



**Serviço Público Federal**

**Ministério da Educação**



**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

Mestrado em Ensino de Ciências

**“Ensino de Radiações Ionizantes por meio de produção de vídeos por  
alunos da 3ª Série do Ensino Médio.”**

Ronaldo Conceição da Silva

Campo Grande - MS

Março de 2012



Serviço Público Federal

Ministério da Educação



**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

Mestrado em Ensino de Ciências

**“Ensino de Radiações Ionizantes por meio de produção de vídeos por  
alunos da 3ª Série do Ensino Médio.”**

Ronaldo Conceição da Silva

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito final para a conclusão do curso de Mestrado em Ensino de Ciências sob a orientação do Prof. Dr. Paulo Ricardo da Silva Rosa.

Campo Grande – MS

Março 2012

"O cinema possibilita o contar histórias diferentes por mais que o tema seja o mesmo: flagrar o movimento do homem rumo à redenção. Há sempre uma alegoria por trás da história."

(Rob Cohen)

## Agradecimentos

Agradecer significa reconhecer ter alguém por perto, é um não à solidão. Como nada se consegue sozinho, tenho “muito” e “a muitos” agradecer:

... A Deus, em primeiro lugar, pela vida e saúde, tanto minhas como das pessoas que mais amo.

... à minha família pela compreensão pela ausência, torcida e orações para que meu objetivo fosse alcançado.

... aos meus professores do Mestrado: Paulo Rosa, Shirley Gobara, Celina Recena, Ângela, , Lenice, que foram minha “bússola” na busca por conhecimento.

... aos meus amigos da Turma 2009 (Kamila, Leila, Ana Cristina, Ilzo, Eduardo, Ester, Sabrina, Márcia Gláucia) pela companhia nas aulas e enorme contribuição com nossas discussões que tanto ajudaram no meu aprendizado.

... aos amigos Fernando Aratani, Rodrigo Parreira e Jefferson Machado, que no início, meio e fim da pesquisa, respectivamente, foram fundamentais ao andamento das atividades do meu trabalho .

... e meu especial agradecimento ao meu orientador, Professor Paulo Rosa, que mais que orientador deste trabalho, foi sempre a instrução e o apoio necessários a todas as fases desta pesquisa.

## Resumo

Este trabalho apresenta as atividades realizadas e os resultados obtidos da pesquisa realizada com alunos da 3ª Série do Ensino Médio, sobre Radiações Ionizantes, buscando investigar se os processos de elaboração de um vídeo possibilitam o aprendizado de conceitos científicos de Física. As motivações para realização desta pesquisa foram a análise das eficácias do uso de uma moderna ferramenta de ensino (a produção de vídeos pelos próprios alunos) e a da sequência didática voltada ao ensino de conceitos físicos nem sempre abordados em sala de aula. As atividades foram desenvolvidas à luz da Teoria Histórico Cultural de Lev Vygotsky. Foram propostos nove encontros, de duas horas de duração cada um, nos quais onze alunos voluntários, em horário contra-turno, passaram por atividades de formação de conceitos relacionados à criação de vídeos e à aplicação de radiações ionizantes na Medicina. A pesquisa foi do tipo qualitativa. Os dados foram coletados por meio de uma entrevista, das atividades escritas pelos alunos, pelas transcrições dos diálogos ocorridos durante as atividades e na visita técnica ao setor de Radioaterapia do Hospital Universitário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pelo roteiro e do *storyboard* elaborados e pelos vídeos produzidos por eles. Para realização das atividades foram confeccionadas duas apostilas: uma sobre produção de vídeos e outra sobre a utilização de Radiações Ionizantes na Medicina. A análise dos dados foi feita por 04 eixos diferentes: “Avaliações Diagnósticas sobre as Zonas de Desenvolvimento Real e Proximal dos alunos”, “Sujeitos em Interação”, “Instantaneidade” e a “Linguagem e o filme produzidos”. Foram identificadas evidências de aprendizagem tanto em Cinematografia como em conceitos de Radiações Ionizantes, nas linguagens escrita, oral e visual.

**PALAVRAS-CHAVES:** Ensino de Física, Radiações Ionizantes, Produção de Vídeos.

## **Abstract**

In this work, we report the results of a research made with third grade high school students of a Brazilian school about the use of a new method, based on the production of movies by the students themselves, for teaching the theme ionizing radiation. Our work is based on the historic - cultural theory by Vygotsky. The activities were developed along nine two hours meetings with the students. The students were volunteers and the classes happened in the students' free period. Our data were collected by mean of interviews, record by cameras of the students' work in class, tests and the *storyboard* and screenplay of the film produced by the students. The movie produced was also analyzed. All data were analyzed making use of qualitative techniques. In order to make the students capable on the process of producing a film and about the contents of the activity, two books were written as auxiliary support, one about film producing and another about the concepts of ionizing radiation. Our results show the effectiveness of the proposed activities to teach the students the concepts of ionizing radiation as well as the concepts related to film production. The learning of these concepts is evidenced by the correct use of terms related to ionizing radiation in the students' speech along the proposed activities.

## Sumário

Lista de Quadros.....	IX
1. Introdução.....	1
1.1 <i>O Ensino atual de Física</i> .....	1
1.2 <i>O ensino de Radiações Ionizantes</i> .....	2
1.3 <i>O uso de vídeos no processo de ensino e aprendizagem de conceitos.</i> .....	4
1.4 A motivação para esta pesquisa.....	5
2. A Teoria Histórico-Cultural do Desenvolvimento Humano por Lev Vygotsky .....	8
3. Procedimentos Metodológicos da Investigação .....	14
3.1. Perfil da Comunidade Escolar Investigada.....	14
3.2 O delineamento da pesquisa .....	15
3.2.1 A coleta de dados.....	15
3.2.2 A análise microgenética .....	17
3.3. Descrição das atividades desenvolvidas nos encontros.....	17
3.3.1. Encontro 01 .....	17
3.3.2. Encontro 02 .....	19
3.3.3. Encontro 03 .....	19
3.3.4 Encontro 04 .....	20
3.3.5. Encontro 05 .....	21
3.3.6. Encontro 06 .....	22
3.3.7. Encontro 07 .....	22
3.3.8. Encontro 08 .....	23
3.3.9. Encontro 9 .....	23
4. Resultados das Atividades dos Encontros .....	24
4.1. Resultados do Eixo 01: Avaliação Diagnóstica sobre a ZDP e a ZDR dos alunos 24	
4.1.1. Análise do teste inicial.....	24
4.1.2. Atividade de Percepção de Conceitos de Radiação Ionizantes em Imagens Projetadas .....	31
4.1.3. Avaliação Diagnóstica Final sobre a ZDP e a ZDR dos alunos .....	33
4.1.3.2. A segunda parte da avaliação .....	34
4.1.3.3. A terceira parte da avaliação .....	36
4.2. Resultados do Eixo 2: Sujeitos em Interação .....	38
4.3. Resultados do Eixo 03: Instantaneidade.....	53
4.4. Resultados do Eixo 4: A linguagem e o filme produzido.....	68

5. Conclusões da Pesquisa.....	73
Referências Bibliográficas.....	81
<i>Apêndice A – Atividades do Encontro 01</i> .....	85
<i>Apêndice B – Atividades do Encontro 02</i> .....	88
<i>Apêndice C – Atividades do Encontro 03</i> .....	89
<i>Apêndice D – Atividades do Encontro 04</i> .....	91
<i>Apêndice E – Atividades do Encontro 05</i> .....	93
<i>Apêndice F – Atividades do Encontro 06</i> .....	94
<i>Apêndice G – Atividades do Encontro 07</i> .....	95
<i>Apêndice H – Atividades do Encontro 08</i> .....	96
<i>Apêndice I – Atividades do Encontro 09</i> .....	97
<i>Apêndice J – Roteiro produzido pelo grupo G<sub>1</sub></i> .....	98
<i>Apêndice K – Storyboard produzido pelo grupo G<sub>2</sub></i> .....	103



## **Lista de Quadros**

Quadro 1 - 1ª Questão da Avaliação Diagnóstica Inicial .....	25
Quadro 2 : Atividade de Percepção Visual de Conceitos .....	30
Quadro 3: Respostas dos alunos à atividade de percepção visual de conceitos .....	32
Quadro 4: 1ª Questão da Avaliação Diagnóstica Final .....	33
Quadro 5: Resposta do Grupo G1 à organização do espectro eletromagnético .....	55
Quadro 6 : Resposta do Grupo G2 à organização do espectro eletromagnético .....	56
Quadro 7 : Autoinventário dos grupos sobre Radiações Ionizantes .....	59

# 1. Introdução

## 1.1 O Ensino atual de Física

Muitas pesquisas têm tentado desenvolver estratégias para promover o diálogo acerca de assuntos científicos e a motivação nas aulas, focando o papel histórico, cultural e social da Física no mundo em que vivemos. Busca-se desenvolver a prática pedagógica que integre todos os envolvidos no processo de ensino aprendizagem (OLIVEIRA *et al*, 2007).

O ensino de Física apresenta muitas dificuldades, as quais acontecem, entre outros aspectos, à ênfase dada pelo professor somente no formalismo matemático. Assim, o ensino fica reduzido, muitas vezes, a situações de simples aplicação de fórmulas, o que gera nos alunos desestímulo em aprender o conteúdo. Posto isto, faz-se necessária a aplicação de estratégias novas de ensino, buscando despertar o interesse dos aprendizes, dinamizando as práticas pedagógicas (FERREIRA, 2009).

De acordo com Oliveira (2004), o principal entrave ao ensino de Física é a falta de outras respostas para as perguntas “por quê” e “para que” estudá-la, sem ser apenas pelo motivo “é cobrado em exames vestibulares”. Por meio de ações contextualizadas, cabe ao ensino de Física atualizar-se, contribuindo para a solidez de uma educação científica, a qual, pelo entendimento de conceitos físicos, possibilite ao aluno interpretar, compreender e avaliar suas aplicações e implicações tecnológicas e sociais.

Sendo assim, a ementa trabalhada nas escolas pelo professor deve ser repensada, atualizada, ter sua qualidade melhorada, de maneira a conseguir relacionar os conteúdos abordados em sala de aula e o desenvolvimento científico e tecnológico atuais. É urgente que a Física integre-se ao dia a dia do aluno de forma eficaz e prazerosa. Para tanto, a melhora no currículo desenvolvido no Ensino Médio requer a abordagem de conceitos associados à estrutura da matéria, espectro eletromagnético, dualidade da luz, assim como radiações ionizantes e suas aplicações. Oliveira (2004), entretanto, destaca a necessidade de abordagem mais qualitativa que quantitativa, consideradas as limitações matemáticas existentes no Ensino Médio. Cita como exemplo, se abordado o tópico “Raio X”, o destaque a ser dado à História da Ciência, às implicações históricas, sociais e ética associadas à sua utilização e aplicações.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) destacam a necessidade de o Ensino de Ciências possibilitar ao aluno a capacidade de avaliar os efeitos biológicos e ambientais e os métodos de proteção à radioatividade e radiações ionizantes. Assim, Luiz e Oliveira (2011) destacam que a abordagem de tópicos de Física Nuclear no Ensino Médio, justifica-se até mesmo por uma questão de segurança, uma vez que, a partir desta abordagem e da aquisição deste

conhecimento, as pessoas evitem expor-se a doses desnecessárias de radiação ou serem causadoras de acidentes com vazamento de radiação, como o acontecido em Goiânia, em 1997. Entretanto, muitas vezes por estarem engessados dentro do processo de ensino, vítimas da falta de atualização, os professores percebem no uso de novas ferramentas de ensino mais obstáculos que benefícios. Muitos encaram os PCNs e seus temas transversais, como Ética, Pluralidade Cultural, Meio Ambiente, Orientação Sexual e Trabalho e Consumo, como agentes complicadores, quando são obrigados a abordar e associá-los à sua disciplina, em sala de aula. O tema saúde, por exemplo, segundo Fortunato (2011), deve também ser abordado pelo professor de Física. Cabe a ele, por exemplo, abordar sobre as características de radiações e conceitos físicos relacionados, bem como os efeitos biológicos, como câncer de pele, e os cuidados relacionados com a saúde, como o uso do protetor solar. A justificativa para abordagem deste tema faz-se por promover nos jovens as capacidades de avaliar riscos e benefícios da utilização de radiações, compreender os exames da Medicina Nuclear, como radioterapia, posicionar-se criticamente acerca das discussões de geração de energia, principalmente a nuclear, questões de meio ambiente e os avanços da tecnologia.

Aventurar-se pelo tema Física e Saúde torna-se um grande desafio para os professores, devido à falta de formação para abordagem do tema em sala de aula. Entretanto, mesmo os alunos, possuem conhecimentos cotidianos, adquiridos por exames médicos ou pela mídia, embora nem sempre detalhados, corretos e fidedignos. O Ensino de Física necessita melhorias, pois à construção do conhecimento científico do aluno é necessária à intervenção do professor munido, entre outras coisas, de informações atualizadas. São necessárias então as pesquisas que busquem subsidiar o professor com informações e ferramentas modernas de ensino.

## ***1.2 O ensino de Radiações Ionizantes***

Caminhar por terreno desconhecido, como a Física das Radiações, causa medo em muitos professores. Entretanto Domingui *et al* (2011) reforçam a necessidade desta abordagem, visando enfrentar os juízos de valor das pessoas acerca da radioatividade, muitas vezes focados somente nos malefícios por ela causados. É urgente que as aprendizagens de conceitos novos ou mais complexos tomem o lugar do medo, do achismo. Por sorte, Baragan *et al* (2008), destacam que a utilização das radiações está cada vez mais atual e presente em nossas vidas, apesar de sempre polêmico; assim, o conhecimento não pode permanecer sobre alicerces do senso comum.

Ao ensino cabe possibilitar à população melhores condições para debater sobre todas as radiações e suas tecnologias, por serem pouco conhecidas e abordadas.

Devido a sua importância e aplicabilidade no dia a dia, o ensino de Radiações Ionizantes necessita de mais espaço na escola, buscando combater o medo e a aversão das pessoas ao assunto. Logicamente, tal processo passa pela abordagem dos assuntos nos materiais disponibilizados aos alunos. Entretanto, os livros didáticos, como destacado por Silva e Pereira (2011), abordam quase que exclusivamente os aspectos negativos como bombas e acidentes nucleares. Faz-se necessário, obedecidos aos limites existentes, que a abordagem ocorra de forma mais profunda e contextualizada, tratando os conceitos físicos, não puramente por sua simples descrição, mas sim por sua aplicabilidade nas muitas áreas de conhecimento. A escola deve promover a discussão científica, acerca também das radiações ionizantes, desde cedo.

Como bem destacado por Oliveira *et al* (2007), a Física é a área de conhecimento que possibilita o desenvolvimento de muitas áreas, como a Medicina e as Engenharias. Desta forma, as aulas de Física potencializam-se como o palco para diálogos científicos, no qual são despertadas a curiosidade e a motivação em aprender mais. Este aprendizado deve agregar-se às futuras carreiras das mais diferentes áreas (ROBILOTA, 2006), uma vez ser conhecido que até mesmo funcionários que trabalham diretamente com radiações ionizantes, pela falta de conhecimento específico acerca de radioproteção e suas normas, não utilizam devidamente os seus equipamentos de proteção individual, como o dosímetro (LUIZ e OLIVEIRA, 2011).

A inserção de discussões de conteúdos relacionados à área nuclear junto à Educação Básica apresenta-se como uma das soluções para conscientização e conhecimento da população sobre temas como as tecnologias e as aplicações da radiação (BARAGAN *et al*, 2008). Mais que adaptar informações científicas contidas nos materiais didáticos ao nível de compreensão do público é essencial à investigação acerca do que as pessoas pensam sobre radiações. Oliveira *et al* (2007) destacam a importância de elaboração de materiais relacionados a “Radiações e Saúde”, focando nas dúvidas dos alunos sobre conceitos físicos relacionados, benefícios e malefícios das radiações e a questão da proteção solar.

O momento atual da educação científica mostra-se totalmente favorável à introdução de novas metodologias e materiais para abordagem de tópicos de Física Moderna e Contemporânea, principalmente os Raios X e os efeitos biológicos das radiações, de acordo com Oliveira *et al*, 2007, subsidiando os professores de opções metodológicas, auxiliando-o a abordar a Física com exemplos contextualizados e atuais.

### ***1.3 O uso de vídeos no processo de ensino e aprendizagem de conceitos.***

O aprendizado de ciências, de acordo com Resende Jr (2009), pode usar de variadas linguagens e recursos, meios e formas de expressão. Assim, o vídeo apresenta-se como alternativa para o ensino de Física, por ser uma ferramenta que permite fácil assimilação dos conceitos apresentados e estímulo à imaginação.

Entretanto para Moran (1995), os vídeos muitas vezes são usados como “tapa buraco”, “enrolação”, “deslumbramento” e “perfeição”. Apesar de possibilitar riqueza de linguagens e, desta forma, constituir um recurso lúdico para o ensino de Física, o vídeo ainda é pouco explorado. Sua apresentação reduz-se, na maior parte das vezes, a entretenimento e não como ferramenta capaz de possibilitar ao aluno aprendizado de conceitos científicos. Isto constitui um erro, uma vez que a tecnologia do vídeo está ao alcance do cidadão comum (PEREIRA, 2008).

O acesso a esta ferramenta de comunicação possibilita sua utilização na busca por uma educação ativa, na qual o sujeito consiga aplicar e ter consciência da utilidade do conhecimento que adquire. Mesmo porque, isto requer uma estrutura cognitiva complexa que, de acordo com pesquisas, são estimuladas por ferramentas que incluem os hipermeios, como vídeos, evidentemente se utilizados corretamente (NERES *et al*, 2009).

A linguagem do vídeo, assim como da TV, responde à sensibilidade dos jovens, por ser dinâmica, possibilitando leituras e visualizações, contribuindo com o processo de compreensão. A linguagem do vídeo é mais sensorial-visual do que lógico-matemática (LISBOA *et al*, 2009). Desta forma, sua utilização em sala de aula tem-se apresentado como promissor recurso no Ensino de Física (TONIATO *et al*, 2006).

O vídeo pode ajudar o aluno a mudar sua percepção em relação à Física, passando de mais uma integrante de seu currículo obrigatório, a uma forma efetiva de discussão de assuntos científicos e explicação de fenômenos tecnológicos presentes no cotidiano, destacam Silva *et al* (2005). É evidente que as novas tecnologias chegam à sala de aula, na maior parte das vezes, pelas mãos dos próprios alunos. Alguns professores são resistentes quanto a utilizar as novas tecnologias em suas aulas, por desconhecerem suas potencialidades e/ou terem dificuldades em manuseá-las. Desta forma, faz-se urgente a adaptação e utilização das novas ferramentas no ensino de Física.

A produção de vídeo apresenta-se como um meio pelo qual os alunos podem produzir imagens e contar histórias acerca de conceitos e situações físicas, como bem destacado por Pereira (2009). Assim, o vídeo pode conter o feedback tão esperado pelo professor, quanto ao estabelecimento de uma via de comunicação efetiva com o aluno. Os chamados vídeos

pedagógicos, independente do tempo de duração, já trazem o modelo de aula pronto, cabendo ao professor fazer adaptação da sua aula ao material audiovisual disponível. O vídeo passa a ser então um instrumento de trabalho pré-feito e pouco flexível (SARTORI & RAMOS, 2006).

