

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA E A
MATEMÁTICA

ARQUIMEDES LUCIANO

LABORATÓRIO DE ACESSO REMOTO COMO ELEMENTO FACILITADOR DA
INCLUSÃO DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO
ENSINO MÉDIO

MARINGÁ

2017

ARQUIMEDES LUCIANO

**LABORATÓRIO DE ACESSO REMOTO COMO ELEMENTO FACILITADOR DA
INCLUSÃO DE TÓPICOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO
ENSINO MÉDIO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação para a Ciência e a Matemática.

Área de concentração: Ciência, Tecnologia, Meio Ambiente e Sociedade: Inclusão e Exclusão em Processos de Ensino-Aprendizagem na Educação Científica Contemporânea.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Polônia Altoé Fusinato

MARINGÁ

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

L937L Luciano, Arquimedes
Laboratório de acesso remoto como elemento facilitador da inclusão de tópicos de física moderna e contemporânea no ensino médio / Arquimedes Luciano. - Maringá, 2017.
132 f. : il. algumas color.

Orientadora: Prof.a Dr.a Polônia Altoé Fusinato.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, 2017.

1. Construcionismo. 2. Laboratório - Acesso remoto. 3. Física moderna. 4. Ensino de física - Ensino médio. I. Fusinato, Polônia Altoé, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Exatas., Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática. III. Título.

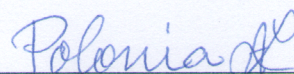
CDD 22. ed. 530.07

ARQUIMEDES LÚCIANO

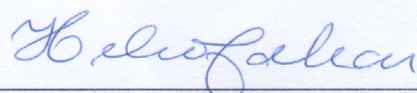
**Laboratório de Acesso Remoto como Elemento Facilitador
da Inclusão de Tópicos de Física Contemporânea no
Ensino Médio**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em *Ensino de Ciências e Matemática*.

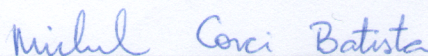
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Polônia Altoé Fusinato
Universidade Estadual de Maringá – UEM



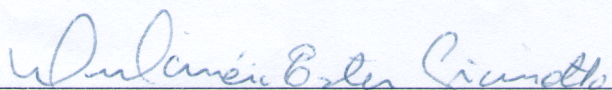
Prof. Dr. Hélio Takai
Stony Brook University – SBU



Prof. Dr. Michel Corci Batista
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR



Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves
Universidade Estadual de Maringá – UEM



Prof. Dra. Dulcinéia Ester Pagani Gianotto
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Maringá, 30 de Janeiro de 2017.

*Dedico este trabalho àquelas que sempre estão ao meu lado
e são o motivo da minha felicidade,
Ana Paula e Maria Cecília.*

AGRADECIMENTOS

A realização desta tese de doutorado contou com fundamentais apoios e incentivos sem os quais não se teria tornado uma realidade e aos quais estarei eternamente grato.

A Deus, que, por meio de sua força unificadora, me manteve perseverante nos momentos mais difíceis, creio que somente por sua intercessão cheguei ao final.

À minha querida e amada esposa, Ana Paula Giacomassi Luciano, pessoa que contribuiu em todos os momentos, amparando-me tanto pessoal quanto profissionalmente e sei que ainda não foram inventadas palavras suficientes para agradecer o que faz em minha vida. Te amo, lindona.

À minha querida filha, Maria Cecília, mesmo distante, estávamos juntos de coração, e com um simples olhar me fortalecia.

À minha sogra, Alzira Fernandes Giacomassi, pelos seus cafezinhos infinitos.

Em especial à minha orientadora, professora Polônia Altoé Fusinato, pela compreensão de minhas limitações, pelo apoio incondicional, pela total colaboração no guiar-me pelos caminhos trilhados nesta pesquisa.

Ao prof. Paulo Ricardo Garcia Fernandes e à prof.^a Hatsumi Mukai, que sempre me apoiaram e acreditaram em minha capacidade, abrindo espaço para que, a partir de conversas e ideias, pudéssemos convertê-las neste trabalho e em uma grande amizade.

À prof.^a Alice Sizuko Iramina e ao prof. Luciano Carvalhais, pelo apoio, incentivo, amizade e por permitir a associação deste projeto com as atividades do PIBID/física.

Aos professores participantes da pesquisa que se mostraram extremamente dedicados ao ensino e preocupados com o futuro de seus alunos.

Ao prof. Marcos Danhoni Neves, por todas as palavras de incentivo e por me mostrar que o pensamento divergente é fundamental para nossa existência plena.

Ao prof. Hélio Takai, por me apresentar o fascinante mundo da física de partículas e radiação cósmica de maneira tão especial.

Ao prof. Michel Corci Batista, pelas contribuições e apoio nesta pesquisa e por sua amizade de longa data.

À prof.^a Dulcinéia Ester Pagani Gianotto, por me instruir nos caminhos “Metodológicos”, sempre apoiando e delineando possibilidades.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação (PCM), por todos os ensinamentos tão sabiamente compartilhados.

À secretária Sandra Grzegorzcyk, pela compreensão e auxílio tão cuidadoso durante todos estes anos.

Ao prof. Maurício Custódio Mello, que me apoiou em diversos momentos para que o laboratório pudesse se concretizar.

Ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá, na pessoa de seu chefe, Nelson Guilherme Castelli Astrath, e vice-chefe, Newller Marcelo Kimura, pelo espaço cedido para o laboratório e pelo apoio incondicional durante a pesquisa.

Aos técnicos Keila Aparecida Silva, Maria De Lourdes O. F. Martins, Marco A. Carvalho, por todo o amparo nas questões diárias da pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus pais, pelo dom da vida.

*“O cientista não é o homem que fornece as verdadeiras respostas;
é quem faz as verdadeiras perguntas”.*

Claude Lévi-Strauss

“A melhor maneira de prever o futuro é inventá-lo” .

Alan Kay

“Do or do not. There is no try”.

Yoda

LUCIANO, A. **Laboratório de acesso remoto como elemento facilitador da inclusão de tópicos de física moderna e contemporânea no ensino médio.** 2017. 75 f.

TESE (Doutorado em Educação para Ciência e a Matemática) do Centro de Ciências Exatas, UEM, Maringá, 2017

RESUMO

A física moderna e contemporânea constitui um campo científico muito desenvolvido, sendo a base teórica de funcionamento de inúmeros dispositivos, produzindo, assim, vasta gama de aplicações utilizadas na vida cotidiana da sociedade atual. Diversos são os problemas associados à inclusão desses temas no ensino médio, entre estes se podem citar os custos de implantação de laboratórios com experimentos de temas de física moderna para todas as escolas da rede pública. Além de tais custos também há a necessidade de preparação docente, para a aplicação de uma estratégia metodológica que permita a discussão de tais temas com os alunos, garantindo o aprendizado. De modo a contribuir com as pesquisas relativas à produção e uso de recursos didáticos para o ensino de física moderna, o presente trabalho apresenta a seguinte questão problema: Um laboratório de acesso remoto para experimentos de física moderna e contemporânea (FMC), enquanto recurso didático, poderia atuar como elemento facilitador para a aprendizagem na componente curricular de física moderna no ensino médio? Com vistas a responder tal questionamento norteador, estabelecemos para esta pesquisa o objetivo de investigar o potencial pedagógico de um laboratório de acesso remoto para o ensino de física moderna e contemporânea (FMC) no ensino médio. E, para permitir a obtenção do objetivo geral acima proposto, elencamos como objetivos específicos de nosso trabalho identificar, por meio das atividades de ensino de FMC, a influência do uso de um laboratório de acesso remoto no desenvolvimento da atividade experimental com alunos do terceiro ano do ensino médio junto à componente curricular física; analisar a utilização de atividades experimentais enquanto estratégia metodológica para fornecer benefícios para a aprendizagem de conceitos da FMC. O laboratório proposto foi construído no campus sede da Universidade Estadual de Maringá, junto ao Departamento de Física, com recursos do projeto LIFE/CAPES. Neste laboratório o professor tem a possibilidade de conduzir experimentos de física moderna e observar os resultados sem a necessidade de se deslocar até a universidade. O experimento utilizado nesta investigação foi uma câmara de nuvens. A sequência de ensino utilizada garantiu ações delineadas pelo ciclo descrição-execução-reflexão-depuração, proposto pela teoria construcionista, de Valente e Papert. Durante as ações foram conduzidas entrevistas junto aos professores e questionários foram aplicados aos alunos participantes. As respostas transcritas foram analisadas, segundo a técnica de análise textual discursiva, tais respostas permitiram verificar as potencialidades de uso do laboratório de acesso remoto como facilitador da inclusão de tópicos de FMC no ensino médio.

Palavras-chave: Construcionismo, Acesso remoto, Física moderna, Ensino médio

LUCIANO, A. **Laboratório de acesso remoto como elemento facilitador da inclusão de tópicos de física moderna e contemporânea no ensino médio.** 2017. 75 f.

TESE (Doutorado em Educação para Ciência e a Matemática) do Centro de Ciências Exatas, UEM, Maringá, 2017

ABSTRACT

The modern and contemporary physics constitute a highly developed scientific field, being the theoretical basis for the operation of numerous devices and thus producing a vast range of applications used in everyday life in today's society. There are several problems associated with the inclusion of these subjects in secondary education, among which one can mention the costs of implanting laboratories with experiments in modern physics topics for all public schools. In addition to such costs there is also the need for teacher preparation. As well as a methodological teaching strategy that allows the discussion of such topics with the students guaranteeing the learning. In order to contribute to the research related to the production and use of didactic resources for the teaching of modern physics, the present work presents the following problem a remote access laboratory for experiments of Modern and Contemporary Physics (FMC), as a didactic resource could To act as a facilitator for learning in the curricular component of Modern Physics in High School? In order to answer this guiding question, we established for this research the general objective of investigating the pedagogical potential of a remote access laboratory for the teaching of Modern and Contemporary Physics (FMC) in High School. In order to achieve the above general objective, we set out the specific objectives of our work: To identify through FMC teaching activities the influence of the use of a remote access laboratory in the development of the experimental activity with third year students Secondary education next to curricular component Physics; To analyze the use of experimental activities as a methodological strategy to provide benefits for learning FMC concepts. The proposed laboratory was built at the Campus of the State University of Maringá, together with the Department of Physics, with resources from the LIFE / CAPES project. In this lab the teacher has the possibility to conduct experiments in modern physics and observe the results without the need to go to university. The experiment used in this investigation was a cloud chamber. The teaching sequence used ensured actions delineated by the description-execution-reflection-debug cycle proposed by the constructional theory of Valente and Papert. During the actions were conducted interviews with the teachers and questionnaires were applied to the participating students. The transcribed responses were analyzed using the Discursive Textual Analysis technique, these answers allowed to verify how potential of use of the remote access laboratory as facilitator of the inclusion of topics of FMC in High School.

Keywords: Constructionism, Remote Access, Modern Physics, High School

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Espaços escolares envolvidos.....	50
Quadro 3.2: Resumo da estrutura da sequência didática.....	57
Quadro 3.3: Organização da coleta de dados.....	60
Quadro 3.4: Principais sinais acordados em uma transcrição no Brasil.....	61
Quadro 3.5: Resumo dos temas e categorias analisadas.....	63
Quadro 4.2: Questões para os professores, analisadas nas categorias 4.2.1 e 4.2.2.....	67
Quadro 4.3: Questões para os alunos, analisadas nas categorias 4.2.1 e 4.2.2.....	67
Quadro 4.4: Questões para os professores, analisadas nas categorias 4.2.3.....	75
Quadro 4.5: Questões para os alunos, analisadas nas categorias 4.2.3.....	76
Quadro 4.6: Questões para os alunos, analisadas na categoria 4.3.1.....	79
Quadro 4.7: Questões para os alunos, analisadas na categoria 4.3.2.....	81
Quadro 4.8: Questões para os alunos, analisadas na categoria 4.4.1.....	82
Quadro 4.9: Questões para os professores, analisadas na categoria 4.4.1.....	83
Quadro 4.10: Caracterização dos professores envolvidos na pesquisa.....	88
Quadro 4.11: Questões para os alunos, analisadas na categoria 4.4.2.....	89
Quadro 4.12: Questões para os professores, analisadas na categoria 4.4.2.....	89
Quadro 4.13: Questões para os alunos, analisadas na categoria 4.4.3.....	91
Quadro 4.14: Questões para os professores, analisadas na categoria 4.4.1.....	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: O laboratório de acesso remoto.....	28
Figura 2.2: Aparato de expansão da câmara de Wilson.....	30
Figura 2.3: Câmara de Langsdorf.....	31
Figura 2.4: Câmara de nuvens por difusão de Taylor.....	32
Figura 2.5: Câmara de nuvens por Difusão.....	33
Figura 2.6: Modelo de eletroscópio com folhas de ouro,utilizado para detectar radiação cósmica em 1912.....	35
Figura 2.7: Mapa mundial de radiação cósmica de Compton.....	36
Figura 2.8: Lattes no monte Chacaltaya.....	38
Figura 2.9: Traço de decaimento de Méson Pi.....	39
Figura 2.10: Câmara de nuvens por difusão.....	42
Figura 2.11: Raspberry Pi B+.....	33
Figura 2.12: Página inicial de acesso ao laboratório de acesso remoto.....	43
Figura 3.1: O processo de pesquisa.....	47
Figura 3.2: Organização e desenvolvimento da pesquisa.....	51
Figura 3.3: Câmara de nuvens.....	53
Figura 3.4: Arduino uno.....	54
Figura 3.5: Ciclo de aprendizagem do construcionismo.....	55
Figura 3.6: A sequência de procedimentos da análise textual discursiva.....	63
Figura 4.1: Observando partículas.....	85
Figura 4.2: Eventos múltiplos na tela.....	86
Figura 4.3: Combinação de eventos.....	87

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1: Distribuição de indivíduos por tempo médio de acesso à internet.....	72
Gráfico 4.2: Distribuição etária dos alunos envolvidos.....	75
Gráfico 4.3: Distribuição de dispositivos utilizados para acesso à internet.....	79

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
1 - OS REFERENCIAIS NORTEADORES.....	15
1.1 Um mundo conectado	16
1.2 Construcionismo e a ação docente	18
1.3 As etapas de desenvolvimento do construcionismo.....	21
1.4 O planejamento do ensino.....	23
2 – AS TECNOLOGIAS UTILIZADAS.....	26
2.1 O laboratório de acesso remoto.....	27
2.2 A câmara de nuvens.....	29
2.3 Radiação cósmica.....	34
2.4 Transmissão da imagem.....	39
2.5 Servidor de dados.....	40
2.6 Página de acesso.....	42
3 - ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	45
3.1 Questões norteadoras e objetivos da pesquisa	46
3.2 Contexto da pesquisa.....	49
3.2.1 Atores sociais envolvidos.....	49
3.2.2 Espaços sociais envolvidos.....	50
3.3 Percorso metodológico seguido.....	51
3.4 Instrumentos de coleta de dados.....	59
3.5 Técnica de análise.....	60
4– ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS.....	65
4.1 Organização das análises.....	66
4.2 A física moderna e contemporânea e o ensino médio.....	66
4.2.1 Estrutura escolar e experimentação de física moderna e contemporânea.....	67
4.2.2. A realidade das partículas.....	72
4.2.3. Como vejo o mundo.....	75
4.3 A realidade das tecnologias em sala de aula.....	78

4.3.1	Realidade vigente.....	79
4.3.2	Conceitos prévios em FMC.....	81
4.4	As mudanças produzidas por meio do laboratório de acesso remoto.....	82
4.4.1	A percepção da física de partículas.....	83
4.4.2	O docente e o aluno construcionistas.....	87
4.4.3	Dificuldades práticas e expectativa de melhora.....	91
5-	DISCUSSÕES.....	94
6 -	REFERÊNCIAS.....	97
APÊNDICE 1 -	Instrumento de coleta inicial para entrevista dos professores.....	106
APÊNDICE 2:	Questionário inicial de pesquisa aplicado aos alunos.....	107
APÊNDICE 3:	Texto utilizado para fundamentar a oficina de construcionismo.....	109
APÊNDICE 4:	Unidade didática produzida.....	112
APÊNDICE 5:	Instrumento de coleta final para entrevista dos professores.....	120
APÊNDICE 6:	Questionário de avaliação final aplicado aos alunos.....	121
APÊNDICE7:	Código fonte da página de acesso do laboratório.....	122
ANEXOS.....		137

INTRODUÇÃO

O INÍCIO DA JORNADA

“Assim, indo do átomo à molécula, da molécula ao agregado nebuloso, do agregado nebuloso à nebulosa, da nebulosa à estrela principal, da estrela principal ao Sol, do Sol ao planeta, e do planeta ao satélite, temos toda a série das transformações sofridas pelos corpos celestes desde os primeiros dias do Universo” (VERNE, 2014, p.19).

Toda jornada começa com o primeiro passo, esta seção, como se pressupõe, inicia a discussão com o leitor sobre os caminhos percorridos e os elementos motivadores que nos levaram a esta jornada. Utilizaremos esta seção para apontar os problemas existentes observados por meio de uma pesquisa bibliográfica e quais recursos metodológicos deverão ser inclusos nas ações da pesquisa de modo a descrever uma possibilidade de solução para tais problemas desvelados.

O presente texto relata uma investigação realizada em duas escolas públicas do Estado do Paraná sobre a utilização de um laboratório de acesso remoto, enquanto recurso didático, para inclusão de física moderna e contemporânea, especificadamente física de partículas e radiação cósmica, no ensino médio. De modo a simplificar a notação, a partir deste ponto do texto utilizaremos a sigla FMC para denotar física moderna e contemporânea. As ações de ensino foram pautadas no construcionismo, de Seymour Papert (2008), bem como no ciclo de atividades, de José Valente (1999).

A utilização de atividades experimentais no ensino de física, por mais de um século, tem pretendido promover aproximação maior do educando com os fenômenos físicos (HOFSTEIN, 2007). Tal aproximação pode servir de elemento motivador ao aprendiz. Além disso o planejamento de como executar tais atividades conjuntamente aos alunos permite a tais práticas ilustrar o modo de fazer ciência, estimulando-os ao pensamento crítico (CARVALHO, 2010).

A componente curricular física, cursada no ensino médio, deve, portanto, permitir que o educando, no final dessa etapa educacional, tenha desenvolvido aptidão para conseguir interpretar e resolver problemas sobre aspectos matemáticos, associados a situações

conceituais idealizadas de fenômenos físicos (ROBERTS, 2004). E também a formação adquirida deve ir além, permitindo ao aprendiz desenvolver competências e habilidades específicas, conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's),

"A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante" (BRASIL, 2002, p.2).

Segundo a visão norteada pelos PCN's para o ensino de física no ensino médio, há mais que se oferecer ao aluno, pois as competências em física são firmadas no aprendiz quando este associa o conhecimento físico a situações cotidianas, impregnadas também de outros conhecimentos, o que permite a esse indivíduo que o conhecimento físico se estruture como conhecimento cultural e científico.

Dentre as competências esperadas quanto aos conhecimentos físicos de um egresso do ensino médio, citadas nos PCN's, podemos elencar que o estudante deve ter a capacidade de perceber o papel desempenhado pelo conhecimento físico no desenvolvimento da tecnologia e a estreita relação histórica entre ciência e tecnologia (BRASIL, 2002). Ainda, considerando o posicionamento dos Parâmetros Curriculares Nacionais quanto a competências firmadas mediante a conclusão dos estudos físicos no ensino médio verificamos a necessidade de conduzir o educando a compreender como a física influencia a atual interpretação do mundo, condicionando formas de pensar e interagir.

"[...] como a relatividade ou as ideias quânticas povoam o imaginário e a cultura contemporânea, conduzindo à extrapolação de seus conceitos para diversas áreas" (BRASIL, 2002, p.15).

Notamos, nesse trecho, a clara objetividade de se tratar de assuntos correlatos à FMC no ensino médio, quando se busca o entendimento sobre temas científicos de física publicados em eras mais recentes. Como o caso da teoria da relatividade einsteiniana e a teoria quântica, de Max Born. Portanto, seguindo nesta linha de pensamento, podemos ainda contemplar no próximo excerto a sugestão, pelos documentos oficiais, da vinculação de temas contemporâneos que estão ligando a FMC a outras competências pretendidas ao estudante de ensino médio.

"Acompanhar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, por exemplo, tomando contato com os avanços das novas tecnologias na medicina, através de tomografias ou diferentes formas de diagnóstico; na agricultura, através das novas formas de conservação de alimentos com o uso das radiações; ou ainda, na área de

comunicações, com os microcomputadores, CDs, DVDs, telefonia celular, TV a cabo" (BRASIL, 2002, p.15).

Determinados aspectos da física moderna são considerados indispensáveis para conduzir os aprendizes a uma compreensão mais ampla da estruturação da matéria e conseqüentemente de novos materiais, cristais líquidos e lasers, presentes em dispositivos tecnológicos de uso cotidiano (BRASIL, 2002). Faz-se então necessário que tais aspectos e conceitos sejam discutidos e aproximados à vivência escolar dos alunos.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira, de 20 de dezembro de 1996, afirma na Seção IV Do ensino médio, no Art. 36, 1º parágrafo que

Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que ao final do Ensino Médio o educando demonstre:

I - domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna;

II - conhecimento das formas contemporâneas de linguagem;

Conforme podemos verificar, a Lei de Diretrizes e Bases já em 1996 estabelece que o domínio dos princípios científicos e tecnológicos deve contemplar a produção científica moderna. E, portanto, temos de planejar como deverá ser conduzida a ação de ensino com a finalidade de permitir que os objetivos impostos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais e da Lei de Diretrizes e Bases em vigor sejam alcançados em sua plenitude.

Nesse viés, o emprego de atividades experimentais de temas tratados em FMC pode auxiliar a motivação e compreensão dos alunos quanto à aprendizagem desses temas mediante a aproximação dos conceitos a partir do contato com fenômenos físicos correlatos a essa área do saber. Contudo, em diversas regiões, torna-se complexa a tarefa de instrumentar escolas com equipamentos capazes de permitir a realização de tais práticas pois tal instrumentalização demanda recursos financeiros, bem como capacitar rapidamente grandes grupos de docentes, capazes de realizar tais atividades, o que também é considerada tarefa extremamente morosa.

Uma alternativa ao problema de disseminação ágil de equipamentos laboratoriais, principalmente no que tange a equipamentos mais caros, é a utilização de laboratórios de acesso remoto. Esses laboratórios consistem na extensão de um ou mais instrumentos de medição real através de uma rede de dados distribuída (OGIBOSKI, 2007). Um exemplo de estrutura em rede de dados distribuída é a internet. Segundo Ma (2006), um laboratório

remoto é caracterizado por mediar a realidade, de modo similar a um laboratório, cujos alunos possam atuar diretamente, estando, contudo, distantes do operador, portanto, requerendo hardware e software específicos para realizar essa mediação.

Nesse modelo, o aprendiz tem acesso aos equipamentos e realiza a investigação experimental, visualizando em tempo real as imagens do equipamento que utiliza para sua prática laboratorial. Ainda, a coleta de dados ocorre de modo automatizado, facilitando a organização dos dados relativos ao experimento, permitindo que o tempo de utilização seja mais bem aproveitado e que o foco do educando se mantenha em compreender os fenômenos físicos, correlatos ao experimento em andamento.

Nos laboratórios de acesso remoto, graças à possibilidade de transmissão de vídeo, em tempo real, da experiência que está sendo promovida, obtém-se uma resposta quase imediata às alterações executadas a distância sobre o experimento. Desse modo, é minimizado o elemento de ficção como ocorre em um objeto virtual de aprendizagem que apenas produz uma atividade simulada. O laboratório de acesso remoto envolve os alunos como aprendizes ativos da experiência ao permitir que estes observem a ocorrência real do fenômeno (LOPES, 2007, p.31). Segundo Beaufile (2000, p. 103), é possível se observar, nas atividades práticas da componente curricular física, que o aluno aprende a utilizar esquemas, a servir-se de relações matemáticas. Portanto, é necessário considerar a importância das linguagens simbólicas na aprendizagem da física.

A tecnologia necessária para a construção e operação dessa modalidade de laboratório remonta ao início da educação a distância na era digital. Segundo Brofferio (1998) e Ogiboski (2007), a educação a distância teve um início modesto, pautada em comunicação por correspondência e atingindo seu estado da arte (HOFSTEIN, 2007) com os sistemas automatizados, baseados em redes distribuídas, que permitem acesso aos dados, comunicação via vídeo em tempo real. Consideraremos vídeo em tempo real, captado da atividade desenvolvida remotamente, o vídeo transmitido durante a realização do experimento. Tal designação é necessária para resolvermos as ambiguidades apontadas por Pierre Lévy sobre o conceito de tempo real (LÉVY, 1992), pois, para Lévy, o conceito de tempo real, que caracteriza o espírito da informática, representa “a condensação no presente” (LÉVY, 1992, p. 70) como forma de tempo pontual, descrita pelas redes de computadores, em contraponto com o tempo linear das sociedades antigas.

Lembremos que os educandos da atualidade devem ser preparados para atuarem como cidadãos em uma sociedade da informação, completamente permeada de dispositivos tecnológicos, conforme nos apresentam Leal et al. (2012, p.3):

"A preparação dos alunos para a nossa sociedade da informação e comunicação preconiza a utilização de computadores, de redes e da internet nas escolas e em casa, particularmente nos processos de ensino/aprendizagem, envolvendo, de forma direta e profunda, os professores na promoção e desenvolvimento desses processos".

Portanto, além do caráter motivador que aproxima o educando aos conteúdos da física experimental, por meio da utilização de ferramentas de acesso remoto, é possível conceber estruturas de *b-learning* ou *blended-learning*, que fornecem subsídios quanto à complementaridade do ensino e não à utilização exclusiva do processo remoto (LEAL et. al., 2012). Conforme Roberts (2004), as diferentes formas de abordagem das atividades experimentais possíveis não devem ser consideradas exclusivas e, sim, complementares, sendo papel de o educador definir a sequência de utilização destas.

Do já exposto, percebemos a necessidade de a escola formar indivíduos que apresentem características que lhe permitam ter uma visão crítica de mundo, não necessariamente um protocietista, contudo uma pessoa que tenha a capacidade de compreender as relações entre ciência e tecnologia que a cercam na sociedade atual. Segundo Valente (1999, p.33), "Para ser crítico, se envolver e participar das atividades na sociedade, assumir responsabilidades e desenvolver novas habilidades, é necessário o aluno compreender o que faz e não ser um mero executor de tarefas que são propostas".

Frente à ideia de produção de um ensino pautado em diversas modalidades experimentais, o laboratório de acesso remoto se apresenta como possibilidade. Diversos esforços científicos têm sido realizados a fim de implantar tais estruturas remotas em instituições de ensino superior em todo o mundo. Dentre os trabalhos mais evidentes, apontamos o Laboratório de Acesso Remoto, da Universidade de Siena na Itália (CASINI, 2001). Em Portugal, a Universidade de Coimbra desponta como outro sítio de experimentação remota, e, conforme Leal et. al. (2012, p. 4),

"A utilização destas potencialidades como instrumento de estudo, são uma possibilidade imperdível para as nossas escolas que vivem com limitações

orçamentais. A segurança, risco e custo são fatores importantes e que aqui ficam completamente salvaguardados".

Pelas diversas possibilidades conceituais frente à utilização de um laboratório de acesso remoto, devemos planejar a instrumentação de experimentos de FMC, mediante práticas laboratoriais investigativas. Fernandes e Silva (2004) apontam que é consenso a utilização de atividades experimentais investigativas como alternativa a práticas laboratoriais mais tradicionais. Considerando o aspecto social do laboratório de acesso remoto, segundo Lopes (2007), entre as vantagens apresentadas, é a “possibilidade de adaptação do ambiente para portadores de deficiências”, pois o ambiente de acesso virtual pode ser adaptável a diferentes necessidades.

Há na atualidade uma busca quase natural à utilização de recursos multimidiáticos ou informáticos para o auxílio do processo de ensino. O uso da informática tem permitido traduzir, sob diferentes formas, um conjunto de dados relativos a um mesmo fenômeno: “coletar dados e selecioná-los eventualmente; encontrar modelos diferentes e testá-los no computador” (SÉRÉ, 2003, p. 30).

Para Lévy (1999), existe enorme demanda educacional principalmente em países em desenvolvimento como o nosso, e temos de buscar soluções que estejam pautadas em técnicas que permitam ampliar o escopo de formação dos professores e alunos, sendo um caminho a utilização de ensino não presencial, mas com acesso a distância.

Contudo, após o exposto, é sempre salutar lembrar que o uso de qualquer ferramenta, incluindo os recursos tecnológicos, somente apresentará êxito, se bem orientada pelo professor. E, para tal, o professor também deve estar preparado em suas práticas letivas, por meio, por exemplo, de atividades de formação continuada (LEAL et. al. 2012). Pautamos nossa fala também em Maltempí (2000), que destaca que, para a prática do construcionismo, é necessário fundamentar as práticas docentes em ambientes de aprendizagem que promovam desafios e iniciativas, permitindo ao educando usar as novas tecnologias de informação no ensino e promovendo um aprendizado significativo, pois, segundo Papert (2008, p.135), “O tipo de conhecimento que as crianças mais precisam é o que as ajudará a obter mais conhecimento”.

Dessa forma, acreditamos que justamente a utilização de um sistema de acesso remoto para realizar experimentos de FMC tende a permitir o desenvolvimento do conhecimento

necessário ao aprender a aprender que Papert (2008) nos aponta. Entre as atividades que foram desenvolvidas neste trabalho, utilizamos o construcionismo como aporte metodológico para nortear as ações de ensino.

Após o exposto, portanto, formulamos a seguinte questão de pesquisa: *Um laboratório de acesso remoto para experimentos de física moderna e contemporânea (FMC), enquanto recurso didático, poderia atuar como elemento facilitador para a aprendizagem na componente curricular de física moderna no ensino médio?*

Com vistas a responder tal questionamento norteador, estabelecemos, para esta pesquisa, o objetivo geral de investigar o potencial pedagógico de um laboratório de acesso remoto para o ensino de física moderna e contemporânea (FMC) no ensino médio.

De modo a permitir a obtenção do objetivo geral acima proposto, elencamos como objetivos específicos de nosso trabalho identificar, por meio das atividades de ensino de FMC, a influência do uso de um laboratório de acesso remoto no desenvolvimento da atividade experimental com alunos do terceiro ano do ensino médio junto à componente curricular física; analisar a utilização de atividades experimentais enquanto estratégia metodológica para fornecer benefícios para a aprendizagem de conceitos da FMC. No que diz respeito à organização desse estudo, esta pesquisa se divide em quatro capítulos além de introdução e considerações finais.

No primeiro capítulo tratamos sobre o referencial teórico construcionista e a relação com os saberes docentes, necessários à implementação dessa teoria de aprendizagem que ampara os estudos referentes a esta tese. Apontamos a estrutura do processo de aprendizagem, pautado no ciclo descrição-execução-reflexão-depuração. Localizamos ainda temporalmente o surgimento dessa teoria quanto ao seu estudo no território brasileiro.

No segundo capítulo, será discutida a tecnologia necessária para a implementação das atividades experimentais. Descreveremos a estrutura e o funcionamento de uma câmara de nuvens, para observar radiação cósmica, bem como o aparato de transmissão de dados através da rede de computadores. Também apresentaremos neste capítulo os recursos necessários para aceder ao sistema experimental remoto utilizado. Definimos a estrutura computacional e o aparato da câmara de nuvens como um laboratório de acesso remoto.

No terceiro capítulo desenhamos o percurso metodológico, utilizado neste trabalho. Descrevemos o contexto em que a pesquisa foi desenvolvida, caracterizando os atores sociais

e os espaços envolvidos na investigação. Também serão detalhados os procedimentos de coleta de dados e os de análise desses dados.

O quarto capítulo contém as análises dos dados coletados e também os resultados desta pesquisa. Essas análises serão guiadas pela análise textual discursiva, que foi o referencial escolhido para produzi-las. Serão detalhados os temas e as categorias de análises que emergiram durante o processo de investigação. Ao final, tratamos das considerações finais sobre o desenrolar da presente pesquisa, buscando apresentar as dificuldades encontradas, as contribuições produzidas e os futuros desdobramentos possíveis.

Capítulo I

OS REFERENCIAIS NORTEADORES

Na presente seção apresentamos parte da fundamentação teórica, necessária para conduzir o leitor à compreensão dos termos, tecnologias e metodologias que serão abordados neste trabalho. Sob o viés educacional, pretendemos, assim, durante a apresentação desses conceitos, nos posicionarmos apresentando qual a finalidade de relacionarmos tais conjecturas da literatura com o que realizamos em nosso trabalho.

ORGANIZAÇÃO DA SEÇÃO

- 1.1 Um mundo conectado**
- 1.2 Construcionismo e a ação docente**
- 1.3 As etapas de desenvolvimento do construcionismo**
- 1.4 O planejamento do ensino**

1.1.1 Um mundo conectado

Para pensadores da atualidade, a vida em sociedade é fundamentada em mudanças paradigmáticas (BAUMAN, 2001). O sociólogo polonês Zigmunt Bauman descreve a sociedade atual como estruturada na forma líquida, ou seja, os movimentos definem e organizam as concepções de mundo subjacentes aos indivíduos que constituem a sociedade (BAUMAN, 2001). Contudo estamos imersos nessa sociedade e formamos, assim, parte desse líquido de modo que é fundamental que saibamos conviver com as mudanças e estejamos preparados para inferir na organização da sociedade de forma produtiva, intelectual e laboriosamente.

Portanto, para realizar as atividades sociais necessárias, precisamos de preparação e entendimento. Tais habilidades deverão ser conquistadas pelo indivíduo no sistema educacional. Considerando que estamos em uma sociedade com sua tecnologia fundamentada em resultados das ciências, é importante que esses indivíduos venham a ser estimulados também a entender o como se faz ciência.

Assim, vincular a compreensão dos conceitos científicos e do modo de fazer ciência com o aprendizado perpassa pela linguagem utilizada na ciência. Para Chomsky (1998), a grande divisão entre o ser humano e os animais é a capacidade de utilização de signos linguísticos para comunicação. E tal divisão também é o que separa os seres humanos das máquinas no que tange a estas conseguirem produzir, de modo autônomo, um sistema de comunicação linguística, o que nos impele a buscar uma compreensão do *modus operandi* das máquinas como forma de ampliar as possibilidades educacionais atuais.

