por Benjamin Franklin em 1752, ele é constituído por uma haste

Nome: \_\_\_\_\_

Uma das descargas elétricas de grande intensidade que ocorre na atmosfera, normalmente sem som, é conhecida por relâmpagos e trovões.

A formação de um raio ocorre de forma rápida e violenta, durando em média de um a dois segundos. Sua formação se dá a partir da diferença entre as cargas positivas e negativas, nuvens e o solo.

Devido a essa forte ionização no ar, que está entre as cargas elétricas em movimento e que ocorrem os chamados relâmpagos.

A parte sonora ocorre em virtude da expansão rápida do ar, produzindo uma forte pressão que se manifesta através do trovão.

É possível e o campo mundial em incidência de raios

tilibra

FÓRONI