Esta forma de utilização de vídeos no ensino, na maioria das vezes, obriga o professor a utilizá-los, apenas como elemento motivador, o que não causa diferenças significativas na compreensão dos conceitos físicos dos alunos que passam por este tipo de intervenção pedagógica (SARTORI & RAMOS, 2006).

Por viverem inseridos numa cultura que exercita a habilidade visual, o uso tecnológico e o processamento de informações, as atividades de produção cinematográfica pelos alunos potencializam-se como excelentes ferramentas a serem usadas pelo professor, possibilitando captar a atenção, desenvolver capacidades cognitivas e despertar a curiosidade para conceitos associados à Física. Por ser conhecido o gosto do homem contemporâneo, sobretudo dos adolescentes, pela TV, internet e cinema, expondo-se por horas diariamente, e de forma prazerosa, o professor pode e deve utilizar-se de ferramentas tecnológicas para abordagem dos assuntos de suas aulas. Desta forma, Rezende Jr *et al* (2005) destacam a importância das pesquisas acerca não somente do uso, mas também da produção de vídeos pelos alunos, atentando cada vez mais a estética dos materiais utilizados no ensino de Ciências, de forma geral. A melhoria da estética, logicamente, passa por um processo sério de criação e planejamento. Em caso de criação de vídeos pelos próprios alunos, o desenvolvimento do roteiro e do *storyboard* passam a requerer atenção especial, pois possibilitam perceber possíveis problemas nos diálogos, cenários, iluminação e na gravação das cenas.

Os professores devem encorajar-se quanto a ousar em suas aulas, utilizando-se dos recursos tecnológicos dispostos às suas mãos, sem medo de perder-se na atividade, comprometendo assim, o conteúdo e a disciplina da sala.

Devidos às possibilidades levantadas, é possível questionar se o desenvolvimento de trabalho de produção de vídeos com os alunos, nos quais eles mesmos sejam protagonistas de todo o processo de criação e execução, é capaz de facilitar e possibilitar a aprendizagem.

#### **1.4 A motivação para esta pesquisa**

O atual ensino de Física vive um paradoxo: de um lado é uma disciplina que não consegue despertar o interesse do aluno, fazendo-o entender e explicar o mundo à sua volta. De outro é uma área de conhecimento que contribui significativamente para o desenvolvimento de áreas extremamente importante à vida das pessoas e neste contexto de avanços tecnológicos, o conteúdo de Radiação Ionizante está presente em várias áreas do cotidiano. Porém, sua

abordagem não ocorre em sala de aula, de forma a possibilitar ao aluno aquisição de conceitos científicos que o auxiliem a explicar o mundo ao seu redor. Isto contribuiu para permanência dos juízos de valores que os alunos possuem sobre radiações, somente associados aos efeitos nocivos causados ao homem ou a acidentes nucleares.

Vivemos em um mundo exposto a diversos tipos de radiações, submetidos à intervenções médicas que se utilizam de Radiações, as quais compõem um conjunto de saberes importantes e necessários à explicação de muitas situações do nosso cotidiano.

Assim, esta pesquisa propôs a abordagem de assuntos que não são trabalhados dentro do programa seguido pelo professor. A atividade oportunizou interdisciplinaridade com muitas áreas de conhecimento dentro da escola, relacionando avanços tecnológicos, o papel histórico e social da Física, ressaltando os efeitos, riscos e benefícios de Radiação, possibilitando ao aluno, compreender conceitos e suas aplicações no dia-a-dia.

Esta pesquisa procurou ver o ensino da Física na perspectiva interacionista da teoria de Vygotsky, a qual enfatiza a interação social, possibilitando uma aproximação entre os conceitos espontâneos (adquiridos no dia-a-dia) e os de natureza científica (adquiridos em ambiente escolar).

Buscou-se, nesta pesquisa, que as intervenções pedagógicas propostas ocorram na Zona de Desenvolvimento Proximal, em relação a conceitos de Física, como meia vida, radiações ionizantes e não ionizantes, infravermelho, ultravioleta, raios X, raios gama, partículas alfa e beta, energia, comprimento de onda, frequência, período, levando o aluno a atingir a Zona de Desenvolvimento Real de aprendizado, por meio da troca de ideias entre os integrantes do projeto (professor e alunos), baseada no diálogo, na participação coletiva, oportunizando aos alunos a exposição de suas ideias e contribuindo, dessa forma para a aprendizagem coletiva. Espera-se aquisição de conhecimento como um processo cognitivo e não mecânico.

Esta pesquisa propôs uma nova maneira de se ensinar Física à 3ª Série do Ensino Médio, por meio da construção de vídeos pelos próprios alunos. De acordo com (SARTORI & RAMOS, 2006), existe uma crescente dificuldade na forma da comunicação entre professor e aluno. Enquanto o professor ao transmitir informação é sequencial e abstrato, o aluno, por seu intenso contato com a Internet, a TV e os jogos eletrônicos, mostra-se mais sensorial, concreto, capaz de manipular vários tipos de mídias. Executa várias tarefas ao mesmo tempo, porém apresenta muitas dificuldades de sistematizá-las.

Diante dessas linguagens tão sofisticadas, a escola pode partir delas, conhecê-las, sugerir materiais e atividades audiovisuais, mais próximos da sensibilidade dos alunos. De acordo com Moran, 1995, educar com novas tecnologias é um desafio que até agora não foi enfrentado com

profundidade. Temos feito apenas adaptações, pequenas mudanças. Neste contexto, será que o ensino, a partir de uma linguagem dominada pelos alunos, pela construção de seus próprios vídeos, favorece o aprendizado de conceitos de Radiações Ionizantes, na 3ª série do Ensino Médio?

Para responder a esta pergunta, foi proposta esta pesquisa, composta de atividades mediadas elaboradas à luz da Teoria Histórico Cultural de Lev Vygotsky, a qual será descrita no próximo capítulo.



## **2. A Teoria Histórico-Cultural do Desenvolvimento Humano por Lev Vygotsky**

Há algumas décadas, muitos teóricos da educação tentam responder as questões relacionadas ao processo de aprendizagem escolar. A teoria histórico-cultural de Lev Vygotsky apresenta-se como aquela que aborda o processo de desenvolvimento da criança a partir da utilização de instrumentos e signos, desenvolvidos em atividades mediadas histórico, social e culturalmente. Trata ainda do processo de formação de conceitos, dentro da estrutura cognitiva do aluno. O fator social destaca-se em sua teoria, por ter vivido numa sociedade que percebia na ciência a tábua de salvação para seus problemas sociais e econômicos, a qual se opunha ao uso de reações comportamentais como base.

Vygotsky (1998) é autor que trata das funções psicológicas superiores exclusivamente humanas, ao relacionar nas relações sociais, o uso da linguagem, de signos e instrumento com ação, inteligência e fala. Sua teoria não desconecta o desenvolvimento da criança do aprendizado, não os unifica nem os combina, mas sim propõe a compreensão das relações entre os processos de desenvolvimento das capacidades superiores psicológicas e o aprendizado, ocorridos socioculturalmente.

Em relação ao ambiente escolar, sua teoria possibilita a compreensão das interações e fenômenos sociais ocorridos no contexto social. Ela discute sobre as atividades executadas pela criança sozinha e aquelas que consegue realizar mediante mediação de alguém “mais capaz” que ela, chamados campos real e proximal, respectivamente. Embora de forma mediada, os aprendizes participam ativamente de seu próprio aprendizado, munidos com suas características construídas histórica, social e culturalmente. Neste contexto, aprender não significa acumular respostas nem desenvolver a capacidade de pensar sobre diversos assuntos simultaneamente. Ao aprender, a criança a partir da utilização externa de instrumentos e signos, a criança consegue reconstruir internamente, desenvolvendo funções superiores de pensamento: a isto ele chamou de internalização. Aprender é internalizar conhecimentos mediados socialmente.

A linguagem, seja verbal ou visual, tem função fundamental no desenvolvimento da criança. Ao ampliar seu vocabulário e sua percepção visual acerca de símbolos relacionados a determinado assunto, a criança dá provas de seu desenvolvimento. No ambiente escolar, entretanto, os professores ficam mais atentos à escrita, capacidade de escrever sobre algo. Desenvolvendo a escrita, a escola possibilita mais que simples atividade motora, mas sim uma atividade que deve ter significado e estar relacionada ao cotidiano da criança. Quanto a desenhar, a criança transporta para seus traços, as palavras que fazem parte de sua linguagem verbal.

Entretanto, a aquisição de novos signos, sejam eles verbais, escritos ou visuais, requer tempos diferenciados, pois o processo de internalização é intrapessoal, individual. O interagir é coletivo, o aprender é pessoal.

Para uma palavra ser promovida a conceito, realmente compreendido pela criança, ela necessita ser dominada externamente de maneira progressiva, o que se dá pela utilização inicial da fala. Falar é extremamente importante, não somente dando respostas, mas sim elaborando perguntas, pois o ato de perguntar indica que a criança elaborou um plano de ação buscando resolução da situação apresentada, mesmo sendo incapaz de realizar todas as operações necessárias à tarefa. Ao falar, a criança dirige sua própria atenção, pode pedir ajuda e compreender o auxílio dado, caso aconteça. A fala, definida como expressão verbal da utilização de diversos signos, torna-se estrutura importantíssima na análise dos processos psicológicos superiores do homem. Por meio dela, o homem é capaz de perceber, esquematizar, entender, responder, memorizar e solucionar problemas. Fundamental à criança nas situações de resolução de problemas, a fala adquire caráter diretamente proporcional ao grau de complexidade apresentada, sendo que esta ação acontece no sentido interpessoal para o intrapessoal, ou seja, a fala socializada pode tornar-se algo interno na estrutura do indivíduo.

Nas interações interpessoais, algumas atividades são solucionáveis por si só, sem o auxílio de outrem. Estas atividades foram alocadas por Vygotsky (1998) dentro da chamada Zona de Desenvolvimento Real. Outras atividades, entretanto, a criança somente consegue resolver contando com o auxílio, a mediação de um outro “mais capaz” que ela, mais experiente. Estas atividades foram alocadas por ele dentro da chamada Zona de Desenvolvimento Proximal. O que atualmente é proximal, se mediado, poderá ser real num futuro bem próximo. Evidente que neste tipo de interação, o processo de imitação acontece constantemente. Vygotsky redefine o ato de imitar, dando a ele loco em sua teoria, redefinindo-o como ação não puramente mecânica, mas dinâmica, capaz de possibilitar a aprendizagem pela interação social. Imitando a criança interage, aprende e se desenvolve.

As atividades mediadas proporcionadas pelo ambiente escolar relacionam-se diretamente ao papel desempenhado pelo “brinquedo” na compreensão funcional de conceitos e objetos pela criança. Para Vygotsky (1998), as brincadeiras, embora ocorridas externamente, estão conectadas às estruturas internas da criança, pelo aumento da imaginação, da interpretação e da vontade em realizar a atividade. No momento em que brinca, a criança cria, determina e controla suas ações, as quais, por mais sem propósito que possam parecer, não se desconectam dos significados dos objetos envolvidos. A partir da criação de situações imaginárias, a criança amplia sua capacidade de abstração, ponte entre o pensamento e a realidade, motivação,

habilidades e atitudes necessárias à interação social. Assim, por meio da interação social com outros “mais e menos capazes”, o brinquedo cria interações alocadas dentro da “Zona de Desenvolvimento Proximal” para a referida atividade. Importante ressaltar que o brinquedo tratado por ele, não obrigatoriamente refere-se a objeto físico, como um carrinho, uma boneca ou uma bola, mas sim como uma atividade prazerosa de ser realizada, lúdica. Brinquedo é o meio que proporciona ampliações sociais e culturais na criança. Ao brincar, em ambiente escolar, cada criança leva para o grupo a parcela de seu conhecimento cotidiano, ao qual ele chamou de diário ou espontâneo, pelo fato de serem adquiridos sem instrumentos de controle do aprendizado. É por meio de processos de interação social, que este conhecimento pode tornar-se científico, uma vez que a criança pode desenvolver as capacidades de comparação, unificação, diferenciação, compreendendo as relações lógicas entre signos e significados.

Tratando das interações e mediações ocorridas entre os aprendizes, Vygotsky (2005) defende a compreensão acerca da relação existente entre a linguagem utilizada na comunicação e o pensamento do indivíduo. Assim, a palavra é vista não como um signo meramente gramatical, mas sim como a representação de uma ideia existente na estrutura cognitiva do indivíduo. Conhecer determinada palavra, não garante a real compreensão ao indivíduo. Ele defende o estudo das ideias ocorridas nos momentos de fala e escrita dos alunos, entrelaçando, desta forma, o pensamento e a linguagem. Relaciona-os não como “elementos”, integrantes de processos distintos e mecânicos, mas sim como “unidades”, destacando suas relações intrínsecas.

Na escola, a linguagem garante à criança a possibilidade de, a cada processo mediado, promover o pensamento de complexos a pseudo-conceitos ou conceitos. A este respeito, formação de conceitos, Vygotsky (2005) descreveu as três fases, marcadas pela predominância da imagem sincrética, do complexo, e por fim, o conceito. Ele posiciona-se contrário a dois tradicionais métodos de estudos da formação de conceitos. O primeiro, chamado método da definição, propõe investigação dos conceitos já formados na estrutura psicológica, obtidos a partir da definição verbal apresentada pela criança. Este método é criticado por ele por ser aplicado a um produto acabado e também por centrar-se puramente na palavra, e não em sua gênese. O segundo método é aquele que investiga apenas os processos psíquicos que conduzem à formação de conceitos. O método proposto por ele combina a compreensão do uso da palavra e da percepção do indivíduo, ou seja, a linguagem e o pensamento.

Vygotsky (2005) também defende o processo de formação de conceitos como algo criativo, dinâmico e não passivo, requerendo muito mais que a simples existência de condições externas ou a memorização de palavras. Para ele, o processo inicia-se da necessidade da formação de novo conceito para solução de um determinado problema pela criança. Mesmo

quando as crianças ainda não possuem o pensamento completamente desenvolvido acerca de determinado conceito, as crianças utilizam-se de equivalentes funcionais de linguagem para estabelecer comunicação com outras pessoas.

Os conceitos amadurecem sobre funções psicológicas, que são desenvolvidas quando o meio ambiente propõe à criança atividades que estimulem seu intelecto e seu modo de pensar, em função do crescimento cultural e social, orientada pela utilização de palavras. Formar conceito é afetar o modo de pensar da criança, de estimular seu intelecto.

A formação de conceitos foi descrita por Vygotsky (2005) como composta por 3 fases: amontoados, complexos e conceitos verdadeiros. Na primeira fase, chamada de “amontoados” ou “sincretismo”, a criança para solucionar um determinado problema, opera sobre uma base puramente associada à sua percepção, vaga e subjetiva, não atentando para as semelhanças ou diferenças dos objetos ali presentes. Ela pode, por exemplo, chamar de “au au”, não somente um cachorro, mas sim um chocalho, um sino, ou qualquer brinquedo que emita som.

À segunda fase da formação de conceitos, chamou de “pensamento por complexos”. Nesta fase a criança opera sobre uma base guiada também por sua percepção, mas também por relações reais existente entre os objetos componentes desta base. Passa a ocorrer, então, certa coerência e objetividade nas ações da criança. Ele destaca cinco tipos de complexos. Ao primeiro tipo ele chamou por “família”, na qual a criança orienta-se pela simples existência de conexão entre objetos. Por exemplo, ao ser solicitada quanto a separar figuras geométricas de feitas com pedaços de plásticos, com diferentes formatos e cores, pedaços de linhas, com comprimentos e cores diferentes, e canudinhos de refrigerante, com cores e tamanhos diferentes, a criança poderia montar dois grupos distintos: o grupo dos objetos de plásticos e o grupo das linhas, não atentando-se a outras característica, senão puramente ao material de confecção.

O segundo tipo de complexo foi chamado de “coleções”. Neste, os objetos são combinados de acordo com traços de semelhança ou diferenças, permitindo um agrupamento a partir de impressões concretas diversas. Por exemplo, na mesma situação anterior, a criança pode efetuar a montagem de três grupos distintos, das figuras geométricas, dos canudinhos e das linhas, montados a partir de nexos como semelhança de formatos e material de confecção.

O terceiro tipo de complexo, ao qual ele chamou “em cadeia”, transmite as ligações entre objetos de um elo a outro. Estas ligações, facilmente mutáveis e quase imperceptíveis, baseando-se em nexos reais, fazem deste, a forma mais pura de pensamento por meio de complexos. Um exemplo é a seleção de diversas figuras geométricas de cor amarela, feita por uma criança, que repentinamente, passa a optar somente por triângulos de tamanhos diferentes.

Quando estas ligações baseiam-se em uma vaga impressão de semelhança, podem desencadear quantidade infinita de pensamentos, dando origem ao que ele chamou de complexo difuso.

Por fim, completando os tipos de complexos, servindo como ponte entre o pensamento por complexos e a formação de conceitos, tem-se os pseudo-conceitos, os quais não são desenvolvidos espontaneamente pela criança, mas sim por meio de instrução mediada sendo, portanto, predominantes em idade escolar.

Ressalta-se que a criança inicialmente apropria-se de determinado signo como sendo um complexo, o que psicologicamente é diferente do conceito propriamente dito. Na fase de transição, o aluno consegue operar com a palavra, o signo, como conceito, mas fará sua definição, verbal ou escrita, como sendo um complexo.

Para formar conceitos verdadeiros, o aluno deve ser capaz de isolar, unificar, sintetizar, analisar e abstrair os seus conceitos potenciais, seus complexos. É necessário certo nível de desenvolvimento mental da criança para que o conceito aconteça. Vygotsky (2005) destaca como inválida a tentativa do ensino direto de conceitos ao aluno, uma vez que o significado do signo, da palavra, evolui. Assim, a gênese do conceito, é afetada por aspectos sociais e culturais externos e internos, próprios do aluno.

Vygotsky descreve os processos pelos quais a criança cria os seus conceitos, sejam eles cotidianos ou científicos. Os “cotidianos” partem da experiência, do concreto para o campo abstrato. Já os “científicos” seguem o caminho inverso. Ambos os conceitos exercem diferentes e importantes funções junto à estrutura cognitiva da criança, possibilitando a ela elevá-los ao que ele chamou de “conceitos verdadeiros”. Nesta fase a compreensão da criança é aprofundada, que de acordo com Rosa (2011), possibilitando a ela as capacidades de “síntese” e “análise”, antes não ocorridas quando o pensamento dava-se por complexos. Ele destaca que esta fase subdivide-se em três partes: o agrupamento por grau máximo de semelhança, o agrupamento com base em um único atributo e os conceitos verdadeiros. Um conceito só eleva-se a “conceito verdadeiro” na estrutura cognitiva da criança/adolescente quando consegue defini-lo sem necessitar do auxílio da experiência concreta, como ocorre no “complexo”.

Sua teoria opõe-se a proposta de independência entre a instrução escolar e o desenvolvimento mental da criança, por meio da qual uma criança fora do ambiente escolar, sem instrução, consegue apropriar-se de elevadas formas de pensamento. Opõe-se ainda à proposta que posiciona o desenvolvimento anteriormente à instrução, defendendo que o ensino precede o desenvolvimento. Assim, cada matéria da grade escolar passa a assumir um papel fundamental

no aprendizado das outras, uma vez que cada uma delas proporciona desenvolvimento de funções superiores para além de seus próprios limites.