Ainda, segundo Chomsky (1998 p. 19), podemos imaginar o sistema linguístico “como um dispositivo de aquisição da língua que toma a experiência como dado de entrada e fornece a língua como um dado de saída”. Tal prescrição foi utilizada como premissa para associarmos as possibilidades de aprendizado do cérebro humano com as estruturas computacionais.

Tais premissas conduziram a buscas por estabelecimento de metodologias que integrassem a tecnologia informática disponível com as metodologias de ensino existentes. E muitas das tentativas são tratadas como impactantes no decorrer do desenvolvimento histórico das teorias educacionais. Contudo Lévy destaca que, quando tratamos de impacto de uma tecnologia, essa metáfora reflete que “a tecnologia seria algo comparável a um projétil e a

cultura ou a sociedade a um alvo vivo” (LÉVY, 1998, p.21) e aponta a necessidade da mudança da metáfora do impacto produzido pelas tecnologias na sociedade. Lévy continua discutindo que técnica, cultura e sociedade são entidades interligadas, pois não existe um evento independente que traga a tecnologia de fora da sociedade, mas sim que a tecnologia é resultado daquela sociedade e cultura daquele momento.

Da mesma forma, podemos observar a antecipação proposta por Marshall McLuhan sobre a interligação de dados e sistemas de comunicação. Ele aponta que, “[...] depois de mais de um século de implementação da tecnologia elétrica, estendemos nosso próprio sistema nervoso central em um abraço global, abolindo tanto o espaço quanto o tempo no que diz respeito ao nosso planeta” (MCLUHAN, 1964, p.3).

Por tais declarações acerca de como estaríamos próximos através dos sistemas elétricos, e posteriormente sistemas eletrônicos, McLuhan cunha o termo “Aldeia Global” (MCLUHAN, 1964, p.5). Ao insinuar que ao estarmos conectados, o globo terrestre não seria mais que uma aldeia. McLuhan acreditava que o fato de as pessoas estarem mais próximas por conta das médias favoreceria a unificação ideológica e que os povos buscariam a compreensão mútua pela conexão, mostrando-se, então, um pensador com expectativas positivas a respeito da “Aldeia Global”.

Porém um ponto de destaque é “a dificuldade de se avaliar concretamente as implicações sociais e culturais da informática ou da multimídia é multiplicada pela ausência radical de estabilidade neste domínio” (LÉVY, 1999, p. 24), pois, mesmo que a estrutura de funcionamento de um computador continue seguindo a lógica booleana desde a década de 1950, hoje temos à nossa disposição computadores portáteis, extremamente compactos. Tais mudanças são providas de certa forma para facilitar o uso e aplicação dos computadores na sociedade, portanto, vemos a recorrência da tríade sociedade, cultura e técnica para atender às necessidades do usuário.

Para Pierre Lévy, dada cultura produz uma técnica e esta condiciona uma sociedade. Nesse viés, a técnica permite que a sociedade se encaminhe por caminhos possíveis, permitindo uma infinidade de possibilidades e consequências indiretas. De modo que não há bondade ou maldade em uma técnica, nem mesmo neutralidade (LÉVY, 1999), o que ocorre é uma dinâmica coletiva, provida pela sociedade formada por usuários. E a maneira como dada técnica, como a informática ou a multimídia, será implementada na sociedade, assim, depende

de fatores demasiado complexos para que consigamos estabelecer um sistema de controle e direcionamento único para sua aplicação.

Portanto, temos de pensar em preparar uma estrutura de ensino que permita a conscientização sobre a utilização das tecnologias. Essa possibilidade surge com os trabalhos de Seymour Papert. O construcionismo é uma teoria educacional, que está fundamentada na interação entre o problema a ser resolvido pelo educando, normalmente por meio do uso de uma tecnologia multimídia, e pelo professor mediador. A proposta inicial de Papert era permitir que os educandos construíssem a solução, partindo dos conceitos já assimilados.

E, ainda retomando Mcluhan (1964), ele trata do *status quo* da educação americana como fragmentada e indica a necessidade de uma educação que apresente caráter multidisciplinar. Compara os equipamentos computacionais com uma orquestra e sugere que a educação deve permitir que compreendamos completamente essas máquinas que permitirão produzir ações de ensino a distância no futuro. Tais apontamentos nos permitem verificar as antecipações previstas por Mcluhan como o fato de que as máquinas venham a realizar tarefas de automatização de atividades humanas, facilitando a vida de todos, e dessa forma torna-se obrigatória a educação para a tecnologia¹.

1.2 Construcionismo e a ação docente

Conforme podemos observar na seção anterior, o letramento tecnológico bem como o letramento científico tornam-se bem primordiais para a adequada vivência em nossa sociedade. Segundo Papert (1987), a palavra construcionismo é um mnemônico proveniente da teoria construtivista da psicologia, da qual se apropriou da ideia de aprendizado como (re)construção do conhecimento, com a ideia da extensão de que a manipulação de materiais potencializa o aprendizado com significado ao aprendiz.

O autor da teoria ainda reforça que a presença de computadores no ambiente educacional permite a utilização de estruturas virtuais para garantir o aprendizado. O projeto inicial de Papert foi implementado em escolas públicas da região de Boston, nos Estados

¹“Paradoxically, automation makes liberal education mandatory” Mcluhan (1964, p.389)

Unidos da América, no ano de 1988, tendo sido o projeto financiado pela Fundação Nacional de Ciências (NSF).

No início da década de 1990, criou-se na Universidade Estadual de Campinas o Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED). Nesse ambiente de incentivo a possibilidades de melhoria nas pesquisas envolvendo tecnologias de informática na educação, entra a figura do professor José Armando Valente. Este era pesquisador da área de tecnologias da informação na educação e havia sido aluno de pós-graduação do professor Seymour Papert no MIT. Valente inicia os trabalhos de pesquisa educacional no Brasil, utilizando o construcionismo como fundamento teórico.

Uma preocupação de Valente à época era garantir que seus estudos atingissem as escolas brasileiras, portanto, estabeleceu uma “estreita colaboração com escolas da rede pública estadual e municipal de Campinas” (VALENTE, 1998, p.1). Valente aponta que o computador não deve ser utilizado como uma máquina de ensinar, mas sim como um meio educacional, permitindo que o aprendiz desenvolva sua capacidade de resolver problemas (VALENTE, 1998).

A principal discussão, apresentada nos conceitos básicos do construcionismo, remete ao fato de que “a tendência dominante a supervalorizar o abstrato é um sério obstáculo ao progresso na educação” (PAPERT, 2008, p.133). Assim, Papert procura evidenciar a necessidade de mudança na ação docente, frente à possibilidade educacional de permitir a transferência do saber concreto ao abstrato. A inversão proposta por Papert é a de que “o tipo de conhecimento que as crianças mais precisam é o que as ajudará a obter mais conhecimento” (2008, p.135). Portanto, na atitude construcionista de ensino, segue-se a pretensão de produzir a maior aprendizagem, considerando-se sempre o mínimo de ensino.

Entre as alegações de Papert no estabelecimento do construcionismo, deparamo-nos com a condição necessária de entendermos o processo científico com o conhecimento por ele produzido. Ou seja, buscamos no construcionismo, também, alfabetizar cientificamente os aprendizes, pois, assim, haverá a devida estruturação no conhecimento construído (PAPERT, 2008).

Quanto à metáfora da construção do conhecimento, Papert define que,

Para muitos educadores e para todos os psicólogos cognitivos, minha palavra evocará o termo Construtivismo, cujo uso educacional contemporâneo em geral remete à concepção de Piaget que o conhecimento simplesmente não pode ser “transmitido” ou “transferido pronto” para outra pessoa. Mesmo quando parece

estarmos transmitindo com sucesso informações dizendo-as, se pudéssemos ver os processos cerebrais em funcionamento, observaríamos que nosso interlocutor está “reconstruindo” uma versão pessoal das informações que pensamos estar “transferindo” (2008, p.137).

Tal pensamento ilustra o cerne do construtivismo como, portanto, uma teoria de aprendizagem, vinculada a uma família de teorias que consideram o aprendizado uma (re)construção do saber.

Outro autor condizente com as ideias de Papert é Paulo Freire, que defende o “ensinar não é transferir conhecimento” (FREIRE, p.27). Freire vai além, apontando que as ações de um docente devem ser condizentes com sua convicção teórica, produzindo, de modo concreto, uma atividade de ensino que permita a produção do conhecimento pelo aprendiz. Freire se utiliza da ideia de que o aprendiz possui um conjunto de saberes do cotidiano, da mesma forma Papert defende a utilização desses saberes como elementos básicos da construção do conhecimento.

O gatilho para produzir tal conhecimento advém da interação docente-aprendiz. Obstante a isso temos o método tradicional de ensino que se sustenta na ideia de que o conhecimento pode ser transferido, depositado do docente no aprendiz (PAPERT, 2008), (VALENTE, 1998), (ALTOÉ, 1993), o que demonstra que os elementos de um aprendizado, segundo o construcionismo, não são muito distantes dos utilizados no ensino tradicional. A grande diferença está na atitude desenvolvida pelos docentes.

Um caminho interessante e possível é o aprendizado pautado em solução de problemas, utilizando elementos conhecidos da vivência do aprendiz, para encaminhá-lo a buscar novas informações e reinterpretá-las, com fins de produzir seu conhecimento e utilizá-lo para encontrar a solução do problema proposto (MALTEMPI e RICHIT, 2009).

A implantação de dispositivos informáticos não é condição única para que a educação seja melhorada (CENCI e SANTINELLO, 2009), temos de estabelecer uma metodologia que permita tal melhoria. Conforme Almeida (2000, p.79), “A ação do professor está sempre impregnada de teorias, mas muitas vezes ele não tem consciência disso, ou então sua visão teórica é incoerente com a sua prática”. Assim, fica evidente a necessidade de uma formação continuada que permita aos professores irem gradualmente se percebendo participantes do paradigma construcionista.

Outros autores apresentam a preocupação, desde décadas passadas, em se formar o professor para atuar no ensino, utilizando tecnologias computacionais. Podemos citar os trabalhos de Altoé, (1993); Almeida, (1996); Menezes, (1993); Prado, (1996); Silva Neto, (1992); Mattos, (1992). Contudo ainda encontramos relutância histórica na modificação de algumas atitudes docentes.

Pierre Lévy sabiamente revela que a mudança de um hábito, há muito arraigado em uma estrutura social, não será tarefa rápida. Nas palavras dele (1998, p.8):

É certo que a escola é uma instituição que há cinco mil anos se baseia no fazer/ditar do mestre, na escrita manuscrita do aluno e, há quatro séculos, em um uso moderado da impressão. Uma verdadeira integração da informática (como do audiovisual) supõe, portanto o abandono de um hábito antropológico mais que milenar o que não pode ser feito em alguns anos.

Contudo muito já se fez para fundamentar tais mudanças nas ações docentes. E esperamos que, com a disseminação da informação sobre tais atitudes, possamos em um futuro colher tais mudanças no sistema educacional. Entre as possibilidades há o ciclo desenvolvido por José Armando Valente para desenvolver atitudes construcionistas em ações de docência. Veremos esse ciclo na próxima seção.

1.3 As etapas de desenvolvimento do construcionismo

Por causa dos estudos sobre o construcionismo, realizados por Valente, este identificou a necessidade de se estabelecer uma estrutura de trabalho que fosse passível de avaliação. Assim, considerando a premissa de Papert (2008) de que não é o computador que ensina, mas é o aprendiz que estabelece um procedimento de programação, isso permitirá conhecermos a resposta ao problema. Seria necessário nos utilizarmos do paradigma construcionista para definirmos um sistema de interação, que valorize o construcionismo. Assim, Valente desenvolve para a aplicação do construcionismo como uma metodologia de sala de aula, um ciclo de atividades. Esse processo é definido como ciclo descrição-execução-reflexão-depuração.

A sequência de atividades propostas por Valente para cada etapa do ciclo permite ao docente acompanhar adequadamente a evolução do pensamento do aprendiz. Para tanto, ele se pautou no uso do *software* LOGO² gráfico, que é um sistema computacional que permite que programemos uma atividade para produção de uma imagem que corresponde ao movimento de uma tartaruga na tela (VALENTE, 1999).

A etapa contida na atividade de **descrição**, do ciclo de Valente, representa a descrição da resolução do problema gerador em termos da linguagem utilizada. Portanto, “isso significa utilizar uma estrutura de conceitos envolvidos no problema” (VALENTE, 1999, p.91) para permitir os devidos caminhos que utilizaremos para resolver o problema.

Na etapa de **execução**, o que obtemos é uma resposta do sistema computacional sobre a validade da solução do problema. Nessa etapa, o que percebemos, portanto, é uma devolutiva, associada aos passos estabelecidos na etapa anterior, de modo que, se os encaminhamentos na seção de **descrição** permitirem o alcance da solvência do problema, terão uma resposta positiva.

Contudo não obrigatoriamente atingiremos o êxito na solução do problema logo na primeira tentativa. Assim, temos a próxima etapa, a **reflexão**, nesta o aprendiz será solicitado a avaliar reflexivamente sobre o resultado da **execução** pois a solução depende da compreensão ampla do aprendiz sobre o problema. Desse modo, numa situação de abstração reflexionante, temos que o sujeito envolvido no processo está avaliando suas próprias ideias. O que ocorre, segundo Valente (1999, p. 91), é

o processo de refletir sobre o resultado do programa pode acarretar uma das seguintes ações alternativas: ou o aprendiz não modifica o seu pensamento porque as suas ideias iniciais sobre a resolução daquele problema correspondem aos resultados apresentados pelo computador e, então, o problema está resolvido; ou depura o procedimento, quando o resultado é diferente de sua intenção original.

Na etapa de **depuração**, buscamos novas formas de pensar o problema. Realizamos tal etapa buscando novas informações ou novos procedimentos. Portanto, o aprendiz, caso incorra em um equívoco quanto à solução correta do problema, pode buscar outros conceitos

² LOGO é um programa de computador desenvolvido no Laboratório de Media (MediaLab) do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) por Seymour Papert e Wally Feurzeig, em 1967, para aprendizagem de programação.

de fundamentação ou pode procurar novas estratégias, novas técnicas que permitam resolver adequadamente o problema.

Notamos que não há qualquer animosidade ou afetividade quanto à etapa de execução entre o aprendiz e o problema ou o computador. Assim, o erro não é considerado algo depreciativo, mas apenas um caminho que não leva à solução necessária. Ou seja, removemos, a partir da utilização dessas etapas, o caráter de demérito do erro. O erro, durante o processo de construção do conhecimento, se torna algo, portanto, que não deve ser temido, mas compreendido.

Ao programarmos tais etapas, o que percebemos é que o ciclo descrição-execução-depuração-descrição representa uma explicitação do modo de pensar do aprendiz, permitindo que o docente acompanhe tal evolução e intervenha, quando necessário, não para apresentar uma resposta direta mas para fomentar a busca por novos caminhos e novos conceitos que permitirão que o aprendiz se desenvolva.

Considerando que o conhecimento será construído a partir das atividades de raciocínio do aprendiz, temos algo muito próximo do como se faz a ciência. Pois, em um processo de busca por uma interpretação científica de um fenômeno, utilizamos aproximar o fenômeno com um modelo explicado pelo paradigma vigente (KUHN, 2011), o que torna interessante também o procedimento do ciclo quando pensamos em alfabetizar cientificamente os aprendizes.

E, por mais que os sistemas computacionais tenham a expertise para depurar automaticamente os erros, será a interação aluno-professor que mediará a possibilidade de solução. Apenas o posicionamento do aluno diante de uma máquina não é suficiente para prover o conhecimento necessário à solução do problema.

1.40 planejamento do ensino

Com vias a garantir que houvesse a adequada interação entre os professores e alunos, na pesquisa por nós realizada, procuramos apresentar elementos com relação a uma forma metodologicamente reconhecida de ensino. Para tanto, nos apoiamos no referencial teórico de

sequência didática, desenvolvido por Antoni Zabala (1998). Descreveremos brevemente os conceitos necessários para a compreensão dessa metodologia de preparação de ensino.

Segundo Zabala (1998, p.53), “o primeiro elemento que identifica um método é o tipo de ordem em que se propõe as atividades”. Portanto, aqui o autor nos apresenta que mesmo atividades de ensino similares, se apresentadas em uma ou em outra ordem, deverão resultar em diferentes possibilidades de aprendizado. Bem como, ainda segundo o mesmo autor, a própria relação entre professor e alunos pode servir de orientação para configurarmos a convivência e a aprendizagem.

Dentro da atuação docente, o planejar e o avaliar são processos inseparáveis, portanto, podemos verificar que há intencionalidade nesses processos. E, sendo a intenção maximizar o aprendizado, temos que analisar o sequenciamento dos processos educacionais com vistas a obter êxito. Mas em que se caracteriza uma sequência didática? Segundo Zabala (1998), é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores quanto pelos alunos”.

Podemos, então, verificar que a sequência deve informar aos participantes da dinâmica escolar as variáveis envolvidas em todos os processos educativos. Tal possibilidade facilita a apropriação do caminho ao conhecimento pelo aprendiz pois representa um contrato social no ensino e permite que vislumbremos o como se aprende, tanto na visão do docente quanto na do aprendiz.

Como a sequência de ensino deve resultar em uma aprendizagem, então supomos que ela sirva para estruturar esquemas de conhecimento. Zabala considera que esses esquemas são rearranjados e tornam-se mais complexos ao longo da vida do aprendiz. Portanto, pondera que a estrutura cognitiva do aprendiz deve ser preparada para estabelecer tantos vínculos essenciais e não arbitrários com os novos conteúdos e os conteúdos anteriores quanto possíveis forem. Isso, pois, se não há vinculação, não há aprendizagem duradoura (ZABALA, 1998, p.38).

Considerando a proposta de sequência didática estudada, faz-se necessário num primeiro momento avaliar os conhecimentos prévios dos aprendizes acerca dos conteúdos a serem aprendidos pois a aprendizagem é contextual, logo, somente terá vinculação com saberes já assimilados. Com a informação de quais são os conhecimentos prévios dos

aprendizes, possibilitamos propor conteúdos de modo funcional, adequando os conteúdos à proximidade da compreensão dos aprendizes.

O docente, portanto, deve investigar os saberes prévios para, então, preparar suas atividades de ensino. Voltando à proposta metodológica de Valente, no ciclo descrição-execução-depuração há uma similaridade, pois os problemas que serão solicitados aos aprendizes deverão ser condizentes com os saberes destes. Além disso as atividades deverão promover a autoestima e o autoconceito dos envolvidos, valorizando os saberes prévios e as tentativas de acerto.

Também esperamos das atividades que estas sejam motivadoras, para que os alunos desenvolvam a sua pró-atividade associada ao aprendizado de modo que a habilidade de aprender a aprender tenha favorecimento pois o aprender a aprender permite que os aprendizes adquiram maior autonomia acadêmica.

Assim, vemos que uma sequência didática deve promover a compreensão, mas também o conflito de ideias e que, sendo aproximadoras dos aprendizes com o conteúdo, permitirão uma aprendizagem com significado para aquele que aprende. Entre as possibilidades consideramos a interdisciplinaridade como estratégia metodológica favorável (ZABALA, 1998).

Esse conjunto de saberes foi fundamental para planejarmos a sequência didática que utilizamos em nossa pesquisa. Durante a pesquisa realizamos oficinas com os professores participantes, para, juntos, elaborarmos a sequência didática que foi aplicada.

No próximo capítulo discorreremos sobre os conceitos associados às tecnologias empregadas na realização da pesquisa, de modo a preparar o leitor com uma compreensão ampla sobre o trabalho desenvolvido.

Capítulo II

AS TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Na presente seção apresentamos parte da fundamentação teórica necessária para conduzir o leitor à compreensão dos termos, tecnologias e metodologias que serão abordados neste trabalho. Sob o viés educacional, pretendemos, assim, durante a apresentação desses conceitos, nos posicionarmos apresentando qual a finalidade de se relacionar tais conjecturas da literatura com o que realizamos em nosso trabalho.

ORGANIZAÇÃO DA SEÇÃO

2.1 O Laboratório de acesso remoto

2.2 A câmara de nuvens

2.3 Radiação cósmica

2.4 Transmissão da imagem

2.5 Servidor de dados

2.6 Página de acesso

2.1 O laboratório de acesso remoto

Segundo Leleve (2003), um laboratório de acesso remoto é um conjunto de dispositivos que, conectados à internet, permitem que o usuário participe da realização de um experimento real, mesmo estando distante do experimento. Para Ogiboski (2007, p.11), um laboratório de acesso remoto representa “a extensão de um ou mais instrumentos de medição real através de uma rede distribuída, a fim de disponibilizarmos seus recursos a usuários remotamente distribuídos”.

Dessa forma, projetamos e construímos um conjunto de dispositivos conectados à internet que permitem que o usuário acesse tais instrumentos através da internet e possa participar dos experimentos realizados no laboratório. A principal vantagem do uso de um laboratório de acesso remoto (LOPES, 2007) é a possibilidade de compartilhar equipamentos entre instituições distantes geograficamente. Uma desvantagem é a não possibilidade de utilização simultânea em alguns experimentos.

Contudo, para os conceitos que abordaremos neste trabalho, as vantagens superam os obstáculos, pois será possível que vários usuários se conectem à página ao mesmo tempo. O limite, pelos equipamentos que temos à nossa disposição, é de 250 clientes num mesmo instante. Tal limitação provém da quantidade de memória utilizada no servidor.

O laboratório de acesso remoto foi por nós instrumentado no campus sede da Universidade Estadual de Maringá. Ele conta com diversos pontos de conexão com a rede interna da universidade e, a partir desta, se conecta com a internet. São diversos equipamentos conectados e que estão preparados para que consigam se comunicar, independente da ação de um operador, assim, podem trocar informações e manter a funcionalidade de modo transparente ao usuário.

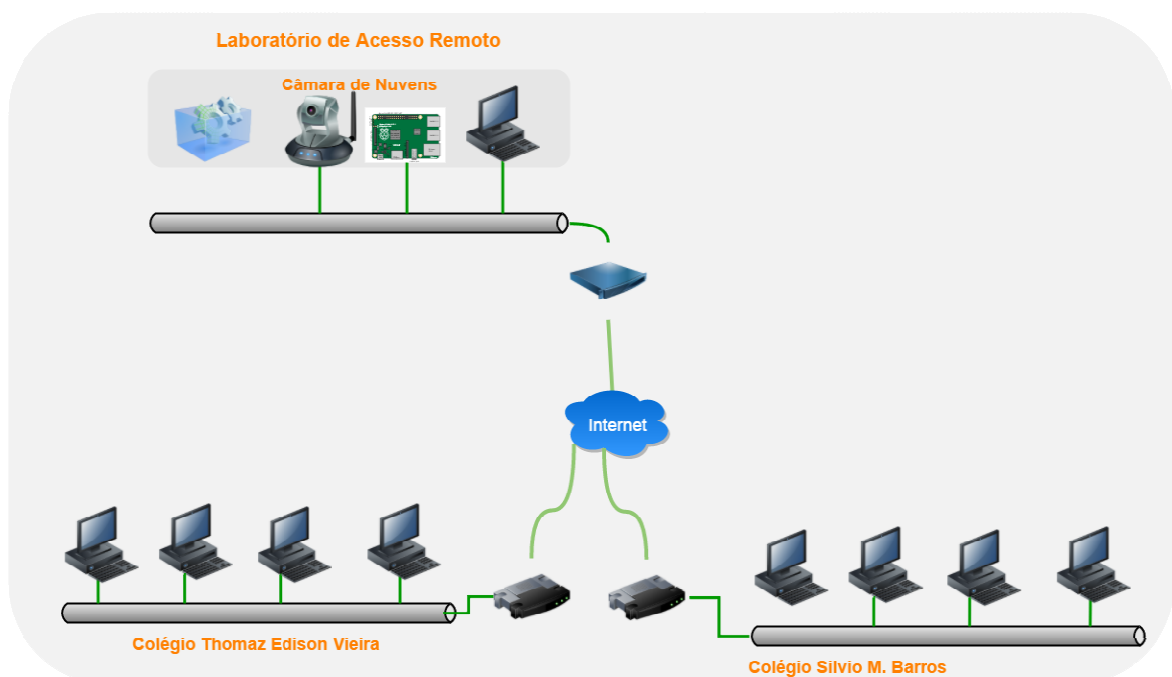
Durante o planejamento dos dispositivos a serem considerados, avaliamos tanto a estabilidade dos equipamentos, para se manterem ligados por um longo período, quanto o custo de instalação, considerando que os usuários não precisariam utilizar nenhum programa hospedeiro em seu computador para conseguir utilizar o laboratório. Assim, optamos por construir toda a estrutura de acesso em HTML e o sistema de controle em Node.js³, que é uma plataforma de programação, construída sobre o motor JavaScript. Tal sistema tem o código

³ Segundo os responsáveis, Node.js representa o maior ecossistema informático do mundo. Disponível em: <<https://nodejs.org/en/>>.

aberto, o que facilita a compreensão dos blocos construídos já que possui grande comunidade on-line de programadores. Essa comunidade contribui no aperfeiçoamento e correção do sistema.

A Figura 2.1 ilustra um diagrama dos dispositivos que estão conectados, constituindo nosso laboratório de acesso remoto.

Figura 2.1: O laboratório de acesso remoto.



Fonte: Autoria própria.

Nas próximas seções detalharemos cada um dos dispositivos utilizados para prover o funcionamento adequado. Com a finalidade de reduzir os custos de implantação e permitir maior controle dos sistemas de comunicação e automação, utilizamos um sistema operacional livre. Esse sistema representa uma estrutura de manipulação de dados que permite, ao usuário, o acesso ao código-fonte e garante a este a liberdade de alteração livre do código. Garante ao usuário a liberdade de aperfeiçoar o código-fonte e distribuir as melhorias de modo que outros usuários pertencentes à comunidade de software-livre tenham benefícios com esses aperfeiçoamentos (FSF, 2016).

2.2 A câmara de nuvens

Com a finalidade de produzir um experimento que pudesse ser controlado remotamente e estivesse dentro do escopo de conteúdos abordado em FMC, escolhemos a câmara de nuvens por difusão. Este aparato, implementado originalmente por Wilson (1912) como câmara de nuvens por expansão e reelaborado por Alexander Langsdorf Jr em 1938, (LANGSDORF, 1938) permite, a partir da produção de um fluido supersaturado, observar os traços deixados por partículas ionizantes que atravessem pelo meio do vapor supersaturado. A câmara de nuvens consiste em um dos primeiros dispositivos de observação e mensuração de radioatividade.

A meteorologia é uma seção das ciências naturais, estudadas há muito tempo, notamos que ainda no período helênico Aristóteles de Estagira publica um tratado sobre o ciclo da água e os fenômenos climáticos na obra *Meteorologica*. Wilson, no ano de 1894, também estava disposto a estudar aspectos da meteorologia, entre estes, a formação das nuvens (CASTRO, 2005). Durante a observação da formação de nuvens em uma câmara projetada para permitir a condensação do ar, Wilson percebe a formação de gotículas seguindo linhas através da nuvem de vapor.

Tal fato produziu sobre Wilson a curiosidade para compreender a origem de tais gotículas. Após avaliar a situação e divulgá-la para colegas, Wilson considerou que a formação dos traços estava vinculada à passagem de partículas carregadas. Então, de modo a melhorar a observação dessas partículas, decidiu projetar uma câmara que facilitasse a observação de tais fenômenos.

Proposta por Wilson em 1911, era uma estrutura que, a partir da supersaturação de um fluido (inicialmente água), permitia a visualização de traços deixados no vapor pela passagem de íons. O modelo proposto por Wilson possui uma estrutura que permite alterar a pressão interna, por isso denominado de câmara de nuvens por expansão. Sua limitação é que a observação fica restrita a um pequeno intervalo de tempo (0,2 s, segundo TAYLOR (1966)) após a expansão, e, portanto, existe a necessidade de um processo cíclico de expansão e compressão sobre o gás da câmara.

Figura 2.1: Aparato de expansão da câmara de Wilson.

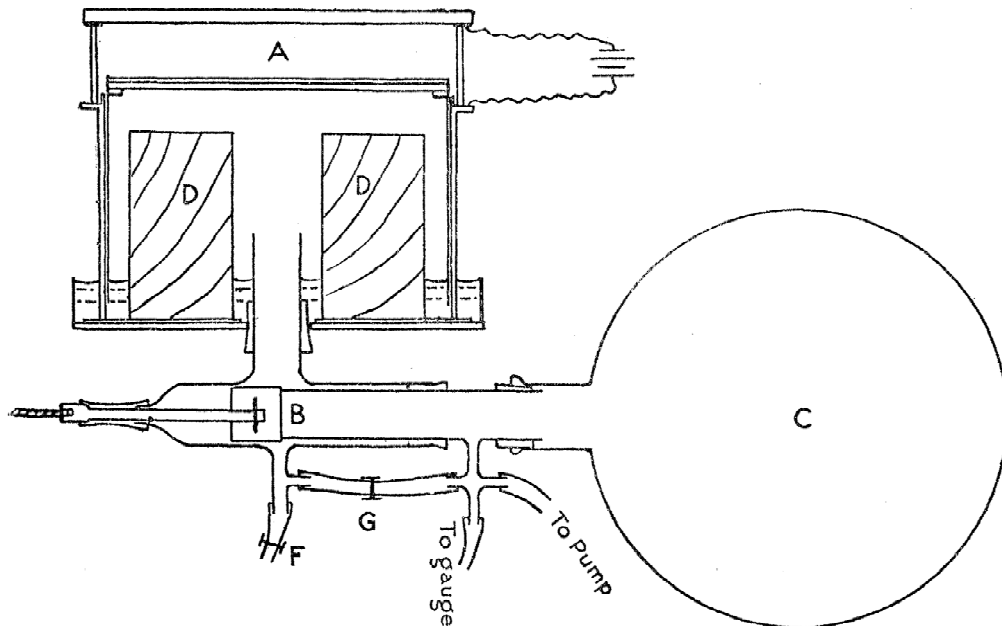


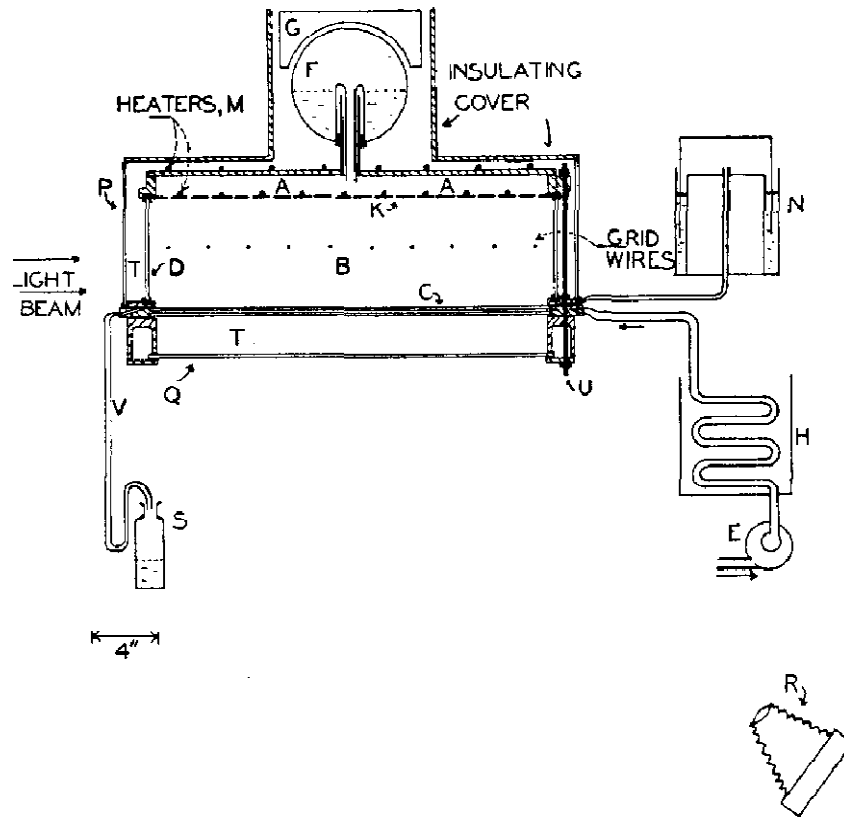
FIG. 1.

Fonte: WILSON, 1912.

O modelo proposto por Wilson pode ser visto na Figura 1.2. Notemos na figura que a câmara de nuvens é a região A. Quando uma partícula ionizante penetra no vapor supersaturado, ocorre a formação (condensação) de gotículas do vapor pela ionização das moléculas constituintes do vapor. Tais gotículas, por apresentarem densidade diferente do restante do fluido, descem e, portanto, produzem um contraste na nuvem formada, permitindo identificar a passagem de tais partículas. Um problema identificado por Langsdorf, (1938) e Carl Anderson (1932) era o fato de a câmara, proposta por Wilson, necessitar de uma expansão adiabática para permitir a formação da nuvem, o que traria a dificuldade operacional de se manter uma observação contínua da passagem das partículas ionizantes. A proposta de Langsdorf é justamente manter a “supersaturação necessária para a condensação de um vapor”, garantindo a observação contínua do comportamento dos íons.

Para tanto, Langsdorf propõe uma câmara que permita a difusão vertical do calor, evitando o efeito de convecção característico, e, para isso, produz um gradiente de temperatura entre a superfície superior e a inferior da câmara. Contudo isso ainda torna o aparato complexo.

Figura 2.2: Câmara de Langsdorf.

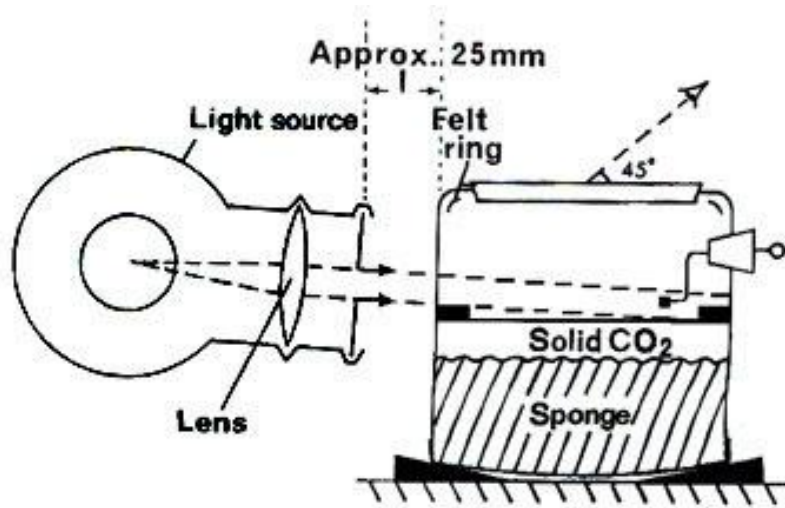


Fonte: LANGSDORF, 1939.