As interações escolares assumem um papel fundamental no desenvolvimento mental da criança. Quando auxiliadas, as crianças conseguem resolver mais problemas que quando sozinhas. Inicialmente podendo ser até por imitação, mas com o passar do tempo, começa a fazer sozinha aquilo que inicialmente necessitou de auxílio. É o tipo de ensino que volta seu olhar para as funções ainda em maturação e não as maduras. Logicamente que todo o processo de ensino requer um desenvolvimento mental mínimo da criança, mas Vygotsky (2005) defende as atividades que visam atingir o limiar superior possivelmente atingível. Assim, busca desenvolver o pensamento da criança acerca do conceito, que ela já possui, mas não como caráter científico, uma vez que este surge de atividades mediadas.

Vygotsky (2005) reconhece que sua obra tratou da formação de conceitos científicos a partir de conceitos espontâneos, por meio de atividades mediadas e incentiva pesquisas futuras nas várias áreas escolares, buscando sempre atingir os limites superiores. No caminho traçado por Vygotsky interagem todos com níveis de conhecimento, possibilitando a cada um alcançar o limite superior de conhecimento possível, num futuro próximo, munido de suas características histórico, cultural e social, contando sempre com a ajuda de um parceiro.

### **3. Procedimentos Metodológicos da Investigação**

#### **3.1. Perfil da Comunidade Escolar Investigada**

O local escolhido para realização da pesquisa foi uma escola da rede privada de ensino, em Campo Grande/MS, cujo Ensino Médio é composto de 02 turmas de cada Série. Com método de ensino apostilado, permite aos professores poucas oportunidades de realização de atividades extras e desenvolvimento de projetos, busca cumprir com rigor as datas programadas relacionadas ao material didático, às provas e aos simulados.

Foram convidados a participar desta pesquisa, alunos da 3ª Série do Ensino Médio. A escolha deste grupo justifica-se por:

- o pesquisador ser professor da escola, desta forma, conseguindo autorização para desenvolvimento das atividades;
- o assunto ser complementar aos conteúdos apresentados em Ondulatória, frente da Física trabalhada no segundo semestre da 2ª Série.
- por muitos alunos de ambas as turmas objetivarem vestibulares para Medicina ou diversas Engenharias, áreas que se utilizam de processos e conceitos de Radiações Ionizantes, tema desta pesquisa.

Os alunos participantes do projeto são integrantes de classe social média alta e visam vestibulares para cursos bastante concorridos nas principais Universidades do país. Durante a formação do Ensino Médio, contam com 4 aulas semanais nas 1ª e 2ª Séries e 5 aulas semanais na 3ª Série. Caso o professor necessite, existe a disponibilidade de marcar aulas extras visando aprofundamento ou a conclusão do conteúdo. Esta realidade dos alunos participantes desta pesquisa, não é equivalente a maioria dos alunos do país, matriculados na escola pública, com quantidade bem menor de aulas de Física por semana, indisponibilidade de tempo para atividades complementares e talvez acesso limitado a materiais utilizados na elaboração de um filme.

Para os alunos de ambas as turmas de 3ª Série, cada qual com aproximadamente 30 alunos, fez-se o convite sendo, então, montado um grupo de 11 voluntários para as atividades, dos quais 6 deles destacam-se muito em provas de Física na escola.

As atividades foram desenvolvidas às segundas e sextas feiras, únicos dias que os alunos não possuíam aulas no período vespertino. Foram propostos 9 encontros, com duração de 2 horas cada um. Foram realizados 2 encontros a cada dia, buscando não coincidir com o período de provas e simulados da escola, o que em muito dificultaria o andamento da pesquisa.

## 3.2 O delineamento da pesquisa

### 3.2.1 A coleta de dados

Utilizou-se como delineamento, a análise dos grupos em dois momentos distintos: anterior e posterior à aplicação das atividades propostas nesta pesquisa. Para tanto, foram realizadas duas avaliações diagnósticas, uma inicial e outra final, buscando identificar o conhecimento de cada aluno quanto a conceitos e situações de aplicações de Radiações Ionizantes. Métodos quantitativos de avaliação de instrumentos de levantamento de dados foram utilizados, buscando levantar a fidedignidade destas avaliações.

Ambas as avaliações foram realizadas com a mesma estrutura, ou seja, compostas por 3 partes. Na primeira delas, o aluno relacionou duas colunas: uma contendo 15 conceitos sobre Radiações Ionizantes e outra com a descrição dos conceitos. Buscou-se avaliar as capacidades cognitivas de “*Enunciação*” dos alunos, que diz respeito ao conhecimento que o sujeito possui de fatos e/ou acontecimentos, de caráter geral ou particular. A segunda parte, composta por questões baseadas em capacidades cognitivas de “*Conhecimento*”, que são aquelas que exigem reelaboração do conceito por parte do aluno. Nela, os alunos resolveram 5 questões, as quais solicitavam a definição e exemplificação de determinados conceitos de Ondas. Na terceira parte por fim, composta por 5 questões do tipo “*Aplicação*”, os alunos resolveram a situações de uso prático dos conceitos relacionados às Radiações Ionizantes no cotidiano.

A pesquisa foi realizada com o uso de técnicas qualitativas, buscando evidências de aprendizagem observadas no aumento da Zona de Desenvolvimento Real, em relação aos conceitos de Física ligados às Radiações Ionizantes, após intervenção feita na Zona de Desenvolvimento Proximal de cada aluno. Para tanto, as atividades desenvolvidas foram acompanhadas, analisando como cada indivíduo evoluiu no processo de formação de conceitos.

Como material de subsídio à pesquisa e utilização nos encontros, foram elaborados dois manuais: um sobre Radiações Ionizantes e outro sobre Cinematografia.

Além das duas Avaliações Diagnósticas realizadas, muitas informações foram colhidas nos encontros. Os alunos resolveram, de forma escrita, individualmente ou em grupo, às questões relacionadas à Física das Radiações e também à Cinematografia. Foi realizada uma visita técnica ao setor de Radioterapia do Hospital Universitário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob orientação da chefe do setor, na qual os alunos conheceram os equipamentos e os procedimentos que utilizam materiais radioativos e, ainda, os materiais e os métodos de radioproteção aos pacientes e aos funcionários do setor. Foi solicitada aos grupos a elaboração do Roteiro e do *Storyboard* do filme a ser produzido e a execução do próprio filme, curta metragem, com duração de 5 a 10 minutos. Os encontros e a visita técnica foram filmados



e nas transcrições dos diálogos ocorridos, muitas informações foram também encontradas. Por fim, foi realizada uma entrevista individual com os alunos, sobre a sua percepção quanto sua participação nas atividades da pesquisa.

Os 9 encontros possibilitaram coleta de muitos dados como testes escritos, transcrições de diálogos, entrevistas final, roteiro, *storyboard* e os próprios filmes produzidos. Essas informações compõem o “corpus” de dados que foi analisado sob diferentes eixos. São eles:

- Eixo 01: Avaliações Diagnósticas sobre as Zonas de Desenvolvimento Real e Proximal dos alunos

- Eixo 02: Sujeitos em Interação

- Eixo 03: Instantaneidade

- Eixo 04: A Linguagem e o filme produzidos.

O Eixo 01 diagnosticou o conhecimento real e proximal de cada aluno, sobre conceitos e aplicações das Radiações Ionizantes. Coube identificar nas respostas dadas pelos alunos, em cada uma das três partes componentes dos testes, as evidências de aprendizagem quanto a conceitos científicos de Radiações Ionizantes, bem como conhecer a percepção inicial dos alunos quanto às figuras e símbolos associados à Física das Radiações. Este eixo, assim, possibilitou conhecer as situações de conhecimento dos alunos nos estágios inicial e final da pesquisa.

O Eixo 02 identificou nas falas dos alunos, durante as atividades em sala de aula e também na visita técnica, os indícios de interações relacionadas à formação de conceitos e internalização de conhecimento. Não somente os diálogos diretos entre os alunos, com o professor e a responsável pelo setor de Radioterapia, na visita técnica, mas também nas linguagens gestuais e corporais dos alunos. Assim, este eixo possibilitou identificar, nas interações verbais ocorridas, os indícios identificadores de aprendizagem e interações nas Zonas de Desenvolvimento Proximal e os possíveis momentos de internalização de conceitos associados às Radiações Ionizantes e Cinematografia.

O Eixo 03 focou no tratamento instantâneo dos conceitos, por meio da análise das respostas escritas dadas pelos alunos. Assim, buscou-se neste eixo a visualização da gênese de conceitos científicos dentro da estrutura cognitiva dos alunos, pela mudança apresentada nas respostas dadas às atividades realizadas em dupla, individual ou coletivamente. Buscou-se neste eixo, como o próprio nome diz, evidências da instantaneidade da evolução dos conceitos relacionados tanto às Radiações Ionizantes como Cinematografia.

Por fim, o Eixo 04, buscou nas diversas linguagens possibilitadas pelas atividades da pesquisa, os indícios de aprendizagem, tanto de Radiações quanto de Cinematografia, não somente na linguagem escrita, pelo uso de signos científicos relacionados às Radiações

Ionizantes, mas também nas linguagens visuais contidas no *Storyboard*, no roteiro e nos filmes produzidos. Este eixo possibilitou a identificação de elementos não somente escritos, mas também visuais e falados, utilizados pelos alunos, indicadores de aprendizagem relacionados a conceitos de Radiações Ionizantes e Cinematografia.

### 3.2.2 A análise microgenética

De acordo com o referencial adotado, Vygotsky, as relações sociais, históricas e culturais mediadas alicerçam a formação das funções psicológicas humanas e a formação de conceitos. Assim, usou-se a análise microgenética como instrumento de avaliação dos resultados colhidos nos encontros. Para GOES (2000), a análise microgenética:

“é uma forma de construção de dados que requer a atenção a detalhes e o recorte de episódios interativos, sendo o exame orientado para o funcionamento dos sujeitos focais, as relações intersubjetivas e as condições sociais da situação, resultando num relato minucioso dos acontecimentos. Associa-se ao uso de videogravação e transcrição dos diálogos ocorridos”.

Wertsch (1985) defende que em pesquisas com referencial Vygotskyniano, a análise microgenética contribuiu com o acompanhamento da gênese de um processo de formação de conceito, descrevendo as ações dos sujeitos envolvidos e as relações interpessoais ocorridas, dentro de um espaço curto de tempo. Possibilita identificar sinais de internalização, que demanda a passagem das ações intersubjetivas para o intrasubjetivo. Góes (2000) defende que esta análise é micro não por relacionar-se a curta duração, mas sim por focar em “minúcias indiciais” e genética por estudar o processo histórico, relacionando condições passadas, identificando no presente àquilo que poderá ser futuro. Desta forma foram recortados os episódios significativos para a pesquisa, buscando identificar a gênese dos conceitos e suas transformações. Importante ressaltar que as transcrições são fiéis às respostas dos alunos, contendo inclusive seus erros gramaticais.

## **3.3. Descrição das atividades desenvolvidas nos encontros.**

### 3.3.1. Encontro 01

Neste encontro foram realizadas 06 atividades. Na Atividade 01, foram projetadas 15 imagens relacionadas com Radiações Ionizantes. Os alunos, individualmente, preencheram um

quadro, identificando sua percepção sobre o assunto tratado na imagem. Após apresentação da imagem por 06 segundos os alunos optaram por uma das alternativas:

- a) Percebo a presença e o efeito é benéfico;
- b) Percebo a presença e o efeito é maléfico;
- c) Percebo a presença e os efeitos são tanto benéficos quanto maléficos;
- d) Percebo a presença, mas desconheço os efeitos;
- e) Não percebo a presença de radiação ionizante, embora conheça o tema;
- f) Não percebo a presença de radiação ionizante, pois desconheço totalmente o tema.

A partir das respostas dadas a cada imagem, buscou-se conhecer a percepção inicial de cada aluno relacionada a diversas situações envolvendo o uso de Radiações Ionizantes.

Na Atividade 02, foi apresentado um desenho animado sobre a vida e a obra de Marie Curie. Os alunos, após assistirem e discutirem em grupo, escreveram individualmente sobre as suas observações pessoais relacionadas ao desenho animado apresentado, abordando conteúdo histórico e relacionados às Radiações Ionizantes. Desta atividade foram analisados os diálogos ocorridos nos grupos e também às respostas elaboradas individualmente, buscando identificar informações sobre conceitos, eventos e as observações pessoais observadas no vídeo.

Na Atividade 03, após ser feita uma revisão sobre conceitos relacionados às Ondas Eletromagnéticas, como comprimento de onda, frequência, período e velocidade, foi fornecido um esquema gráfico, contendo um eixo com intervalos de frequências, dadas em Hertz (Hz) e uma quantidade de figuras de objetos de tamanhos diversos como, por exemplo: um edifício, o corpo humano, uma ponta de uma agulha, um núcleo de um átomo e solicitado que cada aluno após discussão com o grupo, colasse cada figura no respectivo intervalo de frequência cuja ordem de grandeza fosse da ordem do seu tamanho. Desta atividade, interessam-nos os diálogos ocorridos nos grupos sobre conceitos e tipos de ondas do espectro eletromagnético, a resposta elaborada pelos alunos bem como a maneira como se deu a organização do grupo para cumprir a atividade.

Na Atividade 04, foram apresentadas cenas de diversos filmes comerciais. Individualmente, cada aluno escreveu o nome, o gênero do filme (comédia, terror, ação, etc.) e algumas características observadas que possibilitaram a classificação feita por ele. Nesta atividade, objetivou-se a identificação de signos de linguagem relacionados à Cinematografia de

cada aluno, nas justificativas apresentadas por cada aluno, visando na entrevista final, um indicativo de ampliação desta linguagem, mediante uso de signos de Cinematografia, na resposta falada de cada aluno.

Nas duas últimas atividades, cada aluno escreveu sobre seus conhecimentos relacionados com Radiações Ionizantes. Depois de produzidos os autoinventários e feita a interação entre os integrantes do grupo, cada grupo montou o inventário do grupo. Desta atividade, interessa-nos a identificação de indícios do conhecimento pessoal sobre Radiações Ionizantes, no autoinventário coletivo, ou seja, a contribuição pessoal para o pensamento do grupo, a resposta final do grupo pós momento de interação, bem como a análise dos diálogos ocorridos na execução da atividade.

### 3.3.2. Encontro 02

Este encontro, realizado no mesmo dia que o Encontro 01, foi composto de três atividades. Na primeira delas, após apresentação de dois episódios da série “Mundos Invisíveis”, apresentados pelo Programa Fantástico, da Rede Globo, cada aluno respondeu a três perguntas, opinando sobre a utilização deste tipo de mídia utilizada na divulgação de assuntos científicos. Interessou-nos, a partir das respostas dadas individualmente, identificar indícios da credibilidade dada pelo próprio aluno à mídia vídeos, uma vez que teve que auxiliar seu grupo na criação de um curta-metragem sobre Radiações Ionizantes, bem como a identificação de signos científicos relacionados à Cinematografia e Radiações Ionizantes.

Na segunda atividade, os alunos, em grupo, elaboraram uma resposta a uma situação-problema relacionada ao uso de Radiação Ionizante, já apresentada no pré-teste, a qual teve baixo índice de acertos, quando resolvida individualmente. Desta forma, pôde ser feita uma comparação das respostas individuais dadas no pré-teste quando o aluno operava dentro de sua Zona de Desenvolvimento Real (ZDR) com a resposta elaborada pelo grupo, operando dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

Na terceira atividade, cada grupo escreveu a ideia inicial de gênero e do roteiro do filme a ser elaborado pelo grupo. Evidentemente que durante os encontros seguintes, com a formação em Cinematografia, essa ideia criou consistência e foi aprimorada ou foi alterada. Pôde-se, então, comparar a proposta inicial de criação e o filme final produzido.

### 3.3.3. Encontro 03

Neste encontro foram aplicadas três atividades. Na Atividade 01, após a apresentação do episódio sobre o acidente radioativo em Goiânia, apresentado pelo programa Linha Direta, Rede Globo, cada aluno escreveu sobre suas observações sobre o filme, o acidente radioativo e os conceitos físicos envolvidos. Não somente a resposta escrita, mas também os diálogos ocorridos

no grupo foram analisados, buscando identificar uso de conceitos científicos nas respostas, indicadores de ampliação das linguagens envolvidas na pesquisa.

Na próxima atividade, foi fornecido um texto destacando o consumo de açúcar por uma família, que a partir de uma quantidade inicial, consumia metade da quantidade disponível a cada dia. Após discutir o texto com seu grupo e o conceito de Meia Vida, cada aluno produziu um gráfico contendo as informações presentes no texto e elaborou uma frase explicativa relacionada ao gráfico por ele construído. Foram analisados os diálogos ocorridos no grupo, o gráfico produzido e a frase explicativa elaborada. Importante ressaltar que a criação da frase não estava prevista na atividade, mas no momento da atividade o pesquisador percebeu que ao fazê-la, poderia encontrar informações importantes sobre a percepção real do aluno sobre o conceito de Meia Vida, bem como identificar a presença de signos científicos associados às Radiações Ionizantes, o que evidencia ampliação da linguagem do aluno associado a este tema.

Buscando envolver os alunos quanto à Cinematografia, foi feita formação sobre processos e tipos de iluminação em filmes comerciais. As próximas atividades, então, abordaram sobre Processos de Iluminação. Inicialmente, foram projetadas três cenas de filmes e foi solicitado que o aluno fizesse a classificação do tipo de iluminação utilizada, em uma folha fornecida pelo professor. Após, o grupo discutiu e escreveu sobre a intenção de utilização de iluminação para cenas do filme a ser produzido. Pode-se fazer comparação entre esta intenção inicial de iluminação e o filme produzido.

#### 3.3.4 Encontro 04

Este encontro foi realizado na mesma tarde que o Encontro 03 e foi composto por quatro atividades. Foram usadas cenas extraídas do filme “Pu 239”; que conta a história de Timofey, um funcionário de uma usina nuclear que se expôs acidentalmente a uma dose mortal de radioatividade. Quando a usina se recusa a pagar indenização, ela decide utilizar outros meios para garantir que sua família fique amparada: rouba PU-239, uma das substâncias mais perigosas do mundo, e vai negociá-la com o governo Russo.

#### Informações Técnicas

Título no Brasil: Pu-239

Título Original: The Half Life of Timofey Berezin / PU-239

País de Origem: EUA

Gênero: Ação / Aventura

Classificação etária: 12 anos

Tempo de Duração: 96 minutos

Ano de Lançamento: 2006

Site Oficial: Estúdio/Distrib.: Warner Home Video

Direção: Scott Z. Burns

Elenco Principal: Paddy Considine (Timofey) e Oscar Isaac (Shiv)

Na primeira das atividades, após assistir cenas extraídas do filme “Pu 239” (Plutônio 239), sem interação com o grupo, cada aluno escreveu sobre os efeitos imediatos e tardios, causados ao homem, pelas Radiações Ionizantes. Após, foi realizada uma apresentação sobre efeitos biológicos causados por Radiações Ionizantes. Na sequência, os alunos discutiram sobre a formação recebida e escreveram as informações extras adquiridas. As análises destas atividades escritas e dos diálogos evidenciam (ou não) a aquisição de novos signos pelos alunos.

Na Atividade 02, os alunos assistiram cenas extraídas do filme “The Day After”, e de outros filmes sobre a importância dos efeitos de maquiagem para a composição de um personagem e para uma cena.

O filme “The Day After” foi usado não somente neste momento da pesquisa, por isso segue a descrição quanto à sua sinopse e os créditos. O filme retrata uma guerra fictícia entre OTAN e as forças do Pacto de Varsóvia, que rapidamente se transforma em uma grande escala de troca nuclear entre os Estados Unidos e a União Soviética. Incide sobre os moradores de Lawrence, Kansas e Kansas City, Missouri, bem como várias fazendas familiares situadas junto aos nucleares silos de mísseis. O elenco inclui JoBeth Williams, Steve Guttenberg, John Cullum, Jason Robards e John Lithgow. O filme foi escrito por Edward Hume, produzido por Robert Papazian e dirigido por Nicholas Meyer. Foi lançado em DVD em 18 de maio de 2004, com a MGM.

Os alunos então receberam materiais (algodão, esmaltes, tintas, estojo de maquiagem, cola textura) e elaboraram uma maquiagem sobre um ferimento causado por radiação ionizante. O grupo então escreveu sobre sua pretensão quanto à maquiagem a ser utilizada no filme. A análise dos diálogos ocorridos e da descrição escrita foi analisada buscando identificar aquisição e/ou evolução de conceitos relacionados às Radiações Ionizantes.

### 3.3.5. Encontro 05

Este encontro foi composto por três atividades. Na primeira delas, após assistir a dois vídeos sobre a utilização de Radiações Ionizantes na Medicina e discutir com o grupo, cada aluno escreveu sua opinião acerca das vantagens e desvantagens do uso da tecnologia destacada nos vídeos. A análise dos diálogos e da resposta escrita de cada aluno possivelmente conterá evidências da crítica pessoal sobre este tipo de abordagem para assuntos científicos.

A Atividade 02 consistiu na filmagem de uma cena proposta pelo professor, por cada grupo. Após este momento, foram projetadas informações sobre os Processos de Filmagem e Angulações. Em seguida, os alunos refilmaram a mesma cena. Cada grupo então escreveu sobre as alterações observadas nas cenas produzidas, o que possibilitou uma comparação entre a cena produzida e a descrição apresentada pelo grupo. Os alunos ainda escreveram sobre as intenções de uso de câmeras no filme a ser produzido. Desta atividade também foi analisada a organização do grupo, buscando evidências de liderança e interações interpessoais, na realização da atividade.

### 3.3.6. Encontro 06

Realizado na mesma tarde que o Encontro 05, foram realizadas três atividades. A primeira consistiu da projeção de informação sobre os problemas da tireóide humana e ação do iodo. Em seguida, foram projetados dois vídeos: um sobre a incidência de raios ultravioleta e o outro sendo uma entrevista com um dermatologista, sobre tabela de índice de radiação solar. Cada aluno escreveu sobre os conceitos, por ele observados, presentes nos vídeos e sua crítica sobre o uso à utilização deste tipo de abordagem de assuntos científicos para com a população em geral.

Na Atividade 02, organizados em duplas, os alunos resolveram uma questão relacionada ao uso de protetor solar, já apresentada no pré-teste, buscando identificar os erros presentes no rótulo de um protetor solar. Elaboraram ainda uma frase para um novo rótulo do protetor solar. A análise deste material possibilitou a comparação entre as respostas dadas individualmente no pré-teste e a produzida em duplas, podendo evidenciar internalização de conceitos científicos, a partir da realização de atividade alocada dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos.

Por fim, foi apresentado o *making off* do filme “*Wall E*”, na parte que trata dos processos de produção de sons. Foi solicitado aos grupos então que descrevessem suas intenções sobre os efeitos sonoros a serem utilizados no filme. Este plano de ação do grupo pode ser identificado (ou não) no filme produzido.

### 3.3.7. Encontro 07

Para este encontro foi disponibilizada uma tarde toda de uma sexta feira, para visita técnica ao setor de Radioterapia do Hospital Universitário da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob acompanhamento da física responsável pelo setor. Ao final da visita, cada aluno escreveu sobre sua experiência acerca dos tópicos observados relacionados às Radiações Ionizantes. Os diálogos ocorridos, bem como do material escrito, foram analisados procurando identificar evidências de internalização de conceitos científicos.

### 3.3.8. Encontro 08

Este encontro foi composto de três atividades. Na primeira delas, foram apresentados dois vídeos: um deles tratando da contaminação da água no acidente de Chernobyl e outro com cenas do filme “The Day After” sobre a contaminação do solo após um acidente radioativo. Cada grupo, após discussão sobre o tema, escreveu sobre os perigos oferecidos pelas Radiações Ionizantes ao meio ambiente e à cidade de Campo Grande. A análise dos diálogos e do material escrito pode evidenciar as percepções acerca da relação existente entre o uso de Radiações Ionizantes e o Meio Ambiente, buscando identificar o uso de signos científicos.

Na segunda atividade, os grupos receberam dois fragmentos de roteiros e tentaram identificar características presentes em ambos e justificar as semelhanças e diferenças como, por exemplo, mesmo espaçamento entre linhas e mesmo tipo de letra.

Na terceira atividade deste encontro, os alunos assistiram ao *storyboard* de um desenho animado “He-Man” e iniciaram a construção do *storyboard* do filme a ser produzido.

### 3.3.9. Encontro 9

Neste encontro foram realizadas três atividades. Foram apresentados e discutidos os vídeos produzidos; foi realizada a Avaliação Diagnóstica Final e, ainda, a entrevista individual com cada aluno. Os dados colhidos neste último encontro possibilitaram a comparação da Zona de Desenvolvimento Real atual de cada aluno com o momento inicial da pesquisa, bem como as percepções pessoais de cada aluno sobre a sua participação nas atividades dos encontros. Foi possível ainda, procurar nos dados deste encontro evidências de expansão das linguagens relacionada às Radiações Ionizantes e à Cinematografia, mediante a aquisição de novos signos e internalização de conceitos construídos por meio das atividades mediadas ocorridas interpsicologicamente.

Realizadas as atividades, seguem no próximo capítulo os resultados obtidos em cada um dos quatro eixos de análise.



## **4. Resultados das Atividades dos Encontros**

Os nove encontros realizados nesta pesquisa possibilitaram coleta de muitos e diversificados dados, como: testes escritos realizados individualmente e em grupo, transcrição dos diálogos ocorridos nos grupos durante os encontros e na visita técnica, entrevista final realizada individualmente com cada aluno participante, roteiro, *storyboard* e filmes produzidos.

Essas informações compõem um “*corpus*” de dados que foram analisados sob diferentes eixos de análise. São eles:

- Eixo 01: Avaliação Diagnóstica sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal e a Zona de Desenvolvimento Real dos alunos
- Eixo 02: Sujeitos em Interação
- Eixo 03: Instantaneidade
- Eixo 04: A Linguagem e o filme produzidos

Os alunos foram organizados em dois grupos, formados por escolha própria. O grupo 1, chamado G<sub>1</sub>, foi formado pelos alunos A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub> e A<sub>5</sub>. O grupo 2, chamado G<sub>2</sub>, foi formado pelos alunos A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>, A<sub>8</sub>, A<sub>9</sub>, A<sub>10</sub> e A<sub>11</sub>.

### **4.1. Resultados do Eixo 01: Avaliação Diagnóstica sobre a ZDP e a ZDR dos alunos**

#### 4.1.1. Análise do teste inicial

Foi realizada uma avaliação diagnóstica buscando levantar o conhecimento dos alunos, quanto aos conceitos relacionados às Radiações Ionizantes. Este teste foi composto de três partes. Na primeira delas, o aluno relacionou o nome de 15 conceitos apresentados com as respectivas descrições. Na segunda parte, o aluno escreveu a definição do conceito solicitado. Na terceira parte, o aluno resolveu questões que se referiam a aplicação e ao uso das Radiações Ionizantes.

##### 4.1.1.1 A primeira parte do teste

Buscou-se avaliar a capacidade superior de *Enunciação*, uma vez que cabia ao aluno simplesmente relacionar os conceitos com as descrições apresentadas. Os resultados obtidos seguem no Quadro 1.

Observou-se que a maior parte dos alunos conhecia os conceitos relacionados às Radiações Ionizantes, quando no nível de *Enunciação*.

Quadro 1 - 1ª Questão da Avaliação Diagnóstica Inicial

Capacidade Superior de Enunciação		
Grupo	Aluno	Quantidade de acertos em 15 questões
G <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	15
	A <sub>2</sub>	13
	A <sub>3</sub>	12
	A <sub>4</sub>	12
	A <sub>5</sub>	01
G <sub>2</sub>	A <sub>6</sub>	15
	A <sub>7</sub>	13
	A <sub>8</sub>	09
	A <sub>9</sub>	09
	A <sub>10</sub>	13
	A <sub>11</sub>	13

#### 4.1.1.2. A segunda parte do teste

Foi composta de questões que buscaram avaliar as capacidades cognitivas do tipo *Conhecimento*, nas quais os alunos escreveram sobre as definições dos conceitos solicitados. Seguem os comentários referentes a esta parte da atividade.

Na primeira questão, os alunos escreveram a definição dos conceitos de frequência e comprimento de onda. Das respostas apresentadas, observou-se:

- respostas incompletas: trata-se da ausência de signos para melhor definir o conceito solicitado, como por exemplo, a definição dada pelo Aluno A<sub>9</sub>, para o conceito de frequência, na qual se observa a falta do termo “intervalo de tempo” na resposta:

A<sub>9</sub>) “Frequência: medida geralmente em hertz, demonstra a quantidade de oscilações”..

- falta de signos relacionados às unidades de medidas; como na definição dada pelo Aluno A<sub>7</sub> ao conceito de frequência, na qual se observa a falta da descrição da unidade de medida, seja ela em oscilações por minuto ou oscilações por segundos (Hertz) para melhor definir o conceito:

A<sub>7</sub>) “Frequência: é a quantidade de variações de uma onda em um determinado espaço de tempo”.

- definições erradas, como por exemplo, as definições dadas ao conceito de comprimento de onda pelos Alunos A<sub>3</sub> e A<sub>1</sub>:

A<sub>3</sub>) “Comprimento de onda: é a frequência específica de cada tipo de onda”

A<sub>1</sub>) “Comprimento de onda: é a distância alcançado pela onda”.

- casos em que o aluno realmente desconhecia os conceitos solicitados, respondendo “não sei” às perguntas, como os alunos A<sub>4</sub> e A<sub>5</sub>.

Observou-se que nenhum aluno entre os onze participantes da pesquisa utilizou-se corretamente de signos científicos para definição completa dos conceitos solicitados. Vale ressaltar que somente as respostas dos Alunos A<sub>9</sub> e A<sub>10</sub>, relacionadas à “frequência”, citavam a unidade de medida “Hertz”, o que evidenciou certa dificuldade dos alunos em operar também com unidades de medidas.

Na segunda questão, solicitou-se dos alunos uma resolução a um seguinte exercício: “Após longo período de discussão entre população e órgãos governamentais, decidiu-se instalar uma fábrica de médio porte para produção de materiais radioativos em determinada cidade. Os materiais manipulados são apresentados no quadro abaixo:

<i>Material</i>	<i>Meia Vida</i>
<i>Tecnécio</i>	<i>6 horas</i>
<i>Iodo 131</i>	<i>8 dias</i>
<i>Iodo 123</i>	<i>13 horas</i>
<i>Irídio 192</i>	<i>75 dias</i>
<i>Tálio 201</i>	<i>3 dias</i>
<i>Gálio 67</i>	<i>3 dias</i>
<i>Cromo 51</i>	<i>27,7 dias</i>

*Suponha uma amostra constituída de mesma massa de Gálio e Tecnécio. Ocorrendo desintegração radioativa, para as duas amostras, a partir de um mesmo tempo inicial, quando a amostra de Tecnécio estiver reduzida à metade, a amostra de Gálio estará reduzida a quanto? Justifique sua resposta.”*

Observou-se 03 tipos de respostas:

- análise do decaimento de forma linear e não exponencial, como por exemplo, do Aluno A<sub>1</sub> (*“a amostra de gálio estará reduzida a 23/24 de sua massa original, pois sua meia vida é de 72 horas, e em 6 horas (meia vida do tecnécio) apenas 1/24 é retirado”*).

- definição errada do conceito, como do aluno A<sub>3</sub>: *“Estará reduzida a metade também, pois é a meia-vida da amostra.”*

- desconhecimento do conceito por parte do aluno, uma vez que respondeu “não sei” à questão.

Ressalta-se que a melhor resposta apresentada a esta questão foi dada pelo Aluno A<sub>10</sub> quando definiu: *“A amostra de gálio demora mais a reduzir logo, quando o tecnécio estiver reduzido á metade, a redução do gálio será muito baixa, quase desprezível.”*

Na terceira questão, os alunos identificaram os erros contidos em um rótulo de um protetor solar, quanto ao anúncio: *“Queimaduras por raios infravermelhos nunca mais. Garantimos proteção total à sua pele contra todos os tipos de radiações causadores de câncer de pele”*. Esperava-se que os alunos escrevessem sobre as expressões “infravermelhos”, “proteção total” e “todos os tipos”. Ocorreram respostas abrangentes, como a dada pelo Aluno A<sub>9</sub>: *“As queimaduras ocorrem apenas por raios ultravioletas, e nenhum protetor solar pode garantir proteção contra todos os tipos de radiações pois é algo impossível de acontecer.”* Entretanto, ocorreram respostas erradas conceitualmente como a dada pelo Aluno A<sub>8</sub>: *“O protetor solar protege apenas dos raios infravermelhos, mas há outras radiações que podem causar câncer”*, uma vez que ele concorda com a relação entre câncer e raios infravermelhos. Embora não utilizado na descrição da pergunta, esperava-se que os alunos escrevessem o signo “raios ultravioletas” na resposta. Contudo, os alunos A<sub>2</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub> e A<sub>10</sub> não citaram tais signos em suas respostas, o que pode indicar que os mesmos não faziam parte da linguagem destes alunos ou que os alunos utilizavam-se destes termos como conceito, mas o definem como complexo, pelo fato de conhecerem os termos “radiações”, “ultravioletas” e “infravermelhos”, mas não conseguirem defini-los na forma escrita, utilizando-se do seu conhecimento acerca do conceito e pelo uso de signos científicos.

Na quarta questão, os alunos escreveram sobre a obtenção da imagem do exame de mamografia. Esperava-se uma resposta relacionada com o conceito “Raios X”. Ocorreram respostas como a dada pelo Aluno A<sub>6</sub>: *“são disparados raios X contra as mamas. Eles as atravessam e formam uma imagem mostrando o contraste entre os materiais mais e menos “resistentes” que atravessaram, detectando corpos estranhos”*. Entretanto, observou-se respostas erradas que relacionam Raios-X com partículas, como na resposta dada pelo Aluno

A<sub>3</sub>: “*Há um feixe de radiação (elétrons). Esses elétrons reproduzem a imagem interna da mama em uma tela*”. Constatou-se que as melhores respostas foram dadas pelos Alunos A<sub>6</sub> e A<sub>1</sub>. Entretanto, a maioria dos alunos não respondeu a questão de maneira correta e nem utilizou-se do signo “raio X”.

Na quinta questão, os alunos escreveram sobre os efeitos biológicos percebidos em um paciente em um acidente radioativo. Pelas respostas, observou-se que os alunos não separam os efeitos “imediatos” dos “tardios”. Os efeitos mais frequentes foram: câncer, citado 06 vezes; mutações celulares e queimaduras, citados 03 vezes cada; morte, queda de cabelo e vômitos, citados 02 vezes e cegueira, irritação nos olhos, hemorragias, leucemia, retardo mental e manchas na pele, citados apenas 01 vez. Vale ressaltar que os Alunos A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub> e A<sub>11</sub> não responderam a esta questão, não sendo possível, então, nenhum signo relacionado a efeitos biológicos causados por Radiações Ionizantes no homem.

#### 4.1.1.3. A terceira parte da avaliação diagnóstica

Foi composta por questões que buscaram avaliar as capacidades cognitivas do tipo Aplicação, nas quais os alunos elaboraram respostas para situações de uso das Radiações Ionizantes. Seguem os resultados referentes a esta parte da atividade.

Na primeira questão, os alunos escolheram e justificaram sobre a escolha entre os materiais a serem usados na confecção de um uniforme para os funcionários expostos a radiação gama. Observou-se que todos os alunos optaram pelo chumbo, destacando-se a resposta dada pelo Aluno A<sub>6</sub>: “*a placa de chumbo, pois a radiação gama tem alto poder de penetração e o chumbo proporciona melhor blindagem*”. A única resposta dada que foge ao padrão adotado pelos alunos, aconteceu com o Aluno A<sub>3</sub>, uma vez que ele associa o uso da placa de chumbo com a permissão de passagem de elétrons, tratando raios gama como partículas: “*A placa mais indicada é a de chumbo, pois ela não interfere na emissão de elétrons*”. As outras justificativas pelo uso do chumbo envolvem os signos “param”, “isolam”, “resistem”, “não permite passagem”, “causam contenção”, “reflexão”, “mais difícil penetração”. O Aluno A<sub>6</sub> foi o único a usar o signo “blindagem”, pertencente à linguagem relacionado ao conhecimento científico e não cotidiano.

A segunda questão tratou de uma situação prática do conceito “meia vida”, na qual o aluno calculou o número de dias necessários para se restabelecer a condição de segurança no local afetado por acidente radioativo. Dos onze alunos, seis efetuaram os cálculos corretamente, 04 erraram a resposta e somente 01 não respondeu à questão.


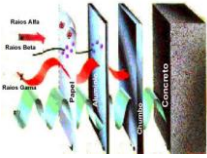

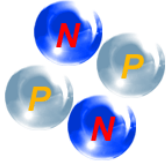
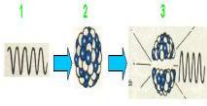

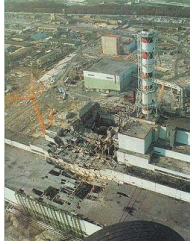


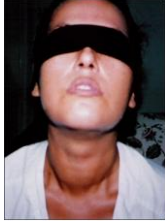




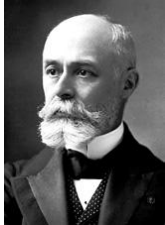
A terceira questão, o aluno relacionando os conceitos velocidade das ondas eletromagnéticas no ar ( $3 \times 10^8$  m/s), comprimento de onda e frequência, escolheu e justificou sobre o trecho de cores de uma pulseira de frequências, utilizada por funcionários que trabalham com radiações, que indicariam “exposição perigosa”. A única resposta dada que apresenta justificativa foi a do Aluno A<sub>6</sub>: *“impossível saber sem o período ou a velocidade dessas radiações, mas provavelmente são mais próximas do violeta”*. Os outros alunos, mesmo quando optando por um determinado trecho de cores, observou-se que a escolha dos alunos aconteceu baseada puramente em “achismo”, não apresentando nenhum cálculo, relacionando os referidos conceitos.

Na quarta questão, os alunos escreveram sobre as vantagens do uso da braquiterapia (aplicação interna da radiação) em relação à teleterapia (aplicação externa da radiação). Entre as respostas, destaca-se a resposta do Aluno A<sub>1</sub>, quanto à sua abrangência: *“As vantagens da utilização da Braquiterapia em relação à teleterapia são: a maior precisão para atingir as células e o menor risco de atingir o paciente em locais errados, expondo-o à radiação desnecessária”*. Destacou-se a resposta do Aluno A<sub>3</sub>, pela atribuição errada dada à radiação no processo de tratamento do paciente: *“Porque ela visualiza melhor o interior do paciente”*. Os alunos A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub> e A<sub>8</sub>, não responderam à questão.