Utilizando as ideias prévias de Langsdorf e Wilson, Taylor (1966), em seu artigo “Designed for Teaching”, apresenta uma proposta interessante de modificação e justifica sua pesquisa com a seguinte proposição: “Isso é importante, hoje, que crianças devam deixar (completar) a escola com algum conhecimento de átomos e radioatividade” (TAYLOR, 1966, p.1). Essa fala tão atual e ao mesmo tempo tão distante nos motiva a observar o modelo de câmara por ele construída com a finalidade de levar um aparato de mensuração e observação de FMC diretamente para as salas de aula.

No modelo de câmara de nuvens por difusão, proposto por Taylor, a superfície superior da câmara fica exposta à temperatura ambiente enquanto que a superfície inferior fica exposta a uma temperatura baixa (no modelo de 1966 a temperatura era obtida com gelo seco a cerca de -78°C). O fluido, utilizado para produzir um vapor supersaturado, é o álcool isopropílico. Basta produzir uma iluminação no interior da câmara para observar os traços deixados pela interação das partículas de altas energias com a nuvem de vapor.

Figura 2.3: Câmara de nuvens por difusão, de Taylor.



Fonte: Instituto de Física de Portland⁴.

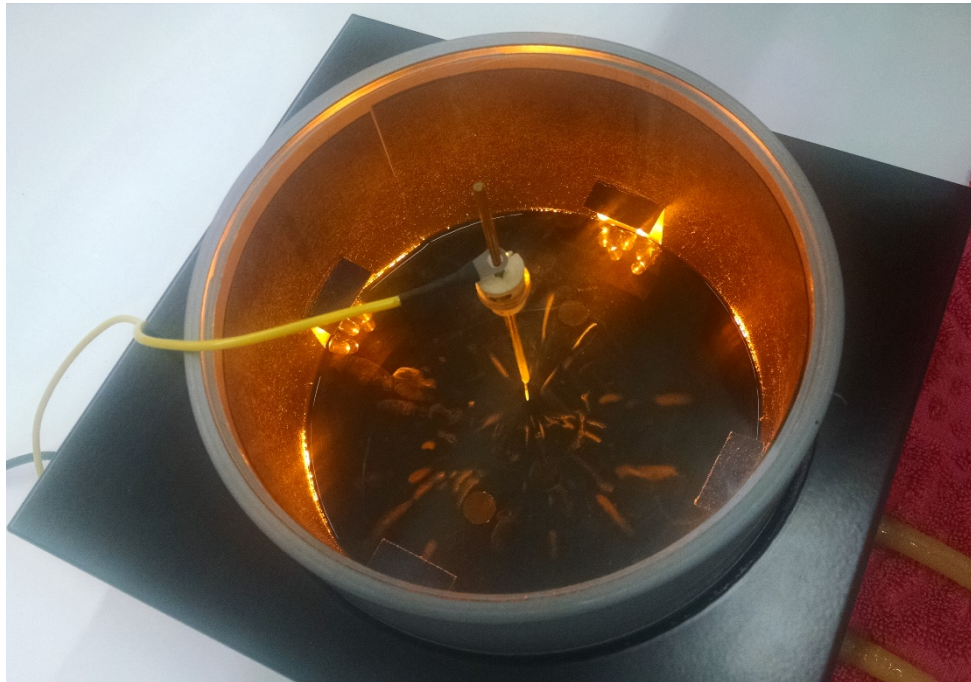
A câmara de difusão, por nós utilizada, portanto, segue o modelo de Taylor, contudo apresenta também um gradiente de campo elétrico entre a superfície superior e a superfície inferior conforme o modelo de Anderson (1933). “Em todos os casos o vapor difunde descendo da superfície aquecida até ser resfriado suficientemente para produzir a supersaturação necessária para a formação da condensação pelos íons” (SHUTT, 1951, p.3). Conforme o autor citado aponta, o fundamental nesse aparato é a produção da condição necessária para que o fluido seja condensado ao ser ionizado durante a passagem das partículas ionizantes.

Como partículas ionizantes, utilizamos duas possibilidades: no primeiro momento do experimento os alunos puderam ver os traços deixados por uma fonte radioativa de ^{210}Pb com emissividade de radiação alfa e beta. E, depois de confortáveis em perceber as trajetórias produzidas pela passagem dessas partículas, foi retirada a fonte radioativa e, assim, as trajetórias marcadas na câmara foram provenientes apenas de partículas de altas energias, disponíveis naturalmente no ambiente do laboratório. Puderam ser identificadas partículas alfa, beta e múons, características de raios cósmicos. Raios cósmicos são partículas

⁴Imagem disponível em <http://practicalphysics.org/diffusion-cloud-chamber.html>, acesso em 10 de agosto de 2015.

provenientes de dentro e de fora de nossa galáxia que bombardeiam continuamente a Terra. Muitas dessas partículas são neutrinos.

Figura 2.4: Câmara de nuvens por difusão.



Fonte: Autoria própria.

Utilizamos uma câmara de nuvens, disposta na Figura 2.5, que foi fabricada pela empresa PASCO SCIENTIFIC e possui 15cm de diâmetro interno. Essa câmara conta com um sistema de iluminação com leds (diodos emissores de luz) na cor âmbar, o que facilita a observação dos traços produzidos pela passagem das partículas. No interior da câmara é depositado um fluido que pode atingir facilmente a condição de vapor supersaturado. Esse fluido é o álcool isopropílico (C_3H_8O). Para que ocorra a condensação, é necessário resfriar o interior da câmara.

O resfriamento é produzido por um dispositivo TEC (cerâmica termoelétrica). Este dispositivo, que opera segundo o princípio do efeito Peltier⁵, resfria a superfície de contato enquanto transfere calor para um trocador de calor, devidamente posicionado. Desde que mantenhemos resfriado o trocador de calor, haverá redução de temperatura no dispositivo

⁵ O efeito Peltier é a produção de um gradiente de temperatura na junção de dois materiais semicondutores diferentes, quando submetidos a uma diferença de potencial elétrica em um circuito fechado.

Peltier (TEC), proporcionando diferença de temperatura, no caso de nosso equipamento, de 35°C entre as duas faces da cerâmica.

Assim, ao resfriar a face aquecida, produzimos um resfriamento maior na face resfriada. O resfriamento nessa câmara ocorre, forçando-se a circulação de água gelada por um trocador de calor que está em contato térmico com o dispositivo TEC. Possuímos no laboratório um reservatório com uma mistura de água e gelo que permite, por cerca de 6 h, que o sistema funcione com a água em torno de 2 a 5°C. O consumo médio é de 1kg de gelo por hora de funcionamento.

Também há no laboratório um sistema elétrico de emergência para que o resfriamento da câmara não seja interrompido, em caso de queda de energia, para não danificar o dispositivo de resfriamento.

2.3 Radiação cósmica

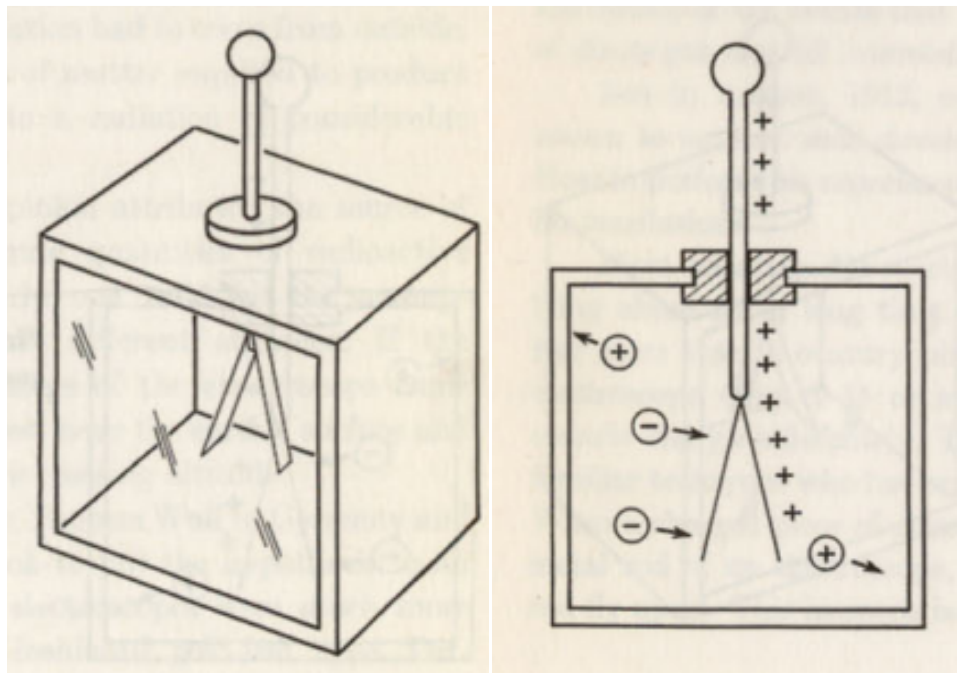
Conforme a pintura de Gaughin nos aponta, “De onde viemos, o que somos, para onde vamos?” esta é uma questão que há muito tempo aflige a mente dos pensadores sobre a origem do Cosmos e tem como proposta de explicação atual na estruturação da matéria ordinária a partir de elementos químicos, que, por sua vez, tem sua estrutura modelada a partir de um conjunto de ideias e observações da natureza.

Nesse viés se insere o modelo padrão que representa atualmente o conjunto de informações mais básico sobre a estrutura da matéria. Parte dos fenômenos são observados a partir da colisão de partículas com grande energia cinética, atualmente provenientes de aceleradores de partículas (HALLIDAY, 2016).

Contudo o universo e suas peculiaridades nos fornecem também partículas com enormes quantidades de movimento associadas. Logo após a *descoberta* da radioatividade no solo, alguns pesquisadores como Wulf (1909) e Hess (1912) perceberam que também a atmosfera possuía alguma radiação. Hess, em 1912, e Schrenk, em 1934, realizaram voos de balões com instrumentos capazes de medir a radiação na atmosfera. Identificaram que a radiação não provinha do planeta Terra, mas do espaço em torno do planeta (HÖRANDEL,

2012). A Figura 2.5 representa um modelo de eletroscópio de folhas, utilizado para identificar radiação cósmica nos primeiros testes de detecção.

Figura 2.5: Modelo do eletroscópio com folhas de ouro, utilizado para detectar radiação cósmica em 1912.

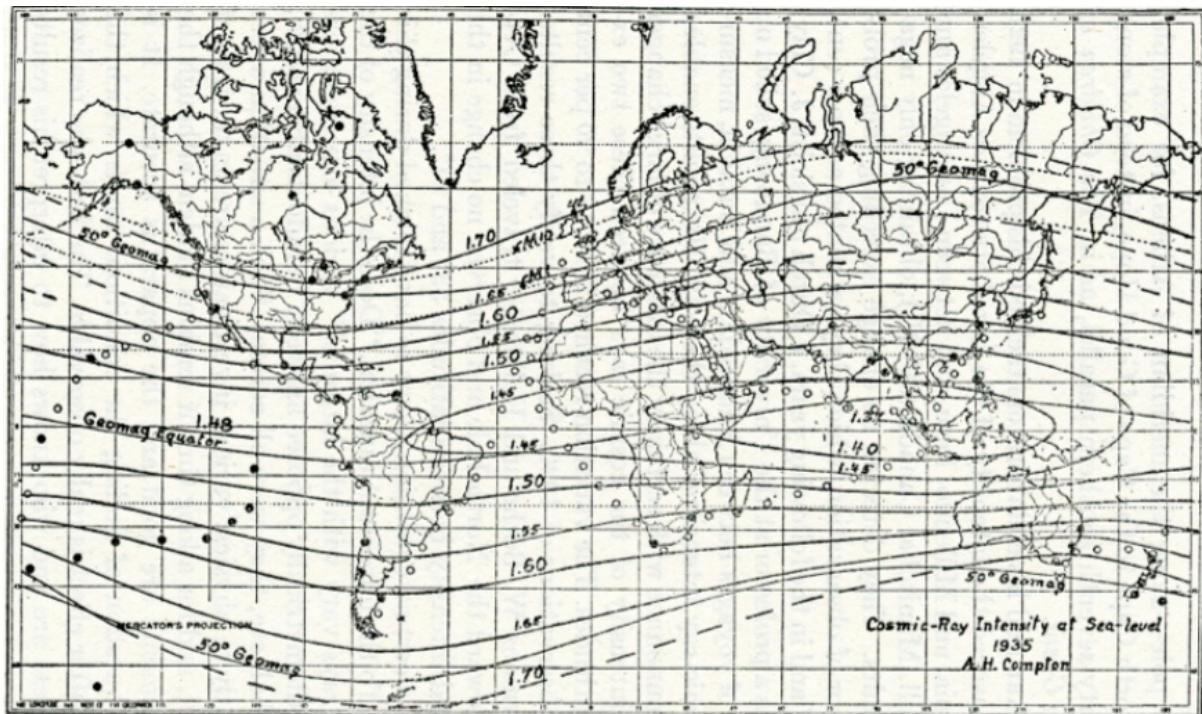


Fonte: ROSSI, 1964 p.3.

Tal descoberta de que do cosmos provinha radiação atraiu a atenção de diversos pesquisadores. De 1931 a 1934 foram realizadas 12 expedições de balões por Compton, medindo a radiação cósmica em mais de 100 localidades. Compton produziu um mapa de intensidades de radiação cósmica pelo globo terrestre. A Figura 2.6 representa esse mapa.

Como ocorreu um acréscimo no número de observadores de raios cósmicos, novas técnicas de observação foram desenvolvidas, bem como novas conceituações e hipóteses foram se estruturando. Com as novas técnicas, como as emulsões fotográficas, novos fenômenos foram detectados.

Figura 2.6: Mapa mundial de radiação cósmica, de Compton. As linhas paralelas apresentam localidades que recebem a mesma intensidade de radiação cósmica.



Fonte: ROSSI, 1964, p. 72.

E, entre os novos fenômenos observados, ocorre a contemplação de novas partículas pelo estudo dos raios cósmicos. Um dos pesquisadores de destaque em emulsões fotográficas é o italiano Occhialini. Em 1933, Blackett e Occhialini conseguiram obter imagens muito nítidas em emulsões fotográficas de trajetórias de partículas que constituíam a radiação cósmica, entre essas partículas estava um elétron positivo, o previsto na teoria e observado pela primeira vez por Carl Anderson. Assim, Blackett e Occhialini confirmaram a observação de Anderson (ROSSI, 1964).

Nesse mesmo período histórico, o governo do Brasil propôs uma reforma na educação, da qual surgiu a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade Estadual de São Paulo. O então proeminente pesquisador das Ciências Naturais, Theodoro Augusto Ramos, foi designado a viajar para o continente europeu com a finalidade de contratar pesquisadores e professores para atuar na faculdade que ora se iniciava. Dada a proximidade acadêmica de Theodoro Ramos com o estudo da física contemporânea, pois havia produzido o primeiro trabalho sobre física quântica no Brasil.

Theodoro Ramos estabeleceu contato com o pesquisador ítalo-russo, Gleb Wataghin, que há época desenvolvia pesquisas sobre radiação cósmica. O professor Gleb então se instalou no Brasil com a finalidade de atuar de modo a favorecer a implantação de uma cultura científica local. Logo de início, o grupo de pesquisa de Gleb Wataghin contou com a participação de outro pesquisador importante em radiação cósmica, o professor Giuseppe Occhialini, que anos antes havia participado da confirmação experimental do pósitron (elétron-positivo).

Nessa atmosfera de empenho para a fortificação de uma cultura de pesquisa em física contemporânea, entrou para o grupo de pesquisa de Gleb Wataghin o recém-graduado, Cesare Mansuetto Giulio Lattes, ou César Lattes. Aluno brilhante, apresentava interesse em realizar pesquisas sobre radiação cósmica e, com o apoio do professor Occhialini, juntou-se à equipe de Cecil Powell na Universidade de Bristol (BASSALO, 1990). Como Lattes, já havia produzido trabalhos de física teórica sobre a desintegração de materiais e sobre o espalhamento de nêutrons. Quando estava trabalhando em Bristol, utilizou esses conhecimentos para montar um experimento de espalhamento de nêutrons e para observar o evento de uma chapa de emulsão fotográfica com maior concentração de boro. Conseguiu nessa feita observar a desintegração do boro em hélio e medir a energia e a direção do nêutron espalhado.

Com a finalidade de repetir o experimento com partículas mais energéticas do que as disponíveis no laboratório, Lattes solicitou a Occhialini para que montasse um conjunto de chapas fotográficas nos Pirineus, conjunto de montanhas que Occhialini visitaria por razão de suas férias. Occhialini montou o experimento e, quando regressou a Bristol, trouxe as chapas.

Ao revelá-las, Powell, Lattes e Occhialini examinaram as chapas e perceberam que as placas com mais boro apresentavam o registro de mais eventos. Contudo encontraram em uma das placas um evento anômalo e o denominaram de duplo-méson. Como era um evento diferente do habitual, resolveram buscar novas possibilidades de percebê-lo.

Lattes, então, levou chapas com a mesma emulsão para serem expostas na Bolívia no monte Chacaltaya, a 5.500m de altitude. Ao retornar a Bristol, conseguiu identificar mais de 30 eventos de duplo-méson. Os pesquisadores de Bristol consideraram ter descoberto um processo fundamental da natureza e calcularam a massa desses mésons. Desse modo, encontraram que o fenômeno do duplo-méson correspondia ao decaimento do méson de

Yukawa no méson de Anderson e em mais uma partícula neutra de massa aproximadamente nula, possivelmente um neutrino (BASSALO, 1990).

Desse desdobramento, resolveu-se uma questão que estava em aberto à época, que tratava da existência da força forte, uma interação de curto alcance que possibilita prótons e nêutrons se confinarem em um núcleo atômico sem sofrer repulsão coulombiana. Portanto, além de observar pioneiramente uma partícula subatômica, Lattes contribuiu para a confirmação da existência de tal interação, sendo, portanto, considerado “Um dos grandes responsáveis pelo desbravamento do mundo subatômico” (ARANTES, 2002 p.29)

O trabalho publicado por Lattes, Occhialini e Powell descrevendo a observação do méson-pi trouxe nova luz à física de partículas. Porém a comissão do Prêmio Nobel concedeu o prêmio apenas a Powell, desconsiderando da publicação Lattes e Occhialini. Segundo Lattes, em entrevista com o professor Danhoni, para o jornal da Unicamp, sobre não receber o Nobel, disse: “Occhialini e eu entramos pelo cano. Ele era mais conhecido, tinha o trabalho da produção de pósitrons de 1933” (LATTES, in FAVARO 2000).

César Lattes teve, em sua trajetória profissional, a passagem por grandes laboratórios dos Estados Unidos, Inglaterra, Japão e Bolívia, produzindo um efeito multiplicador de talentos. Voltando ao Brasil, foi responsável, com Leite Lopes, pela articulação com o governo do Brasil para a criação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF).

Ainda no campo do fomento da pesquisa brasileira, trabalhou para que fosse possível o surgimento do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq). Em 1967 se transferiu para a Universidade Estadual de Campinas a fim de desenvolver um laboratório de raios cósmicos, o atual Departamento de Raios Cósmicos, Cronologia, Altas Energias e Léptons do Instituto de Física Gleb Wataghin (BASSALO, 1990).

Na Figura 2.7 podemos ver César Lattes em visita ao monte Chacaltaya, local onde as placas de emulsão fotográfica foram depositadas e apresentaram os eventos de decaimento dos mésons pi.

Figura 2.7: Lattes no monte Chacaltaya.

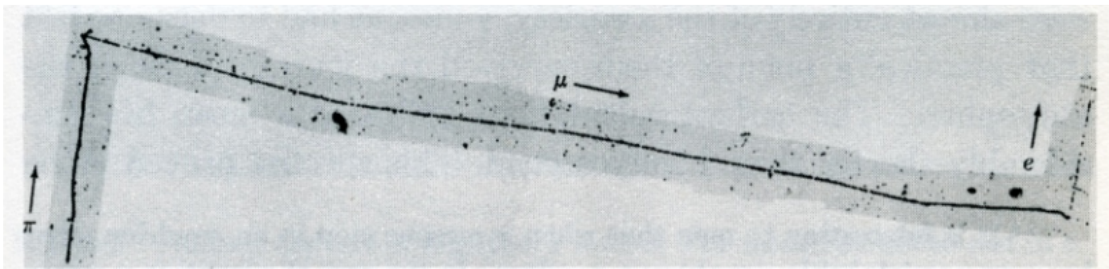


Fonte: ARANTES, 2002, p.30.

Na Figura 2.8 podemos ver a imagem ampliada do traço deixado pelo méson pi decaindo em méson mi. Essa imagem foi recortada do trabalho de Lattes, Muirhead, Powell e Occhialini, de 1947.

Na Figura 2.8 podemos observar a trajetória deixada pelo pión (méson pi) mudando sua direção bruscamente, o que indica um decaimento. Nesse caso decaimento em méson mi.

Figura 2.8: Traço de decaimento de méson pi.



Fonte: LATTES, et. al. 1947.

2.4 A transmissão da imagem

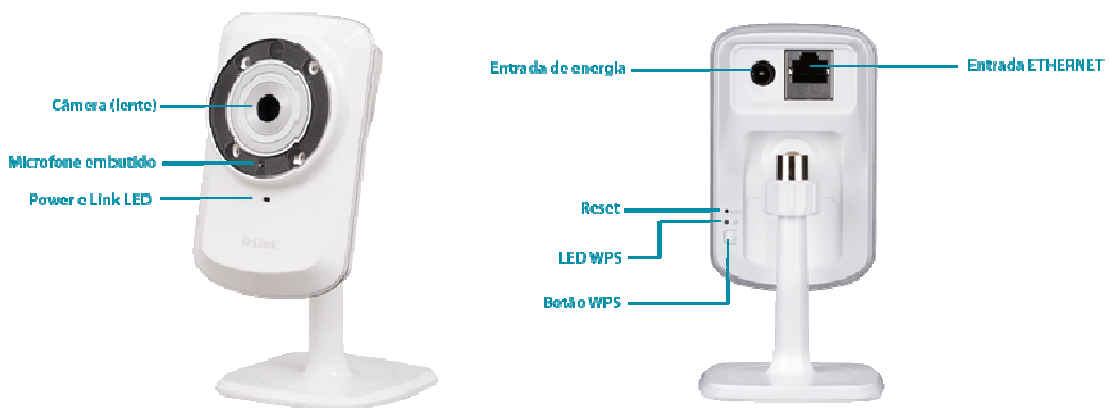
Para capturar as imagens dos experimentos, utilizamos um conjunto com duas câmeras digitais. Tais câmeras funcionam de modo que internamente apresentam um conjunto eletrônico embarcado, permitindo que as imagens por elas captadas sejam transmitidas a um

computador servidor que armazena as imagens e as disponibiliza para o acesso em tempo real durante a realização dos experimentos.

As câmeras, portanto, são conectadas diretamente à rede de computadores com um endereço único, permitindo, assim, a conexão entre os diversos dispositivos utilizados. As câmeras que funcionam com essa possibilidade são denominadas de câmeras IP – que se refere ao fato de utilizarem um protocolo de comunicação de internet (IP – *internet protocol*), que é um protocolo de camada de transporte que permite conduzir as imagens captadas até qualquer outro computador cliente, considerando computador cliente uma máquina que acessa e/ou redistribui a informação, no caso imagens, da câmera IP.

A Figura 2.9 apresenta uma câmera do modelo utilizado em nosso laboratório, as câmeras são conectadas, utilizando estrutura cabeada. Poderiam também ser conectadas por tecnologia sem fio.

Figura 2.9: Câmera IP – DCS 930.



Fonte: Manual de operação Tp-Link DCS 930.

2.5 O servidor de dados

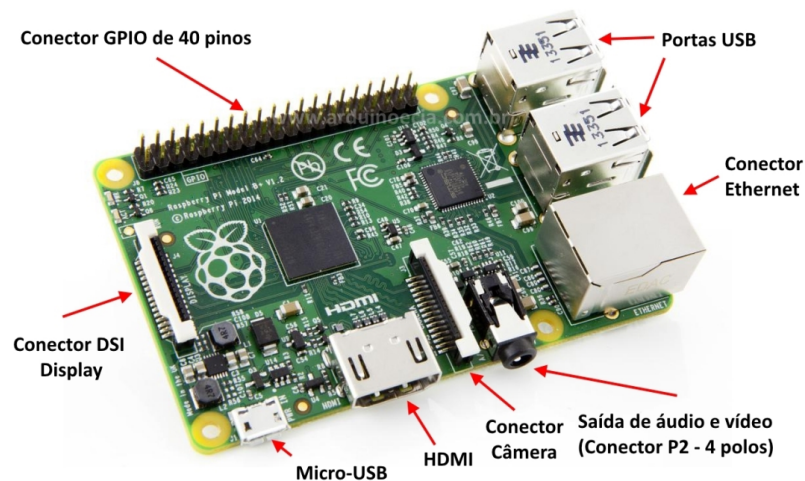
Com a intenção de popularizar a educação tecnológica por meio do ensino de programação de computadores para crianças e seguindo as ideias propostas por Nicholas Negroponte (1995) sobre a possibilidade de fornecer um computador para cada criança na sala de aula, um grupo de professores e pesquisadores ingleses desenvolveram um projeto de eletrônica embarcada, denominado Raspberry Pi (RASPBERRY, 2016).

O Raspberry Pi é um computador on-chip (em uma única placa), com um custo muito baixo de fornecimento, por ser fornecido sem os periféricos externos como monitor, teclado ou mouse. Contudo, mesmo apresentando custo baixo, fazia-se necessário que esse dispositivo apresentasse alta capacidade de processamento e tivesse a possibilidade de ser conectado diretamente a periféricos dos mais diversos, incluindo sensores industriais ou caseiros (MONK, 2016).

Esse computador utiliza um sistema operacional Linux, baseado na distribuição Debian, otimizado para funcionar com os recursos físicos, disponíveis no Raspberry Pi. Um sistema operacional é um conjunto de programas básicos e utilitários que dão suporte ao funcionamento do computador. O modelo por nós utilizado tinha a tarefa de servir as imagens da câmera para que pudessem ser endereçadas a um sítio específico da internet e por meio de uma arquitetura de partilha de dados fosse possível vincular as imagens e outros dados que considerássemos úteis ao experimento e que fossem acessados diretamente pelo usuário. O usuário de nosso laboratório não carece instalar nenhum *software* em seu dispositivo remoto de acesso.

Desenvolvemos o sistema de modo que o indivíduo que queira se utilizar desse recurso didático necessite apenas de uma conexão à internet, preferencialmente em um acesso em alta velocidade. Portanto, todo o processamento ocorre no laboratório, sendo que o usuário consegue acesso ao laboratório do mesmo modo que carrega em seu navegador uma página comum de hipertexto com multimídia. Na Figura 2.10 apresentamos um Raspberry Pi do modelo que utilizamos como servidor.

Figura 2.10:Raspberry Pi B+.



Fonte: RASPBERRY, 2016.

2.6 A página de acesso

Com a finalidade de promover uma experiência agradável ao usuário, planejamos um acesso através de um navegador de internet. Tal escolha se fez, pois nas escolas públicas do Estado do Paraná se encontram computadores com sistema operacional Linux, contudo muitos estudantes utilizam em suas residências computadores com sistema operacional Windows. E, conforme nos aponta o relatório anual do Comitê Gestor da Internet no Brasil (TIC, 2015), há crescente utilização de dispositivos móveis, como telefones celulares, para acesso à internet pelos adolescentes. Portanto, nossa plataforma deveria atender a qualquer usuário, sem a necessidade de intervenção junto ao computador ou telefone celular, como a instalação de programas de suporte.

Desse modo, desenvolvemos uma página de hipertexto, utilizando linguagem estruturada para apresentação de conteúdo denominado HTML5 (Hyper Text Markup Language, versão 5). Essa linguagem estruturada é um padrão suportado pela maioria dos navegadores de internet, sendo, dessa forma, possível utilizar qualquer sistema operacional para acessar nosso sistema, o que em nossa visão o torna extremamente democrático.

No experimento que será detalhado neste trabalho não adentraremos em outras funcionalidades do sistema desenvolvido como o controle bidirecional de dispositivos. Para realizar esse controle, adicionamos ao Raspberry Pi que se encontra no laboratório uma camada de programação em linguagem Node.js que permitiu desenvolver uma comunicação entre os dados físicos de sensores conectados ao Raspberry Pi para que fossem visualizados na página do referido experimento, bem como através da página do experimento há a possibilidade de controlar dispositivos como motores ou relés que estejam conectados no Raspberry Pi, através desta camada de programação na plataforma Node.js.

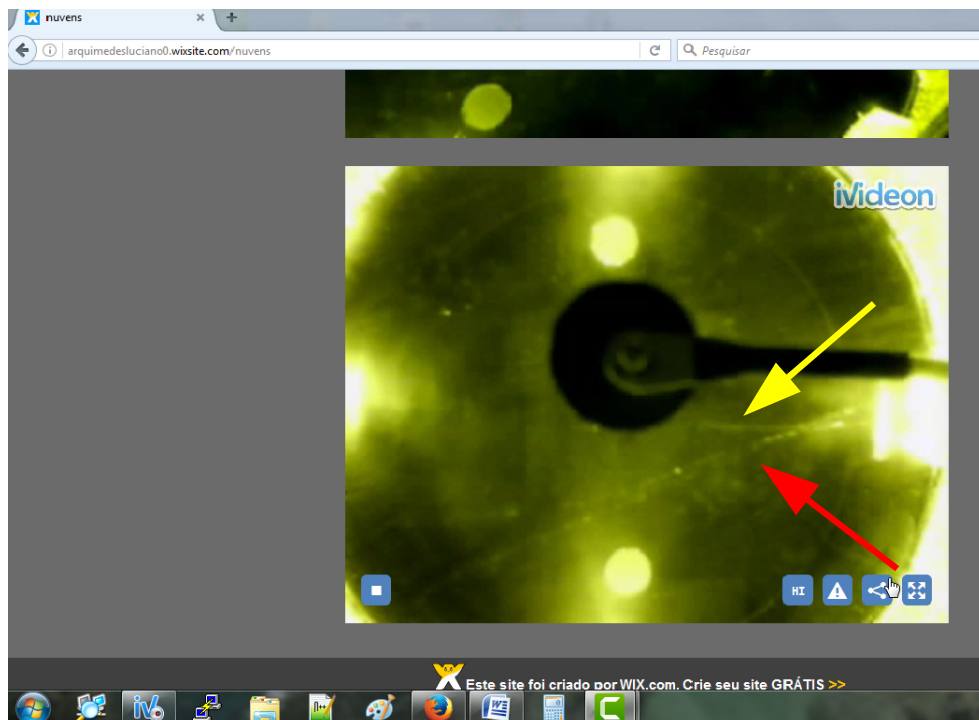
No presente experimento, além da visualização da câmara de nuvens, ainda adicionamos à página de acesso um sistema de reserva para utilização do laboratório, de modo a garantir que ocorresse uma manutenção programada antes de cada nova utilização por parte das escolas interessadas. Na Figura 2.11 podemos verificar a página inicial para uso do laboratório de acesso remoto.

Figura 2.11: Página inicial de acesso ao laboratório de acesso remoto.



Fonte: Autoria própria.

Figura 2.12: Seção da página que permite visualizar a câmara de nuvens.



Fonte: Autoria própria.

Na Imagem 2.12 podemos notar que, pelo funcionamento da câmara de nuvens, estamos observando o traço deixado pela passagem de um múon mais energético e possivelmente um múon de baixa energia. A seta vermelha indicando o múon mais energético e a seta amarela, o múon de baixa energia.

CAPÍTULO III

ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Nesta seção pretendemos delinear convenientemente todos os aspectos relativos à construção de nossa pesquisa, permitindo ao leitor compreender o direcionamento de nossas ações. Desse modo, apresentamos nossas questões norteadoras na primeira subseção e, na segunda, os sujeitos envolvidos e os espaços pertencentes à pesquisa. Na terceira subseção descrevemos o percurso metodológico empregado e, na última subseção, os instrumentos de coleta e análise dos dados.