Na quinta questão, os alunos identificaram o paciente com prováveis sintomas causados por Radiações Ionizantes e justificaram sua escolha. Destacaram-se as respostas similares dadas pelos Alunos A<sub>6</sub> e A<sub>10</sub>, que diz: *“O paciente 01, pois a radiação ionizante causa esses sintomas, e as manchas vermelhas provavelmente será queimadura, causada pela radiação”*. Observou-se que somente 05 alunos apresentaram justificativa em sua resposta. Isto evidenciou falta de conhecimento quanto aos efeitos biológicos causados pelas Radiações Ionizantes nos seres humanos.

A realização desta atividade diagnóstica permitiu concluir que a maior parte dos alunos conseguiu enunciar os conceitos científicos relacionados às Radiações Ionizantes, entretanto apresentaram dificuldades de definir tais conceitos, como por exemplo, “meia vida”, blindagem, frequência, teleterapia e braquiterapia. Confundiram os signos “infravermelho” e “ultravioleta” quanto à sua definição e aplicabilidade. Não descreveram o processo de obtenção de Raios X e o relacionaram ora com onda, ora com partícula. Desconheceram os efeitos biológicos causados por Radiações Ionizantes e quando o fizeram, não os classificaram como “imediatos” e “tardios”. Quando solicitados, conseguiram operar cálculos, entretanto não conseguiram recorrer às relações matemáticas para justificarem suas respostas.

Quadro 2 : Atividade de Percepção Visual de Conceitos

<p>Imagem 1 - Símbolo de Radioatividade</p>	<p>Imagem 2 - Radioatividade e Partículas</p>	<p>Imagem 3 - Raios X</p>
		
<p>Imagem 4 - Partícula Alfa</p>	<p>Imagem 5 - Radiação Gama</p>	<p>Imagem 6: Marie Curie</p>
		
<p>Imagem 7 - Acidente Radioativo em Chernobyl</p>	<p>Imagem 8 - Equipamento de Radioterapia</p>	<p>Imagem 9 - Câncer de pele</p>
		
<p>Imagem 10: Hipotireoidismo</p>	<p>Imagem 11 - Usina Nuclear</p>	<p>Imagem 12- Símbolo de Radiação Não Ionizante</p>
		
<p>Imagem 13 - lâmpada incandescente (raios Infravermelhos)</p>	<p>Imagem 14 - Explosão Nuclear</p>	<p>Imagem 15 -Henry Becquerel</p>
		

#### 4.1.2. Atividade de Percepção de Conceitos de Radiação Ionizantes em Imagens Projetadas

No Encontro 1, foram projetadas diversas imagens, apresentadas no quadro 02, sobre conceitos relacionados às radiações Ionizantes.

Cada aluno então identificou o tipo de percepção que possuía acerca de conceitos abordados sobre Radiações Ionizantes. O Quadro 03 sintetiza os resultados observados nesta questão.

Desta atividade observou-se que a que a maior parte dos alunos associavam o símbolo de radiação a efeitos nocivos ou os desconheciam; desconheciam conceitos de partículas alfa e gama, os personagens históricos relacionados à Radioatividade, símbolo de radiações não ionizantes e apresentavam opiniões diferenciadas quanto ao uso de energia nuclear.



Quadro 3: Respostas dos alunos à atividade de percepção visual de conceitos

Imagem	Percebo a presença é o efeito é benéfico	Percebo a presença e o efeito é maléfico	Percebo a presença e os efeitos são tanto benéficos quanto maléficos	Percebo a presença, mas desconheço os efeitos.	Não percebo a presença de Radiação Ionizante, embora conheça o tema.	Não percebo a presença de Radiação Ionizante, pois desconheço totalmente o tema.
Símbolo - Radiação Ionizante		A <sub>3</sub> A <sub>6</sub> A <sub>8</sub> A <sub>9</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>4</sub> A <sub>7</sub> A <sub>11</sub>	A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	A <sub>5</sub>
Blindagem à partículas			A <sub>1</sub> A <sub>3</sub> A <sub>5</sub> A <sub>6</sub>	A <sub>8</sub> A <sub>9</sub>	A <sub>2</sub> A <sub>4</sub> A <sub>7</sub>	A <sub>10</sub> A <sub>11</sub>
Raio X	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>3</sub> A <sub>5</sub> A <sub>7</sub>		A <sub>6</sub> A <sub>8</sub> A <sub>9</sub> A <sub>11</sub>	A <sub>4</sub>		A <sub>10</sub>
Partícula alfa	A <sub>4</sub> A <sub>5</sub>		A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> A <sub>6</sub> A <sub>7</sub> A <sub>9</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>8</sub> A <sub>10</sub> A <sub>11</sub>
Partícula gama		A <sub>1</sub> A <sub>6</sub> A <sub>7</sub> A <sub>11</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>2</sub> A <sub>9</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>3</sub> A <sub>4</sub> A <sub>10</sub>
Marie Curie	A <sub>5</sub> A <sub>7</sub> A <sub>9</sub>			A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> A <sub>4</sub> A <sub>6</sub> A <sub>8</sub> A <sub>10</sub> A <sub>11</sub>
Reator explodido de Chernobyl		A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>3</sub> A <sub>4</sub> A <sub>5</sub> A <sub>6</sub> A <sub>7</sub> A <sub>8</sub> A <sub>9</sub> A <sub>11</sub>		A <sub>10</sub>		
Equipamento de Radioterapia.	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>3</sub> A <sub>6</sub> A <sub>7</sub> A <sub>8</sub> A <sub>10</sub> A <sub>11</sub>		A <sub>4</sub> A <sub>5</sub> A <sub>9</sub>			
Mancha de câncer de pelo no rosto	A <sub>3</sub> A <sub>11</sub>	A <sub>2</sub> A <sub>4</sub> A <sub>6</sub> A <sub>7</sub>		A <sub>1</sub> A <sub>5</sub>		A <sub>8</sub> A <sub>9</sub> A <sub>10</sub>
Problema na tireóide	A <sub>5</sub> A <sub>11</sub>	A <sub>2</sub> A <sub>3</sub> A <sub>4</sub> A <sub>6</sub> A <sub>7</sub> A <sub>8</sub> A <sub>9</sub>		A <sub>1</sub>		A <sub>10</sub>
Usina Nuclear	A <sub>1</sub> A <sub>8</sub>	A <sub>3</sub> A <sub>4</sub> A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub> A <sub>7</sub> A <sub>11</sub>	A <sub>2</sub> A <sub>9</sub>		A <sub>10</sub>
Símbolo de Radiação Não Ionizante	A <sub>5</sub> A <sub>11</sub>		A <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> A <sub>3</sub>		A <sub>2</sub> A <sub>6</sub> A <sub>7</sub> A <sub>8</sub> A <sub>9</sub> A <sub>10</sub>
Lâmpada Incandescente (infravermelho)	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>3</sub> A <sub>5</sub>			A <sub>6</sub> A <sub>9</sub>	A <sub>7</sub> A <sub>8</sub>	A <sub>4</sub> A <sub>10</sub> A <sub>11</sub>
Explosão Nuclear		A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>3</sub> A <sub>4</sub> A <sub>5</sub> A <sub>6</sub> A <sub>7</sub> A <sub>8</sub> A <sub>9</sub> A <sub>11</sub>				A <sub>10</sub>
Antonie Henri Bequerel	A <sub>3</sub> A <sub>4</sub> A <sub>5</sub>				A <sub>1</sub> A <sub>7</sub>	A <sub>2</sub> A <sub>6</sub> A <sub>8</sub> A <sub>10</sub> A <sub>11</sub>

#### 4.1.3. Avaliação Diagnóstica Final sobre a ZDP e a ZDR dos alunos

No Encontro 9, foi aplicado uma avaliação diagnóstica, montada nos mesmos moldes da avaliação diagnóstica inicial, buscando verificar a ZDP e a ZDR atuais de cada aluno.

##### 4.1.3.1. A primeira parte do teste

Buscou-se avaliar a capacidade superior de *Enunciação*, uma vez que cabia ao aluno simplesmente relacionar os conceitos com as descrições apresentadas. Os resultados obtidos seguem no Quadro 04.

Quadro 4: 1ª Questão da Avaliação Diagnóstica Final

Capacidade Superior de Enunciação		
Aluno	Quantidade de acertos no teste Inicial	Quantidade de acertos no teste Final
A <sub>1</sub>	15	08
A <sub>2</sub>	13	06
A <sub>3</sub>	12	11
A <sub>4</sub>	12	05
A <sub>5</sub>	01	05
A <sub>6</sub>	15	11
A <sub>7</sub>	13	10
A <sub>8</sub>	09	07
A <sub>9</sub>	15	10
A <sub>10</sub>	13	05
A <sub>11</sub>	12	09

Esta parte do teste evidenciou duas relevantes informações: a esperada melhora do Aluno A<sub>5</sub> (que no teste inicial conseguiu somente 01 acerto) e a redução da quantidade de acertos da maioria dos alunos. Por tratar-se de questões que envolver a menor das capacidades cognitivas, era esperada uma melhora na quantidade de acertos e não a redução observada. Isto pode evidenciar cansaço no momento do início da prova e falta de interesse na resolução, causada pela similaridade desta questão com o teste inicial. Esta atividade aconteceu no mesmo encontro que a apresentação dos vídeos produzidos, da confraternização organizada pelos alunos para comemorar a participação no projeto, da entrevista com o professor. Assim, o fator cansaço pode ter sido determinante para a obtenção destes resultados inesperados.

#### 4.1.3.2. A segunda parte da avaliação

Consistiu de questões que buscaram avaliar as capacidades cognitivas do tipo *Conhecimento*, nas quais os alunos escreveram sobre as definições dos conceitos solicitados. Seguem os comentários referentes esta parte da atividade.

Na primeira questão, os alunos, a partir de um esquema gráfico, escreveram o nome dos dois conceitos solicitados que eram: período (medida do tempo de repetição de um evento na Física) e comprimento de onda. Das respostas apresentadas, observou-se que alguns alunos erraram a primeira parte do exercício, confundindo o conceito “período” com “frequência”, “amplitude” e até “comprimento de onda”. Já o conceito de comprimento de onda foi confundido com “período” e “vale”. Quanto aos acertos, 07 alunos acertaram o nome dos dois conceitos, 02 alunos erraram o nome do conceito “período” e 02 alunos erraram o nome dos dois conceitos.

Na segunda questão, os alunos escreveram a definição do conceito de “meia vida”. Observaram-se respostas corretas, incompletas e incorretas. Destacaram-se as respostas:

- corretas, como do Aluno A<sub>8</sub>: *“É o tempo que leva para que a massa ativa de elementos radioativos caia pela metade, diminuindo exponencialmente a porcentagem de radiações numa determinada quantidade de elemento”*.

- incompletas, como do aluno A<sub>4</sub> (*“Meia vida é o tempo em que o material se desintegra, sua massa, para emitir menos radiação”*) e do aluno A<sub>10</sub> (*“É o tempo de um elemento perder metade da massa de elemento, ficando com o mesmo peso, substituindo por outros elementos”*.)

Os alunos A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> e A<sub>4</sub> apresentaram resposta incompleta e todos os outros alunos definiram corretamente o conceito solicitado.

Na terceira questão, os alunos escreveram uma utilidade das Radiações Ionizantes. Apenas os alunos A<sub>4</sub> e A<sub>5</sub> não citaram nenhum exemplo. Destacaram-se as respostas dos alunos A<sub>5</sub> e A<sub>8</sub>, pela descrição com conceitos científicos:

- Aluno A<sub>2</sub>: *“Detecção de tumores, conservação de alimentos (mata microorganismos) para fazer um raio x. Eliminar tumores do organismo”.*

- Aluno A<sub>8</sub>: *“A radiação ionizante é frequentemente utilizada no tratamento de certas doenças e até no diagnóstico delas, um dos lados benéficos de seu uso. Entretanto, o exemplo máximo de radiações ionizantes é o Sol, o qual nenhum ser pode se ver livre de seus efeitos (raios ultravioletas e infravermelho)”.*

Observou-se que 06 alunos citaram em seus exemplos o signo “raio X”. Isso evidenciou a incorporação deste signo da linguagem científica pelos alunos, algo não identificado no teste inicial desta pesquisa.

Na quarta questão, os alunos escreveram sobre o processo de obtenção de imagem por “Raios X”. Algumas respostas destacaram-se pela descrição correta do processo:

- Aluno A<sub>4</sub>: *“A máquina gera energia fazendo com que o átomo bata contra uma “parede” e saindo de seu núcleo uma onda que se tem a imagem do raio-x’.*

- Aluno A<sub>6</sub>: *“Raios x são ondas eletromagnéticas de grande energia capazes de atravessar o corpo humano, por exemplo. Elas são bloqueadas com maior eficácia por materiais mais compactos e com grande densidade de metais (cálcio, no caso de um osso). As ondas atravessam o corpo e são registrados por uma chapa fotográfica. Quanto mais claro, mais radiação foi bloqueada”.*

- Aluno A<sub>8</sub>: *“Uma máquina de raio x, diferente de outros aparelhos, não emite radiação quando não está funcionando. O que acontece é a excitação de elétrons que serão projetados e suas energia atravessarão o obstáculo revelando elementos internos numa espécie de “chapa” fotográfica.”*

Entretanto algumas respostas ainda evidenciaram erros conceituais nos quais os Raios X são associados a partículas e elementos radioativos, como a do aluno A<sub>3</sub>: *“Um*

*feixe de elétrons passa pela máquina acerta o elemento radioativo e dele saem partículas que atravessam a pele e é registrado numa placa*". Em suma, 03 alunos descreveram corretamente o processo solicitado, 03 alunos apresentaram respostas que não descreveram o processo solicitado e 05 alunos restantes, apresentaram respostas com erros conceituais associados a Raios X.

Na quinta questão, foi solicitado aos alunos que escrevessem sobre o motivo da adição de iodo ao sal de cozinha. Destacam-se as respostas dadas, focando-se na pergunta feita, como a do aluno A<sub>6</sub>: *"Esse elemento compõe os hormônios da tireóide. O fato de ele estar presente no sal de cozinha previne a falta de iodo e conseqüentemente uma disfunção da tireóide"*. Entretanto, outras respostas, extrapolaram a indagação feita, como dos alunos A<sub>7</sub> (*"O elemento iodo é a fonte primordial para a produção dos hormônios na tireóide. Porém, com essa lei a quantidade de iodo absorvida será maior em uma pessoa com hipertireoidismo. sendo assim o elemento que é necessário para a tireóide funcionar, pode ter em excesso e causar uma doença preocupante"*) e A<sub>2</sub> (*"Com o iodo a tireóide funciona melhor, pois ela suprime a falta de iodo na tireóide. A ingestão de iodo é necessária quando há um acidente nuclear pois as partículas radioativas podem entrar na tireóide e danificar a glândula, por isso toma-se cápsulas de iodo para a tireóide ficar cheia de iodo e não absorverá material radioativo"*).

Importante ressaltar que os Alunos A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub> e A<sub>11</sub>, focam sua resposta na questão da saturação do iodo na tireóide da população, quando atingida num acidente radioativo, como foi o caso do Japão, conforme explicado na visita técnica ao setor de Radioterapia.

#### 4.1.3.3. A terceira parte da avaliação

Foi composta de questões que buscaram avaliar as capacidades cognitivas do tipo Aplicação, nas quais os alunos elaboraram respostas para situações de uso das Radiações Ionizantes. Seguem os resultados referentes a esta parte da atividade.

Na primeira questão, os alunos escolheram e justificaram o tipo de material a ser utilizados para proteção de funcionários, em atividade com radiações alfa, beta e Raios X. As respostas esperadas eram papelão, alumínio e chumbo, respectivamente. Apenas 04 alunos apresentaram erros na ordem solicitada.

Na segunda questão, a partir de um gráfico de porcentagem de elemento em atividade versus tempo, os alunos calcularam o tempo equivalente à meia vida do elemento radioativo abordado na questão. A resolução apresentada por 06 alunos estava correta. Apenas o aluno A<sub>1</sub> não resolveu o exercício.

Na terceira questão, o aluno escolheu o tipo certo de radiação para aplicação em alimentos produzidos por uma fábrica, buscando aumentar o seu prazo de validade. Esperava-se que os alunos respondessem “raios gama” e apresentassem a justificativa. Ocorreram respostas variadas: 03 alunos optaram por “radiação gama”; 01 aluno por “microondas”; 04 alunos por “infravermelho”, 01 aluno por “ultravioleta” e 01 aluno não respondeu ao exercício.

Na quarta questão, os alunos classificaram como verdadeiro ou falso as afirmações relacionadas às unidades de medida relacionadas às Radiações Ionizantes. Apenas o aluno A<sub>4</sub> errou o exercício.

Na quinta questão, o aluno identificou a figura equivalente à paciente com hipertireoidismo e justificou sua escolha entre os materiais disponibilizados (cobalto, iodo e cério) utilizado no tratamento. As respostas esperadas eram: “Paciente A” e “Iodo”. Optaram pela paciente A um total de 06 alunos e pela paciente C os outros 05 alunos. Quanto ao material utilizado, somente um aluno optou por cobalto. Todos os outros optaram pelo elemento “iodo”. A escolha pela paciente C, foi justificada pelos alunos pelo fato da paciente apresentar um “inchaço” na tireóide. Já a justificativa dada pela escolha do cobalto foi que “*o cobalto não danifica*”.

A realização da atividade diagnóstica final, comparativamente com a inicial, possibilitou concluir que os alunos apresentaram uma redução na quantidade de acertos em questões do tipo *Enunciação*, podendo o cansaço e a quantidade de conceitos a serem relacionados as causas principais dos erros obtidos. Entretanto, quanto às questões do tipo *Conhecimento*, identificamos aumento no conhecimento dos alunos, pois a maior parte deles acertou os nomes dos conceitos solicitados. Quanto às questões do tipo *Aplicação* os alunos conseguiram elaborar respostas para as questões relacionadas ao uso prático de Radiações Ionizantes utilizando signos científicos, o que evidenciou evolução de conhecimento desta capacidade superior na estrutura cognitiva do aluno. Identificou-se que os alunos passaram a dar definição correta ou incompleta de “meia vida”, conceito anteriormente não dominado pela maioria deles. Os alunos descreveram exemplos de utilização de Radiações Ionizantes e passaram a utilizarem

signos científicos, como “Raio X”, em suas respostas, apesar de ainda não conseguirem descrever por completo o processo de obtenção. Muitos signos científicos foram encontrados nas respostas às questões tratadas nos encontros, como por exemplo, o tratamento da tireóide. Acertaram o cálculo da “meia vida” de um elemento radioativo e todos os itens questionados sobre Unidades de Medidas de Radiações Ionizantes. Mostraram confusão quanto à diferenciação e aplicação de radiações “gama”, “infravermelho”, “microondas” e “ultravioleta”, mas foram quase unânimes na escolha correta do material radioativo utilizado para tratamento na tireóide.

#### 4.2. Resultados do Eixo 2: Sujeitos em Interação

Analisando as transcrições dos diálogos ocorridos nos encontros, identificou-se a existência de dois líderes: o aluno A<sub>1</sub>, no grupo G<sub>1</sub>, e o aluno A<sub>6</sub>, no grupo G<sub>2</sub>. A liderança desses dois alunos, perante seus grupos, ocorreu de maneira distinta. O aluno A<sub>6</sub> coordenou seu grupo visando a construção coletiva da resposta e é declaradamente aceito como líder pelo grupo G<sub>2</sub>, e até pelo alunos do outro grupo (G<sub>1</sub>), como identificado nas falas:

Aluno A<sub>1</sub>: - *quanto maior frequência, menor comprimento de onda.*

Professor: - *vocês acham que esta certo?*

Aluno A<sub>7</sub>: - *se o Aluno A<sub>6</sub> falou...*

Todos: - *É! Foi o Aluno A<sub>6</sub> que falou hein (risos).*

...

Aluno A<sub>2</sub>: - *quanto maior o objeto, maior frequência.*

Professor: - *quanto mais comprimento, maior frequência?*

Aluno A<sub>2</sub>: - *isso!*

Aluno A<sub>1</sub>: - *não é o contrário? É o contrário.*

Aluno A<sub>2</sub>: - *Ô aluno A<sub>6</sub>, ô aluno A<sub>6</sub>... vem cá um pouquinho.. terminar....*

Aluno A<sub>1</sub>: *maior o comprimento, maior a frequência.*

... (falando sobre efeitos biológicos causados por radiações ionizantes no homem..)

Aluno A<sub>10</sub>: - *acho que são: náusea, queda de cabelo..*

Aluno A<sub>6</sub>: - *câncer de pele*

Aluno A<sub>10</sub>: - *que mais?*

Aluno A<sub>6</sub>: - *dor de cabeça, náusea, câncer de pele e queda de cabelo*

Aluno A<sub>10</sub>: - *queda de cabelo é imediato, você concorda?*

Aluno A<sub>6</sub>: - *sim. Professor, dá febre?*

Professor: - *o que você acha? Será que tem febre ou não?*

Aluno A<sub>6</sub>: - *tem. Todo mundo, coloca ai galera.*

Observou-se que a interação do aluno A<sub>1</sub> com seu grupo é de imposição, na qual deve prevalecer seu ponto de vista, conforme identificado nas seguintes falas:

Professor: - *Eu quero que nesta resposta tenha a participação de todo mundo.*

O Aluno A<sub>5</sub> levanta-se para sair e o aluno A<sub>1</sub> pergunta:

Aluno A<sub>1</sub>: - *Onde você vai? Leia isso! ... Grupo, acabou? Acabou? Acabou? Professor, acabamos.*

Professor: *Aluno A<sub>2</sub>, dando uma passada no que observou seu grupo, fala bem alto sobre o que você colheu de informações no vídeo?*

Aluno A<sub>1</sub> oferece a sua folha ao aluno A<sub>2</sub>: - *Quer a minha ai?*

...

(No momento da discussão nos grupos sobre o tema do filme a ser produzido):

Aluno A<sub>1</sub>: *olha, eu me irrita em trabalhar em grupo... tem que escrever a droga do roteiro (joga a caneta na mesa)...é isso que você vai fazer.. é isso que você vai fazer...*

Aluno A<sub>2</sub>: *então tá.*

Professor: *qual é o roteiro de vocês?*

Aluno A<sub>1</sub>: - *já sabemos.*

Professor: - *quantos personagens?*

Aluno A<sub>1</sub>: - *Quatro. Ele (aponta para o Aluno A<sub>5</sub>) vai filmar e os outros atuar. Ah! É uma idéia.*

Quanto à Cinematografia, o aluno A<sub>1</sub> aparentemente apresenta-se como a mais capaz dos dois grupos, devido à sua experiência relacionada à participação em concursos de cosplay (consiste em ou fantasiar-se de algum personagem real ou ficcional, existente em animes, mangás, comics, videojogos ou grupos musicais) conforme as falas:

Professor: *No cinema, é importante saber que existe uma diferença entre sinopse e o argumento do filme. Sinopse é uma síntese inicial do filme. É apresentada às pessoas, buscando convencê-las a participar do projeto. Possui poucas linhas, geralmente são uma ou duas frases, descrevendo apenas a idéia básica do filme. Já o argumento, é o desenvolvimento da sinopse. Nele constam-se mais detalhes sobre a trama, os personagens e a história em si. Possui pouca narração e não contém diálogos. É o conjunto de idéias que formarão o roteiro. É uma espécie de átomo da história contada no filme.*



Aluno A<sub>1</sub>: *Então, aquilo que a gente lê no folheto do cinema, não é a sinopse.*

Aluno A<sub>4</sub>: *- é o argumento...*

Aluno A<sub>1</sub>: *- no cartaz, quando vem no Entrevista com Vampiro: “beba do meu sangue e viva para sempre”, é o contrário, acho...*

...

(Professor falando sobre *storyboard*).

Professor... *Na filmagem, os diretores seguem uma sequência desenhada anteriormente, plano a plano, chamada storyboard. Sabem o que é isto?*

(*silêncio de todos*)

Aluno A<sub>1</sub>: *- É aqueles bonequinhos desenhados...*

...

O aluno A<sub>1</sub>, por sua vez, mostrou-se ser o “mais capaz” na atividade relacionada a escrita de roteiro:

Professor: *- ... é um fragmento de roteiro..do roteiro de um filme.*

Aluno A<sub>7</sub>: *- o que é fade in?*

Professor: *- entrada de cena. É o início da gravação. O que tem de comum entre um roteiro e outro?*

Aluno A<sub>1</sub>: *- a letra!*

Professor: *- a letra? Qual o nome dessa letra?*

Aluno A<sub>6</sub>: *- verdana.*

Aluno A<sub>1</sub>: *- time news roman?*

Professor: *- não é. É courier.*

Aluno A<sub>7</sub>: *- courier ou curie?*

Professor: *- Courier. Dá uma olhada nos diálogos. Pega a parte dos diálogos de um e outro. O que tem de comum entre um diálogo e outro?*

Aluno A<sub>2</sub>: *- não é justificado, não tem a margem.*

...

Professor: *- olha pro texto. Que mais? A<sub>7</sub>, o que você percebeu?*

Aluno A<sub>7</sub>: *- nada.*

Aluno A<sub>2</sub>: *espaçamento duplo!*

Professor: *- tanto num texto como no outro?*

Aluno A<sub>2</sub> e Aluno A<sub>6</sub>: *sim.*

Professor: *- eu quero que vocês anotem nesta folha, o que vocês perceberam de diferente em um e outro. E porque vocês acham que é feito com essa letra e com esse espaçamento?*

Aluno A<sub>2</sub>: *- economizar espaço?*

Aluno A<sub>1</sub>: *- mais fácil pra ler?*

Aluno A<sub>6</sub>: *- pra manter o ritmo de fala.*

Professor: *- o que é ritmo de fala?*

Aluno A<sub>6</sub>: *- se tá falando rápido ou se tá falando devagar?*

Professor: - *quase isso... é que cada página desta forma escrita e desta forma montada, indica que o filme vai ter aproximadamente 1 minuto de cena.*

Quanto aos conceitos científicos, as transcrições dos diálogos ocorridos nos encontros, evidenciaram muitos momentos de interação de diferentes ZDPs e internalização de conceitos relacionados às Radiações Ionizantes.

Identificamos três diferentes momentos de interação relacionados a signos científicos. O primeiro deles, identificado no diálogo dos alunos A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub>, referiu-se à grafia correta do signo:

Aluno A<sub>1</sub>: *É Rádio ou Radio?*

Aluno A<sub>2</sub>: *Radioatividade.*

Aluno A<sub>1</sub>: *Não! O elemento...*

Aluno A<sub>2</sub>: *r-á-d-m-i-o, rádmiio.*

O segundo momento, ocorrido entre os alunos A<sub>2</sub> e A<sub>5</sub>, referiu-se à substituição de signo utilizado no cotidiano pelo signo científico:

Professor: *O que você percebeu Aluno A<sub>5</sub>?*

Aluno A<sub>2</sub>: - *Que ela é importante no campo da Química por que descobriu a radiação, que pra ela é um elemento que emite luz e calor.... e.. ... que.. foi a primeira a separar os elementos..*

Aluno A<sub>5</sub> - *isolar*

Aluno A<sub>2</sub>: *isso, isolar... e... (olha o papel).. ganhou o Prêmio Nobel de Química.. deixa eu ver o que mais que eu anotei..... e que ela também descobriu os efeitos da radiação no corpo...*

O terceiro momento, ocorrido pelos alunos de ambos os grupos, evidenciou a dificuldade dos alunos em utilizar um signo científico, obtido por meio da apresentação de um vídeo, quando seu significado não foi explicado. Foi apresentado um vídeo de um quadro do Programa Fantástico, Rede Globo, sobre perigos dos raios ultravioletas e uso de filtro solar. O vídeo, entretanto, não explica o significado de algumas siglas como FPS e UPF. A sigla FPS, de acordo com o site [www.solamigo.com.br](http://www.solamigo.com.br), significa “*Fator de Proteção Solar e indica a quantidade relativa de proteção contra a queimadura solar que o protetor pode fornecer. Um FPS igual a 15, evita (filtra) 93% da radiação UVB que a atinge a pele. Um FPS igual a 30 fornece 97% de proteção*”. O mesmo site descreve UPF, como sendo “*UPF – ultraviolet protection factor (fator de proteção a*

ultravioleta), um tipo de proteção que certos tecidos fornecem contra o sol. Por exemplo, uma roupa com UPF de 20 permite a passagem de apenas 1/20 da radiação UV que a atinge. Isto significa que o material bloqueia 95% da radiação UV e deixa passar apenas 5%. O UPF não se refere ao modelo da roupa, mas ao material que a compõe. Qualquer tecido com UPF de 30 oferece uma boa proteção contra a radiação UV, entretanto o recomendado é um UPF = 50. As roupas que não possuem UPF, não necessariamente oferecem menor proteção que àquelas que foram testada”.

Confusos quanto à pronúncia e significado da sigla, os alunos de ambos os grupos passaram a interagir coletivamente buscando responder a questão proposta acerca do aprendizado de conceitos por meio do vídeo apresentado. Seguem trechos dos diálogos ocorridos.

Professor: - *Legal que nesta segunda reportagem, falou-se do fator...*

Aluno A<sub>1</sub>: - *UPF*

Professor: *que tem que ser 1/3 do fator de proteção e se você compra um filtro solar de 30 o menor fator deve ser de...*

Alunos: - (em coro) *10!*

...

Aluno A<sub>2</sub>: - *ô professor, o UFP é comparado com outra sigla, qual é?*

Aluno A<sub>4</sub>: *UPF*

Aluno A<sub>2</sub>: - *o que significa?*

Professor: - *então, na verdade ele é 1/3 do valor do fator solar, o vídeo não disse o que significa, ensinou a calcular.*

...

Aluno A<sub>7</sub>: - *qual é o do 1/3 lá?*

Alunos: - (em coro) *UPF*

Aluno A<sub>7</sub>: - *UPF.*

Aluno A<sub>9</sub>: - *O que significa UPF?*

Professor: - *isso o vídeo não mostrou.*

Aluno A<sub>6</sub>: - *como é que é mesmo?*

Aluno A<sub>7</sub>: - *UPF.*

Aluno A<sub>9</sub>: - *UPF.*

Quanto ao processo de internalização de conceitos, a partir da interação entre as diferentes ZDPs, evidências apareceram em vários momentos. Entre eles destacaram-se:

- a discussão do Grupo G<sub>1</sub> relacionando energia, frequência e comprimento de onda:

Professor: - *O que mais interessa agora é saber que energia é calculada por  $E = h.f$ . O que é aquele “h” ali? É um número. A constante de Planck. É um numero. E esse “f” é a..*

Aluno A<sub>4</sub>: - *Frequência.*

Professor: *Cada onda possui uma frequência, e cada onda possui uma energia. Às vezes energia é menor, às vezes energia é bem maior. Quanto maior a frequência, maior ou menor é a energia?*

Aluno A<sub>2</sub>: - *Maior*

Professor: *quanto menor a frequência...*

Todos: - *menor é a energia.*

...

Professor: *como é que é?*

Aluno A<sub>2</sub>: - *quanto maior o objeto, maior frequência.*

Professor: - *quanto mais comprimento, maior frequência?*

Aluno A<sub>2</sub>: - *isso!*

Aluno A<sub>1</sub>: - *não é o contrário? É o contrário.*

- a discussão do Grupo G<sub>2</sub>, sobre raios infravermelhos:

Aluno A<sub>9</sub>: - *Professor, tem como encontrar infravermelho?*

Professor: - *onde você acha que tem infravermelho em casa?*

Aluno: - *não sei.*

Alunos A<sub>6</sub> e A<sub>11</sub>: - *no forno.*

Aluno A<sub>7</sub>: - *agora eu lembrei.*

Durante a avaliação diagnóstica inicial, constatou-se que poucos signos foram utilizados nos exemplos dados sobre os efeitos biológicos causados por Radiações Ionizantes. As interações coletivas possibilitaram aumento da quantidade de signos científicos conhecidos, bem como a classificação como “imediatos” e “tardios”, anteriormente não realizados, como se pode verificar na sequência:

Aluno A<sub>7</sub>: - *mas são sintomas pra sempre?*

Professor: - *não. Lembra que a gente viu que tem os efeitos imediatos e os tardios?*

Aluno A<sub>6</sub>: - *esses são imediatos.*

O conceito “meia vida” foi aquele que, desde a avaliação diagnóstica inicial, os alunos apresentaram maior dificuldade em definir corretamente, apesar de coletivamente conseguirem falar sobre ele, conforme se observou na sequência:

Aluno A<sub>2</sub>: - *o que é a meia vida do Césio?*

Professor: - *então, sobre esse conceito de meia vida.. cada elemento possui um tempo médio para que?*

Aluno A<sub>1</sub>: *para estabilizar pela metade.*

Professor: *exatamente, para a atividade radioativa cair pela metade. Então, Aluno A<sub>2</sub>, não é necessário a atividade*

*relativa cair totalmente, porque na verdade o ambiente nunca vai estar livre totalmente, 100%.*

Aluno A<sub>1</sub>: - *mas existe um mínimo considerado ideal, né?*

Professor: - *então, existe um limite mínimo aceitável, digamos assim... então agora,*

.....

(No momento da construção de gráfico de meia vida):

Professor: - *que vocês peguem e transformem o texto num gráfico. Façam um eixo x e um eixo y. O eixo x é o que?*

Aluno A<sub>2</sub>: - *O x? tempo, e o outro a porcentagem.*

Professor: - *isso!.*

(Observa-se que os Alunos A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub> e A<sub>5</sub> não sabem montar o gráfico solicitado e querem “colar” dos Alunos A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub>).

Aluno A<sub>5</sub>: - *deixa eu ver..*

Aluno A<sub>1</sub>: - *espera um pouco... põe em quilo, um quilo, meio quilo, a massa tem que dada em quilo...*

Os diálogos ocorridos comprovaram que os conhecimentos do cotidiano foram utilizados como base para construção do conhecimento científico. O pesquisador utilizou-se das falas dos alunos no processo de aprendizagem sobre Radiações Ionizantes aplicadas à Medicina Nuclear, como verificado no diálogo sobre o vídeo abordando uso de braquiterapia e teleterapia:

Professor: - *mostrou o equipamento, tanto numa reportagem, quanto na outra..*

Aluno A<sub>6</sub>: - *uma falou que a carga é dada em uma área menor e a outra fala que é dada em injeção, e ai?*

Professor: - *são formas diferentes, existem aquelas que você aplica internamente que é, por exemplo, através de cápsulas e tem aquela que você faz a intervenção externamente mas você delimita bem a área e evita de atacar tecidos saudáveis...*

Aluno A<sub>1</sub>: - *Professor, eles colocam e aplicam a injeção, é porque ai o corpo fica com a radioatividade, passa no exame, e ai a radioatividade se concentra no tumor e o outro, só passa o equipamento e eles já detectam ou tem que ser colocado isso ai também?*

Professor: - *depende do estudo que é feito em cima do paciente, porque você não pode pegar o paciente e aplicar a radiação em qualquer lugar... É feito todo um preparo, a gente vai ver daqui a pouco, todo um estudo sobre cada paciente.*

Aluno A<sub>6</sub>: - *sei que a mãe do aluno Y, ela teve que tirar a tireóide, ela teve que tomar hormônio artificial. Para tomar hormônio artificial não pode ter nenhum resquício de hormônio natural. Não sei como faz para injetar o iodo radioativo no*

*corpo dela, mas, eles colocam e ele vai mudar todo resquício de hormônio natural e vai destruir. Ela tem que ficar três dias numa sala fechada..*

Professor: - *Por que ela fica três dias numa sala fechada?*

Aluno A<sub>6</sub>: - *por que ela ainda esta em processo de radiação. Ai tudo que ela leva tem que ficar isolado por dez dias.*

Aluno A<sub>7</sub>: - *por que na verdade, o diário da Marie Curie dizem que é radioativo até hoje. Lembra que passou?*

Aluno A<sub>1</sub>: - *mas, quando passa pelo acelerador ele mesmo já emite radiação pro paciente também?*

Professor: - *a gente vai ver como funciona....*

Identificou-se nas falas dos alunos, dúvidas relacionadas a processos de obtenção de Raios X, utilização de fontes radioativas em tratamentos de doenças, tratamento de lixo radioativo como se pode perceber nas seguintes indagações:

Aluno A<sub>6</sub>: - *mas se eu tiro um raio X da minha mão, quando eu voltar, vai acumulando essa radiação na minha mão?*

...

Aluno A<sub>1</sub>: - *como é que tem que fazer para descartar o Césio, para evitar um acidente, ninguém achar?*

Isto evidenciou a importância da visita técnica no processo de aprendizagem de conceitos.

A visita técnica aconteceu no setor de Radiologia no Hospital Universitário da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Os alunos e o pesquisador foram acompanhados pela física responsável e chefe do setor, Sra. Regina. Do início ao meio da visita, os alunos ficaram bastante quietos, somente ouvindo as orientações e explicações dadas por ela, talvez com certo receio quanto aos perigos oferecidos pelos materiais radioativos ali presentes, como identificado nas falas:

Sra. Regina: - *Alguém sabe me dizer? (silencio)... Aluno é o bicho mais calado quando tem que dizer. Quando não precisam eles falam. (risos)..*

.... *gente mais toda esta distância mesmo? (risos) ... Olha eu trabalho com isso a 25 anos, eu já tive dois filhos, tenho 02 cachorros, marido, e não matei ninguém até agora. (risos) ..*

A Sra. Regina abordou vários temas: sobre geração e benefícios de raios X e radiação gama, definição de Radiação Ionizante, Unidades de Medidas, Braquiterapia, o

uso do iodo, perigo de superdosagem, a blindagem do chumbo, o uso do cobalto, funcionamento de equipamento de radioterapia, proteção de funcionários, acidentes Radioativos no Japão, em Goiânia e em Chernobyl e fez uma simulação de aplicação de radiação em paciente.