Organização da seção

3.1 Questões norteadoras e objetivos da pesquisa

3.2 Contexto da pesquisa

3.2.1 Atores sociais envolvidos

3.2.2 Espaços sociais envolvidos

3.3 Percurso metodológico seguido

3.4 Instrumentos de coleta e análise de dados

3.1 Questões norteadoras e objetivos da pesquisa

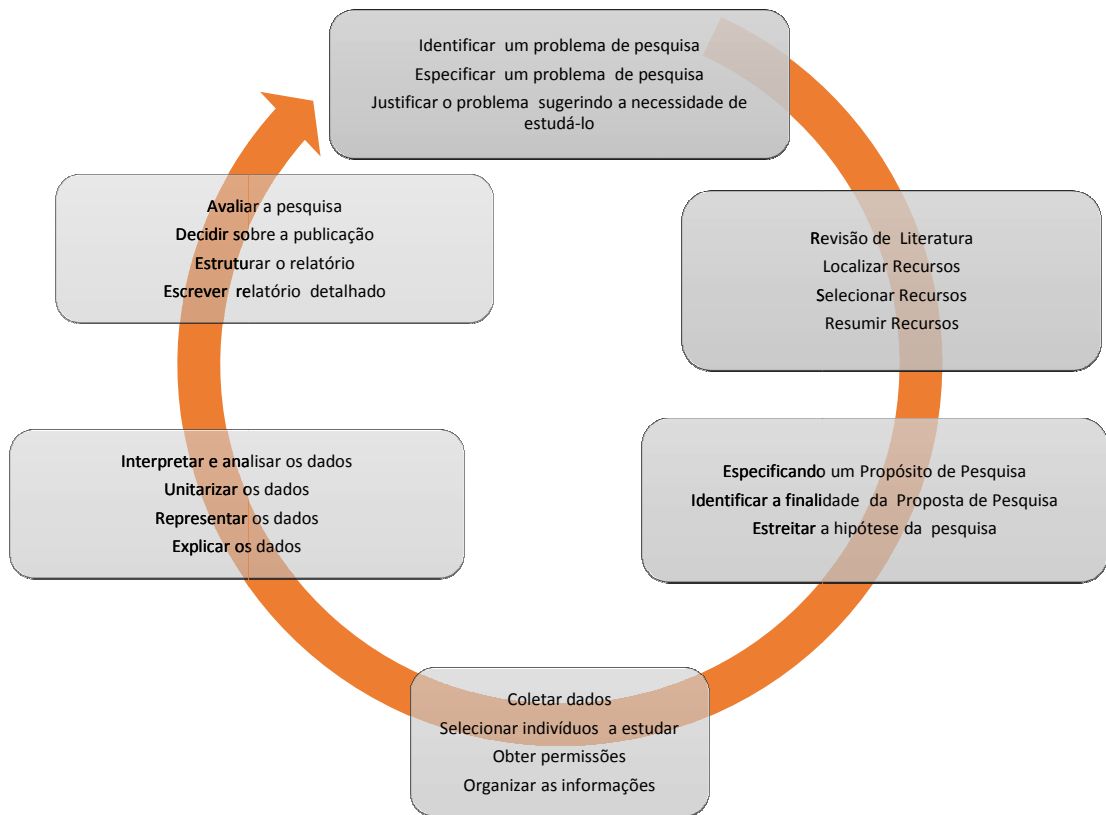
Caracterizamos nossa pesquisa dentro da vertente qualitativa, pois “os métodos da pesquisa qualitativa destacam a importância das várias perspectivas, reconhecendo que existem outras formas de visualizar e de explicar as coisas bem como formas e alternativas para mudá-las” (STAKE, 2011). Por concordar com Stake, pensamos nas múltiplas possibilidades de observação, intervenções e coleta de dados possível dada a vastidão da pesquisa qualitativa, para nos permitir vislumbrar melhor um grupo de indivíduos em uma realidade específica e, assim, também produzir uma conclusão sobre essa situação específica. Obviamente dentro desse escopo de especificidade buscamos encontrar traços que correlacionem os eventos e os indivíduos para que nossa conclusão tenha a devida validade.

Para autores da área metodológica em pesquisa como Lakatos e Marconi (2007), a definição de um tema de pesquisa deve levar em consideração as habilidades, interesses e possibilidades do pesquisador, bem como ser um assunto que, dentro dos prazos estabelecidos, possa ser “investigado cientificamente” (LAKATOS e MARCONI, 2007). Assim, segundo Creswell (2012), devemos iniciar as atividades de pesquisa partindo do estabelecimento de um problema de pesquisa. Para fins de direcionamento da fundamentação do problema de pesquisa, buscamos compreender melhor os aspectos referentes ao impacto de ações na formação docente que incluíssem atividades de ensino, propagadas a partir de novas tecnologias de informação e comunicação. A busca por delinear nosso problema de pesquisa seguiu o ciclo do processo de pesquisa desenvolvido por Creswell (2012), o qual representamos na Figura 3.1.

Conforme observamos no diagrama da Figura 3.1, também partimos de um problema específico que teria interesse público, envolvendo o ensino de física no ensino médio. Como desdobramento, buscamos informações na literatura atual que nos conduziu a fomentar as ações e discussões seguintes.

Entre essas ações, o recorte de que atores sociais deveriam ser envolvidos bem como o espaço social. E, conforme o aprofundamento da revisão literária seguia, emergiram assuntos que deveriam ser abordados, e, principalmente, como realizar as intervenções adequadas de modo a existir coerência entre os objetivos propostos às atividades realizadas e as reações esperadas.

Figura 3.1 – O processo de pesquisa.



Fonte: Sequência de atividades da pesquisa qualitativa. Creswell, 2012, p10.

Assim, verificamos que este trabalho se insere como uma pesquisa qualitativa. Segundo MINAYO (1995, p.21-22),

a pesquisa qualitativa responde à questões muito particulares. Ela se preocupa, nas Ciências Sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado, ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

Esta pesquisa se estrutura em dois pilares, dessa forma, dividimos o trabalho entre a construção de um conjunto de experimentos de FMC que terão a funcionalidade de serem acessados remotamente, constituindo um pilar. E no outro pilar alocamos as atividades relativas ao preparo dos docentes para utilizar essa plataforma de ensino com seus alunos.

A partir da conceituação definida inicialmente e considerando melhorias para o processo de aprendizagem, permitindo a interdisciplinaridade, a Universidade Estadual de Maringá está iniciando suas atividades em pesquisa sobre laboratórios de acesso remoto. O Departamento de Física dessa instituição conseguiu recursos aprovados junto ao programa LIFE/Capes com o intuito de instituir um laboratório de acesso remoto, visando ampliar as ações de complementação do ensino. Utilizamos esses recursos financeiros para adquirir os itens necessários à construção dos experimentos utilizados nesta pesquisa. Isso nos permitiu vislumbrar ampla gama de possibilidades dentro da utilização de um experimento de física contemporânea para serem inclusos nesta pesquisa.

Desse modo, a presente pesquisa tencionou responder à seguinte questão de pesquisa: *Um laboratório de acesso remoto para experimentos de física moderna e contemporânea (FMC), enquanto recurso didático, poderia atuar como elemento facilitador para a aprendizagem na componente curricular de física moderna no ensino médio?*

A questão da abstração, abordada por Pietrocolla (2005), remete à necessidade de apresentar aos alunos os conteúdos de FMC de maneira vinculada com a realidade e não apenas como um conceito distante e estéril. Essa questão proposta motivou a busca em compreendermos, a partir da análise do ensino dos conceitos de FMC, em que um laboratório de acesso remoto, por meio de experimentos envolvendo conteúdos com certo grau de complexidade, pode favorecer a aprendizagem de estudantes do ensino médio.

Conforme Pietrocolla (2005) aponta sobre o ensino de FMC, ainda há muito o que realizarmos sobre o tema, portanto, elaboramos nossas ações de modo a atender a alguns objetivos de pesquisa. Podemos destacar que o objetivo de nossa pesquisa foi investigar o potencial pedagógico de um laboratório de acesso remoto para o ensino de física moderna e contemporânea (FMC) no ensino médio.

Portanto, com vistas a obter êxito nesta pesquisa, elencamos os seguintes objetivos específicos: identificar, por meio das atividades de ensino de FMC, a influência do uso de um laboratório de acesso remoto no desenvolvimento da atividade experimental com alunos do terceiro ano do ensino médio, junto à componente curricular física; analisar a utilização de atividades experimentais, enquanto estratégia metodológica, para fornecer benefícios para a aprendizagem de conceitos da FMC.

Pela amplidão de temas associados à FMC, foi necessário realizar um recorte frente aos assuntos que pretendíamos estudar, portanto, os conceitos de FMC abordados foram

relativos à radiação cósmica e à interação de partículas advindas do espaço em uma câmara de nuvens. Tais conceitos permitiram desde discutir a compreensão dos alunos sobre a constituição da matéria até como a ciência produz seus resultados mediante observações indiretas.

3.2 O contexto da pesquisa

Com a finalidade de localizar o leitor quanto ao recorte no âmbito social, descrevemos, nas próximas duas seções, as características e motivações dos atores sociais envolvidos bem como os espaços utilizados para que a pesquisa se realizasse a contento.

3.2.1 Atores sociais envolvidos

A pesquisa envolveu um seleto grupo de atores sociais. Como nosso intuito era a demarcação das atividades de formação continuada atingindo docentes de física que atuassem no ensino médio, estabelecemos contato com professores da rede pública estadual que atende a escolas de ensino médio na cidade de Maringá. Foram convidados a participar do projeto dois professores do ensino médio do Núcleo Regional de Maringá. Estes professores ministram aulas em colégios da rede pública de ensino, pertencente ao Núcleo Regional de Maringá.

Os alunos envolvidos estavam cursando a 3ª série do ensino médio nos colégios Sílvio Magalhães Barros e Tomaz Edison Vieira, pois estavam na faixa etária adequada para aprender assuntos de FMC. A escolha desses atores foi intencional pelo fato de que os professores têm buscado mudanças metodológicas no ensino, apresentando interesse e disponibilidade para participar de atividades inovadoras no ensino.

3.2.2 Espaços sociais envolvidos

Conforme exposto anteriormente, construímos uma estrutura de pesquisa no Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá a qual denominamos laboratório de acesso remoto interdisciplinar. Nesta estrutura existem todos os dispositivos necessários para a realização dos experimentos de FMC propostos.

Utilizamos também a sala de reuniões do Pibid/física, na qual foram realizadas oficinas sobre laboratórios de acesso remoto, preparação de sequências didáticas e outras reuniões de discussão para sincronizar as atividades durante a realização do projeto.

Os outros ambientes utilizados foram os colégios da rede pública estadual, selecionados a participar dessa ação. Todos os colégios participantes possuem infraestrutura básica de acesso à internet, disponibilizada pela Secretaria de Educação do Estado do Paraná, bem como computadores e um local denominado laboratório de informática, sendo neste espaço realizado o acesso ao laboratório de acesso remoto. Tal infraestrutura é provida pelo projeto Paraná Digital. A largura de banda utilizada entre os colégios e a internet tem valor contratado de conexão de 10 Mbps, no Colégio Sílvio Magalhães Barros, e de 8 Mbps no Colégio Thomaz Edison Vieira. Esses colégios estão, respectivamente, localizados a 3,24km e 5,80km de distância em linha reta, a medida da distância foi realizada, utilizando-se a ferramenta disponível gratuitamente no endereço goo.gl/rMkokB, e essas informações estão agrupadas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1: Espaços escolares envolvidos.

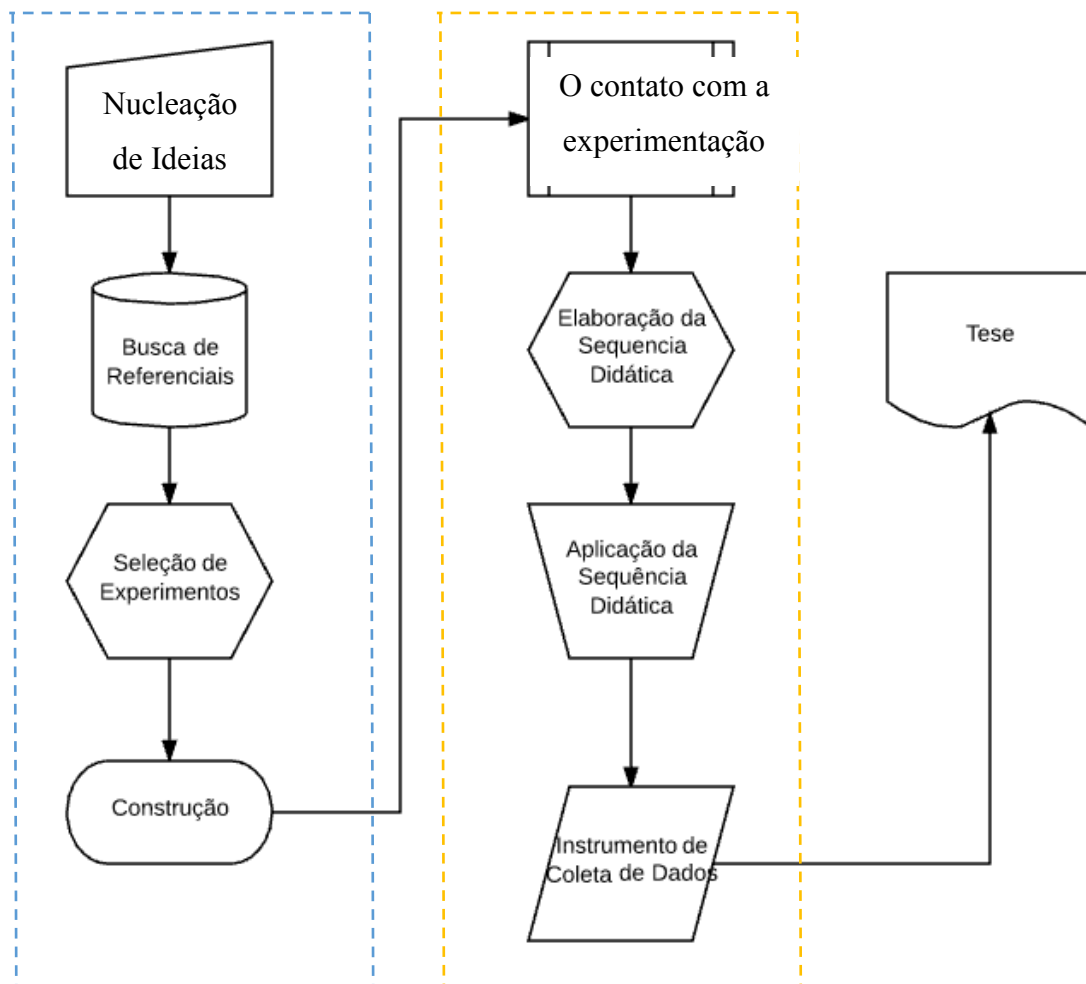
Escola	Distância ao laboratório (km)	Largura de banda da conexão (Mbps)	Alunos envolvidos
Colégio Estadual Thomaz Edison Vieira	5,80	8,0	44
Colégio Sílvio Magalhães Barros	3,24	10,0	43

Fonte: autoria própria.

3.3 Percurso metodológico seguido

De modo a organizar o trabalho de pesquisa, realizamos uma divisão da pesquisa em fases e etapas, e, conforme descrito no início desta seção, as fases representam pilares estruturais para o desenvolvimento da pesquisa, enquanto que as etapas consistem de unidades de ação em momentos bem definidos para a consolidação desses pilares. Denominaremos a primeira fase da pesquisa de fase nucleação de ideias e a segunda fase, de contato com a experimentação. Isso posto, passamos à declaração de cada atividade.

Figura 3.2: Organização e desenvolvimento da pesquisa.



Fonte: próprio autor.

Fase:Nucleação de ideias

Denominamos a primeira fase de nucleação de ideias, pois precisamos buscar referências bibliográficas, condensando informações como em um traço deixado na câmara de nuvens. Assim, o objetivo desta fase é nos permitir compreender o estado em que se encontram as pesquisas sobre o ensino de FMC no ensino médio e quais experimentos de FMC poderiam ser utilizados na pesquisa. Também nos preocupamos, nessa fase, em construir os experimentos antes de iniciar as atividades com os alunos. A separação em etapas descritas neste texto remete à separação de atividades realizadas durante o desenvolvimento do trabalho.

1ª Etapa – Busca por referenciais

Realizamos uma pesquisa de cunho bibliográfico, que, segundo GIL (1991, p.44), possui a finalidade de verificar os estudos atuais, relacionados aos temas abordados nesse projeto. Entre tais assuntos, destacamos a inclusão de tópicos de FMC no ensino médio, utilizando, para tanto, documentos oficiais norteadores de ações educacionais e livros didáticos, utilizados como referência bibliográfica para o ensino médio.

Ainda no âmbito da pesquisa bibliográfica, os temas relativos a sistemas computacionais e sistemas eletrônicos de aquisição de dados e transmissão de dados através de redes distribuídas, bem como a teoria do conhecimento, segundo os princípios do construcionismo (PAPERT, 2008), foram pesquisados. Sendo esse o referencial teórico do trabalho, também pesquisamos intensamente sobre o ciclo de atividade cognitiva, desenvolvida por Valente(1993) e Baranauskas (1993).Assim, esse se constitui como nosso amparo metodológico, pois traz luz às atividades de produção do conhecimento a partir das ações que pretendíamos realizar.

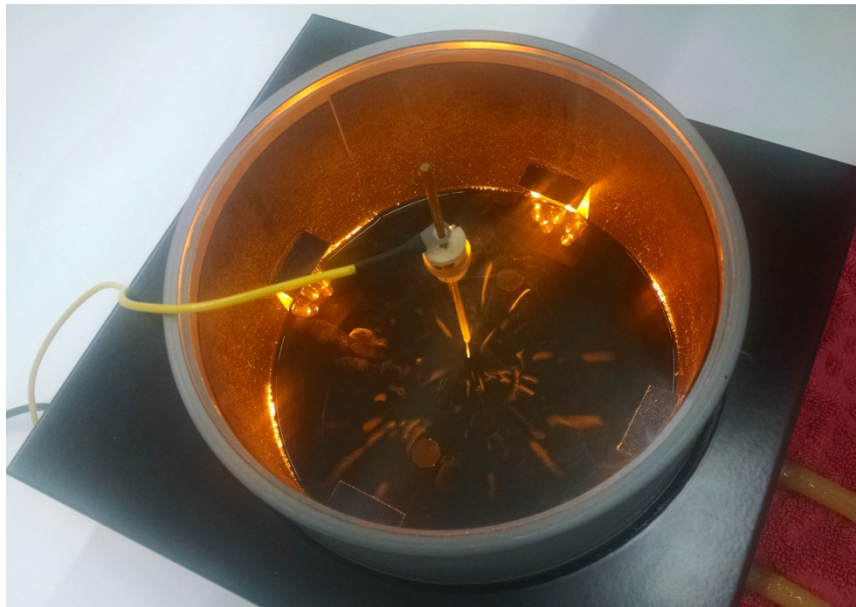
Na primeira etapa buscamos fomentar nossa capacidade metodológica de arguir e buscar elementos para a adequada coleta de dados de modo a conseguir, no momento de análise, validar os dados ora colhidos. Como base teórica de análise, elegemos a técnica de análise textual discursiva, proposta por Moraes e Galiazzi (Moraes, 2013), para analisar as falas dos atores sociais envolvidos.

2ª Etapa – Seleção de experimentos e alocação de recursos

Nesta etapa do trabalho estudamos os experimentos selecionados para a construção e utilização no ambiente de acesso remoto. Os experimentos selecionados foram aparato para espectrofotometria de baixo custo, conjunto para obtenção da constante de Planck e câmara de nuvens para observação de partículas cósmicas. Elencamos, para tanto, experimentos que, além de serem compatíveis com o nível de escolaridade a que serão disponibilizados, tratassem adequadamente de tópicos de FMC e principalmente que fossem passíveis de automatização.

Contudo utilizamos nesta pesquisa com os alunos apenas a câmara de nuvens para observação de partículas cósmicas, que está representada na Figura 3.3. Os experimentos foram instalados na sala 14 do bloco G-68 no campus sede da Universidade Estadual de Maringá, um local cedido pelo Departamento de Física.

Figura 3.3: Câmara de nuvens.



Fonte: Autoria própria.

3ª Etapa – A construção

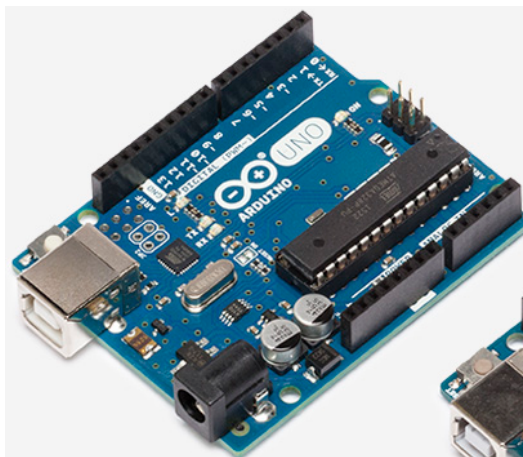
Foram construídos os experimentos e a plataforma virtual de acesso. Os experimentos estão instalados em local adequado de modo que puderam estar conectados a um computador servidor com a finalidade de prover acesso externo ao laboratório de acesso remoto.

Para a construção das unidades de interfaceamento entre os dispositivos experimentais e a internet, utilizamos, na etapa de aquisição de dados, a plataforma de prototipagem Arduino (BANZI, 2009), conforme vemos na Figura 3.4. Está conectada a um minicomputador Raspberry Pi (UPTON, 2013), que é a unidade que serve de conexão com a internet.

Utilizamos tal hardware pela grande liberdade de construção, permitida por tais dispositivos além do poder de processamento do Raspberry Pi e da possibilidade de não utilizar software proprietário (UPTON, 2013). As câmeras utilizadas para captura de imagem são fundamentadas na tecnologia de câmera IP (internet protocol), dada a versatilidade de conexão com a internet, pois são câmeras de vídeo construídas para funcionar conectadas na internet. E estas também apresentam transmissão de vídeo na taxa de quadros por nós planejada, assim, cada aparato experimental conta com diversos equipamentos conectados à internet de modo que estes precisam estar em constante comunicação para o funcionamento do sistema, como um organismo interagente de modo automatizado.

Essa etapa foi integrada com o projeto Life/UEM que possuía recursos já aprovados pela Capes. E ainda nessa etapa foram realizados testes de utilização e estabilidade da transmissão de dados.

Figura 3.4: Arduino Uno.



Fonte: BANZI, 2009.

Fase: O contato com a experimentação

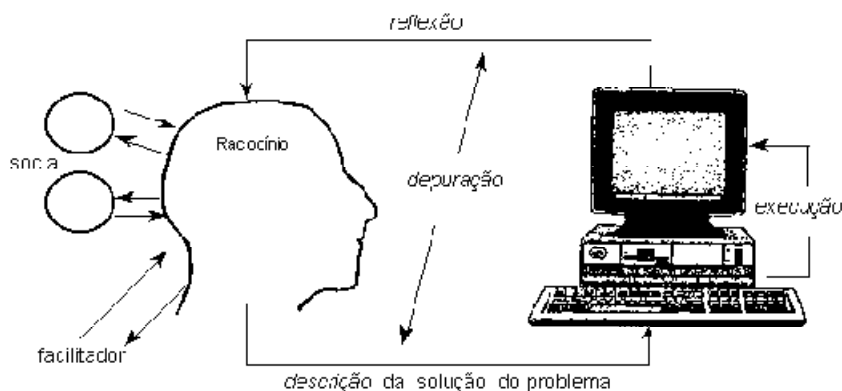
Adotamos esse nome “O contato com a Experimentação” para essa fase, pois os trabalhos desenvolvidos permitiram que tanto pesquisadores quanto sujeitos envolvidos com a pesquisa estivessem diretamente vinculados com o experimento. Então, nessa fase, temos como objetivos preparar os docentes com o conhecimento técnico dos equipamentos dispostos no laboratório de acesso remoto e, por meio de atividades construcionistas, permitir que compreendam a necessidade de mudança de metodologia no ensino médio. Também estávamos preocupados em atualizar os docentes quanto aos conteúdos a serem estudados. Portanto, separamos essa fase em três etapas.

1ª etapa – (oficina)

No primeiro momento foi realizada, junto aos professores convidados, uma oficina (aproximadamente 10 h), quando lhes foram apresentados os experimentos e seu funcionamento. Discutimos assuntos relacionados à FMC e que envolvem os experimentos do laboratório de acesso remoto. Nesse momento também foram apresentados e discutidos com os professores participantes o referencial teórico deste trabalho, que se trata do construcionismo de Papert (2008), e a metodologia proposta para ser a norteadora do desenvolvimento das atividades, segundo Valente (1999). Esse autor apresenta o processo de aprendizagem por meio do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração.

Durante essa etapa da pesquisa, nós e os professores participantes elaboramos seminários sobre o estado da arte dos laboratórios de acesso e remoto e as tecnologias disponíveis para a estruturação de um experimento com acesso remoto.

Figura 3.5: Ciclo de aprendizagem do construcionismo.



Fonte: (VALENTE, 1993, p. 36).

2ª etapa – (elaboração da sequência didática)

De modo a preparar os professores para as ações que seriam conduzidas, realizamos uma oficina sobre produção de sequência didática, concatenando os referenciais teóricos. Os professores, após participarem dessa oficina, elaboraram uma sequência didática que está exposta na íntegra no Apêndice 1, seguindo os pressupostos de Zabala (1998), na qual selecionamos que atividades seriam desenvolvidas envolvendo o experimento de câmara de nuvens, disponível no laboratório de acesso remoto.

Nessa sequência didática, reforçamos a preocupação em utilizar o experimento seguindo os pressupostos do construcionismo como metodologia para que buscássemos garantir a efetividade do ciclo de atividades cognitivas de Valente (1993).

A finalidade dessa sequência didática foi que os professores pudessem aplicá-la em sala de aula, junto a seus alunos, com o intuito de que as atividades que contemplassem o uso do laboratório de acesso remoto como recurso didático fossem favoráveis à aprendizagem do conteúdo selecionado. A sequência didática construída possuía a seguinte estruturação:

Na introdução apresentamos conceitos físicos, correlatos a novas tecnologias, partindo do questionamento: *De que são feitas as coisas?* Esse conteúdo, muitas vezes, é suprimido da grade curricular pela falta de aulas na disciplina de física.

Assim, a problemática conceitual versou sobre a constituição da matéria, com o intuito de entendermos que existem outras partículas além de elétrons, prótons e nêutrons. A duração foi de seis aulas, sendo duas de fornecimento de base teórica e discussão e duas versando sobre a parte experimental. E, ao final das quatro primeiras aulas, uma atividade de grupo focal para discutir sobre as ações desenvolvidas e conteúdos aprendidos. O experimento estudado será o da câmara de nuvens, tratando dos conceitos fundamentais para o entendimento de seu funcionamento, como estrutura da matéria e partículas elementares, radiação e raios cósmicos, bem como suas interações com a matéria.

A câmara de nuvens desempenhou papel muito importante no avanço dos sistemas de detecção de partículas de altas energias e é uma atividade experimental com grande ganho conceitual, por apresentar, de maneira bem perceptível, a interação das partículas com o vapor supersaturado, presente na câmara.

O principal objetivo foi familiarizar os alunos com conceitos de física de partículas, englobando a composição da matéria, física nuclear, além da utilização de novas tecnologias em sala de aula, no caso, o laboratório de acesso remoto.

Pretendemos, no processo avaliativo, observar, a partir do realizado, o que ocorreu de forma proveitosa ao que concerne aos alunos, expandir seus conhecimentos acerca de conceitos de física de partículas e que a natureza que os cerca ainda contém elementos belos a serem observados e compreendidos em sua totalidade.

Quadro 3.2: Resumo da estrutura da sequência didática.

Aula	Objetivos	Ações
Do que são feitas as coisas	<p>Conhecer e discutir sobre as estruturas elementares da natureza.</p> <p>Expressar opiniões oralmente e por escrito.</p> <p>Trabalhar em grupo e respeitar as opiniões dos colegas.</p>	<p>Apresentação do modelo padrão.</p> <p>Discussão sobre a estrutura física da matéria e apresentação das partículas elementares da natureza.</p> <p>Apresentação dos modelos atômicos atuais.</p> <p>Interação partícula antipartícula.</p> <p>Aplicação de um questionário inicial para verificar o conhecimento acerca do tema tratado.</p>
Radiação e suas formas	<p>Apresentar o conceito de radiação e mostrar como ela é encontrada na natureza.</p> <p>Estudar o contexto histórico da descoberta da radiação (principais pesquisadores / utilizações iniciais da nova tecnologia).</p> <p>Entender o que é o decaimento radioativo/emissão de partículas /diferenciação de emissão α, β, γ.</p>	<p>Discussão sobre radiação em suas formas naturais.</p> <p>Apresentação das formas de radiação.</p> <p>Mostrar como a radiação nos afeta.</p> <p>Questionar sobre como foram feitos os estudos nessa área.</p>
Introdução ao experimento câmara de nuvens e detectando as primeiras partículas!	<p>Detectar partículas ionizadas.</p> <p>Chegar a uma analogia sobre a natureza corpuscular da luz.</p> <p>Introduzir, conceitualmente, o experimento da câmara de nuvens.</p> <p>Familiarizar os alunos com o experimento.</p> <p>Histórico do experimento (desenvolvedor).</p> <p>Funcionamento do experimento,</p>	<p>Retomar a problematização de como foram feitos estudos sobre radiação.</p> <p>Apresentar como a câmara de nuvens funciona conceitualmente.</p>

	<p>relembrando os conceitos já vistos em sala de aula.</p> <p>Utilização do mesmo, explicando a importância da descoberta de novas partículas e tecnologias necessárias para suas descobertas (desenvolvimento das telecomunicações, medicina).</p> <p>Observar e analisar os resultados obtidos no experimento.</p> <p>Visualização do experimento por meio do laboratório de informática, utilizando o acesso remoto.</p> <p>Manipulação para demonstração do que ocorre.</p> <p>Relacionar os resultados visualizados com o conteúdo já visto anteriormente.</p>	
<p>Detectando as partículas de fontes radioativas</p>	<p>Detectar partículas ionizadas com a fonte radioativa de ^{210}Pb.</p> <p>Propor o questionamento da diferença entre a câmara com e sem a fonte radioativa.</p> <p>Concluir sobre a importância de pesquisas na área de física de partículas.</p>	<p>Observar a câmara em funcionamento, agora com a fonte radioativa.</p> <p>Propor o questionamento a respeito das diferenças observadas.</p>
<p>Apresentação dos dados que forem coletados durante o desenvolvimento da unidade didática.</p>	<p>Verificar a aproximação dos alunos com os conceitos abordados na sequência didática.</p>	<p>Esta atividade será composta por uma discussão na modalidade grupo focal.</p>

Fonte: autoria própria.

3ª etapa - (aplicação da sequência didática)

Depois da elaboração dessa sequência didática, os professores desenvolveram as aulas com os alunos de suas turmas, nas escolas onde lecionam, inicialmente apresentando a estrutura teórica dos conceitos e depois utilizando o laboratório de acesso remoto e as atividades propostas na sequência elaborada.

3.4 Instrumentos de coleta de dados

De modo a compreender as implicações de nossas ações durante a pesquisa e as possíveis conclusões que esta pesquisa qualitativa pode proporcionar, carecemos coletar informações durante a pesquisa. Segundo Lakatos, temos que a coleta de dados é definida como “Etapa da pesquisa em que se inicia a aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas, a fim de se efetuar a coleta dos dados previstos” (LAKATOS e MARCONI, 2007, p. 167).

Assim, conforme nos indica Robert Stake, “A primeira responsabilidade do pesquisador é saber qual é o acontecimento, enxergá-lo, ouvi-lo, tentar compreendê-lo. Isso é muito mais importante que fazer a observação perfeita ou obter a citação perfeita” (STAKE, 2011, p.107).

Seguindo essa proposta, utilizamos questionários de pesquisa (Apêndice 2 – questionário inicial - e Apêndice 6 – questionário final) para caracterizar os atores sociais, denominados alunos, que participaram da pesquisa. A coleta de dados ocorreu em dois momentos, no início da pesquisa, para permitir que nos alinhássemos com a realidade dos atores, e no final para coletar as percepções dos atores sobre as interações.

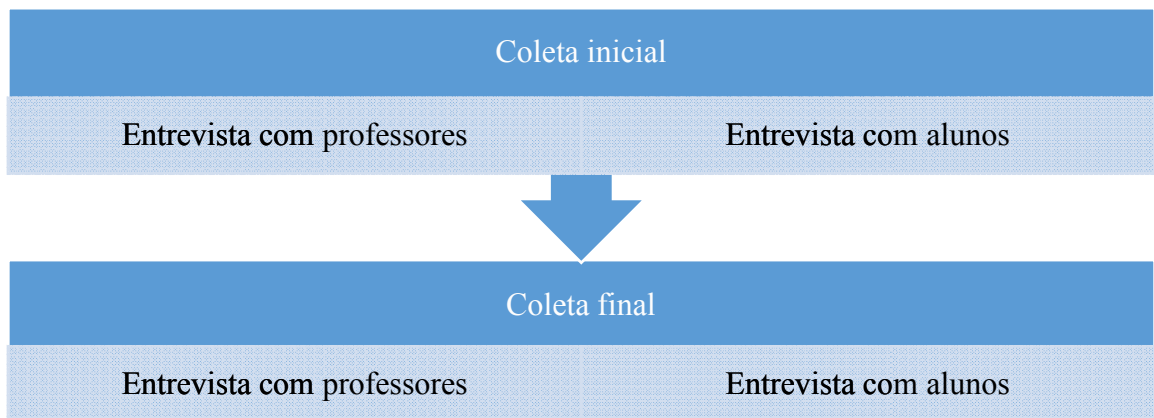
Portanto, foram utilizados dois questionários para os alunos, com objetivos distintos, o primeiro objetivava levantar informações sobre os conhecimentos prévios dos alunos frente ao conteúdo de FMC e sua proximidade com as tecnologias da informação. No segundo questionário o objetivo era investigar as percepções dos alunos quanto ao aprendido a partir da intervenção realizada no que tange aos conceitos de FMC abordados.

Escolhemos esse instrumento de coleta, considerando o número de indivíduos envolvidos. Conceituamos questionário um instrumento pois, conforme Stake, “um questionário de pesquisa social é um conjunto de perguntas, afirmações ou escalas geralmente feitas da mesma forma para todos os entrevistados” (STAKE, 2011, p. 111).

Na coleta inicial optamos por apresentar, juntamente ao questionário (Apêndice 2), uma situação problema envolvendo radiação cósmica em um caso real para instigar os alunos a participarem da pesquisa. O elemento motivador permitiu que os alunos ficassem mais dispostos a responderem o questionário livremente. Para os atores sociais, denominados professores participantes, preferimos utilizar, como instrumento de coleta, entrevistas semiestruturadas. Os instrumentos de coleta, utilizados para as entrevistas dos professores,

estão apenas nos Apêndices 1 e 5, sendo que os professores foram entrevistados antes da utilização do laboratório de acesso remoto e depois de terminar as aulas planejadas pela sequência didática. No quadro seguinte esclarecemos os processos conduzidos durante a coleta de dados.

Quadro 3.3: Organização da coleta de dados.



Fonte: Autoria própria.

3.5 Análise de dados

Após coletados os dados, tanto para Creswell (2012) quanto para Stake, (2011) é de suma importância, num processo de pesquisa, organizar os dados coletados e tratá-los por um método (técnica) de análise que permita ao pesquisador de pesquisa qualitativa separar as falas e observações pertinentes das não pertinentes. Para tanto, várias são as possibilidades técnicas desenvolvidas no cerne da metodologia de pesquisa. Elencamos, para nossa pesquisa, a análise textual discursiva, técnica proposta por Roque Moraes (MORAES, 2013). Detalharemos mais sobre a técnica no capítulo de análises. As entrevistas foram gravadas em áudio e vídeo e realizadas no espaço do laboratório de acesso remoto e os questionários, respondidos pelos alunos nos respectivos colégios. As entrevistas tiveram seu áudio transcrito, seguindo o padrão de transcrição, abaixo apontado, para descrever expressões não verbais dos entrevistados.