Mais ambientados ao setor de radiologia, os alunos passaram a fazer perguntas sobre suas dúvidas. A fala do Aluno A<sub>2</sub> expôs a confusão relacionada à diferenciação de Radiação Ionizante e Radiação Não Ionizante:

(quando a Sra. Regina mostra um dosímetro)

*Aluno A<sub>5</sub> - Isso é para medir a radiação desse meio para aquele?*

*Sra. Regina - Isso nós vamos ver quando que está dando aqui, se ficar aqui paradinha...*

*A<sub>2</sub>- Ele pega radiação de celular?*

*Sra. Regina – Não, não, ele pega só radiação ionizante, o celular não emite radiação ionizante, é radiação eletromagnética.*

Os alunos questionaram também sobre o tratamento relacionado ao lixo radioativo produzido nos setores de radioterapia:

*Aluno A<sub>1</sub> - Por que o material radioativo de hospital, quando vai descartar, você tem que mandar de volta para aonde veio?*

*Sra. Regina - Sim, qualquer material radioativo. Senão vai para o lugar de origem, por exemplo, as nossas fontes de cézio, a gente tinha aqui 12 fontes de cézio, quando não quis mais utilizar, a CNEN – Comissão de Energia Nuclear vem buscar, ai eles levam para o depósito só de material radioativo.*

Desde o teste inicial identificou-se a relação, feita por todos os alunos, existente entre blindagem e chumbo. Os alunos ficaram impressionados com as explicações acerca de “blindagem” radiológica tanto a pacientes como a funcionários e dos acidentes radioativos do Japão, Goiânia e Chernobyl, conforme a sequência:

*Sra. Regina - Aqui, se vocês olharem, é um tubo por onde a fontes (radioativas) vai andar, ela desliza ai, eu tenho um sistema hidráulico nesse cabeçote por isso eu tenho esse compressor, que na hora que eu ligo o aparelho, ele empurra e traz a fonte para posição que está o campo, ai ele irradia, aí desliga, ela volta... acontece algumas vezes dela não voltar, ele desliga e ela emperra, não teve pressão suficiente para levá-la de volta. O negócio ficou aqui, não entrou... o que eu faço primeiro?*

Aluno A<sub>6</sub> - *se protege.*

Aluno A<sub>7</sub>- *Coloco roupa no paciente?*

Sra. Regina - *Que roupa?*

Aluno A<sub>2</sub> - *De chumbo?*

Sra. Regina - *Não adianta nada,*

Aluno A<sub>7</sub>- *nada?*

Aluno A<sub>2</sub> - *muito forte?*

Sra. Regina -  *você só vai ficar com problema na coluna, a radiação você vai receber do mesmo jeito, aqui não é igual a radioterapia, você trabalha com altas energias, então, roupa de chumbo não adianta de nada, para adiantar , eu precisaria no mínimo de 5 a 6 cm de chumbo para segurar, alguém consegue andar com uma roupa de 5 a 6 cm de chumbo?*

Aluno A<sub>4</sub> - *O seu funcionário tem uma roupa especial?*

Sra. Regina - *Não, é jaleco normal.*

Aluno A<sub>2</sub> - *então aquilo que a gente pensa, é lenda?*

Sra. Regina - *é jaleco normal. Mesmo lá no Japão a roupa que eles estão usando é só uma tentativa. Nada garantido.... o pó é pior né?*

Aluno A<sub>6</sub>- *então lá no Japão tá tudo mais contaminado que..*

Sra. Regina - *Eu vi na televisão as pessoas pegando comida do chão. Aquilo tá tudo contaminado, já choveu, já choveu, já nevou. Então, já precipitou tudo que foi pro ar. Tudo que tá no chão tá contaminado. Então você pegar do chão ali pra você usar, é loucura. Entendeu? Por que soltou pro ar, se não tivesse chovido ou nevado, os ventos podiam ter levado, dispersado. Precipitou tudo, já tudo pro chão. Mas eles não divulgam, porque o povo fica apavorado.*

Aluno A<sub>1</sub> - *e pra estar limpo de novo?*

Sra. Regina - *A vida média do césio é 30 anos.*

Aluno A<sub>2</sub>- *nossa!*

Sra. Regina - *pra você considerar que o material não tem mais problema pra você, você tem que dez vezes a meia vida dele. 10 vezes trinta, trezentos. Só daqui a trezentos anos aquilo vai ser considerado nível normal, só o Césio. O urânio também é duzentos e não sei quantos anos, não lembro, mas também é um valor absurdo. Aquela região ta morta, condenada.*

Aluno A<sub>7</sub> - *deixa eu perguntar: Goiânia, Chernobyl, está condenada?*

Sra. Regina - *Goiânia é menos que Chernobyl. Chernobyl até hoje né? Chernobyl tem uma área, uma região que você só pode ficar ali 15 minutos e depois tem que sair. Mas tem visitação, você vai lá, olha e tchum, vai embora. Tem até certa distância da usina. Não pode tocar nada, pegar nada. E depois que você sai daquela área, você ainda é monitorado. Se você tiver contaminado você não sai. Entendeu?*

Aluno A<sub>7</sub> - *e de Goiânia?*

Sra. Regina - *Goiânia tem uma área dessa que tá sendo controlada até hoje. Filhos das pessoas que estavam lá fizeram*



*agora um programa na Globo News, sobre isso. São casos que podem acontecer até hoje. Tem criança sem braço, tem criança com problema de câncer de pele*

*Aluno A<sub>6</sub>- e no Japão está contaminado tudo por ali?*

*Sra. Regina - o que estão falando é que até um raio de 30km da usina, ta tudo contaminado dali pra frente, não se sabe.*

*Aluno A<sub>1</sub>- depois que descobriu a radiação, como é que fica?*

*Sra. Regina - e que eles não querem assustar a população. É que não tem pra onde sair. O Japão é uma salchichinha ali no mapa. Vai sair por onde? Tem mar por ali. Tem que sair voando. E ai? Todo mundo querendo sair. E ai? Estão controlando, porque se esse povo todo sai do Japão esparramando radiação pro mundo inteiro, pensa a confusão. Vão ter que monitorar as pessoas agora...*

O Aluno A<sub>1</sub> pergunta sobre a roupa que a equipe de salvamento usa no acidente radioativo do Japão.

*Sra. Regina - Em Goiânia: um macacão por baixo, e depois um outro impermeável por cima, um outro que vem pelo pé, duas luvas, mais uma máscara com filtro especial para materiais densos, radioativos. Não é uma máscara qualquer, igual aquela do Japão. Aquilo lá não adianta nada. Aquilo lá é só um faz de conta para o povo que é ignorante, não sabe o que está acontecendo, achar que tá protegido...*

Apesar de muitos assuntos já terem sido tratados em sala de aula, como por exemplo Raios X, os alunos não sentiram-se seguros em responder uma pergunta feita pela Sra. Regina , como identificado na sequência:

(Em sala de aula)

*Professor: - ... os aparelhos de Raios X não são radioativos. A emissão de radiação acontece somente quando estiver em funcionamento. Só emitem radiação quando estão ligados, ou seja, em operação. Seu uso, os raios X, requer os mesmos cuidados que a radiação gama, não podendo então ser usado indiscriminadamente. Então, uma vez desligado o aparelho, não está mais emitindo radiação.*

*Professor: - .. então você acelera bem o elétron e depois causa o processo de frenagem. Só que para frear tem que emitir um tanto de energia, e a energia é emitida na forma de raio X.*

*Aluno A<sub>7</sub>: - através de ondas?*

*Professor: - através de onda.*

*Aluno A<sub>7</sub>: não de partículas.*

(Na visita técnica)

Sra. Regina: *Eu posso usar radiação ionizante, seja ela raio-x, seja ela radiação gama. Vocês sabem de onde eu tiro o raio-x, de onde eu tenho radiação gama ? (silêncio dos alunos) Não?*

Observou-se que os alunos A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>, A<sub>8</sub>, A<sub>10</sub> e A<sub>11</sub>, que eles descreveram que “aprenderam” muito durante a visita técnica. Entretanto, todos os assuntos abordados já haviam sido tratados nos encontros. Esse reconhecimento do aprendizado, pode significar a ocorrência de Internalização de muitos conceitos relacionados às Radiações Ionizantes, que por meio da interação, passaram da ZDP para a ZDR do aluno.

Quanto à linguagem desenvolvida, observou-se o uso de muitos signos científicos, na resposta do Aluno A<sub>6</sub>: *“A experiência foi muito enriquecedora. Além de conhecer os diferentes equipamentos utilizados em diferentes tratamentos, pudemos relacionar com a atualidade nos problemas no Japão. Conhecemos os riscos de se trabalhar com tal energia, equipamentos de proteção e o processo de produção e descarte dos materiais utilizados adquirimos noção da quantidade de energia envolvida nos processos”*.

Já o Aluno A<sub>2</sub>, usa equivocadamente o signo “força”, para designar o conceito “energia”, mas seu texto evidenciou a motivação dos alunos ao participarem da atividade: *“Excelente, muito conhecimento foi adquirido sobre as diferentes máquinas de raios X, sua força, modo de usar, atualidades (Japão), aparelhagem para detecção em diferentes espaços. A Regina possui ótimo conhecimento e é muito experiente e simpática. O que senti foi uma ecstase, uma explosão de conhecimento, muito bom mesmo”*.

O Aluno A<sub>1</sub>, descreveu a resposta à sua dúvida em sala de aula acerca de meia vida: *“a radioatividade se espalha pelo ar, por gases, pela chuva ou neve, sendo o tempo de 10 meias-vidas para a estabilização do local”* Percebe-se que durante a visita técnica, ele apropriou-se deste conhecimento.

O Aluno A<sub>8</sub> escreveu: *“Quanto aos aparelhos existem dois jeitos de serem utilizados e sempre protegendo para não danificar tecidos saudáveis”*. A expressão

“dois jeitos” evidenciou que os signos “braquiterapia” e “teleterapia”, ainda não havia sido internalizados pelo aluno, passando a fazer parte da sua linguagem.

A maioria dos alunos escreve em texto corrido. Somente o Aluno A<sub>1</sub>, como em atividades anteriores, responde em tópicos, podendo indicar certa dificuldade em produzir textos.

Durante a visita técnica, sétimo encontro desta pesquisa, os alunos foram esclarecidos sobre as Unidades de Medidas relacionadas às Radiações Ionizantes. No próximo encontro, após a visita técnica, os alunos falaram sobre tais unidades, conforme os seguintes diálogos:

- Professor: - *nós fomos semana passada lá e ela falou um monte de unidades de medida. Tinha hora que ela falava de radiação para paciente, falava em Sivert, falava em Rems, falava em rad... em Gray...*

Aluno A<sub>4</sub>: - *em relação a tipo assim, gramas por não sei o que. Tipo assim, gramas por não sei o que...ela falou um tipo de ... não sei*

...

Professor: - *... para falar de velocidade de desintegração radioativa, unidade de medida é o..*

Aluno A<sub>1</sub>: - *Bequerel..*

Aluno A<sub>6</sub>: - *a caixinha lá que ela mostrou, acho que tava escrito em Bequerel.*

...

Professor: - *Gray quer dizer 1 Joule de energia absorvido por cada quilograma do corpo. Então Aluno A<sub>4</sub>, é o que você falou, alguma coisa relacionada a grama e quilograma. Esta figura tentei achar, mostrando que a intensidade do raio que chega é muito maior a quantidade de raio que...*

Aluno A<sub>7</sub>: - *sai.*

Professor: - *então, uma parte foi absorvida.*

Aluno A<sub>1</sub>: - *usa naqueles filtros...*

Professor: - *isso mesmo, exatamente, usa em filtros. Você tem uma intensidade chegando e não quer que passe tanta energia, só a energia determinada. Acaba filtrando. A unidade de medida dos filtros é o gray.*

*... um mesmo tanto de radiação em tecidos diferentes, podem causar irritabilidade e absorção diferenciadas, isso depende do tecido*

Aluno A<sub>6</sub>: - *vi na Discovery que uma pessoa, aqui, recebe de 1 a 10 Siverts por ano, em Chernobyl tinha 16000 Silvert por hora...*

Aluno A<sub>7</sub>: - *nossa!*

Neste encontro ainda, falando sobre hipotireoidismo, o professor mostra uma das imagens da avaliação de percepção quanto às Radiações Ionizantes, feito no momento inicial da pesquisa. O diálogo ocorrido evidencia que, naquele momento, os alunos não possuíam conhecimento relacionado a doenças como hipotireoidismo:

Professor: - *lembram desta foto que passei?*  
Alunos: - (em coro) *lembro.*  
Professor: - *o que vocês colocaram? Perceberam que tinha alguma coisa de radiação ai?*  
Aluno A<sub>7</sub>: - *eu coloquei que tinha, mas não sabia o que era.*  
Professor: - *quem reconheceu alguma coisa ai?*  
Aluno A<sub>1</sub>: - *a roupa lá.*  
Professor: - *Na verdade, o gogó ali ta bem dilatado.*  
Aluno A<sub>7</sub>: - *ah, é verdade!*  
Professor: - *eu acho que no dia vocês não tinham percepção para esta imagem.*  
Aluno A<sub>7</sub>: - *verdade. Eu falei que a mulher era cega.*  
Professor: - *ocê falou que ela era cega?*  
Aluno A<sub>7</sub>: - *eu falei.*  
Professor: - *A<sub>2</sub>, você marcou o que?*  
Aluno A<sub>7</sub>: - *eu marquei que tinha radiação, mas eu não sabia o que era.*  
Professor: - *mas vocês perceberam que o problema...*  
Todos movimentam a cabeça com negação.  
Professor: - *alguém percebeu que era na tireóide? Não! Ninguém!*

Os alunos comentaram ainda sobre as questões ambientais relacionadas ao uso de Radiações Ionizantes, não somente dos vídeos apresentados, mas também, sobre assuntos tratados na visita técnica e apresentados em telejornais, uma vez que neste período, estava acontecendo o acidente radioativo em Fukushima, no Japão. Segue a sequência ocorrida em sala de aula:

Professor: - *gostaria que vocês falassem alguma coisa?*  
Aluno A<sub>6</sub>: - *o que quer saber?*  
Professor: - *o que você quer falar? Sobre, o que você viu de bem presente nos dois vídeos, que dados você concluiu?*  
Aluno A<sub>2</sub>: - *contaminação do solo...*  
Aluno A<sub>7</sub>: - *contaminação da água.*  
Aluno A<sub>4</sub>: - *os efeitos de maquiagem, efeitos biológicos e colaterais*  
Professor: - *agora, sobre a contaminação da água, alguém viu o que aconteceu com...*  
Alunos: - (em coro) *peixes*  
Professor: - *peixes com 60 vezes mais radiação que a normal. Mas, o que aconteceu esta semana com...*

Aluno A<sub>2</sub>: - *o Japão*

Professor: - *não pode mais tomar água de lá, né? Pelo menos crianças menores até 1 ano de idade, é expressamente proibido tomar. E o que de psicológico vocês notaram aqui? o primeiro vídeo, principalmente.*

Aluno A<sub>9</sub>: - *as pessoas não querem sair de lá, não querem acreditar.*

Aluno A<sub>1</sub>: - *se recusam a acreditar que aconteceu alguma coisa. aquela terra significa mais pra eles pois é a única coisa que eles conheceram, então é mais importante que eles fiquem lá que os efeitos que eles podem sofrer. É a maioria deles também já está velho....*

Professor: *quando falam: esperam a radiação reduzir a níveis seguros. Mas qual é o nível seguro?*

Aluno A<sub>2</sub>: - *como é que eu vou saber? Espera a força tarefa do governo?*

Professor: - *a força tarefa do governo vem falar pra gente. Mas eles chegam quando? Ninguém sabe. Aí, no filme, a instrução foi... retire...*

Aluno A<sub>2</sub>: - *10 cm do solo.*

Professor: - *10 cm de terra. E vai jogar esta terra aonde?*

Aluno A<sub>7</sub>: - *e aí?*

Aluno A<sub>1</sub>: - *complicado, hein.*

...

(Falando sobre lixo radioativo)

Aluno A<sub>6</sub>: - *.. joga no mar.*

Aluno A<sub>7</sub>: - *no mar?*

Aluno A<sub>6</sub>: - *sim, nas fossas específicas...*

Aluno A<sub>1</sub>: - *é... abissais. Falar primeiro do negócio do solo, da água, do lixo radioativo...*

Aluno A<sub>6</sub>: - *o lixo radioativo das usinas vai pras fossas...*

Aluno A<sub>1</sub>: - *mas tem o problema da pressão.. é como falaram: pega o material radioativo, e por num container e leva pras fossas abissais. Porque essa radiação pode contaminar a água, o ambiente que tá lá.*

..

Professor: - *O que foi que você falou Aluno A<sub>2</sub>, qual a tua resposta?*

Aluno A<sub>1</sub>: - *que ele, o material radioativo, vai ficando fraco e aí não dá pra ele ser usado pra determinada finalidade pois é fraco demais.*

Aluno A<sub>2</sub>: *e esse material vai ser descartado, mas ainda continua radioativo....então sobre contaminar a água e o solo, falam de radiação na comida e tal, mas na verdade tem material radioativo na comida, é isso? e essas partículas que causam radiação na água das torneiras... Porque tem partículas radioativas.*

Observou-se que na interação ocorrida, os alunos trouxeram para a discussão não questões somente observadas nos vídeos apresentados, mas relacionaram com o acidente radioativo ocorrido por aqueles dias no Japão. Isto evidencia uma apropriação dos assuntos abordados nos encontros.

A análise dos diálogos ocorridos nas atividades realizadas, seja em sala ou na visita técnica, permitiu identificar a liderança dos Alunos A<sub>1</sub> e A<sub>6</sub>, junto aos grupos G<sub>1</sub> e G<sub>2</sub>, respectivamente, não somente quanto ao conhecimento relacionado às Radiações Ionizantes e Cinematografia, como também quanto à coordenação da execução de tarefas por seus grupos. Identificou-se o momento da substituição do signo cotidiano (separar) por científico (isolar), o entendimento quanto à relação entre “Raio X” e ondas (e não com partículas), e a confusão feita por eles com os conceitos “comprimento de onda” e “frequência”. As dúvidas ocorridas quanto à sigla UFP evidenciaram que nem sempre o uso somente de vídeos é suficiente ao aprendizado de conceitos científicos, mesmo porque informações importantes ao aprendizado podem não estar devidamente explicadas nas cenas. As falas dos alunos, ainda, permitiram identificar as relações que eles fizeram do assunto abordado nas atividades com os exemplos da vida deles, como caso de doenças em famílias, exames médicos realizados por eles e notícias discutidas na mídia, como foi o caso do acidente radioativo no Japão, em 2011. A realização da visita técnica evidenciou que os alunos, aprendem não somente pelas linguagens escritas e orais, mas sim, também, pela linguagem visual, por meio das informações contidas em etiquetas, cartazes, imagens, embalagens e placas do ambiente ao seu redor.

#### **4.3. Resultados do Eixo 03: Instantaneidade**

Este eixo de análise buscou nas respostas escritas, elaboradas individual ou coletivamente, evidências instantâneas de aprendizagem de conceitos relacionados à Cinematografia e às Radiações Ionizantes, buscando perceber como se dá o processo de amadurecimento do conceito por meio das interações das diferentes ZDPs e a sua apropriação pelo aluno ampliando sua ZDR.

No Encontro 01, os alunos escreveram individualmente, após discussão com seu grupo, sobre suas percepções acerca do desenho animado sobre a vida e a obra de Marie Curie. Dentre os 11 alunos, 9 deles citaram “a morte dela devido aos efeitos radioativos”, o que pode indicar juízo de valor voltado aos efeitos negativos das radiações ionizantes. Por 8 vezes, os alunos citaram “o descobrimento do elemento radioativo rádio”, “a criação do termo Radioatividade” e a “emissão de luz e calor pelo

elemento rádio”. Apesar da maioria dos alunos citarem apenas termos diretamente observados no vídeo, alguns alunos citaram impressões subjetivas, como o preconceito sofrido por Marie Curie e seu casamento com Pierre Curie. A presença destes alunos, componentes de ambos os grupos formados, pode contribuir para a criação de um filme com gênero não exclusivamente técnico, tipo documentário.