Quadro 3.4: Principais sinais acordados em uma transcrição no Brasil.

Sinais	Normas acordadas em transcrição de dados
...	Para indicar qualquer tipo de pausa
()	Para indicar hipótese do que se ouviu
(())	Para inserção de comentários do pesquisador
::	Para indicar prolongamento de vogal ou consoante. Ex.: “éh::”
/	Para indicar truncamento de palavras. Ex.: “o pro/ ... o procedimento”
--	Para silabação de palavras. Ex.: “di-la-ta-ção”
Maiúsculas	Para entonação enfática
(____)	Para falas sobrepostas
[____]	Para falas simultâneas
N, I, S	Simultaneidade das diferentes linguagens (oral, escrita, gestual)

Fonte: Estudo comparado dos padrões de concordância em variedades brasileiras, européias e africanas, coordenado por Silvia Rodrigues Vieira e Maria Antónia Ramos Coelho da Mota.⁶

Os questionários tiveram seus dados digitalizados e foram analisados por meio de análise textual discursiva, proposta por Roque Moraes e Maria do Carmo Galiazzi. Alguns dos resultados provenientes dos questionários permitiram realizar tabulações e produzir uma avaliação estatística quanto aos perfis dos envolvidos.

As transcrições das entrevistas, quando utilizadas, serão inclusas no corpo do texto, com uma indicação de quem foi o ator da pesquisa que emitiu aquela fala, contudo manteremos, preservada, a identidade real dos participantes. Esses, portanto, foram os encaminhamentos metodológicos por nós realizados durante a execução da pesquisa.

Como forma de análise de tais dados, optamos por utilizar a análise textual discursiva, proposta por Moraes (2007).

a análise textual discursiva pode ser compreendida como um processo auto organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem a partir de uma sequência recursiva de três componentes: a desconstrução dos textos do “*corpus*”, a unitarização; o estabelecimento de relações entre os elementos

⁶O trabalho referido no quadro está disponível via acesso digital no endereço http://www.concordancia.lettras.ufrj.br/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=58, acesso realizado em 15/07/2016.

unitários, a categorização; o captar o emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (MORAES, 2007, p.12)

Partindo das palavras desse autor, temos de perceber que tal análise representa um método no qual, além de buscarmos o explícito, também permite avaliar o não dito no texto, desde que o sentido apresentado pelo sujeito permaneça mantido na reprodução do pesquisador. A tarefa do pesquisador que se propõe a utilizar tal processo de análise deve ser rígida no que toca a compreender a fala do sujeito analisado no texto, bem como interpretar essa fala, de maneira coerente.

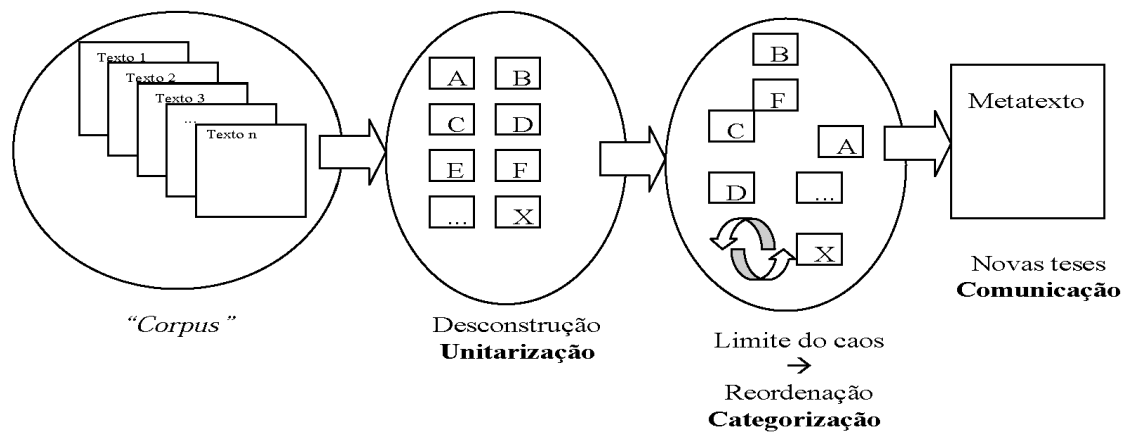
Contudo, conforme o próprio elaborador da análise textual discursiva enfatiza, não há leitura e interpretação desprovidas de uma teoria, ou seja, o pesquisador, enquanto leitor, carrega em seu olhar uma ideologia própria. Desse modo, na busca pela compreensão do texto, é necessário considerar a visão daquele que escreveu o mesmo. E, conforme Moraes, ao valorizar a perspectiva do outro, conseguir avaliar atitudes fenomenológicas.

Os textos coletados durante a pesquisa, e delineados pelo pesquisador, portanto, correspondem ao “corpus” de análise, procuramos, então, buscar uma unitarização, fragmentando o texto base e produzindo unidades que apresentem o mesmo conjunto de significância entre si. Tal possibilidade nos conduz à próxima fase da análise na qual buscamos estabelecer relações entre as unidades de texto.

Essas relações podem ser explicitadas anteriormente à análise do *corpus* correspondendo a categorias impostas a priori enquanto que certas relações não de ser percebidas apenas no processo de busca de relações, tais categorias são descritas como categorias a *posteriori*. O diagrama da Figura 3.6 reflete a sequência de ações na análise textual discursiva.

Com a perspectiva de organizar uma nomenclatura incógnita para os participantes da pesquisa, utilizaremos a seguinte padronização: **A1** representará a fala do aluno 1. Desse modo, ao utilizarmos o binário composto, iniciado pela letra A em negrito e anexado a um número natural, indicaremos a fala de um aluno. De modo semelhante, utilizaremos o binário **P1**, para indicar a fala do professor 1, e **P2** para indicar a fala do professor 2.

Figura 3.6: A sequência de procedimentos na análise textual discursiva.



Fonte: TORRES et. al., 2008, p.4.

Durante uma análise preliminar dos textos e produção do *corpus* de estudo, podemos observar a emergência de diversas categorias, que foram associadas a temas unificadores, propostos inicialmente durante a etapa de preparação dos instrumentos de coleta. De modo a permitir fácil identificação dos temas com as categorias, produzimos um quadro ilustrativo relacionando as categorias com seus respectivos temas. Assim, apresentamos, no Quadro 3.5, as categorias que emergiram desse tema, bem como as justificativas pautadas em nosso referencial teórico.

Quadro 3.5: Resumo dos temas e categorias analisadas.

Tema 1: O ensino de FMC no ensino médio

	Categorias:
	1.1 Estrutura escolar e experimentação de FMC
	1.2 A realidade das partículas
	1.3 Como vejo o mundo
Tema 2: A realidade das tecnologias em sala de aula	
	2.1 Realidade vigente

	2.2 Conceitos prévios em FMC
	2.3 As tecnologias de rede e os modos de conexão
	2.4 O docente na era digital
	2.5 O aluno conectado
Tema 3: O laboratório de acesso remoto	
	3.1 A mudança de percepção da física de partículas
	3.2 A mudança vem pelo método
	3.3 O docente e o aluno construcionistas
	3.4 O conteúdo construído
	3.5 Dificuldades práticas e expectativa de melhora

Fonte: Autoria própria.

A intervenção realizada tratou também de coletar dados referentes à compreensão prévia dos conceitos a serem abordados bem como buscar informações inerentes aos momentos seguintes à atividade de acesso remoto realizada. Entre os dados coletados estão transcrições de entrevistas semiestruturadas, realizadas com os professores partícipes, e questionários respondidos pelos alunos sujeitos da pesquisa. Tais dados correspondem a textos dissertativos que permitirão analisar a proposta educacional neste trabalho, realizada de modo a buscar compreender as ações realizadas.

CAPITULO IV

ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

Neste capítulo o leitor poderá verificar a confrontação entre as informações coletadas, a partir das entrevistas durante a pesquisa, com os referencias teóricos utilizados. Conforme já alertado no segundo capítulo, em que discorremos sobre os métodos de pesquisa e análise empregados, apresentamos, neste terceiro capítulo, discussões analíticas sobre as entrevistas e questionários transcritos. Serão abordados três temas de análise, partindo do *corpus* selecionado.

ORGANIZAÇÃO DA SEÇÃO

- 4.1 Organização das análises**
- 4.2 A física moderna e contemporânea e o ensino médio**
- 4.2.1 Estrutura escolar e experimentação de física moderna e contemporânea
- 4.2.2. A realidade das partículas
- 4.2.3. Como vejo o mundo
- 4.3 A realidade das tecnologias em sala de aula**
- 4.3.1 Realidade vigente
- 4.3.2 Conceitos prévios em FMC**
- 4.3.3 As Tecnologias de Rede e os Modos de Conexão**
- 4.4 As Mudanças produzidas através do laboratório de acesso remoto**
- 4.4.1 A Percepção da física de partículas
- 4.4.2 O Docente e o Aluno Construcionistas
- 4.4.3 Dificuldades práticas e Expectativa de Melhora

4.1 Organização das análises

Em uma atividade de pesquisa os dados coletados devem ser analisados, a partir de uma avaliação reflexiva. Dessa forma, podemos perceber quais as contribuições destacadas pela pesquisa, bem como quais as inépcias referentes à mesma. Conforme abordamos no capítulo de descrição metodológica, a análise conduzida nesta seção seguirá os pressupostos de Moraes (2003) em sua análise textual discursiva.

Como descrevemos anteriormente, nessa técnica de análise procuraremos relacionar as falas dos envolvidos com os conceitos norteadores, delineados no início da tese. E produziremos um texto que deve organizar as ideias dos pesquisadores em torno de temas geradores, permeando o texto com citações referenciais e com as falas dos atores sociais envolvidos.

Além das discussões em torno das falas também abordaremos resultados quantitativos, colhidos junto aos atores sociais, dados estes que permitem determinar um panorama da realidade dos envolvidos, favorecendo, assim, a compreensão do espaço habitado por esses indivíduos.

4.2 A física moderna e contemporânea e o ensino médio

Segundo a visão norteada pelos PCN's para o ensino de física no ensino médio, há mais que se oferecer ao aluno, pois as competências em física são firmadas no aprendiz quando este associa o conhecimento físico a situações cotidianas, impregnadas também de outros conhecimentos, permitindo a esse indivíduo que o conhecimento físico se estruture como conhecimento cultural e científico.

Determinados aspectos da FMC são considerados indispensáveis para conduzir os aprendizes a uma compreensão mais ampla da estruturação da matéria e conseqüentemente de novos materiais, cristais líquidos e lasers, presentes em dispositivos tecnológicos de uso cotidiano (BRASIL, 2002, p.19). Nesse sentido, faz-se necessário que tais aspectos e conceitos sejam discutidos e aproximados da vivência escolar dos alunos.

Dessa forma, nesse tema pretendemos compreender os caminhos e direcionamentos da FMC no ensino médio. O tema foi subdividido em três categorias de análise, que emergiram das falas produzidas pelos atores sociais envolvidos.

4.2.1 Estrutura escolar e experimentação de física moderna e contemporânea

As questões utilizadas para a análise da presente categoria estão dispostas nos Quadros 4.2 e 4.3 abaixo:

Quadro 4.2: Questões para os professores, analisadas nas categorias 4.2.1 e 4.2.2.

Questão	Objetivo
Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (9.394/96) e as Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná, existe orientação para o ensino de tópicos de FMC no ensino médio, Descreva as atitudes docentes de encaminhamento para realizar tais atividades de ensino.	Verificar como os professores procedem para incluir no ensino os conceitos de FMC.
Como você descreve a estrutura física disponível para realizar experimentos de FMC na escola em que atua?	Caracterizar as possibilidades atuais no ensino de FMC.
Como você descreveria as políticas educacionais frente à atualização dos conteúdos a serem ensinados de modo a inserir, ou como a LDB cita, promover a formação de um cidadão com amplo conhecimento científico?	Identificar se existem ações de ordem estatal que visam atualizar os processos de ensino de modo a incluir no currículo real as previsões de conteúdos da lei vigente.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 4.3: Questões para os alunos, analisadas nas categorias 4.2.1 e 4.2.2.

Questão	Objetivo
Conforme a notícia acima, sabemos que partículas de alta energia, emitidas pelo Sol,	Buscar concepções prévias acerca do assunto.

podem viajar por todo o espaço, atingindo diretamente nosso planeta. Explique, com suas palavras, qual o motivo de tamanha destruição que pode ser provocada pela tempestade solar.	
Nas aulas anteriores vocês mantiveram contato com conceitos de FMC, referentes a tempestades solares e partículas elementares observáveis. Descreva o que você visualizou na câmara de nuvens. Você conseguiu perceber traços com características diferentes? Quantos traços diferentes você viu?	Investigar sobre a compreensão do experimento realizado.
Já era de seu conhecimento que partículas advindas do espaço poderiam estar presentes em sua sala de aula? E que elas poderiam interferir em uma nuvem? Ou em um sistema de televisão? Descreva o que você pensava sobre o assunto e o que mudou em sua compreensão depois de ter utilizado o experimento.	Investigar a relação entre os conceitos discutidos no experimento com a realidade vivida pelo aluno.

Fonte: Autoria própria.

A contemporaneidade vivida pelos alunos do ensino médio é permeada de resultados práticos da aplicação e desenvolvimento dos conceitos básicos da FMC. Como FMC consideramos o arcabouço teórico, formado pelas teorias subjacentes à teoria da relatividade e física quântica, de modo a distinguir da mecânica newtoniana e do eletromagnetismo maxwelliano, consideradas “física clássica” (HALLIDAY, 2016).

Entretanto, por mais vivência com dispositivos tecnológicos que esses alunos tenham, o currículo adotado na escola ainda não contempla a inserção de tópicos de FMC. Entre os problemas evidenciados, a partir de nossa pesquisa, podemos elencar que a estrutura escolar não apresenta material laboratorial para a realização de experimentos de FMC.

Conforme a fala do professor **P2**, “*mais ... o grande problema da escola inclusive de vá (::)rias escolas é a completa inexistência de material especificamente de física que é o material mais caro*”. Além dessa observação, podemos também verificar a ausência de uma

proposta de formação continuada com a intenção de garantir ao professor que este possa se preparar metodologicamente para intervir, proporcionando ações no ensino de FMC no ensino médio, Incluímos a fala do professor **P1** que revela: *“quando tem formação é local, da universidade junto com os professores, nada que venha lá de cima (se referindo à secretaria de educação do estado)”*. Tais falas corroboram a ideia de que o estudo de FMC no ensino médio, quando tratado, se faz na grande maioria das vezes em conceitos abstratos, dificultando o aprendizado do mesmo e deixando uma distância entre a realidade empregada na natureza e suas aplicações na sociedade.

Tal abstração desmotiva os estudantes para estudar tais conceitos, pois, segundo Pietrocola (2005), a física ensinada deve ser a real de modo a ser compreensível pelos alunos. Contudo Morin apresenta que *“As ideias e teorias não refletem, mas traduzem a realidade”* (2000, p 85), portanto, tal autor nos mostra que a realidade de um indivíduo representa a ideia do indivíduo de realidade. Assim, foi de suma importância buscar a compreensão das ideias dos alunos e professores sobre FMC, especificadamente sobre física de partículas.

No início da pesquisa, durante as atividades de construção da sequência didática, provocamos os alunos, partindo da discussão acerca de uma matéria de jornal que destacava a problemática de uma tempestade solar (Apêndice 2). Logo após a discussão, os alunos das escolas participantes preencheram um questionário que tendia a coletar informações que permitiriam investigar sua compreensão acerca da existência de tais partículas.

Assim, por meio da fala de um dos sujeitos da pesquisa, o aluno **A14**, que aponta: *“Era possível ver o trajeto das partículas na câmara. Algumas desciam retas, outras faziam curva. Outras até mesmo desciam em espiral. Pelo que me lembro pude ver uns quatro tipos de trajeto diferentes”*. Nessa fala evidenciamos que o indivíduo, ao ter contato com a visualização do experimento, pôde associar a trajetória observável que a partícula, advinda do espaço ao adentrar a câmara de nuvens, deixou na nuvem de álcool isopropílico.

Tal percepção nos conduz a acreditar que ocorreu ao menos a compreensão de que as partículas elementares, estudadas anteriormente apenas de modo teórico, foram assimiladas como “objetos” do mundo real por esse aluno. O mesmo indivíduo, aluno **A14**, quando questionado sobre seus conhecimentos prévios acerca de tais partículas, nos responde: *“não era de meu conhecimento. Eu sabia sobre a atmosfera e como ela nos protegia dos raios solares, mas era só isso”*. Então podemos verificar que houve mudança em sua concepção sobre a existência de tais partículas, correlacionando com a fala do professor **P2**, que estava

junto à turma no momento da realização do experimento: *“os alunos estavam empolgados, pois até os anos anteriores o conteúdo era sempre estudado como um acredite se puder e agora os alunos vivenciaram a possibilidade de ver ao menos as trajetórias deixadas pelas partículas”*.

Conforme sabemos, há urgente necessidade de que a FMC no ensino médio seja ensinada de modo amplo. Muitos são os trabalhos que nos apontam isso, poderíamos citar, por exemplo, os trabalhos de pesquisadores como Pietrocola (2005), Moreira (2012), Terrazan (1992), Brockington e Pietrocola (2005) Ostermann e Moreira (2000), que são expoentes que apontam a necessidade da inclusão de tais conteúdos no ensino médio. Porém é fundamental perceber que não há, de modo algum, mudanças significativas ocorrendo. Grande parte dessa ausência de mudanças pode ser observada na fala dos nossos entrevistados, no caso, tanto o professor **P1** quanto o professor **P2** revelam que não há uma política pública permanente que tenda a suplantiar as mudanças necessárias, impostas pela lei de diretrizes e bases, desde o ano de 1996.

No caso específico de nossos entrevistados, estes apontam que as únicas ações sugeridas partiram do Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá. Que propôs atividades para formação continuada de professores. De modo que trabalhos vêm sendo feitos no que tange a essa formação continuada, mas são tentativas puramente pontuais. A fala do professor **P2** nos aponta tais situações na formação docente continuada: *“não há em nenhum aspecto uma política pública para ao menos fornecer equipamento para as nas escolas”*. Ainda o mesmo professor aponta que, pela redução da carga horária da disciplina de física, *“Nos últimos quinze anos a carga horária de física já caiu a um terço, e a alternativa é cortar conteúdos então outros conteúdos são deixados de lado para permitir que os tópicos (FMC) sejam incluídos” (P2)*.

O que ocorre é uma substituição de conteúdos de modo que, conforme nos diz o professor **P2**: *“conteúdos como mecânica de fluídos e capacitores são cortadas da ementa para que novos tópicos sejam incluídos”*.

Entretanto o professor **P1** e o professor **P2** apontam que procuram fazer ações que permitam, aos poucos, integrar os tópicos de FMC na componente curricular de física. O professor **P2** admite que *“e vídeos que eu usei também né, do Brian Greene”*, o que indica que esse professor apresenta vídeos aos seus alunos com a temática de FMC.

Quanto ao que tange aos experimentos de FMC, o professor **P2** descreve que “*os itens experimentais utilizados são itens que comprei às minhas próprias expensas*”. Segundo o que nos falam tanto o Professor **P1** quanto o Professor **P2**, a revelação que temos é de não abordarmos FMC no ensino médio em parte pelas contingências orçamentárias e falta de preocupação para que a FMC seja inclusa efetivamente no ensino médio. Desse modo, a FMC vem sendo tocada apenas superficialmente por esses professores durante as ações de ensino. Segundo **P2**, “*Mas assim, sempre buscar de uma forma a linguagem mais simples possível. Para ninguém sair correndo assustado né*”.

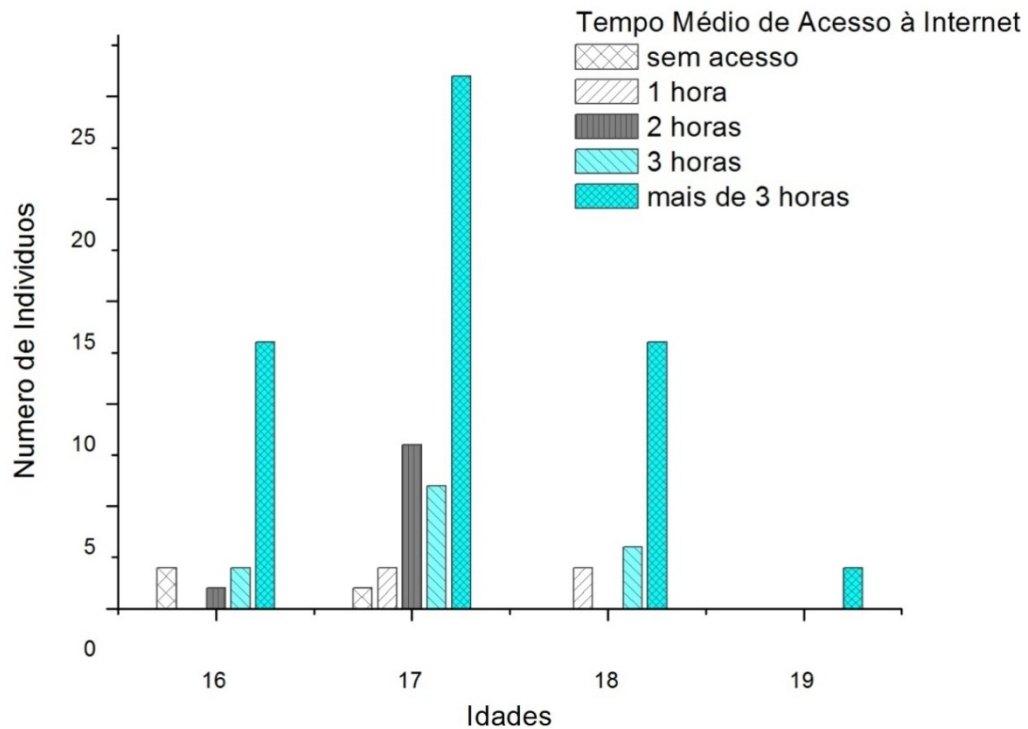
Notamos que, ao compararmos as ideias de Taylor (1966), por meio da construção da câmara de nuvens de Taylor, com a situação atual da estrutura escolar, verificamos que, desde muito tempo, já se preocupava com a inclusão de temas de FMC. Porém tais possibilidades ainda estão distantes do nosso alunado no aspecto de ensino-aprendizagem, contudo esses mesmos alunos que estão afastados do aprendizado de FMC estão imersos em um mundo completamente ocupado por dispositivos e fenômenos que são descritos por conceitos de FMC.

Apresentamos, no Gráfico 4.1 a seguir, a distribuição de alunos por tempo em que utilizam recursos da internet. Neste, agrupamos os indivíduos em seções por idade e por tempo de acesso à internet. Os indivíduos desse grupo analisado têm faixa etária média de 17,04 anos de idade e permanecem em média 3,34 h por dia conectados. Pelos dados coletados, notamos que esses alunos permanecem grande parte de seus dias utilizando recursos de rede, o que representa uma proximidade destes com a abordagem tecnológica que propomos nesta pesquisa, em utilizar o computador e o acesso à internet como estratégia metodológica de ensino.

Além de levantarmos as características etárias dos alunos, também realizamos a triangulação, buscando entender quanto tempo e por meio de que formas de dispositivos eles se conectam à internet. Foram questionados sobre atividades cotidianas, realizadas na rede, bem como o tempo médio diário de conexão. Entre as principais utilizações dessas conexões, estão as redes sociais e os jogos eletrônicos.

Outro ponto de destaque, observado nesse gráfico, é a democratização do acesso à internet pois apenas dois indivíduos de todo o ensemble não possuíam conexão em casa com a rede mundial de computadores.

Gráfico 4.1: Distribuição de indivíduos por tempo médio de acesso à internet



Fonte: Autoria própria.

4.2.2. A realidade das partículas

Conforme descrito na seção anterior, o aluno das escolas estudadas se utiliza de forno de micro-ondas, de telefonia celular e, conforme o professor **P1** nos aponta, “*o cotidiano deles é usar radiação de micro-ondas, né usar celular*” porém os conteúdos que sustentam o funcionamento de tais dispositivos, quando tratados, são apenas com aspecto superficial. No modelo tradicional de ensino, fica complexo ao professor abordar tais conceitos pelas diversas contingências do espaço disponível para o ensino de FMC no ensino médio.

Entretanto a proposta construtivista de Papert (1987) pode representar, nesse caso, uma luz, no aspecto de que o construcionismo não só se situa como uma proposta metodológica mais efetiva de ensino como permite a utilização de novas tecnologias para a informação e a comunicação. Tal metodologia posiciona o aprendiz não apenas puramente

como operador, mas utilizando tais tecnologias de forma que esse usuário conjectura em sua mente, desenvolvendo, ou melhor, construindo o conhecimento, de modo a não apenas ser treinado pelo equipamento, mas aprender a aprender (PAPERT, 2008).

O primeiro questionamento, feito aos alunos, tratava de investigar quais eram as suas percepções sobre uma tempestade solar. Os alunos foram instigados a refletir sobre tal assunto após a leitura de uma notícia de um evento que produziu grande destruição, depois de uma tempestade solar ter atingido o planeta Terra. Com essa motivação, tiveram de responder sobre como uma tempestade solar, vinda, portanto, de fora do planeta Terra, poderia produzir malefícios à sociedade.

Entre as falas, destacamos a seguinte, do aluno **A2**: *“a tempestade solar emite partículas radioativas essa radiação poderia afetar os satélites e comprometer os meios de comunicação poderiam afetar também o campo magnético da terra podendo trazer futuros problemas climáticos”*. O mesmo aluno, quando questionado sobre a possibilidade de observar essas partículas advindas do espaço, apontou que *“não podemos observá-las pois não são visíveis ao olho humano devido ao seu tamanho e estrutura”*.

A falta de compreensão de aspectos da FMC pode conduzir os alunos ao julgamento incorreto, dada a sua falta de conhecimento nesses aspectos. Assim, ainda nas falas iniciais dos alunos podemos observar descrições como a do aluno **A16**: *“Porque estão sendo liberadas por uma fonte radioativa que nos prejudica. Por que as partículas também são radioativas e quando elas atingem grande quantidade podemos ter problemas à saúde, tanto na estrutura”*; outro aluno **A15**: *“como são partículas são de Alta Energia acredito que com a junção delas aumenta ainda mais a energia, portanto quando ela se encontra com a Alta Energia que aqui na terra causa essa tamanha destruição”*.

O aluno **A7** nos aponta que *“as partículas danificam ou destrói todos os aparelhos elétricos em seu caminho como a sobrecarga de energia levando a grandes catástrofes a lugares dependentes do funcionamento de aparelhos elétricos como a regulação de usinas nucleares”*. Todas as falas iniciais denotaram uma visão ingênua da existência das partículas de altas-energias. Contudo, considerando a necessidade de uma alfabetização científica, conforme Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007), *“Existe um amplo consenso acerca da necessidade de uma alfabetização científica que permita preparar as cidadãs e os cidadãos para a tomada de decisões”*.

Desse modo, o experimento, por nós proposto, permitiu que os professores pudessem aproximar o conteúdo tratado da realidade dos alunos, pois, conforme a fala do aluno **A13**, quando questionado sobre o conhecimento prévio da existência das partículas fundamentais presentes no experimento: “*sim, antes tinha apenas o conceito teórico, com o experimento fui capaz de visualizar na prática*”. O experimento, portanto, possibilitou trazer a existência das partículas de altas energias para a realidade do alunado. Conforme a fala do aluno **A4**, “*Na câmara de nuvens foi observado partículas, que normalmente permanecem “invisíveis” aos nossos olhos. Entre as partículas, há traços com três diferenças onde uma apresentava traço fino, outro grosso e por último ondulado*”. Outro aluno, **A22**, aponta que “*vimos partículas alfa e elétrons, elas possuem cargas diferentes, e por isso tomam direções diferentes*”.

O aluno **A6** indica que “*o conhecimento sobre as partículas é sim existente, porém a sua origem e função não eram imaginadas [...], após o experimento, a compreensão foi ampliada e foi deixando, de maneira clara, a importância das partículas em nossas vidas*”. A câmara de nuvens é um dispositivo de detecção de partículas carregadas, pois apenas partículas carregadas eletricamente serão capazes de produzir a ionização necessária para formar as gotículas esperadas para percebermos a passagem de uma partícula (LAGANÁ, 2011).

O marcante nas falas dos alunos é perceber a compreensão de que existe um fenômeno ocorrendo na câmara e que este fenômeno também ocorre na sala de aula, porém o efeito não se revela por conta da ausência de um meio que permita a observação. Nossa intervenção permitiu então que esses alunos tivessem mudança em seu modo de perceber o mundo a partir da utilização de um recurso didático que contempla as novas tecnologias da informação e comunicação.

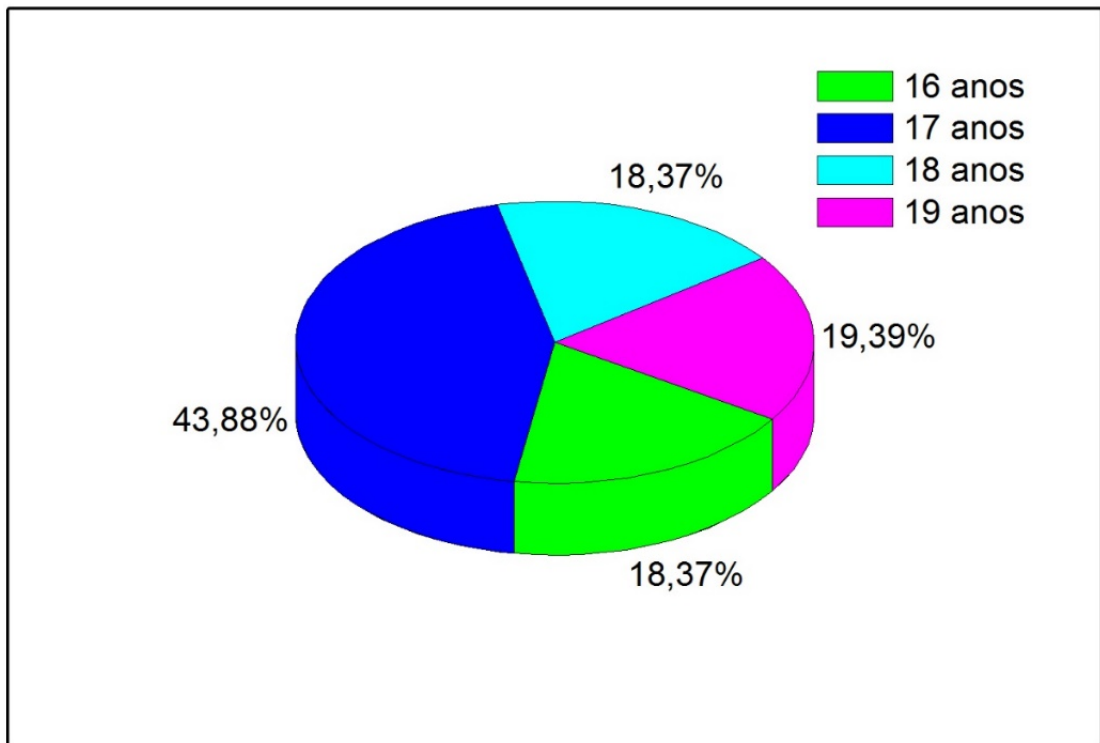
Contudo a eficácia da utilização se deve à metodologia empregada, pois a grande problemática a solvermos não é o que fazer, mas sim como envolver os alunos, professores e conteúdo de modo a promover o conhecimento. Assim, pela utilização do ciclo **descrição-execução-reflexão-depuração** é que se tornou possível a realização, a contento, da inclusão de ensino de FMC no ensino médio.

Estabelecemos ainda, para os alunos envolvidos, o agrupamento dos indivíduos em função de sua idade e apresentamos essa comparação no Gráfico 4.2. Cerca de 62% apresenta a idade ideal, indicada para a série estudada, pois, segundo a legislação brasileira, os estudantes devem atingir a terceira série do ensino médio com idade entre 16 a 17 anos.

Porém isso revela que ainda há grande parcela, representando aproximadamente 38 %, que apresenta idade superior à indicada para a série.

Gráfico 4.2: Distribuição etária dos alunos envolvidos.

Distribuição Etária



Fonte: Autoria própria.

4.2.3. Como vejo o mundo

Os Quadros 4.4 e 4.5 apresentam as questões que subsidiaram as discussões sobre a categoria “Como Vejo o Mundo”. Nesta seção pretendemos evidenciar a maneira como os estudantes e os docentes pesquisados interagem com as tecnologias disponíveis em seu cotidiano.

Quadro 4.4: Questões para os professores, analisadas na categoria 4.2.3.

Questão	Objetivo
Foram observadas mudanças na postura dos alunos frente à disciplina?	Investigar a possibilidade do recurso didático enquanto elemento facilitador do processo de ensino, vinculando a aproximação do educando com a disciplina.
Como os alunos se portaram durante as atividades?	
Foi perceptível a compreensão dos conteúdos por parte dos alunos?	
A atividade permitiu aproximar o conceito abstrato da realidade do aluno?	Investigar a relação do sujeito com o objeto estudado.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 4.5: Questões para os alunos, analisadas na categoria 4.2.3.

Questão	Objetivo
Considerando que tais partículas possam ser encontradas no planeta Terra, explique porque você não consegue observá-las neste momento (enquanto responde ao questionário).	Investigar as concepções prévias acerca da observação de fenômenos da natureza.
Depois de terem participado dessa forma de atividade experimental, vocês acreditam que outras atividades de mesma natureza (via internet) poderiam aproximá-los do estudo de física, principalmente de assuntos próximos à FMC? Descrevam que assuntos lhes trariam	Investigar sobre o efeito produzido com a realização da intervenção.

interesse.	
Como essas partículas alteram o meio ambiente, sabendo que possuem alta velocidade e, portanto, penetram na matéria? (matéria são casas, carros, você, plantações).	Buscar conceitos prévios dos alunos frente aos conceitos estudados.

Fonte: Autoria própria.

Nessa categoria pretendemos abordar como os alunos e os professores percebem o mundo que os rodeia. Assim, elencamos, como unidade de discussão, as questões expostas no Quadro 4.5. O aluno **A27** nos reporta que *“a percepção humana é limitada a certo tamanho”*, enquanto o aluno **A3**, para a mesma questão, revela, anteriormente ao experimento, que *“As partículas têm formatos variados e são coloridas”* e o mesmo aluno aponta sobre a ação dessas partículas no ambiente que *“as partículas alteram o meio ambiente, pois são quentes, e quando entram em contato com a matéria vão acabar queimando e danificando elas”*.

Podemos identificar nessas falas novamente uma percepção muito superficial dos fenômenos decorrentes da interação de partículas com a matéria. Contudo, após a realização do experimento, a entrevistado professor **P1** relatou, sobre a participação dos alunos na atividade, que *“eles ficaram muito empolgados e ficaram curiosos sobre o que são neutrinos, de onde vêm e pude trabalhar com maior profundidade o conteúdo do que em anos anteriores”*.

Isso nos revelou que ocorreu aproximação entre os alunos e o conteúdo. Corroborando nossa conclusão, temos a fala do aluno **A20**: *“atividades como essa melhora o nosso entendimento com a física”*. Alguns alunos apontaram a necessidade de utilizar um dispositivo para permitir a visualização das partículas, conforme a fala de **A6**: *“Não conseguimos observar essas partículas a olho nu, precisamos de um aparelho especializado conseguirmos vê-las”*, de modo a compreender essa percepção da necessidade de instrumentos para revelar o comportamento da natureza.

Além dessas falas, ainda somos apoiados pela percepção de **A23**: *“o tempo nublado foi algo que dificultou na observação, pois a água absorve as partículas”*. Notamos que o aluno foi capaz de relacionar os eventos ocorridos na câmara de nuvens com os eventos que ocorrem em uma nuvem, assim, por extensão, o aluno alegou que, se na câmara havia

interação entre as partículas advindas do espaço e a nuvem de vapor supersaturado de álcool, deveria na nuvem de vapor de água ocorrer o mesmo fenômeno.

Verificamos que interação realizada se mostrou conveniente quando se pôde, segundo os professores, apresentar fatos da natureza da ciência (PRAIA, GIL-PÉREZ, VILCHES, 2007), no que tange à necessidade de se construir aparatos para estudar determinados fenômenos de modo que o paradigma vigente é o fio condutor para a produção do experimento. Conforme Kuhn (2011, p.72), “os paradigmas orientam as pesquisas, seja modelando-as diretamente, seja através de regras abstratas”. Assim, vemos as possibilidades emergentes de uma ação experimental como a desenvolvida.

Conforme discutimos nestas seções de análise, evidenciamos que a intervenção utilizando o laboratório de acesso remoto, para observar radiação cósmica, teve alguma influência sobre o modo como esses alunos passaram a perceber a disciplina de física e a maneira como veem o mundo que os rodeia.

4.3 A realidade das tecnologias em sala de aula

Conforme estamos descrevendo, desde o início do trabalho, a sociedade atual está permeada de tecnologias de informação. Estas são ainda tecnologias com funcionamento desconhecido à maioria de seus usuários. A realidade da sala de aula, conforme verificamos em questionamento aos alunos e conforme pesquisa realizada pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil, os jovens em idade escolar estão conectados a estruturas de rede e se utilizam de dispositivos móveis, o que lhes permite manter a conexão com a rede de computadores, mesmo quando em trânsito entre lugares distantes.

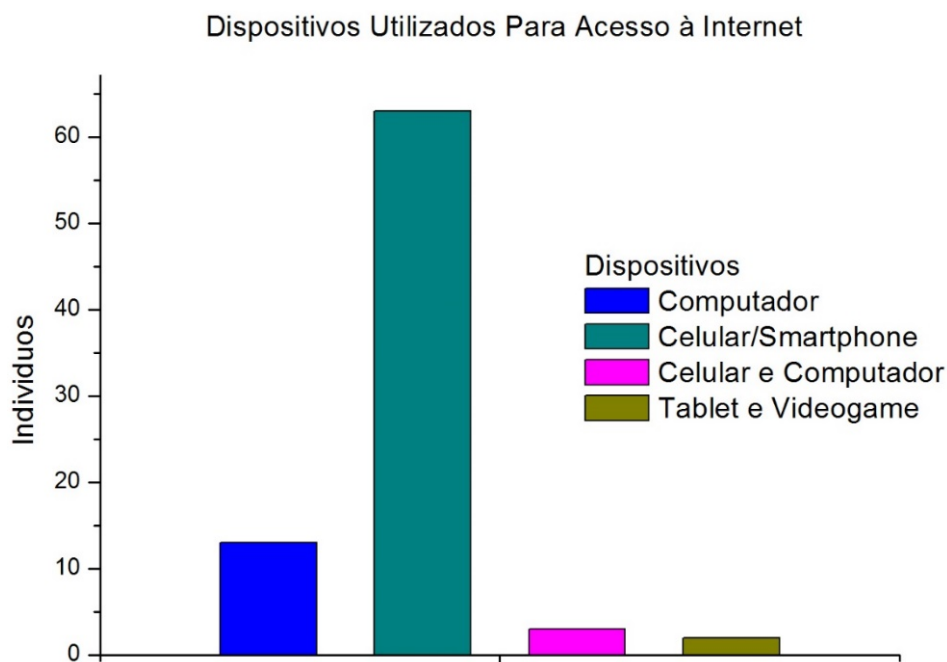
Segundo a antecipação de McLuhan (1964), estaríamos hoje realmente em uma aldeia global. Contudo ainda carecemos utilizar essas ferramentas de rede para melhoria da vida de todos. O Gráfico 4.3 permite observar quais tipos de dispositivos são utilizados pelos jovens estudados para estabelecer sua conexão com a internet e verificar que a maioria das conexões é estabelecida através de uma rede móvel envolvendo um smartphone (rede celular).

Ainda podemos verificar que os computadores ocupam a segunda posição enquanto plataforma de conexão. Segundo dados do Comitê Gestor da Internet no Brasil em seu

relatório de 2015, temos que 87% dos alunos brasileiros utilizam-se de celular (smartphone) como principal ferramenta de conexão à internet (TIC, 2015, p. 439).

Porém o potencial de utilização de tais tecnologias de informação para o ensino, especificadamente para o ensino de FMC, ainda é subutilizado pois os alunos desta geração, bem como os docentes, em sua maioria ainda encaram as tecnologias de informação como algo desconhecido (LÉVY, 1999).

Gráfico 4.3: Distribuição de dispositivos utilizados para acesso à internet.



Fonte: Autoria própria.

4.3.1 Realidade vigente

Conforme supraexposto, as salas de aula estão repletas de dispositivos tecnológicos, associados à informação e comunicação, porém há ainda que produzirmos, de modo amplo, um letramento científico frente a tais técnicas com a finalidade de prover o docente de ferramental para utilizar tais tecnologias como recurso didático para o ensino (BENDER, WALLER, 2011). O Quadro 4.6 contém as questões geradoras da análise realizada nesta seção “Realidade Vigente”.

Quadro 4.6: Questões para os alunos, analisadas na categoria 4.3.1.

Questão	Objetivo
Considerando que tais partículas possam ser encontradas no planeta Terra, explique porque você não consegue observá-las neste momento (enquanto responde ao questionário).	Buscar conceitos prévios dos alunos frente à necessidade da tecnologia para superar os obstáculos.
O que você acredita que poderia ser feito para enxergar essas partículas? Descreva ou desenhe como você imagina essas partículas. São coloridas? Têm formato geométrico?	Buscar conceitos prévios dos alunos frente à necessidade da tecnologia para superar os obstáculos.

Fonte: Autoria própria.

Quanto aos conceitos físicos, estudados neste trabalho, encontramos, com as falas dos alunos, uma dependência do uso da técnica. E essa abordagem se sustenta nas definições de Lévy (1999) pois esse autor aponta que a sociedade é condicionada pela técnica e, quanto mais distante a compreensão da técnica, mais condicionada a sociedade estará aos limites e possibilidades dessa técnica.

Podemos observar a fala do aluno **A7** que descreve: *“Para enxergarmos estas partículas precisaríamos de equipamentos apropriados”*, ou na fala de **A15** a qual mostra a necessidade de *“A invenção de um super-microscópio específico para elementos pequenos”*. Além dessas, temos a fala do aluno **A3**: *“O que devemos fazer é investimentos na área da física, química e informática, pois até hoje não conseguimos pensar em uma maneira eficaz de enxergar essas partículas, então o desenvolvimento de novas tecnologias é o ideal”*. O que fica explícito nessas falas é a compreensão, por parte dos alunos, da necessidade de uma técnica ou ferramenta para a evidenciação do fenômeno.

Isso representa a compreensão de que as técnicas providas pela cultura permitirão o desenvolvimento da percepção de novos fenômenos, antes até desconhecidos, o que pode realimentar o sistema de melhoria da técnica, influenciando novamente os contornos da sociedade (LÉVY, 1999).

Outro ponto de vista, na percepção dos alunos, emerge na fala de **A27** o qual nos revela: *“Para enxergá-las seria necessário uma quantidade imensa de partículas num mesmo espaço com explosões solares.”*. Assim, além da carência de um dispositivo tecnológico que

permita a observação do fenômeno, ainda há uma concentração limite, abaixo da qual não perceberíamos o fato, de modo que a técnica novamente presente é o ponto de ligação da observação com a realidade.

Uma vez que os alunos buscam construir uma explicação aos questionamentos impostos e conduzidos ao ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, é possível que as ações construcionistas de ensino permitam favorecer a compreensão dos conceitos subjacentes estudados, melhorando o letramento tecnológico dos envolvidos. Pois, conforme Valente (1998) nos aponta, no início acreditava-se que os computadores poderiam ensinar os humanos, dada a crença na tecnologia informática. Contudo hoje sabemos que os computadores nos ajudam no aprendizado, pois temos de ensiná-los a resolver nossos problemas.

4.3.2 Conceitos prévios em FMC

É fundamental, em um processo de ensino, que pautemos em uma aprendizagem com significado ao aprendiz, reconhecendo os saberes prévios deste. Portanto, se faz necessário avaliar as percepções dos aprendizes frente a problemas de ordem cotidiana, mesmo que pareçam problemas muito avançados. Assim, questionamos sobre situações corriqueiras para levantar as informações necessárias e identificamos várias configurações de saberes prévios. As questões geradoras das discussões analisadas nesta seção estão organizadas no Quadro 4.7.

Quadro 4.7: Questões para os alunos, analisadas na categoria 4.3.2.

Questão	Objetivo
Considerando que tais partículas possam ser encontradas no planeta Terra, explique porque você não consegue observá-las neste momento (enquanto responde ao questionário).	Buscar conceitos prévios dos alunos frente à FMC.
O que você acredita que poderia ser feito para enxergar essas partículas? Descreva ou desenhe como você imagina essas partículas, São coloridas? Têm formato geométrico?	Buscar conceitos prévios dos alunos frente à FMC.

Fonte: Autoria própria.

Entretanto também identificamos falas que associam o desconhecido a algo assustador como a fala do aluno **A11**: *“As partículas vindas do Sol, sobrecarregariam as redes elétricas da terra deixando o planeta escuro e com grandes prejuízos”*. Ou, ainda mais catastrófico, o aluno **A41**: *“As partículas causam tamanha destruição pelo fato delas serem muito quentes”*. Ambas as falas retratam uma tentativa de encaixar a radiação cósmica com os conceitos associados à reportagem apresentada, ou seja, a busca por associar o fenômeno observado com o paradigma corrente.

Outra perspectiva catastrófica provém da fala do aluno **A47**: *“As partículas danificam/destroem todos os aparelhos elétricos em seu caminho com uma sobrecarga de energia, levando a grandes catástrofes”*. Porém obtivemos algumas respostas bem intrigantes como a fala do aluno **A41**: *“ela deve ser a partícula verde com aspecto melequento e com o seu contorno vermelho e fazer um óculos para as enxergá-las”*. A fala de **A47** também aponta uma visão interessante sobre o problema: *“Porque a percepção humana é limitada a certo tamanho, assim as partículas que percebemos serem entendidas como o calor da luz solar”*.

Essas representações das partículas provenientes da radiação cósmica foram fundamentais para estabelecermos as atividades em nossa sequência didática, uma vez que realizamos a aplicação do questionário e, com as respostas em mãos, fomos estabelecer o planejamento de ensino (ZABALA, 1998). Acreditamos que essas visões iniciais dos alunos representaram uma boa base de conhecimentos para produzir vínculos com as informações e experiências que trabalharíamos com os alunos a fim de auxiliá-los na produção de seus conhecimentos (PAPERT, 2008).

4.4 As mudanças produzidas por meio do laboratório de acesso remoto

Neste tema procuramos avaliar as questões relativas à ordem prática de utilização do laboratório de acesso remoto bem como as mudanças observadas nas falas dos atores, frente às ações realizadas durante a pesquisa. Confrontaremos, neste tema, a fala dos professores que mediarão as ações com os alunos. O Quadro 4.8 sustenta a questão geradora, a ser discutida sobre o ponto de vista dos alunos na categoria 4.4.1, enquanto que o Quadro 4.9 organiza as

questões geradoras que terão suas falas analisadas, considerando os professores enquanto atores sociais na mesma categoria.

Quadro 4.8: Questões para os alunos, analisadas na categoria 4.4.1.

Questão	Objetivo
Nas aulas anteriores vocês mantiveram contato com conceitos de física moderna, referentes a tempestades solares e partículas elementares observáveis. Descreva o que você visualizou na câmara de nuvens. Você conseguiu perceber traços com características diferentes? Quantos traços diferentes você viu?	Investigar as potencialidades de aprendizagem do projeto.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 4.9: Questões para os professores, analisadas na categoria 4.4.1.

Questão	Objetivo
Descreva o que mudou na sua perspectiva docente após a participação neste projeto.	Verificar a posição do professor quanto à metodologia.
Foi perceptível a compreensão dos conteúdos por parte dos alunos?	Investigar as potencialidades de aprendizagem do projeto.

Fonte: Autoria própria.

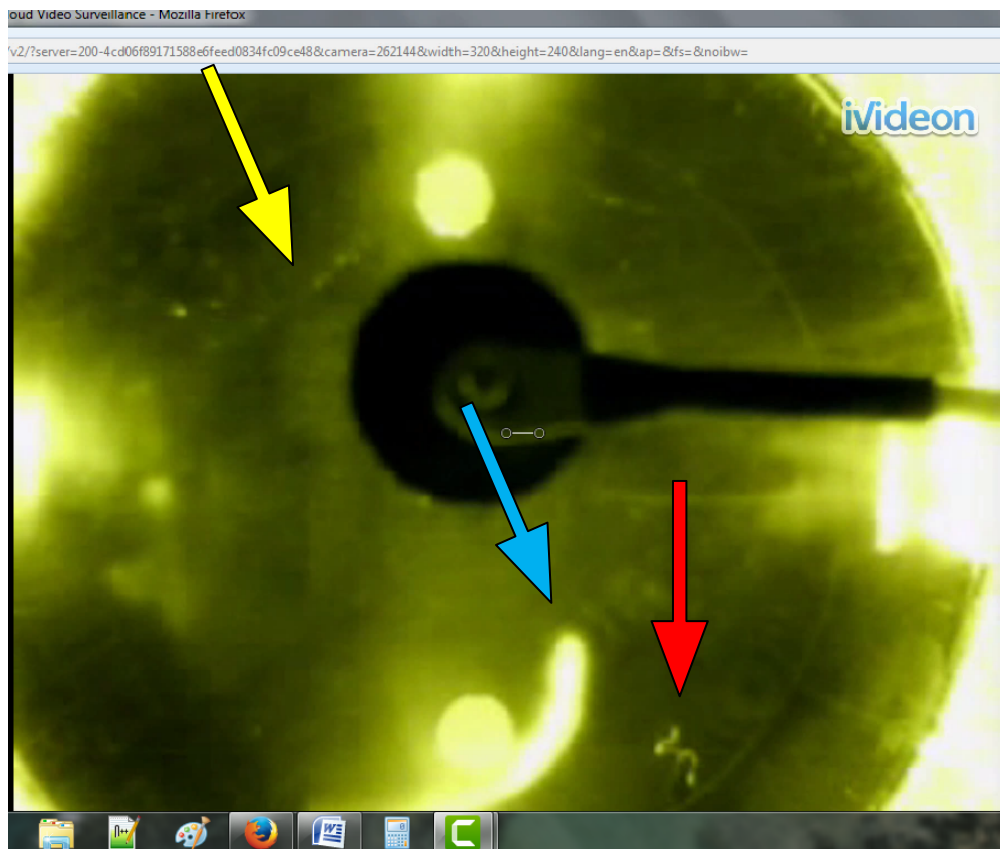
4.4.1 A percepção da física de partículas

Nas primeiras falas, nos primeiros contatos, o que percebíamos, tanto por parte dos alunos quanto por parte dos professores, era uma aura de desconfiança. Inicialmente os alunos duvidavam da possibilidade de existirem tais partículas, ou como observá-las. Pelo viés docente, a desconfiança de que trabalhar valorizando um ciclo de atividades de certa forma tão livre seria algo muito diferente.

Portanto, nesta categoria pretendemos apresentar as falas dos alunos, dos professores e imagens de observação de passagens de partículas pela câmara de nuvens, observadas por meio do laboratório de acesso remoto.

Quando questionado sobre as observações, o aluno **A12** revela: “*Pude observar na câmara de nuvens pequenas partículas que só pode observar através dessa câmara, mostrando certos riscos com direções contrárias*”. Possivelmente, segundo Rossi (1964) ou Laganá (2011), o que nosso aluno estava observando eram múons de baixa energia como os da Figura 4.1. Na figura é possível observar, além dos múons de baixa energia, um evento de uma partícula mais massiva, provavelmente uma partícula alfa.

Figura 4.1: Observando partículas.



Fonte: Autoria própria.

Para o professor **P2**, “*com a oportunidade de ter esse experimento o aluno pode experimentar de forma prática aquilo que teve contato com a parte teórica*”. E ainda complementou que, “*quando os alunos puderam acessar o laboratório, eles ficaram muito motivados e perguntaram sobre novos experimentos para serem acessados*”. As falas são extremamente coincidentes com o esperado, ao utilizar toda a gama metodológica, empenhada neste projeto pois, segundo Papert (2008), Altoé (1993) e Valente (1999), o construcionismo tende a fomentar o aprender a aprender. E, de encontro com essa teoria de aprendizagem,

temos a metodologia de Zabala (1998), que também foi considerada por se alinhar no que tange à autonomia do aprendiz, sendo o caminho de aproximação para permitir uma interação adequada entre professor-aluno-computador.

A fala do professor **P1** destaca que *“a maneira de ter experimentos de física que não é um vídeo, é real, não fica só no livro, ou na fala do professor e os alunos puderam ver também como se monta, acompanhamos as montagens”* e nessa fala podemos identificar novamente a possibilidade de, ao utilizar o experimento remoto, permitir a mudança na metodologia de ensino de uma escola.

Assim, seguindo as propostas de Lévy (1999), podemos identificar o ciclo de interações da técnica, produzida pela cultura temporal daquela sociedade, conduzir a uma mudança de atitudes na sociedade, realimentando o ciclo.

Segundo o professor **P1**, *“alguns alunos até desenhavam no caderno o que viam, foi perceptível a mudança de comportamento dos alunos frente à disciplina, mesmo ocorrendo greve, ainda os alunos lembravam da atividade”*. A fala do professor traz uma questão relevante, pois, durante o desenvolvimento desta pesquisa, ocorreram greves, paralisações e até a ocupação do colégio, situações que claramente interferem no processo de aprendizagem.

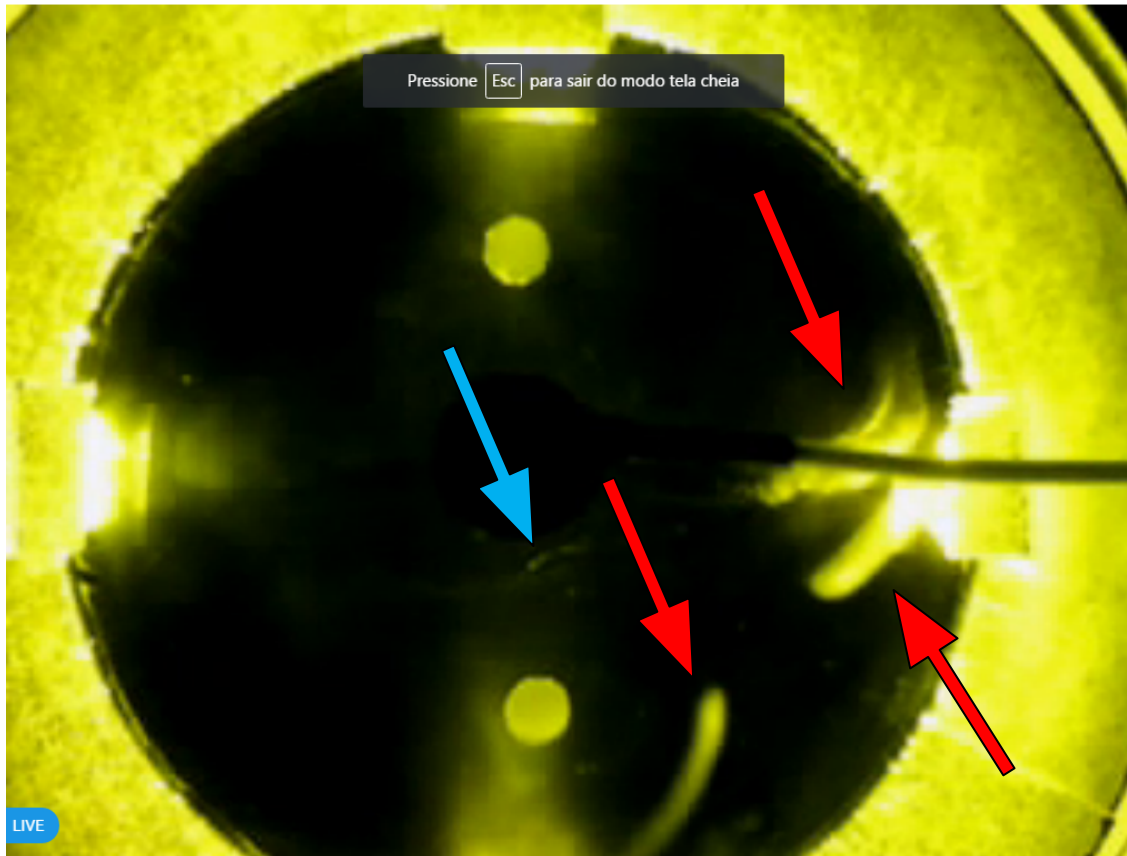
Mas a fala do professor sobre a possibilidade de realizar uma atividade que era real, mesmo a distância, trouxe uma possibilidade ímpar para as aulas deste, o que, segundo ele, permitiu, de maneira significativa, associar a teoria com a prática, revelando um fenômeno físico, cotidiano, porém pouco identificável na realidade dos alunos.

Na fala de **A14**, *“Sim consegui observar vários traços, muitos eram ordenados e outros desordenados por conta de sua força e velocidade, uns faziam trajetões totalmente tortos e confusos e outros movimentos retos e lineares. Observei vários tipos de traços”*, o que impressiona é que ele estabeleceu uma relação entre variáveis que ele já conhecia da mecânica com os novos conceitos estudados nessa intervenção, o que nos faz perceber que houve, em alguma medida, uma aprendizagem sobre o conteúdo.

Na expressão colhida de **A24**, percebemos que *“Era possível ver o trajeto das partículas na câmara. Algumas desciam retas, outras faziam curva. Outras até mesmo desciam em espiral. Pelo que me lembro pude ver uns quatro tipos de trajeto diferente”*. Buscando atentamente, encontramos um dos eventos descritos pelo aluno e o apresentamos na Figura 4.2, a qual possui diversos eventos simultâneos. As setas vermelhas indicam partículas

com grande massa sofrendo uma curvatura na trajetória, enquanto que a seta azul indica uma partícula com massa e energia menor.

Figura 4.2: Eventos múltiplos na tela.



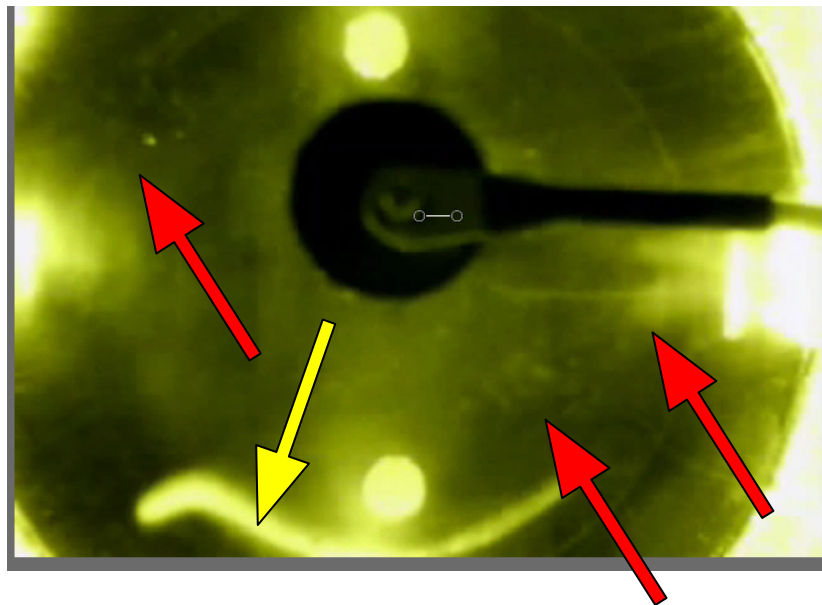
Fonte: Autoria própria.

Conforme **A27**, “Na câmara de nuvens haviam traços mais finos e mais grossos, uns tinham velocidade maior que outros, alguns com o trajeto mais curto e outros com o trajeto mais longo”, e **A29**, “Havia traços com características diferentes, alguns maiores outros menores. E com trajetos diferentes também.”. Notamos que foi possível, para esses alunos, associar o conteúdo discutido em aula com o observado no experimento. O aluno **A31** apresenta que “Na câmara de nuvens pude observar o trajeto das partículas elementares (apenas o trajeto), percebi que algumas partículas faziam trajetórias diferentes: algumas iam em linha reta e outras faziam curvas.”. Nessa fala percebemos a compreensão do aluno de que não é realmente a partícula que estamos vendo, mas o efeito que ela produz quando passa. Aparentemente, para esse aluno, o paradigma da radiação cósmica está completamente aceito.

A mesma observação pode ser feita com respeito à fala de **A4**: “Na câmara de nuvens foi observado partículas, que normalmente permanecem “invisíveis” aos nossos olhos. Entre as partículas, há traços com três diferenças onde uma apresentava traço fino, outro grosso e por último ondulado. Desses traços, foram observados de quinze a vinte pela câmera”.

As falas de **A8**, “Sim no experimento podemos observar os elétrons, alfa e múon, também podemos ver a nuvem de elétron. Pude observar três tipos de traços os finos (múons), os mais largos (alfa) e um trajetória irregular (elétron)”, e de **A10**, “Observei três tipos de partículas com diferentes traços deixados quando passavam, elétrons passavam com ondulações alfa deixou um rastro maior como se fosse uma explosão”, também apresentam essa percepção de até associarem o desenho da trajetória com uma possibilidade de partícula diferente, conforme discutimos nas aulas teóricas. Na Figura 4.3, podemos observar ao menos quatro eventos de passagens de partículas, provenientes possivelmente de radiação cósmica.

Figura 4.3: Combinação de eventos.



Fonte: Autoria própria.

Contudo, além de as falas dos alunos terem mudado depois da intervenção, os pontos de vista dos professores também foram alterados.

4.4.2 O docente e o aluno construcionista

Esse tema de análise pretende avaliar o comportamento dos docentes e dos aprendizes com relação à metodologia construcionista, pois é de fundamental importância para o desdobramento adequado das atividades que o docente, nessa interação, siga o ciclo de atividades descrição-execução-depuração-descrição, para que a investigação sobre a potencialidade desse recurso didático não seja alterada.

Quadro 4.10: Caracterização dos professores envolvidos na pesquisa.

Professor	Formação	Tempo docente	Tempo de Pibid/Física	Motivação para participar desta pesquisa
P1	Licenciatura em física	11 anos	2 anos	<i>“Ah, porque faz parte da formação continuada, e estar ali junto dos alunos com as atividades escolares”.</i>
P2	Licenciatura em matemática	12 anos	2 anos	<i>“Bom na verdade trabalho de professor é um trabalho bastante solitário, e então foi buscar um apoio maior e enriquecer o conhecimento e levar algo mais para a escola e para os alunos”.</i>

Fonte: Autoria própria.

Nos Quadros 4.11 e 4.12 estão posicionadas as questões utilizadas para obtermos as falas dos atores sociais, ora analisadas. O Quadro 4.10 contém informações de caracterização dos professores envolvidos na pesquisa. É importante salientar as falas dos professores, com relação à disponibilidade de serem aplicados como voluntários nesta pesquisa.

Quadro 4.11: Questões para os alunos, analisadas na categoria 4.4.2.

Questão	Objetivo
Já era de seu conhecimento que partículas advindas do espaço poderiam estar presentes em sua sala de aula? E que elas poderiam interferir em uma nuvem? Descreva o que você pensava sobre o assunto e o que mudou em sua compreensão depois de ter utilizado o experimento.	Investigar as concepções construídas após a intervenção.
Como essas partículas alteram o meio ambiente, sabendo que possuem alta velocidade e, portanto, penetram na matéria?	Investigar as concepções prévias sobre o comportamento das partículas de altas energias.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 4.12: Questões para os professores, analisadas na categoria 4.4.2.

Questão	Objetivo
A atividade permitiu aproximar o conceito abstrato da realidade do aluno?	Avaliar a adequação ao ciclo de Valente (1998).
Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (9.394/96) e as Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná, existe orientação para o ensino de tópicos de física moderna e contemporânea no ensino médio, descreva as atitudes docentes de encaminhamento para realizar tais atividades de ensino.	Verificar como os professores procedem para incluir no ensino os conceitos de FMC.
Quais suas motivações para participar desta pesquisa? Há quanto tempo leciona para o ensino médio? Qual sua formação?	Caracterizar o indivíduo participante.

Fonte: Autoria própria.

A presente categoria tende a avaliar se as ações permitiram que aprendizes e docentes se identificassem educacionalmente com o construcionismo, e se as ações de ensino obtiveram o êxito esperado. Na fala de **A13**, “*Nosso professor é bem esclarecedor. Quando se trata de nos surpreender, mesmo nós tendo dificuldade em transferirmos isso para nossa vida ele tenta da melhor forma possível nos fazer entender, embora nossa formação seja muito*

escassa, ou nossa ignorância plena.”, podemos identificar que o professor já apresenta tendência às ações construcionistas, o que pode ter contribuído favoravelmente para a realização completa das atividades de ensino.

Esse professor demonstra, segundo o aluno, o que nos aponta FREIRE (1996, p.41):“Ensinar exige apreensão da realidade”. Assim, o professor percebe do que os alunos precisam e promove as ações adequadas, antecipando-se a estes.

Os professores, apesar de possuírem graduações em licenciaturas distintas, apresentam tempo de docência semelhante e, nas suas falas, conforme o Quadro 4.10, indicam preocupação em manter uma atitude de aprendizado constante. Apontam FREIRE (1996) e PAPERT (2008) que o aprender a aprender é a grande virtude do método construcionista.

Selecionamos também a falas dos alunos:

A14 *“O conhecimento sobre as partículas é sim existente, porém a sua origem e função não eram imaginadas. Anteriormente, o pensamento sobre as partículas, se resumia em apenas moléculas, passando no meio, após o experimento, a compreensão foi ampliada e foi deixando, de maneira clara, a importância das partículas em nossas vidas”.*

A16 *“Eu sabia que havia partículas em minha sala, mas não que interferia em uma nuvem e uma televisão”.*

A18 *“Sim, possuía um conhecimento parcial sobre o assunto, porém, com o experimento pude entender melhor o conteúdo, interagir com ele e tirar algumas dúvidas”.*

A10 *“Não tinha conhecimento sobre as partículas agora tenho um conhecimento, pouco mas que já da pra ter um entendimento”.*

Nestas encontramos um padrão de apontamento claro para a mudança das compreensões que eles possuíam sobre o assunto. No princípio, alguns até sabiam da existência da radiação cósmica, mas era um conhecimento desvinculado da realidade, e indicam que, depois da intervenção, mudaram seus perfis de conhecimento sobre o assunto, associando o conhecimento com as realidades práticas de suas vidas. Outra característica dominante no construcionismo é associar o conhecimento com a realidade, não no aspecto utilitarista, mas numa apropriação que permita desenvolver, ou melhor, construir novos conhecimentos, partindo dos já construídos.

Também selecionamos as falas dos alunos:

A25 “Acredito que seja um assunto muito importante e que deveria ser observado com mais frequências”.

A24 “Gostei o experimento pois disponibiliza um conhecimento novo para meu aprendizado”.

Estas denotam outro aspecto construcionista, que é o estímulo à curiosidade, em procurar associar novos conteúdos à sua realidade. E, conforme as falas dos professores, **P1**, “os alunos começaram a fazer estatísticas de quantos traços viam por minuto”, e a de **P2**, “os alunos perguntaram sobre novos experimentos e quando faríamos observações novamente”, notamos novamente a aproximação dos alunos com a disciplina. Portanto, acreditamos ter sido positiva a intervenção realizada.

4.4.3 Dificuldades práticas e expectativa de melhora

Sabemos que, durante qualquer atividade humana, existe a possibilidade de que o planejado não ocorra. Segundo Papert (2008), o erro não deve ser tratado como algo ruim, mas como uma rota que não leva ao final planejado. A questão da concepção do erro, segundo Valente (1998), retrata que o medo de errar implica muitas vezes em esconder o resultado, ocultando tanto erros quanto acertos, dessa forma, encobertando todo o processo de aprendizagem. Segundo o paradigma construcionista, portanto, “errar faz parte do processo de aprender” (VALENTE, 1998, p.126).

Com a intenção, portanto, de depurar nossas ações, buscando o aperfeiçoamento do experimento, e seguindo a proposta construcionista, selecionamos as questões que estão aninhadas no Quadro 4.13, para os alunos, e no Quadro 4.14 para os professores. Partindo dessas questões, analisaremos os discursos apresentados.

Quadro 4.13: Questões para os alunos, analisadas na categoria 4.4.3.

Questão	Objetivo
Durante a observação das partículas na câmara de nuvens você poderia indicar que dificuldades foram encontradas e que melhorias poderiam ser	Verificar as dificuldades encontradas.

realizadas, ou, caso não tenha encontrado dificuldades, quais foram os pontos que lhe despertaram interesse?	
--	--

Fonte: Autoria própria.

Quadro 4.14: Questões para os professores, analisadas na categoria 4.4.3.

Questão	Objetivo
Como os alunos se portaram durante as atividades?	Verificar as dificuldades encontradas.
Aponte quais foram as principais dificuldades encontradas na aplicação do projeto?	Verificar as dificuldades encontradas.

Fonte: Autoria própria.

O professor **P1** nos apresentou uma fala bem inquietante, pois ilustrou um grave problema estrutural, sobre o qual não temos controle diretamente. Na fala dele, “*A estrutura própria do colégio, talvez mais computadores no colégio, ou ter internet wi-fi na escola inteira*”. O único detalhe crítico ainda em nosso sistema é a não ubiquidade da internet. Considerando Negroponte (1995) e McLuhan (1964), já deveríamos estar conectados em alta velocidade em qualquer localidade, porém verificamos que, em alguns dias de utilização, ocorreram algumas desconexões pelo lado do cliente (colégio).

Portanto, ainda precisamos desenvolver novas possibilidades que atendam a outros colégios com infraestrutura informática ainda mais crítica. Segundo nossa constatação, o colégio referido possui uma conexão com a internet muito acima da média nacional. Contudo o professor termina afirmando que, mesmo com as dificuldades, “*eles ficaram muito empolgados*” (fala de **P1**).

Para triangular a informação, resgatamos a fala do aluno **A28**: “*O vídeo travava muito e não dava para visualizar direito os movimentos da imagem*”. Essa fala é coerente com o posicionamento do professor. Como realizamos o experimento em quatro turmas, sempre em dias e horários diferentes, estivemos expostos a condições de índice de radiação cósmica diferente. Conforme Compton, (1934) *apud* Rossi (1964), a intensidade média é muito semelhante de um dia a outro, na mesma localidade.

O professor **P2** também relatou *“Problemas com a instabilidade da internet”* e adiciona o fato de *“o clima chuvoso”* ser fator que atrapalhou parcialmente as observações. Ainda assim foi possível observar algumas trajetórias de partículas por meio do experimento. A confirmação de uma observação parcial advém do aluno **A23**: *“O tempo nublado foi algo que dificultou na observação. Porém, não foi um grande problema”*.

Uma crítica interessante foi relatada pelo aluno **A22** que nos sugeriu: *“principalmente na iluminação e na visualização das partículas”*, portanto, já estamos verificando possibilidades de realizar tais avanços. Por fim, o aluno **A23** indica que, *“Sim, principalmente porque o público alvo são jovens e aulas mais dinâmicas despertam o interesse dos mesmos”*, o que nos permite associar esse posicionamento com o conjunto de referenciais metodológicos que nos instruiu e adequada realização das atividades em sala de aula.

Como falas finais, apresentamos os alunos **A25** e **A27** os quais produziram as falas:

A25: *“Seria interessante acontecer mais atividades desse tipo, pois faz com que o aluno fique mais interessado pela física, que é uma matéria muito importante para nossa vida”*.

A27: *“Sim, pois as pessoas que não podem estar presente na experiência, podem assistir a distância”*.

Tais representações associadas denotam que ocorreu aproximação, em alguns alunos, com a componente curricular física, partindo das ações realizadas nesta pesquisa.

5. Considerações Finais

O ensino de FMC carece de novas metodologias e novos recursos didáticos, com vistas a permitir a expansão de seu ensino para etapas escolares como o ensino médio. Segundo Lino (2013, p.77.), entre os motivos para se ensinar FMC no ensino médio, destaca-se o “subsídio à compreensão e crítica das questões atuais que envolvem ciência, tecnologia sociedade e ambiente”. Conforme descrevemos, as pesquisas com vistas na construção de recursos para experimentos relacionados à FMC têm-se desenvolvido na educação, contudo a sua efetiva inserção na escola esbarra em problemas como a falta de preparação dos professores, a dificuldade de espaços físicos e laboratórios nas escolas, a falta de recursos para aquisição dos equipamentos, os quais, em muitos casos, não são encontrados com muita facilidade em todas as cidades brasileiras.

Dessa forma, refletir em novos formatos de estratégias educacionais é relevante para sanar tais dificuldades. Como apontamos, um laboratório que pode estar alocado em uma universidade e que pode ser utilizado remotamente por escolas em âmbito mundial representa uma nova possibilidade para contornar alguns dos problemas supracitados.

Contudo um laboratório sem a devida orientação metodológica não trará garantia de resultados favoráveis ao aprendizado. Dessa forma, além de o equipamento estar disponível aos professores e alunos, faz-se necessário fornecer adequada formação continuada aos docentes, para que estes estejam devidamente preparados para promover o ensino adequado.

Em nossa proposta, pelas possibilidades inovadoras que as tecnologias eletrônicas embarcadas atuais permitem, construímos um sistema que se utiliza de hardware a um custo acessível e toda a programação foi realizada utilizando-se de ferramentas de software livre, ou seja, o código fonte é disponível para que outros pesquisadores que seguirem nossa proposta construam seus próprios laboratórios de acesso remoto, sem custo de software.

A teoria de aprendizagem construcionista, por ter emergido das novas tecnologias de informação e comunicação, apresenta proximidade maior com o trato com um ensino direcionado a estudantes imersos em tecnologias. Utilizamos essa proposta desde o início dos trabalhos da pesquisa para a formação dos docentes que ocorreu por meio de oficinas e se mostrou satisfatório. E, como foi organizada seguindo os pressupostos construcionistas,

favoreceu o comportamento docente construcionista quando este executou a sequência didática planejada.

Conforme as análises nos revelaram, a intervenção experimental, conciliada com a proposta educacional construcionista, produziu efeitos positivos na aprendizagem dos conteúdos trabalhados, posicionando o laboratório de acesso remoto como um elemento facilitador para o ensino de física de partículas para o ensino médio. Dessa forma, destacamos que esta pesquisa forneceu, para o ensino de física moderna e contemporânea, a possibilidade de realizarmos atividades experimentais sem a necessidade de um laboratório local, permitindo o estudo de um conceito tão importante para a compreensão da natureza, que são os raios cósmicos, e favorecendo a experimentação em um conteúdo muitas vezes abordado superficialmente.

Além dessa contribuição, verificamos avanços no aspecto da compreensão por parte dos estudantes de fenômenos antes desconhecidos, e o conhecimento se limitava apenas a uma realidade teorizada anteriormente, aproximando, assim, a teoria da realidade desses aprendizes.

Partindo dessas contribuições, este trabalho lança também pontos a serem refletidos sobre o ensino de física moderna e contemporânea, como poderíamos realizar outros experimentos e encontrar resultados semelhantes?

Durante a realização do trabalho de pesquisa encontramos diversas dificuldades de logística quanto à importação de equipamentos, o que nos provocou atraso no cronograma e complicações na alocação dos equipamentos, o que implicou em mudança de local. As escolas, mesmo apresentando conexão com a internet em velocidade maior do que a média nacional, ainda apresentam largura de banda inferior à contratada por uma única residência da classe média. E, como maior dificuldade, apresentou-se a insegurança quanto ao funcionamento normal da escola, pois, por ações governamentais imprudentes, ocorreram diversas greves que atrasavam o cronograma e traziam incertezas aos alunos da escola.

Como trabalhos futuros, esperamos aumentar o número de experimentos disponíveis e aperfeiçoar o experimento de câmara de nuvens, incluindo um campo magnético variável, controlado remotamente, com a finalidade de permitir avaliar melhor as partículas observadas, como calcular a massa, carga elétrica e energia cinética. Também esperamos desenvolver um sistema que permita manter a câmara de nuvens resfriada ininterruptamente, facilitando a observação, sem a necessidade de realizar reserva no site.

Outro trabalho futuro esperado é utilizar a câmara de nuvens em cursos de formação continuada de professores, com a finalidade de propagar a inserção de conteúdos de física moderna e contemporânea no ensino médio.

Concluimos, desse modo, que o objetivo de investigar as potencialidades pedagógicas dessa intervenção construcionista foi alcançado, tal consideração é pautada nas observações das falas produzidas pelos atores pesquisados. Também verificamos que tal intervenção implicou em boas práticas educacionais. Assim, obtivemos êxito pois promovemos a motivação dos alunos frente à componente curricular física no ensino médio, bem como conseguimos utilizar o laboratório de acesso remoto como um facilitador para o ensino de física moderna e contemporânea nessa etapa.

6. Referências

ALMEIDA, M.E. **Informática e Educação - Diretrizes para uma Formação Reflexiva de Professores**. Tese de Mestrado. São Paulo: Departamento de Supervisão e Currículo da PUC. 1996.

ALMEIDA, M. E. de. **Informática e formação de professores**.vol. 1. Brasília: MEC, 2000.

ALTOÉ, A. **O Computador na Escola: O Facilitador no Ambiente Logo**. Tese de Mestrado. São Paulo: Departamento de Supervisão e Currículo da PUC.1993

ANDERSON, C. D. **The Positive Electron**. Phys. Rev., v.43, Mar. 1933.

ARANTES, J. T. **O Brasileiro que o Nobel Esqueceu**. Scientific American Brasil. n. 1 a.1 2002. 3p.

BARANAUSKAS, M. C. C. et al. Uma taxonomia para ambientes de aprendizagem baseados no computador. In: VALENTE, J. A. (org.) **O computador na Sociedade do Conhecimento**. Campinas: Gráfica Central da UNICAMP, 1993. p. 88-110. Cap.4.

BANZI, M. **Arduino: La guida ufficiale**. 1ª ed. Milão: Tecnhiche Nouve, 2009, 192 p.

BASSALO, J. M. F. **César Lattes: Um dos Descobridores do Então MésonPi**. Cad. Cat. Ens. Fís. Florianópolis, 7(2): 133-148: ago. 1990

BARONE, D. **Sociedades Artificiais**. Editora Bookman. Porto Alegre, 332p, 2003.

BAUMAN, Z. **Modernidade Líquida**. Rio de Janeiro: Zahar, 2001

BEAUFILS, D. **Les logiciels de simulation peuvent-ils modifier les activités cognitives ET les apprentissages em sciences? (à propos de La physique)**. Actes dès Journ. Intern. D' Orsay sur les Scien. Cognit.,Orsay, p. 101-104, 2000.

BENDER, W. N.; WALLER, L. **The Teaching Revolution: RTI, Technology, and Differentiation Transform Teaching for the 21st Century**. Corwin Press, 15 de ago de 2011 - 176 páginas

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **PCN+ – Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – FÍSICA**. Brasília: MEC/SEB, 2002, 40 p.

BROCKINGTON, G. e PIETROCOLA, M. **O Ensino de Física Moderna necessita ser real?**.In: XVI SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005, Rio de Janeiro. Atas do XVI SNEF.

BROFFERIO, S. C. **A University Distance Lesson System: Experiments, Services, and Future Developments**. IEEE Transactions On Education, v.41, n. 1, Fev. 1998.

CARVALHO, A. M. P, et al. **Ensino de Física**. Ed. CENGAGE Learning, 2010, 176 p.

CASINI, M.; PRATTICIZZO D.; VICINO, A. **The Automatic Control Telelab: a Remote Control Engineering Laboratory**. Proceedings of the 40th IEEE Conference on Decision and Control.USA. p. 3242-3247. Dez. 2001

CASTRO, N. H. H. de. **Relatório Final de Instrumentação para Ensino - Versão 3**. Unicamp: Campinas, 2005, 23 p.

CENCI, S. P.; SANTINELLO, J. **O uso das tecnologias da informação e da comunicação na formação docente**. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1628-8.pdf>>. Acessado em 15 de dezembro de 2016.

CHOMSKY, N. **Linguagem e Mente: pensamentos atuais sobre antigos problemas**. Ed. Universidade de Brasília, Brasília, 1998. 83 p.

CRESWELL, J. W.. **Educational research:: planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research**. 4. ed. Boston: Pearson, 2012.

DAMASIO, A. **O mistério da consciência: Do corpo e das emoções ao conhecimento de si**. São Paulo: Schwarz, 2000. Laura Teixeira Motta.

D'AVO, C. (Brasil). Comitê Gestor da Internet no Brasil (Ed.). **TIC EUCAÇÃO 2015: Pesquisa sobre o uso das tic nas escolas brasileiras**. São Paulo: Cetic, 2016. 490 p.

DEWEY, J. **Experiência e educação**. 2. ed. São Paulo: Nacional, 1976. 131 p. Anísio Teixeira.

FÁVARO, T. **Os Físicos e a Bíblia**. *Jornal da Unicamp*. Ago. 2001.

FERNANDES, M. M.; SILVA M. H. S. **O Trabalho Experimental de Investigação: das Expectativas dos Alunos às Potencialidades no Desenvolvimento de Competências**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. v. 4, n.1, p. 45-58, 2004.

FREIRE, P., **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Editora Paz e Terra. 1996. 144 p.

F. S. F., **GNU Operating System**. Disponível em:<<http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.en.html>>. Acesso em 10 de julho de 2015.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 3ª. ed. São Paulo: Atlas, 1991. 176 p.

GÓMEZ, A. I. **Educação na era digital: A escola educativa**. Porto Alegre: Penso, 2015. 192 p.

HOFSTEIN, A.; NAAMAN, R. M. **The laboratory in science education: the state of the art**. *Chem. Educ. Res. Pract.*, Londres, v. 8, p. 105-107, 2007.

HÖRANDEL, J. R. **Early Cosmic-Ray Work Published in German**. 2012. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/1212.0706.pdf>>. Acesso em 5 de janeiro de 2017.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 10 ed. Ed. Perspectiva. São Paulo. 2011. 260p.

LAGANÁ, C. **Estudo de raios cósmicos utilizando uma câmara de nuvens de baixo custo**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 3, 3302 (2011)

LAGANÁ, C. **Decaimentos nucleares em uma câmara de nuvens**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 3, 3314 (2013)

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. D. A. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1996.

LANGSDORF, Jr. A. **A Continuously Sensitive Diffusion Cloud Chamber**. Rev. Sci. Instrum., v.10, n.91, 1939

LATTES, C. M. G.; MUIRHEAD, H.; OCCHIALINI, G. P. S. e POWELL, C. F. **Processes Involving Charged Mesons**. Nature. 159, p694-697, 24 Mai de 1947.

LEAL, S. C.; FERNANDES, H.; LEAL, J. P. **Plataforma e-lab potencia o ensino/aprendizagem das ciências no ensino básico e secundário**. Noesis Online.p. 1-14. Disponível em <http://www.academia.edu/1875260/Plataforma_e-lab_potencia_o_ensino_aprendizagem_das_ciencias_no_ensino_basico_e_secundario> Acessado em 25 de outubro de 2012.

LELEVÉ, A.; BENMOHAMED, H.; PREVOT, P.; MEYER, C. **Remote Laboratory – Towards and integrated training system**. 4th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET 2003), Jun 2003, Marrakech, Morocco. pp.6, 2003.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática.** 1ª ed. Lisboa: Instituto Piaget, 1992, 263 p.

LÉVY, P. **Cibercultura.** Tradução de Carlos Irineu da Costa. 1ª ed. São Paulo: Ed. 34, 1999, 264 p.

LINO, A, SILVA, J. R. N. da, ARENGHI, L. E. B.. **Porque inserir física moderna e contemporânea no ensino médio? Uma revisão das justificativas dos trabalhos acadêmicos.** Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologias, vol6, núm. 1, jan-abr. 2013

LOPES, S. P. de M. L. **Laboratório de Acesso Remoto em Física.** 2007. 147 p. Tese – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Coimbra. 2007

MA, J.; NICKERSON, J. V.; **Hands-On, Simulated, and Remote Laboratories: A Comparative Literature Review.** *ACM Computing Surveys*, vol. 38, n3, art.7, Nova York. Set. de 2006.

MALTEMPI, M.V. **Construção de Páginas Web: Depuração e Especificação de um Ambiente de Aprendizagem.** 2000. 186 p. Tese – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2000.

MALTEMPI, M. V.; RICHIT, A. **Tecnologias informáticas, construtivismo y pedagogia por projetos: perspectivas de formación inicial de profesores de Matemática.** *Paradigma*, vol. 30, n 1, Maracay, Jun. 2009

MCLUHAN, H. M. **Understanding Media: the Extensions of Man.** New York: McGraw-Hill, 1964.

MENEZES, S. P. **Logo e a Formação de Professores: O Uso Interdisciplinar do Computador na Educação.** Tese de Mestrado. São Paulo: Escola de Comunicação e Arte, USP. 1993

MINAYO, M. C. S. **O Conceito de Representações Sociais Dentro da Sociologia Clássica**, In: GUARESCHI, P.; JOVCHELOVITCH, S. (orgs). **Textos em representações sociais**. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 1995.

MINSKY, M. **The society of mind**. New York: Touchstone, 1986. 336 p.

MORAES, R. **Uma Tempestade De Luz: A Compreensão Possibilitada Pela Análise Textual Discursiva**. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007. 224 p.

MOREIRA, M. A. **O Modelo Padrão da Física de Partículas**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, n. 1, 1306 (2009).

MOREIRA, M. A. **Física de Partículas:: Uma Abordagem Conceitual e Epistemológica**. São Paulo: Edusp, 2012. 143 p.

MORIN, E. Da necessidade de um pensamento complexo. In: MARTINS, F. M.; SILVA, J. M. da (Org.). **Para Navegar no Século XXI: Tecnologias do Imaginário e Cibercultura**. Porto Alegre: Edipucrs/sulina, 2003. Cap. 2. p. 13-37.

NEGROPONTE, N. **Vida Digital**. São Paulo. Companhia das Letras, 1995.

OGIBOSKI, L. **Laboratório Remoto Baseado em Software Livre para Realização de Experimentos Didáticos**. 2007. 93 p. Dissertação – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2007.

OLIVEIRA, A.G I. de. ROCKENBACH, M. PACINI, A.A. **Raios cósmicos e a heliosfera**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 36, n. 2, 2316 (2014)

OSTERMANN, F.; RICCI, T. S. F. **Construindo uma unidade didática conceitual sobre Mecânica Quântica: um estudo na formação de professores de Física.** *Ciência & Educação*, Bauru, v. 11, n. 2, p. 235-258, maio 2004 a.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **Física contemporânea en La escuela secundaria: uma experiencia en el aula involucrando formación de profesores.** *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona: v.18, n.3, p.391-404, 2000.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática.** ed. rev. Porto Alegre: Artmed, 2008, 224 p.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica –Física.** Departamento de Educação Básica. Curitiba, 2008

PARANÁ. Paraná Digital. Secretaria da Educação. **Paraná Digital.** 2016. Disponível em: <<http://www.educacao.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=89>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

PIETROCOLA, M. **Modern Physics In Brazilian Secondary Schools.** In: International Conference on Physics Education, 2005, Nova Delhi: ICPE, 2005

PRADO, M.E.B.B. **O Uso do Computador no Curso de Formação de Professores: Um Enfoque Reflexivo da Prática Pedagógica.** Tese de Mestrado. Campinas: Faculdade de Educação da UNICAMP. 1996.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. **O Papel Da Natureza Da Ciência Na Educação Para A Cidadania.** *Ciência e Educação*, Bauru, v. 13, n. 2, p.141-156, ago. 2007.

RASPBERRY Foundation: **Education-Training, resources, programmes and events.** Education-Training, resources, programmes and events. 2016. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/education/>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

ROBERTS, R. **Using Different Types of Practical Within a Problem-Solving Model of Science.** *Scho. Scien. Rev.*, **85** (312), p. 113-119, Herts. Mar. de 2004.

ROSSI, B. **Cosmic Rays.** New York: Ed. McGraw Hill, 1964

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. **O Papel da Experimentação no Ensino da Física.** *Cad. Bras. Ens. Fís.* v.20, n1. p. 30-42, Florianópolis. Abr de 2003.

SHUTT, R. P. **A Theory of Diffusion Cloud Chambers.** *Rev. Sci. Instrum.* v. 22, n. 10 out, 1951

STAKE, R. E. **Pesquisa Qualitativa: estudando como as coisas funcionam;** trad.: Karla Reis. Porto Alegre: Penso, 2011 263 p.

TERRAZZAN, E. A. **A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau.** *Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis,* v. 9, n. 3, p. 209-214, dez. 1992.

TAYLOR, B. **Designed for teaching,** *Education+Training,* v. 8 n.7 p.316-317, 1966.

THOMPSON, P. **A voz do passado: História Oral.** São Paulo: Paz e Terra, 2002.

TORRES, J. R. et al. **.Resignificação curricular: contribuições da Investigação Temática e da Análise Textual Discursiva.** *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências,* Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p.1-13, maio 2008. Quadrimestral.

UPTON, E.; HALFACREE, G. **Raspberry Pi – Manual do Usuário.** 1ª ed. São Paulo:Ed. Novatec, 2013, 272 p.

VALENTE, J. A.; **Mudanças na sociedade, mudanças na educação: O fazer e o compreender** In: VALENTE, J. A. (org.) **O computador na Sociedade do Conhecimento.** Campinas: UNICAMP, 1999. p. 29-37. Cap.2.

VALENTE, J.A. & CANHETTE, C.C. **LEGO-Logo: explorando o conceito de design.** In: VALENTE, J.A. (org.) **Computadores e conhecimento: repensando a educação.** Campinas, Gráfica da UNICAMP. 1993. p.64-75.

VERNE, J. **Da terra a lua.** 16. ed. São Paulo: Landmark, 2014. 336 p.

WILSON, C.T.R., M. A., F.R.S., **Onna Expansion Apparatus for making Visible the Tracks of Ionising Particles in Gases and some Results obtained by its Use.** Proceed. Roy. Soc. London. Series A. v. 85 p.285 1912

WULF, T. **Über die Strahlungsquelle Bereich in der Atmosphäre.** Physikalische Zeitschrift, e.10, n.997, 1909.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar.** trad. Ernani F. da F. R. Porto Alegre: Artmed, 1998, 224 p.

APÊNDICE 1 - Instrumento de Coleta Inicial

Entrevista com os professores:

1. Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (9.394/96) e as Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná, existe orientação para o ensino de tópicos de física moderna e contemporânea no ensino médio, descreva as atitudes docentes de encaminhamento para realizar tais atividades de ensino.

Objetivo: Verificar como os professores procedem para incluir no ensino os conceitos de física moderna.

2. Como você descreve a estrutura física, disponível para realizar experimentos de física moderna na escola em que atua?

Objetivo: Caracterizar as possibilidades atuais no ensino de física moderna.

3. Como você descreveria as políticas educacionais frente à atualização dos conteúdos a serem ensinados de modo a inserir os conceitos de física moderna, como a LDB cita, promover a formação de um cidadão com amplo conhecimento científico?

Objetivo: Identificar se existem ações de ordem estatal que visam atualizar os processos de ensino de modo a incluir no currículo real as previsões de conteúdos da lei vigente.

4. As metodologias de ensino, fundamentadas em novas tecnologias de informação e comunicação, fazem parte da vivência docente. Como se inserem nas atividades de ensino?

Objetivo: Identificar a proximidade do docente com as NTIC.

5. Para fim de caracterização do entrevistado, há quanto tempo leciona para o ensino médio?
E Qual sua formação acadêmica?

Objetivo: Prover uma caracterização dos entrevistados.

APÊNDICE 2: Questionário inicial de pesquisa, aplicado aos alunos**Instruções:**

– Reúnam-se em trios, leiam o texto e discutam sobre o tema para responderem às questões apresentadas. Se houver necessidade, podem utilizar o espaço em branco para completar as respostas. Para completar as respostas, se houver necessidade, podem utilizar desenhos.

Nomes: _____

Tempestade solar gigantesca poderá atingir toda a Terra, países se preparam.

A Terra tem chance de aproximadamente 12% de experimentar uma enorme erupção solar na próxima década. Em termos astronômicos, esse número é uma chance imensa, já que estamos falando de uma chance em cada oito. **Este evento poderá causar 9 trilhões de reais na atual cotação do dólar em danos só para os ESTADOS UNIDOS**, o país pode levar até 10 anos para se recuperar. Tal evento extremo é considerado relativamente raro. A última tempestade solar dessa magnitude ficou conhecida como o Evento Carrington, e ocorreu a pouco mais de 150 anos atrás, foi o evento mais poderoso já conhecido na história. No mundo moderno de hoje, que é totalmente dependente da energia elétrica, uma tempestade solar de escala semelhante poderia ter consequências catastróficas, podendo contribuir para a erosão de oleodutos e gasodutos. Eles podem perturbar satélites GPS e perturbar até mesmo toda a comunicação de rádio na Terra.

Um evento como esse ter uma chance maior do que 10% de acontecer nos próximos 10 anos foi surpreendente para o físico espacial Pete Riley, cientista sênior do Predictive Science em San Diego, Califórnia, que publicou a estimativa no Space Weather em 23 de fevereiro de 2015. As companhias podem armazenar energia em áreas onde se esperam poucos danos ou trazer linhas adicionais para ajudar com as sobrecargas de energia. É claro, elas precisam receber avisos suficientes quanto à hora e local do impacto de uma tempestade solar no Planeta.



Créditos:

<http://climatologiageografica.com.br/tempestade-solar-gigantesca-podera-atingir-toda-a-terra-paises-se-preparam/#ixzz4JLPZDPck>

Questões:

1. Conforme a notícia acima, sabemos que partículas de alta energia, emitidas pelo Sol, podem viajar por todo o espaço, atingindo diretamente nosso planeta. Explique, com suas palavras, qual o motivo de tamanha destruição que pode ser provocada pela tempestade solar.

2. Considerando que tais partículas podem ser encontradas no planeta Terra, explique porque você não consegue observá-las neste momento (enquanto responde ao questionário).

3. O que você acredita que poderia ser feito para enxergar essas partículas? Descreva ou desenhe como você imagina essas partículas. São coloridas? Têm formato geométrico?

4. Como essas partículas alteram o meio ambiente, sabendo que possuem alta velocidade e, portanto, penetram na matéria? (matéria são casas, carros, você, plantações).

APÊNDICE 3: Texto utilizado para fundamentar a oficina de construcionismo

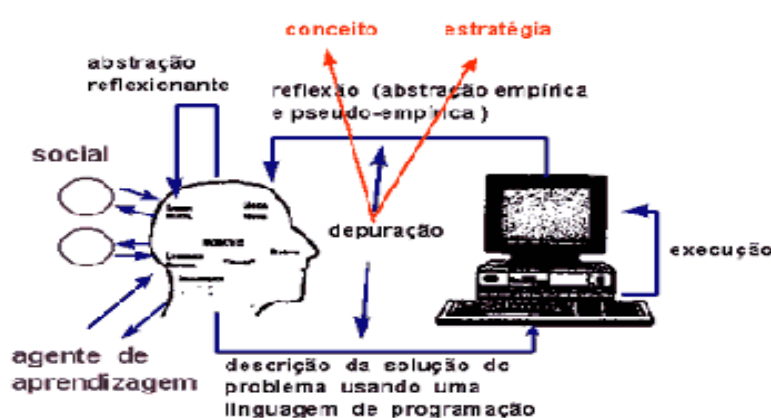
Texto complementar de informática na educação

- 1) Leiam o texto a seguir e reflitam sobre sua sequência didática. O que pode ser modificado ou inserido para que os alunos possam ter melhores níveis de aprendizagem?

O que é informática na educação? Texto de José Armando Valente

O termo "Informática na Educação" tem assumido diversos significados dependendo da visão educacional e da condição pedagógica em que o computador é utilizado. A Informática na Educação que estamos tratando enfatiza o fato de o professor da disciplina curricular ter conhecimento sobre os potenciais educacionais do computador e ser capaz de alternar adequadamente atividades tradicionais de ensino-aprendizagem e atividades que usam o computador. No entanto, a atividade de uso do computador pode ser feita tanto para continuar transmitindo a informação para o aluno e, portanto, para reforçar o processo instrucionista, quanto para criar condições para o aluno construir seu conhecimento por meio da criação de ambientes de aprendizagem que incorporem o uso do computador. A abordagem que usa o computador como meio para transmitir a informação ao aluno mantém a prática pedagógica vigente. Na verdade, o computador está sendo usado para informatizar os processos de ensino que já existem. Isso tem facilitado a implantação do computador na escola, pois não quebra a dinâmica por ela adotada. Além disso, não exige muito investimento na formação do professor. Para ser capaz de usar o computador nessa abordagem basta ser treinado nas técnicas de uso de cada software. No entanto, os resultados em termos da adequação dessa abordagem no preparo de cidadãos capazes de enfrentar as mudanças que a sociedade está passando são questionáveis. Tanto o ensino tradicional quanto sua informatização preparam um profissional obsoleto. Por outro lado, o uso do computador na criação de ambientes de aprendizagem que enfatizam a construção do conhecimento apresenta enormes desafios. Primeiro, implica em entender o computador como uma nova maneira de representar o conhecimento provocando um redimensionamento dos conceitos já conhecidos e possibilitando a busca e compreensão de novas ideias e valores. Usar o

computador com essa finalidade requer a análise cuidadosa do que significa ensinar e aprender bem como demanda rever o papel do professor nesse contexto. Segundo, a formação desse professor envolve muito mais do que prover o professor com conhecimento sobre computadores. O preparo do professor não pode ser uma simples oportunidade para passar informações, mas deve propiciar a vivência de uma experiência. É o contexto da escola, a prática dos professores e a presença dos seus alunos que determinam o que deve ser abordado nos cursos de formação. Assim, o processo de formação deve oferecer condições para o professor construir conhecimento sobre as técnicas computacionais e entender por que e como integrar o computador na sua prática pedagógica.



Ciclo descrição-execução-reflexão-depuração.

Descrição da resolução do problema: O aprendiz lança mão de todas as estruturas de conhecimentos disponíveis (conceitos envolvidos no problema sobre o computador e a linguagem de programação, estratégias de aplicação desses conceitos etc.) para representar e explicitar os passos da resolução do problema em termos da linguagem de programação no computador.

Execução dessa descrição pelo computador: A execução fornece um "feedback" fiel e imediato para o aprendiz. O resultado obtido é fruto somente do que foi solicitado à máquina.

Reflexão sobre o que foi produzido pelo computador: A reflexão sobre o que foi executado no computador, nos diversos níveis de abstração, pode provocar alterações na estrutura mental do aluno. O nível de abstração mais simples é a empírica, que permite a ação do aprendiz sobre o objeto, extraíndo dele informações como cor, forma, textura etc. A abstração pseudoempírica permite ao aprendiz deduzir algum conhecimento da sua ação ou do objeto. A abstração reflexionante permite ao aprendiz pensar sobre suas próprias ideias. Esse processo de reflexão sobre o resultado do programa pode provocar o surgimento de uma das alternativas: a

resolução do problema apresentado pelo computador corresponde às ideias iniciais do aprendiz e, portanto, não são necessárias modificações no procedimento ou a necessidade de uma nova depuração do procedimento porque o resultado é diferente das ideias iniciais.

Depuração dos conhecimentos por intermédio da busca de novas informações ou do pensar: O processo de depuração dos conhecimentos acontece quando o aprendiz busca informações (conceitos, convenção de programação etc.) em outros locais e essa informação é assimilada pela estrutura mental, passando a ser conhecimento, e o aprendiz a utiliza no programa para modificar a descrição anteriormente definida. Nesse momento, repete-se o ciclo descrição - execução - reflexão - depuração - descrição.

APÊNDICE 4: UNIDADE DIDÁTICA PRODUZIDA



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

PIBID / DFI

PCM / UEM

Tópicos de Física Moderna

CÂMARA DE NUVENS

UNIDADE DIDÁTICA

Maringá

2016

Unidade didática: Aplicação de tópicos de física moderna com acesso remoto à câmara de nuvens

Resumo

A presente unidade didática tem por objetivo o aprendizado de alguns tópicos de física moderna, como a física das partículas, e os raios cósmicos por meio da utilização via acesso remoto do experimento da câmara de nuvens. Esta se caracteriza por um meio de averiguação da presença de partículas de altas energias ocupando o ambiente no qual os alunos estão inseridos. Historicamente encontramos na câmara de nuvens uma ferramenta para apresentar a evolução tecnológica na compreensão do universo e do meio material. É possível, por meio desse experimento, visualizar a passagem de partículas através de um meio de vapor supersaturado, durante o movimento das partículas. Dependendo de sua carga elétrica e de sua massa, ocorrerá ionização do meio, promovendo uma nuvem após a passagem das partículas. Tenciona-se, portanto, expor os alunos do ensino médio a observarem tal situação e, de modo a maximizar a visualização, há ainda a possibilidade de uso de fontes radioativas para emitir partículas ionizantes e criar os traços de observação. Nota-se que tal situação será plausível pelo fato de que os alunos não serão expostos à radiação, pois o experimento em si ocorrerá nas instalações da Universidade Estadual de Maringá. A sequência de aulas é uma proposta para conduzir práticas experimentais ao ensino médio, permitindo que os alunos possam, mesmo a distância, trabalhar e manipular experimentos, desvendando características da natureza.

Palavras-chave: Partículas elementares, Câmara de nuvens, Radiação, Laboratório de acesso remoto.

Estrutura da unidade didática

1. Introdução

O trabalho realizado apresenta um estudo em tópicos de física moderna no ensino médio, bem como sua aplicação, utilização e desenvolvimento de novas tecnologias, partindo de um conceito inicial: *De que são feitas as coisas?*, o que o torna importante para a visibilidade maior de tecnologias modernas, alcançadas com a aplicação da física de partículas. Esse conteúdo, muitas vezes, é suprimido da grade curricular pela falta de aulas na disciplina de física.

A problemática conceitual versará no tópico a constituição da matéria. Com o intuito de entender que existem partículas além de elétrons, prótons e nêutrons, essa unidade didática trabalhará com experimentos de acesso remoto, visto que muitos experimentos ainda são difíceis de serem realizados na educação básica. De acordo com as Diretrizes da Educação Básica no Paraná,

“ao adotar a experimentação e propor atividades experimentais, o professor, mais do que explicar um fenômeno físico, deve assumir uma postura questionadora de quem lança dúvidas para o aluno e permite que ele explicita suas ideias, as quais, por sua vez, serão problematizadas pelo professor” (PARANÁ, DCE, p. 73).

Assim, esse tipo de atividade tem como proposta levar o laboratório moderno ao aluno, com a duração de quatro aulas, sendo duas de fornecimento de base teórica e discussão e duas versando sobre a parte experimental. O experimento estudado será o da câmara de nuvens, tratando dos conceitos fundamentais para o entendimento de seu funcionamento, como estrutura da matéria e partículas elementares, radiação e raios cósmicos, bem como suas interações com a matéria.

A câmara de nuvens desempenhou papel muito importante no avanço dos sistemas de detecção de partículas de altas energias e é uma atividade experimental com grande ganho conceitual, por apresentar, de maneira bem perceptível, a interação das partículas com o vapor supersaturado, presente na câmara.

O principal objetivo é familiarizar os alunos com conceitos de física de partículas, englobando a composição da matéria, física nuclear, além da utilização de novas tecnologias em sala de aula, no caso, utilizar o laboratório de acesso remoto.

Tempo previsto: quatro aulas.

Temas: **Utilização da câmara de nuvens para o aprendizado de física das partículas.**

Conceitos a serem trabalhados:

- Partículas elementares, modelo atômico;
- ionização;
- interações nucleares;
- conceito de campo magnético;

- conceito de tensão;
- materiais radioativos;
- radiação no dia a dia.

Objetivos:

- Estudar partículas elementares, além dos elétrons, prótons e nêutrons;
- utilizar o laboratório de acesso remoto no experimento câmara de nuvens;
- analisar dados experimentais que visem à detecção de partículas elementares;
- utilizar novas tecnologias no aprendizado de física moderna.

2. Detalhamento das aulas

Aula 1 – teórica – 1ª semana

Tema: Do que são feitas as coisas.

Conteúdo: Física de partículas e catalogação de partículas elementares.

Problematização: Sugerir uma questão inicial envolvendo a composição da matéria, Exemplo: De que somos feitos? As estrelas têm a mesma composição que nós, ou são feitas de matérias diferentes? O que é matéria?

Objetivos:

- Conhecer e discutir sobre as estruturas elementares da natureza;
- expressar opiniões oralmente e por escrito;
- trabalhar em grupo e respeitar as opiniões dos colegas.

Roteiro da aula:

- Apresentação do modelo padrão;
- discussão sobre a estrutura física da matéria e apresentação das partículas elementares da natureza;
- apresentação dos modelos atômicos atuais;
- interação partícula antipartícula;
- aplicação de um questionário inicial para verificar o conhecimento acerca do tema tratado.

Recursos utilizados:

- Quadro-negro, giz;
- apresentação de slides.

Avaliação:

- Participação durante as discussões;
- questionário para uma avaliação qualitativa do entendimento sobre os temas trabalhados.

Aula 2 – teórica – 1ª semana

Tema: Radiação e suas formas.

Objetivos:

- Apresentar o conceito de radiação e mostrar como ela é encontrada na natureza;
- estudar o contexto histórico da descoberta da radiação (principais pesquisadores/utilizações iniciais da nova tecnologia);
- entender o que é o decaimento radioativo/emissão de partículas /diferenciação de emissão α , β , γ .

Conteúdo: Transporte de energia/matéria e raios cósmicos.

Roteiro da aula:

- Discussão sobre radiação em suas formas naturais;
- apresentação das formas de radiação;
- mostrar como a radiação nos afeta;
- questionar sobre como foram feitos os estudos nessa área.

Recursos utilizados:

- Quadro-negro, giz;
- apresentação de slides.

Avaliação:

- Participação durante as discussões.

Aula 3 – experimental – 2ª semana

Tema: Introdução ao experimento câmara de nuvens e detectando as primeiras partículas!

Objetivos:

- Detectar partículas ionizadas;
- chegar a uma analogia sobre a natureza corpuscular da luz;
- introduzir conceitualmente o experimento da câmara de nuvens;
- familiarizar os alunos com o experimento;
- histórico do experimento (desenvolvedor);
- funcionamento do experimento, lembrando os conceitos já vistos em sala de aula;
- utilização do mesmo, explicando a importância da descoberta de novas partículas e tecnologias necessárias para suas descobertas (desenvolvimento das telecomunicações, medicina);
- observação e análise dos resultados obtidos no experimento;
- visualização do experimento por meio do laboratório de informática, utilizando o acesso remoto;
- manipulação para demonstração do que ocorre;
- relação dos resultados visualizados com o conteúdo já visto anteriormente.

Conteúdo: Câmara de ionização/câmara de nuvens.

Roteiro da aula:

- Retomar a problematização de como foram feitos estudos sobre radiação;
- apresentar como a câmara de nuvens funciona conceitualmente.

Recursos utilizados:

- Quadro-negro, giz;
- apresentação de slides.

Avaliação:

- Participação durante as discussões.

Aula 4 – experimental - 2ª semana

Tema: Detectando as partículas de fontes radioativas

- Objetivos: Detectar partículas ionizadas com a fonte radioativa de ^{210}Pb ;
- propor o questionamento da diferença entre a câmara com e sem a fonte radioativa;
- concluir sobre a importância de pesquisas na área de física de partículas.

Conteúdo: Câmara de nuvens.

- Roteiro
- Retomar os conceitos da câmara de nuvens;
- observar a câmara em funcionamento, agora com a fonte radioativa.
- propor o questionamento a respeito das diferenças observadas.

Recursos utilizados:

- Laboratório de informática;
- laboratório de acesso remoto.

Avaliação:

- Participação durante as discussões.

3. Resultados – aula 5 – 3ª semana

Apresentação dos dados que forem coletados durante o desenvolvimento da unidade didática.

4. Avaliação do desenvolvimento da unidade didática – aula 6 - 3ª semana

- Após a elaboração e desenvolvimento da unidade didática, avaliar se essa alcançou as metas e os objetivos que foram inicialmente estipulados. Essa é a fase da análise dos dados dos alunos coletados no desenvolvimento como também a sua avaliação pessoal sobre o desenvolvimento de seu projeto em sala de aula. Essa atividade será composta por uma entrevista na modalidade grupo focal.

5. Conclusões e considerações

Pretende-se observar, a partir do realizado, o que ocorreu de forma proveitosa ao que concerne aos alunos, expandir seus conhecimentos acerca de conceitos de física de partículas e que a natureza que os cerca ainda contém elementos belos a serem observados e compreendidos em sua totalidade.

6. Referências bibliográficas (normas ABNT)

LAGANÁ, Caio. Estudo de raios cósmicos utilizando uma câmara de nuvens de baixo custo. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 33, n. 3, 3302 (2011)

LAGANÁ, Caio. Decaimentos nucleares em uma câmara de nuvens. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 35, n. 3, 3314 (2013)

MOREIRA, M. A. O Modelo Padrão da Física de Partículas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, n. 1, 1306 (2009).

OLIVEIRA, A.G Izzo de. ROCKENBACH, M. PACINI, A.A. Raios cósmicos e a heliosfera. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 36, n. 2, 2316 (2014)

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica –Física**. Departamento de Educação Básica. Curitiba, 2008

APÊNDICE 5: Entrevista Final com os Professores

Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática
Departamento de Física

Projeto de Doutorado: *O Laboratório de Acesso Remoto como Facilitador para o Ensino de Tópicos de Física Moderna no Ensino Médio*

Doutorando: *Arquimedes Luciano – arquimedes.luciano@hotmail.com*

Questionário de avaliação final ao professor

1. Descreva o que mudou na sua perspectiva docente após a participação neste projeto.
2. Quais as principais motivações que o conduziram durante o projeto?
3. Como se deu sua participação na atividade?
4. Quais tecnologias de informação foram utilizadas durante a execução do projeto?
5. Aponte quais foram as principais dificuldades encontradas na aplicação do projeto.
6. Foram observadas mudanças na postura dos alunos frente à disciplina?
7. Como os alunos se portaram durante as atividades?
8. Foi perceptível a compreensão dos conteúdos por parte dos alunos?
9. A atividade permitiu aproximar o conceito abstrato da realidade do aluno?
10. Após as atividades houve perceptível aproximação dos alunos com o conteúdo?

APÊNDICE 6: Questionário de avaliação final aos estudantes participantes

Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática
Departamento de Física

Projeto de Doutorado: *O Laboratório de Acesso Remoto como Facilitador para o Ensino de Tópicos de Física Moderna no Ensino Médio*

Doutorando: *Arquimedes Luciano – arquimedes.luciano@hotmail.com*

Questionário de avaliação final aos estudantes participantes

1. Nas aulas anteriores vocês mantiveram contato com conceitos de física moderna, referentes a tempestades solares e partículas elementares observáveis. Descreva o que vocês visualizaram na câmara de nuvens. Vocês conseguiram perceber traços com características diferentes? Quantos traços diferentes vocês viram?

2. Durante a observação das partículas na câmara de nuvens você poderia indicar que dificuldades foram encontradas e que melhorias poderiam ser realizadas, ou, caso não tenha encontrado dificuldades, quais foram os pontos que lhe despertaram o interesse?

3. Já era de seu conhecimento que partículas advindas do espaço poderiam estar presentes em sua sala de aula? E que elas poderiam interferir em uma nuvem? Ou em um sistema de televisão? Descreva o que você pensava sobre o assunto e o que mudou em sua compreensão depois de ter utilizado o experimento.

4. Depois de terem participado dessa forma de atividade experimental, vocês acreditam que outras atividades de mesma natureza (via internet) poderiam aproximá-los do estudo de física, principalmente de assuntos próximos à física moderna, descreva que assuntos lhe trariam interesse.

APÊNDICE 7: Código-fonte da página de acesso do laboratório de acesso remoto

```
<!DOCTYPEhtml>

<html>

<head>

<metahttp-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=Edge"/>

<metacharset="utf-8"/>

<title>nuvens</title>

<metaname="fb_admins_meta_tag" content=""/>

<linkrel="shortcuticon" href="https://www.wix.com/favicon.ico" type="image/x-icon"/>

<linkrel="apple-touch-icon" href="https://www.wix.com/favicon.ico" type="image/x-icon"/>

<scripttype="text/javascript">varsantaBase                               =
'https://static.parastorage.com/services/santa/1.2010.13';
varclientSideRender = true; </script>

<scriptdefer                               src="https://static.parastorage.com/services/third-
party/requirejs/2.1.15/require.min.js"></script>

<scriptdefer                               src="https://static.parastorage.com/services/santa/1.2010.13/app/main-
r.min.js"></script>

<linkrel="prefetch" href="https://static.parastorage.com/services/santa/1.2010.13/packages-
bin/skins/skins.min.js">
```

```
<linkrel="prefetch" href="https://static.parastorage.com/services/santa/1.2010.13/packages-bin/components/components.min.js">
```

```
<linkrel="prefetch" href="https://static.parastorage.com/services/santa/1.2010.13/packages-bin/core/core.min.js">
```

```
<linkrel="preconnect" href="https://static.wixstatic.com/">
```

```
<linkrel="preconnect" href="//fonts.googleapis.com">
```

```
<metahttp-equiv="X-Wix-Renderer-Server" content="app-jvm9a.42.wixprod.net"/>
```

```
<metahttp-equiv="X-Wix-Meta-Site-Id" content="be24b8d1-7aa0-4ed8-9e02-1d6be52773bb"/>
```

```
<metahttp-equiv="X-Wix-Application-Instance-Id" content="15d04aea-01da-425b-a3e9-0924eb16cc3b"/>
```

```
<metahttp-equiv="X-Wix-Published-Version" content="19"/>
```

```
<metahttp-equiv="etag" content="cce8ed4776727cbf532e9ac980c21fc5"/>
```

```
<metaproperty="og:title" content="nuvens"/>
```

```
<metaproperty="og:type" content="article"/>
```

```
<metaproperty="og:url" content="http://arquimedesluciano0.wixsite.com/nuvens"/>
```

```
<metaproperty="og:site_name" content="nuvens"/>
```

```
<metaname="SKYPE_TOOLBAR" content="SKYPE_TOOLBAR_PARSER_COMPATIBLE"/>
```

```
<meta id="wixMobileViewport" name="viewport" content="width=980, user-scalable=yes"/>
```

```

<script>

    // BEAT MESSAGE

    try {

    window.wixBiSession = {

    initialTimestamp :Date.now(),

    viewerSessionId: 'xxxxxxxx-xxxx-4xxx-yxxx-xxxxxxxxxxxx'.replace(/[xy]/g, function(c)

    { var r = Math.random()*16|0, v = c == 'x' ? r : (r&0x3|0x8); returnv.toString(16); }

    )

        };

        (newImage()).src =

'http://frog.wix.com/bt?src=29&evid=3&pn=1&et=1&v=1.2010.13&msid=be24b8d1-7aa0-

4ed8-9e02-1d6be52773bb&vsi=' + wixBiSession.viewerSessionId +

        '&url=' + encodeURIComponent(location.href.replace(/^http(s)?:\V\w(www\.)?/, "")) +

        '&isp=0&st=2&ts=0&c=' + wixBiSession.initialTimestamp;

    } catch (e){}

    // BEAT MESSAGE END

</script>

```

```

<!-- META DATA -->

```

```

<scripttype="text/javascript">

```

```

varserviceTopology = {"serverName": "app-
jvm9a.42.wixprod.net", "cacheKillerVersion": "1", "staticServerUrl": "http://static.parastorage.c
om/", "usersScriptsRoot": "http://static.parastorage.com/services/wix-

```

users/2.651.0", "biServerUrl": "http://frog.wix.com/", "userServerUrl": "http://users.wix.com/", "
 billingServerUrl": "http://premium.wix.com/", "mediaRootUrl": "http://static.wixstatic.com/", "l
 ogServerUrl": "http://frog.wix.com/plebs", "monitoringServerUrl": "http://TODO/", "usersClient
 ApiUrl": "https://users.wix.com/wix-
 users", "publicStaticBaseUri": "http://static.parastorage.com/services/wix-
 public/1.222.0", "basePublicUrl": "http://www.wix.com/", "postLoginUrl": "http://www.wix.co
 m/my-
 account", "postSignUpUrl": "http://www.wix.com/new/account", "baseDomain": "wix.com", "sta
 ticMediaUrl": "https://static.wixstatic.com/media", "staticAudioUrl": "https://media.wix.com/m
 p3", "emailServer": "http://assets.wix.com/common-
 services/notification/invoke", "blobUrl": "https://static.parastorage.com/wix_blob", "htmlEditor
 Url": "http://editor.wix.com/html", "siteMembersUrl": "https://users.wix.com/wix-
 sm", "scriptsLocationMap": {"santa-versions": "http://static.parastorage.com/services/santa-
 versions/1.419.0", "dbsm-viewer-app": "http://static.parastorage.com/services/dbsm-viewer-
 app/1.44.0", "santa-resources": "http://static.parastorage.com/services/santa-
 resources/1.2.0", "wixapps": "http://static.parastorage.com/services/wixapps/2.486.0", "ecomme
 rce": "http://static.parastorage.com/services/ecommerce/1.203.0", "dbsm-editor-
 app": "http://static.parastorage.com/services/dbsm-editor-
 app/1.166.0", "langs": "http://static.parastorage.com/services/langs/2.568.0", "automation": "http
 ://static.parastorage.com/services/automation/1.23.0", "web": "http://static.parastorage.com/ser
 vices/web/2.1229.62", "sitemembers": "http://static.parastorage.com/services/sm-js-
 sdk/1.31.0", "tpa": "http://static.parastorage.com/services/tpa/2.1062.0", "santa": "http://static.pa
 rastorage.com/services/santa/1.2010.13", "skins": "http://static.parastorage.com/services/skins/
 2.1229.62", "wix-code-sdk": "http://static.parastorage.com/services/js-wixcode-
 sdk/1.66.0", "core": "http://static.parastorage.com/services/core/2.1229.62", "ck-
 editor": "http://static.parastorage.com/services/ck-
 editor/1.87.3", "bootstrap": "http://static.parastorage.com/services/bootstrap/2.1229.62"}, "deve
 loperMode": false, "productionMode": true, "staticServerFallbackUrl": "https://sslstatic.wix.com/
 ", "staticVideoUrl": "http://video.wixstatic.com/", "cloudStorageUrl": "https://static.wixstatic.co
 m/", "scriptsDomainUrl": "https://static.parastorage.com/", "userFilesUrl": "http://static.parastor
 age.com/", "staticHTMLComponentUrl": "http://arquimedesluciano0-wixsite-
 com.usrfiles.com/", "secured": false, "ecommerceCheckoutUrl": "https://www.safer-
 checkout.com/", "premiumServerUrl": "https://premium.wix.com/", "appRepoUrl": "http://assets
 .wix.com/wix-lists-ds-

```

webapp","digitalGoodsServerUrl":"http://dgs.wixapps.net/","wixCloudBaseDomain":"wix-
code.com","mailServiceSuffix":"/_api/common-
services/notification/invoke","staticVideoHeadRequestUrl":"http://storage.googleapis.com/vi
deo.wixstatic.com","protectedPageResolverUrl":"https://site-pages.wix.com/_api/wix-public-
html-info-
webapp/resolve_protected_page_urls","mediaUploadServerUrl":"https://files.wix.com/","publ
icStaticsUrl":"http://static.parastorage.com/services/wix-
public/1.222.0","staticDocsUrl":"http://media.wix.com/ugd"};

varsantaModels = true;

varrendererModel = {"metaSiteId":"be24b8d1-7aa0-4ed8-9e02-
1d6be52773bb","siteInfo":{"documentType":"UGC","applicationType":"HtmlWeb","siteId":
"15d04aea-01da-425b-a3e9-
0924eb16cc3b","siteTitleSEO":"nuvens"},"clientSpecMap":{"14":{"type":"wixapps","applica
tionId":14,"appDefinitionId":"61f33d50-3002-4882-ae86-
d319c1a249ab","datastoreId":"146d3dce-2c2a-1e40-6f5d-
38a697264d33","packageName":"blog","state":"Initialized","widgets":{"f72fe377-8abc-40f2-
8656-89cfe00f3a22":{"widgetId":"f72fe377-8abc-40f2-8656-
89cfe00f3a22","defaultHeight":300,"defaultWidth":210},"c340212a-6e2e-45cd-9dc4-
58d01a5b63a7":{"widgetId":"c340212a-6e2e-45cd-9dc4-
58d01a5b63a7","defaultHeight":300,"defaultWidth":210},"e000b4bf-9ff1-4e66-a0d3-
d4b365ba3af5":{"widgetId":"e000b4bf-9ff1-4e66-a0d3-
d4b365ba3af5","defaultHeight":400,"defaultWidth":210},"1b8c501f-ccc2-47e7-952a-
47e264752614":{"widgetId":"1b8c501f-ccc2-47e7-952a-
47e264752614","defaultHeight":280,"defaultWidth":916},"43c2a0a8-f224-4a29-bd19-
508114831a3a":{"widgetId":"43c2a0a8-f224-4a29-bd19-
508114831a3a","defaultHeight":40,"defaultWidth":210},"56ab6fa4-95ac-4391-9337-
6702b8a77011":{"widgetId":"56ab6fa4-95ac-4391-9337-
6702b8a77011","defaultHeight":400,"defaultWidth":210},"31c0cede-09db-4ec7-b760-
d375d62101e6":{"widgetId":"31c0cede-09db-4ec7-b760-
d375d62101e6","defaultHeight":600,"defaultWidth":680},"33a9f5e0-b083-4ccc-b55d-
3ca5d241a6eb":{"widgetId":"33a9f5e0-b083-4ccc-b55d-
3ca5d241a6eb","defaultHeight":220,"defaultWidth":210},"c7f57b50-8940-4ff1-83c6-
6756d6f0a1f4":{"widgetId":"c7f57b50-8940-4ff1-83c6-

```

```

6756d6f0a1f4","defaultHeight":220,"defaultWidth":210},"4de5abc5-6da2-4f97-acc3-
94bb74285072":{"widgetId":"4de5abc5-6da2-4f97-acc3-
94bb74285072","defaultHeight":800,"defaultWidth":800},"ea63bc0f-c09f-470c-ac9e-
2a408b499f22":{"widgetId":"ea63bc0f-c09f-470c-ac9e-
2a408b499f22","defaultHeight":800,"defaultWidth":800}}},"13":{"type":"sitemembers","app
licationId":13,"collectionType":"Open","collectionFormFace":"Register","smcollectionId":"7
a946bb2-b557-47a4-9481-
40669b4fd826"},"2":{"type":"appbuilder","applicationId":2,"appDefinitionId":"3d590cbc-
4907-4cc4-b0b1-ddf2c5edf297","instanceId":"146d3dce-2bab-9981-131c-
0dbcaa6128f0","state":"Initialized"},"3":{"type":"public","applicationId":3,"appDefinitionId"
:"13d21c63-b5ec-5912-8397-c3a5ddb27a97","appDefinitionName":"Wix
Bookings","instance":"mD7D-Ugfj2RGoPVoUcd-
RIHmVynFgUnkhyNCrzAc73Q.eyJpbnN0YW5jZUlkIjoiZmNiNzI3N2EtNDVlMi00OWIyL
WI1ZDYtYjFmQ4NGY0YzI5Iiwic2lnbkRhdGUiOiIyMDE3LTAxLTEzVDE1OjQ5OjEw
LjI3MloiLCJ1aWQiOm51bGwsImlwQW5kUG9ydCI6IjE4Ni4yMzMzMjU2LjIxOS81MzU
2MiIsInZlbnRvcjByb2R1Y3RjZCI6bnVsbCwiZGVtb01vZGUlOmZhbHNiLCJhaWQiOiI3
YTZhOTlkOC0xMzMzLTQyNWYtYTg0MC1kNGEwMDA3Nzg2MzEiLCJiaVRva2VuIjoi
NDI5MzlmYWItM2Y0Mi0wNzZhLTJiZDQtYWM4MDNkNjgzZjkyIiwic2l0ZU93bmVyS
WQiOiI3MjMxZDU5Yi01NjNkLTQyZDctOTI5Mi0yZjYyN2I2YTAzODAiifQ","sectionUrl"
:"https://scheduler.wix.com/index","sectionMobileUrl":"https://scheduler.wix.com/mobile
","sectionPublished":true,"sectionMobilePublished":true,"sectionSeoEnabled":true,"sectionD
efaultPage":"","sectionRefreshOnWidthChange":true,"widgets":{"13d27016-697f-b82f-7512-
8e20854c09f6":{"widgetUrl":"https://scheduler.wix.com/index","widgetId":"13d27016-
697f-b82f-7512-
8e20854c09f6","refreshOnWidthChange":true,"mobileUrl":"https://scheduler.wix.com/mob
ile","appPage":{"id":"scheduler","name":"Book
Online","defaultPage":"","hidden":false,"multiInstanceEnabled":false,"order":1,"indexable":tr
ue,"landingPageInMobile":false,"hideFromMenu":false},"published":true,"mobilePublished":
true,"seoEnabled":true,"preFetch":false},"14756c3d-f10a-45fc-4df1-
808f22aabe80":{"widgetUrl":"https://scheduler.wix.com/widget-
viewer","widgetId":"14756c3d-f10a-45fc-4df1-
808f22aabe80","refreshOnWidthChange":true,"mobileUrl":"https://scheduler.wix.com/wid
get-
viewer","published":true,"mobilePublished":false,"seoEnabled":true,"preFetch":false}},"app

```


Requirements": {"requireSiteMembers": false}, "isWixTPA": true, "installedAtDashboard": true, "permissions": {"revoked": false}}, "1230": {"type": "public", "applicationId": 1230, "appDefinitionId": "133bb11e-b3db-7e3b-49bc-8aa16af72cac", "appDefinitionName": "Events Calendar", "instance": "2LTiPFbJmgSvc6iO8qmwfxKpI-b4aGhef-t4M9DMFrM.eyJpbnN0YW5jZUlkIjoiNjJhYTUxMmQtMzk0OS00YzMyLWEyNGUtODI1MDU2OTYwYmE1Iiwic2lnbkRhdGUiOiIyMDE3LTAxLTEzVDE1OjQ5OjEwLjI3MloiLCJ1aWQiOm51bGwsImlwQW5kUG9ydCI6IjE4Ni4yMzMUMTU2LjIxOS81MzU2MiIsInZlbnRvcmlByb2R1Y3RjZCI6bnVsbCwiZGVtb01vZGUlOmZhbHNILCJhaWQiOiJlZjQ5NWExNi1kMGY4LTQ4NTEtOWI3MC03YzJjY2RmZDM3MGUiLCJzaXRIT3duZXJJZCI6IjcyMzFkNTliLTU2M2QtNDJkNy05MjkyLTJmNjI3YjZhMDM4MCI9", "sectionPublished": true, "sectionMobilePublished": false, "sectionSeoEnabled": true, "widgets": {"133bb136-1c71-aacd-3744-564ac3e635ac": {"widgetUrl": "https://inffuse-calendar2.appspot.com/widget.html", "widgetId": "133bb136-1c71-aacd-3744-564ac3e635ac", "refreshOnWidthChange": true, "mobileUrl": "https://inffuse-calendar2.appspot.com/widget.html", "published": true, "mobilePublished": true, "seoEnabled": true, "preFetch": false}}, "appRequirements": {"requireSiteMembers": false}, "isWixTPA": false, "installedAtDashboard": false, "permissions": {"revoked": false}}, "premiumFeatures": [], "geo": "BRA", "languageCode": "pt", "previewMode": false, "userId": "7231d59b-563d-42d7-9292-2f627b6a0380", "siteMetaData": {"preloader": {"enabled": false}, "adaptiveMobileOn": true, "quickActions": {"socialLinks": [], "colorScheme": "dark", "configuration": {"quickActionsMenuEnabled": false, "navigationMenuEnabled": true, "phoneEnabled": false, "emailEnabled": false, "addressEnabled": false, "socialLinksEnabled": false}}, "contactInfo": {"companyName": "", "phone": "", "fax": "", "email": "", "address": ""}}, "runningExperiments": {"sv_blogRealPagination": "new", "viewerGeneratedAnchors": "new", "appMarketCache": "new", "sv_hoverBox": "new", "clickToAction_email": "new", "connectionsData": "new", "sv_mergeAggregator": "new", "sv_listsBatchRequest": "new", "noDynamicModelOnFirstLoad": "new", "sv_expandModeBi": "new", "sv_reportPerformance": "new", "clickToAction_url": "new", "sv_cssDesignData": "new", "sv_blogCounterSHttpsRequest": "new", "openRemoveJsonAnchors": "new", "sv_safeHtmlString": "new", "sv_webpJPGSupport": "new", "sv_addFirstTimeRenderBiEvents": "new", "fontsTrackingInViewer": "new", "tpaHideFromMenu": "new", "sv_blogSocialCounters": "new", "loadMasterPageFirst": "new", "sv_boxSlideShow": "new", "clickToAction_phone": "new", "blogQueryProjection": "new", "sv_stripMigrationViewer": "new", "autosaveTpaSettle": "new", "retryOnConcurrencyError": "new", "permalinkWithoutDate": "new", "deepLinking": "new", "sv_faviconFromServer": "new", "sv_obMigrationFlow": "new", "sv_fontsRefactor": "new", "specs.users.NewLoginVelocityTempla

```

teFT": "true", "pageListNewFormat": "new", "sv_blogAuthorAsALink": "new", "se_ignoreBotto
mBottomAnchors": "new", "fontScaling": "new", "autosaveWixappsSettle": "new", "operationsQ
AllAsync": "new", "remove_mobile_props_and_design_if_really_deleted": "new", "sv_tpaAdd
ChatApp": "old", "sv_stripeToColumnMigration": "new", "newLoginScreens": "new", "sv_blogOl
dUrlShareFix": "new", "sv_addBorderToElementBounds": "new", "sv_blogNotifySocialCounter
s": "new", "sv_blogLikeCounters": "new", "sv_blogNewSocialShareButtonsInTemplates": "new",
"sv_ignoreBottomBottomAnchors": "new", "sv_addBlogPerformanceBiEvents": "new", "sv_all
owStripeToColumnMigration": "new", "sv_NewFacebookConversionPixel": "new", "removeJson
Anchors": "new", "sv_tpaPerformanceBi": "new", "wixCodeBinding": "new", "mobileAppBanner
OnMobile": "old", "sv_alwaysEnableMobileZoom": "new", "contactFormActivity": "old"}, "urlF
ormatModel": {"format": "slash", "forbiddenPageUriSEOs": ["app", "apps", "_api", "robots.txt", "s
itemap.xml", "feed.xml", "sites"], "pageIdToResolvedUriSEO": {}}, "passwordProtectedPages":
[], "useSandboxInHTMLComp": true, "siteMediaToken": "eyJhbGciOiJIUzI1NiJ9.eyJpc3MiOiJhcHA6MzQ2NjQ5MDcwMDI5NzIwNiIsInN1YiI6InVzZXI6NzIzMWQ1OWItNTYzZC00MmQ3LTkyOTItMmY2MjdiNmEwMzgwLiwiYXVkJjoidXJuOnNlcnZpY2U6ZmlsZS51cGxvYWQiLCJleHAiOiJ0ODQ5MjcZNTAsImhhdCI6MTQ4NDMyMjU1MCwianRpIjojZ3hVS2lzZm0wLXllMXdiSEpKbDIRUSJ9.FQ51GTafKnyj3pDd1bB3AzdyPN5fol3Ju4OrtXKKPfg", "pagesPlatformApplications": {} };

var publicModel =
{"domain": "wixsite.com", "externalBaseUrl": "http://arquimedesluciano0.wixsite.com/nuvens", "unicodeExternalBaseUrl": "http://arquimedesluciano0.wixsite.com/nuvens", "pageList": {"pages": [{"pageId": "cjg9", "title": "Sobre", "pageUriSEO": "sobre", "pageJsonFileName": "7231d5_e6811c5c543b7ceb034941a0d859473e_19.json"}, {"pageId": "cee5", "title": "Publica\u00e7\u00f5es", "pageUriSEO": "publicacoes", "pageJsonFileName": "7231d5_d5f904dbcc1171d1803b66b83f18c36d_19.json"}, {"pageId": "z1bdg", "title": "In\u00edcio", "pageUriSEO": "inicio", "pageJsonFileName": "7231d5_62a2e75ed37baffb679ba683d268b04e_19.json"}, {"pageId": "c24vq", "title": "Contato", "pageUriSEO": "contato", "pageJsonFileName": "7231d5_b652b3ca95e377e7708686c9fb10b9a2_19.json"}, {"pageId": "twf61", "title": "Reservas", "pageUriSEO": "book-online", "pageJsonFileName": "7231d5_a8fd82e5411124fb9d390624f30c8f79_19.json"}], "mainPageId": "z1bdg", "masterPageJsonFileName": "7231d5_a801a37e2e09d16f82edfd87cc96a86_19.json", "topology": [{"baseUrl": "https://static.wixstatic.com/", "parts": "sites/{filename}.z?v=3"}, {"baseUrl": "https://staticorigin.wixstatic.com/", "parts": "sites/{filename}.z?v=3"}, {"baseUrl": "https://fallback.wix.com/", "parts": "wix-html-editor-pages-

```

```
webapp\page\{filename}"}]], "timeSincePublish":2834946808, "favicon":"","deviceInfo":{"deviceType":"Desktop", "browserType":"Firefox", "browserVersion":50}, "siteRevision":19, "sessionInfo":{"hs":294603644, "svSession":"bb1bc14d2669082344841ef9db94c49d65d8e9c9836c186b6be6088fe127b5f19c9a10c9eb3a052271dc335571d872191e60994d53964e647acf431e4f798bcd338669328a5029385c7302bdd393a2c1c8c3cc4ddf707a52ccf508540ad17d8c", "ctToken":"UW9OVFg2aXd6ZF85TDN2ZVF4R3VvRlFidzltOHMyc25RMWctV2ZoaXdly3x7InVzZXJBZ2VudCI6Ik1vemlsbGEvNS4wIChYMTE7IFVidW50dTsgTGludXggeDg2XzY0OyBydjo1MC4wKSBHZWNrby8yMDEwMDEwMSBGaXJlZm94LzUwLjAiLCJ2YWxpZFRocm91Z2giOjE0ODQ5Mjc5NTAyNzJ9", "isAnonymous":false}, "metaSiteFlags":[], "indexable":true};
```

```
vargoogleAnalytics = "UA-2117194-61" ;
```

```
vargoogleRemarketing = "";
```

```
varfacebookRemarketing = "";
```

```
varyandexMetrika = "";
```

```
</script>
```

```
<metaname="fragment" content="!"/>
```

```
<!-- DATA -->
```

```
<scripttype="text/javascript">
```

```
varaData = {"topLabel": "<spanclass=\"smallMusa\">(Wix-Logo) </span>Create a  
<spanclass=\"smallLogo\">Wix</span> site!", "topContent": "100s of templates<br />No  
codingneeded<br /><spanclass=\"emphasisspacer\">Start  
now>></span>", "footerLabel": "<divclass=\"adFootBox\"><divclass=\"siteBanner\"  
><divclass=\"siteBanner\"><divclass=\"wrapper\"><divclass=\"bigMusa\">(Wix  
Logo)</div><divclass=\"txtshd\" style=\"color:#fff\">This site  
wascreatedusing</div><divclass=\"txtshd\"><a  
href=\"http://www.wix.com?utm_campaign=vir_wixad_live&experiment_id=abtestbanner12
```

```

2400001\" style=\"color:#fff\"> WIX.com. </a></div><divclass=\"txtshd\"
style=\"color:#fff\">Createyourown for FREE
<spanclass=\"emphasis\">>></span></div></div></div></div></div>\",\"adUrl\":\"http://www.
wix.com/lpviral/enviral?utm_campaign=vir_wixad_live&experiment_id=abtestbanner122400
001\"};

varmobileAdData =
{"footerLabel\":\"7c3dbd_67131d7bd570478689be752141d4e28a.jpg\",\"adUrl\":\"http://www.wi
x.com?utm_campaign=vir_wixad_live&experiment_id=abtestbanner122400001\"};

varusersDomain = \"https://users.wix.com/wix-users\";

</script>

</head>

<body>

<div id=\"SITE_CONTAINER\"></div>

<divcomp=\"wysiwyg.viewer.components.WixAds\"
skin=\"wysiwyg.viewer.skins.wixadsskins.WixAdsWebSkin\" id=\"wixFooter\"></div>

</body>

</html>

```

7. ANEXOS