Na atividade seguinte cada grupo recebeu diversas figuras representando objetos de diferentes tamanhos e também um esquema gráfico de um espectro eletromagnético, no qual estavam representados os principais tipos de ondas eletromagnéticas e seus respectivos intervalos de frequência. Após discutir com seu grupo, cada aluno ordenou as figuras. Os Quadros 05 e 06 apresentam os resultados da resolução de cada aluno do grupo  $G_1$  e do grupo  $G_2$ , respectivamente.

Quadro 5: Resposta do Grupo G1 à organização do espectro eletromagnético

Frequência	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>
10 <sup>3</sup>	<i>Molécula água</i>		<i>Molécula de água</i>		
10 <sup>3</sup> / 10 <sup>4</sup>			<i>vírus</i>	<i>Molécula de água</i>	
10 <sup>4</sup>		<i>Molécula água</i>			
10 <sup>4</sup> / 10 <sup>5</sup>					<i>Molécula água</i>
10 <sup>5</sup>	<i>Vírus</i>				
10 <sup>5</sup> / 10 <sup>6</sup>					
10 <sup>6</sup>					<i>Vírus</i>
10 <sup>6</sup> / 10 <sup>7</sup>				<i>Vírus</i>	
10 <sup>7</sup>	<i>Bactéria</i>	<i>Vírus</i>			
10 <sup>7</sup> / 10 <sup>8</sup>			<i>Bactéria</i>	<i>Célula</i>	
10 <sup>8</sup>	<i>Célula</i>				
10 <sup>8</sup> / 10 <sup>9</sup>			<i>Célula</i>		<i>Bactéria</i>
10 <sup>9</sup>		<i>Bactéria</i>			
10 <sup>9</sup> / 10 <sup>10</sup>				<i>Bactéria</i>	
10 <sup>10</sup>					
10 <sup>10</sup> / 10 <sup>11</sup>			<i>Um ponto</i>		<i>Célula</i>
10 <sup>11</sup>	<i>Um ponto</i>				
10 <sup>11</sup> / 10 <sup>12</sup>		<i>Célula</i>		<i>Um ponto</i>	
10 <sup>12</sup>					
10 <sup>12</sup> / 10 <sup>13</sup>			<i>bola tênis</i>		<i>Um ponto</i>
10 <sup>13</sup>					
10 <sup>13</sup> / 10 <sup>14</sup>		<i>Um ponto</i>		<i>Bola tênis</i>	
10 <sup>14</sup>	<i>Bola tênis</i>				
10 <sup>14</sup> / 10 <sup>15</sup>					<i>Bola tênis</i>
10 <sup>15</sup>					
10 <sup>15</sup> / 10 <sup>16</sup>		<i>Bola de tênis</i>	<i>Casa</i>	<i>casa</i>	
10 <sup>16</sup>					
10 <sup>16</sup> / 10 <sup>17</sup>					
10 <sup>17</sup>					
10 <sup>17</sup> / 10 <sup>18</sup>	<i>Casa</i>	<i>Casa</i>		<i>Estádio futebol</i>	<i>Casa</i>
10 <sup>18</sup>					
10 <sup>18</sup> / 10 <sup>19</sup>					
10 <sup>19</sup>					
10 <sup>19</sup> / 10 <sup>20</sup>		<i>Estádio futebol</i>	<i>Estádio futebol</i>		<i>Estádio futebol</i>
10 <sup>20</sup>	<i>Estádio futebol</i>				



Quadro 6 : Resposta do Grupo G2 à organização do espectro eletromagnético

Frequência	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>
10 <sup>3</sup>						
10 <sup>3</sup> / 10 <sup>4</sup>						
10 <sup>4</sup>					<i>Edifício</i>	<i>Edifício</i>
10 <sup>4</sup> / 10 <sup>5</sup>	<i>Edifício</i>	<i>Edifício</i>	<i>Edifício</i>	<i>Edifício</i>		
10 <sup>5</sup>					<i>Altura homem</i>	
10 <sup>5</sup> / 10 <sup>6</sup>						
10 <sup>6</sup>						<i>Altura homem</i>
10 <sup>6</sup> / 10 <sup>7</sup>	<i>Altura homem</i>			<i>Altura homem</i>		
10 <sup>7</sup>						
10 <sup>7</sup> / 10 <sup>8</sup>		<i>Altura homem</i>	<i>Altura homem</i>			
10 <sup>8</sup>				<i>borboleta</i>	<i>Borboleta</i>	
10 <sup>8</sup> / 10 <sup>9</sup>	<i>Borboleta</i>					<i>Borboleta</i>
10 <sup>9</sup>						
10 <sup>9</sup> / 10 <sup>10</sup>			<i>Borboleta</i>	<i>Ponta agulha</i>		
10 <sup>10</sup>					<i>Ponta agulha</i>	
10 <sup>10</sup> / 10 <sup>11</sup>	<i>Ponta agulha</i>	<i>Borboleta</i>				<i>Ponta agulha</i>
10 <sup>11</sup>			<i>Ponta de agulha</i>			
10 <sup>11</sup> / 10 <sup>12</sup>		<i>Ponta agulha</i>		<i>Protozoário</i>		
10 <sup>12</sup>					<i>Protozoário</i>	
10 <sup>12</sup> / 10 <sup>13</sup>	<i>Protozoário</i>					<i>Protozoário</i>
10 <sup>13</sup>						
10 <sup>13</sup> / 10 <sup>14</sup>				<i>Molécula</i>	<i>Molécula</i>	
10 <sup>14</sup>			<i>Protozoário</i>			
10 <sup>14</sup> / 10 <sup>15</sup>	<i>Molécula</i>	<i>Protozoário</i>				
10 <sup>15</sup>						<i>Molécula</i>
10 <sup>15</sup> / 10 <sup>16</sup>						
10 <sup>16</sup>			<i>Molécula</i>		<i>Átomo</i>	
10 <sup>16</sup> / 10 <sup>17</sup>	<i>Átomo</i>	<i>Molécula</i>		<i>Átomo</i>		
10 <sup>17</sup>						<i>Átomo</i>
10 <sup>17</sup> / 10 <sup>18</sup>						
10 <sup>18</sup>			<i>Átomo</i>			
10 <sup>18</sup> / 10 <sup>19</sup>	<i>Núcleo átomo</i>	<i>Átomo</i>			<i>Núcleo átomo</i>	
10 <sup>19</sup>						
10 <sup>19</sup> / 10 <sup>20</sup>		<i>Núcleo átomo</i>	<i>Núcleo átomo</i>	<i>Núcleo átomo</i>		<i>Núcleo átomo</i>

A partir desse resultado, mesmo interagindo em grupo, percebeu-se que os alunos não conseguiram realizar a atividade, visto os diferentes intervalos de frequência identificados na resolução. Nenhum dos grupos recorreu a cálculos para realizar a atividade. Fizeram baseando-se em “achismo” quanto à ordem de grandeza de cada figura apresentada. Todos os alunos do grupo  $G_1$  organizaram de acordo com o comprimento de onda, e não em frequência como solicitado, portanto organizaram de maneira errada. Esta atividade evidenciou a dificuldade de trabalhar em grupos, visto que atividades coletivas não são comuns no dia-a-dia destes alunos e a falta de conhecimento em relação à equação fundamental da Ondulatória ( $v = \lambda.f$ , onde “v” significa velocidade de uma onda, “ $\lambda$ ” significa comprimento de onda da onda e “f” significa frequência da onda) e a dificuldade em relacionar estas grandezas físicas.

Em outra atividade, foram apresentadas cenas de diversos filmes, de diferentes gêneros. Os alunos escreveram o nome do filme, o gênero e as características observadas por ele para classificação do gênero do filme. Percebeu-se que a maioria dos alunos escreveu o nome correto de cada filme. Quanto ao gênero do filme, somente “documentário” não foi citado por nenhum aluno. Muitos alunos não utilizaram ou utilizaram poucos signos relacionados à Cinematografia em suas respostas, o que pode evidenciar um reduzido conhecimento relacionado a filmes. Isto pode ser a causa de os alunos descreverem a cena apresentada, no lugar de escreverem as características observadas que justificam a classificação do gênero do filme. A atenção, quanto ao desenvolvimento da linguagem, volta-se ao Aluno  $A_3$ , que por 7 vezes (dentre as 15) não citou em sua resposta, nenhum signo significativamente relacionado à Cinematografia e também aos Alunos  $A_2$ ,  $A_4$ ,  $A_5$  e  $A_9$ , que por 6 vezes, procederam da mesma maneira.

Em outra atividade os alunos escreveram, a partir de seus conhecimentos cotidianos, sobre radiações ionizantes, construindo um autoinventário. Citados por 8 alunos, as relações entre “Radiações Ionizantes e Raios X” e “Acidente de Chernobyl” foram as mais citadas. Em ordem decrescente de quantidade de citações ocorreram “Acidente em Goiânia com Césio 137”, “uso raios X na Medicina”, “Causa de câncer”, “Efeitos Nocivos”, “Energia nuclear”, “bombas de Hiroshima e Nagasaki”, “bombas de hidrogênio”, entre outros. Observou-se que os alunos relacionam radiação ionizante com Raios X, embora não descrevam o processo de uma obtenção. Enunciaram juízo de valor quanto aos malefícios causados pelas Radiações Ionizantes. Isto evidenciou a

potencialidade das atividades dos encontros, quanto às aplicações e usos das Radiações Ionizantes, quanto à internalização de conhecimentos sobre os benefícios de tais radiações. Foram citados, erroneamente, conceitos relacionados às Radiações Não Ionizantes, como ondas de rádios e micro-ondas, na resposta do Aluno A<sub>7</sub>. Já o aluno A<sub>5</sub>, descreveu de forma errada o elemento radioativo Césio 137, o definindo como Césio 197. A maioria dos conceitos foi encontrada na resposta do aluno A<sub>1</sub> e A<sub>6</sub>, o que os promove a “mais capazes” na resolução desta atividade. Já os alunos A<sub>4</sub>, A<sub>8</sub> e A<sub>10</sub>, escrevem “não saber nada” sobre o assunto.

Na última atividade deste encontro, depois de compartilhados os autoinventários com os outros integrantes, cada grupo produziu o autoinventário coletivo. No grupo G<sub>1</sub>, a interação entre diferentes ZDPs, possibilitou a correção do erro do aluno A<sub>5</sub>, quanto ao “Césio 197”, o qual foi corrigido e descrito como “Césio 137”. Entretanto, este grupo produziu uma resposta escrita em tópicos, ao contrário do grupo G<sub>2</sub>. Isto pode ser um indicativo de dificuldade em escrever em prosa, buscando menor tempo de realização da atividade. Isso apontou para a possível dificuldade em realizar atividades de escrita, como a construção do roteiro do filme a ser produzido. Percebeu-se que os alunos deste grupo focam inicialmente nos efeitos nocivos das Radiações Ionizantes e mesmo com a interação ocorrida entre os integrantes, persiste o erro correlacionando Radiações Ionizantes e microondas. Já o grupo G<sub>2</sub> apresentou resposta elaborada em texto corrido e bem diferente das respostas individuais produzidas. Identificou-se ainda o enfoque inicial nos efeitos benéficos das Radiações Ionizantes. Isto evidenciou que a interação de diferentes ZDPs para este grupo proporcionou melhor apropriação de conhecimentos que no outro grupo. As respostas dos grupos estão descritas no Quadro 07.

No Encontro 02, após assistir a dois episódios da série “Mundos Invisíveis”, apresentados pelo Programa Fantástico da Rede Globo, cada aluno escreveu sobre a importância da apresentação de reportagens sobre temas científicos por programas de grande audiência popular. A justificativa mais frequente, dada por 7 alunos, foi o “fornecimento de conhecimento científico à população”. Os alunos escreveram sobre as informações novas ao seu conhecimento sobre radiação ionizantes, adquiridos na apresentação dos dois vídeos. As mais citadas, 4 vezes cada, foram: “transmutação e Rutherford” e “a História da Química”. Destacaram-se as respostas quanto à compreensão dos termos “radioativos” (Alunos A<sub>2</sub> e A<sub>7</sub>) e “Radiações Ionizantes” (Alunos A<sub>7</sub> e A<sub>9</sub>), o que pode ser um indicativo de internalização destes conceitos pelos

alunos citados. Na mesma atividade ainda, os alunos responderam e justificaram quanto ao uso de vídeos no ensino de conceitos científicos e no aprendizado proporcionado. “Torna a aula interessante” e “Prende a atenção”, foram as justificativas mais frequentes, citadas por 6 e 4 alunos respectivamente. As respostas dadas pelos alunos, evidenciaram a potencialidade da atividade de produzir um vídeo científico sobre Radiações Ionizantes, uma vez que os alunos mostraram-se favoráveis a este tipo de abordagem.

Quadro 7 : Autoinventário dos grupos sobre Radiações Ionizantes.

Grupo G <sub>1</sub>	Grupo G <sub>2</sub>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- acidente de Chernobyl</li> <li>- Césio 137 (Goiás)</li> <li>-bombas de Hiroshima/Nagasaki</li> <li>- raios-X</li> <li>-radioterapia e quimioterapia</li> <li>- rádio/urânio</li> <li>- câncer</li> <li>- microondas</li> <li>- lixo radioativo</li> <li>- energia/reator nuclear</li> <li>- raio gama</li> </ul>	<p><i>A radiação é usada de diversas maneiras na medicina como o raio X e a radioterapia utilizada no tratamento de doenças como o câncer. No âmbito das radiações ionizantes encontramos também os raios ultra-violetas, decorrentes do Sol, essa radiação pode ajudar para saúde da pele , do corpo mas outros tipos podem prejudicar e ocasionar cânceres e outras mutações. Por fim entre as radiações ionizantes temos os raios gamas o pior tipo de todos. Os raios gama tem um enorme poder de penetração, um exemplo das consequências essa radiação pode ser observada a partir das bombas nucleares que causam problemas extremamente graves pra quem fica exposto a ela e até mesmo para as gerações futuras.</i></p>

Na segunda atividade deste encontro, cada aluno escreveu e justificou, depois de discutir com seu grupo, sua escolha sobre o tipo de revestimento (algodão cru, placas de chumbo, alumínio, ferro) para o colete protetor a ser usado por um técnico de determinado laboratório, no trabalho com radiação gama. Esta pergunta já tinha sido anteriormente respondida pelos alunos, individualmente, no teste de conhecimento inicial acerca dos conceitos relacionados às Radiações Ionizantes. Naquele momento, somente a justificativa do Aluno A<sub>6</sub>, apresentou um signo relacionado diretamente com

Radiações Ionizantes que foi “blindagem”. Os outros se utilizaram de palavras como “param”, “isolam”, “resistem”, “não permite passagem”, “causam contenção”, “reflexão”, “mais difícil penetração”, para justificar sua escolha pelo chumbo. Após o momento de interação entre as diferentes ZDPs, o signo “blindagem” apareceu na justificativa de 7 alunos. Também apareceram as expressões “menor absorção” e reflexão de partículas, citadas 3 vezes cada uma. Isto evidenciou ampliação da linguagem relacionada às Radiações Ionizantes, uma vez que signos não antes identificados figuram, agora, nas respostas dos alunos, quanto à mesma questão.

Na terceira atividade, após discussão, cada grupo definiu o gênero do filme a ser produzido e apresentaram a proposta da quantidade de personagens. O grupo se propôs a produzir um curta metragem de suspense, com 05 personagens, intitulado “Enigma”, o qual teria o seguinte argumento: *“Argumento: em um reality-show, as pessoas vão morrendo misteriosamente devido a algum elemento radioativo presente no subsolo da casa, que foi colocado lá no século passado. Ao longo do programa, as pessoas vão apresentando sintomas de exposição à radiação e vão morrendo um a um, restando ao ultimo encontrar o elemento, morrendo em seguida”*. Já o grupo G<sub>2</sub> propôs a produzir uma comédia com a seguinte proposta: *“ensinar física de maneira engraçada através de esquetes independentes, semelhante a Mont Python”*. Observou-se que o grupo G<sub>1</sub> apresentou uma ideia inicial mais completa e na justificativa utilizou-se do signo “argumento”, possivelmente pela presença do aluno A<sub>1</sub>, até então, o “mais capaz” quanto à Cinematografia entre os alunos. O outro grupo, G<sub>2</sub>, apresentou uma proposta muito mais incompleta, não produzindo sequer o argumento. Deve-se verificar no eixo 4 desta pesquisa, se a ideia inicialmente concebida foi alterada ou não pelos grupos, na produção final do filme.

No Encontro 03, após assistir ao episódio sobre o acidente radioativo em Goiânia, apresentado pelo Programa Linha Direita, Rede Globo e discutir com seu grupo, cada aluno escreveu sobre suas principais observações e percepções do vídeo. Em 10 respostas os alunos destacaram os “efeitos biológicos” causados por Radiações Ionizantes. Em 04 respostas citaram “o descuido como causa do acidente” e em 03 respostas “a emissão de luz visível” e “elemento em forma de pó”. Apesar de o vídeo abordar vários conceitos e situações, a maior parte dos alunos, focou a atenção nos efeitos biológicos causados pelas Radiações Ionizantes, o que evidenciou uma convergência entre a atenção do aluno e o assunto tema desta pesquisa.

Na segunda atividade, os alunos construíram um gráfico relacionado ao conceito “meia vida” e elaboraram uma frase explicativa sobre ele. Esperou-se dos alunos a construção de uma hipérbole. Somente 03 alunos usaram o signo “meia vida”, na frase elaborada, como o aluno A<sub>2</sub> (“*O gráfico é um exemplo de meia-vida, no caso do açúcar, no qual a cada semana a quantidade de açúcar (porcentagem) diminui pela metade e por mais que passe o tempo essa porcentagem não chegará a zero*”). As outras respostas seguiram o mesmo padrão do aluno A<sub>7</sub>, que escreveu: “*A cada semana a quantidade de açúcar restante é reduzida pela metade*“. A ausência do emprego “meia vida” nas respostas da maioria dos alunos, indicou que este signo ainda não fazia parte da linguagem dominante dos alunos e provavelmente eles não conseguiram utilizá-lo como conceito, e sim como complexo.

Quanto à iluminação do filme a ser produzido, a proposta do grupo G<sub>1</sub> foi muito mais detalhada que a do grupo G<sub>2</sub>, como seguem as sequências:

- G<sub>1</sub>: “*Low key em cenas de suspense, como pessoas procurando o elemento radioativo; High key em cenas de comédia, ou cenas mais leves, como de dia-a-dia e Graduated tonality em cenas de transcrição ou que antecedem cenas de suspense ou pesadas*”.
- G<sub>2</sub>: “*A maioria será high key, porém algumas cenas poderão ser em low key*”.

Até este momento percebeu-se que as propostas relacionadas ao filme, eram melhores elaboradas pelo grupo G<sub>1</sub>.

Na primeira atividade do encontro 04, cada aluno escreveu os efeitos imediatos e tardios, causados pelas Radiações Ionizantes, sem ter passado por nenhum momento de interação com os outros alunos. Os efeitos imediatos mais frequentes foram: queda de cabelo, citada 11 vezes; manchas escuras, náuseas e dor de cabeça, cada qual citada 9 vezes; febre, citada 8 vezes; cansaço, citado 6 vezes e diarreia, citada 5 vezes. Os efeitos tardios mais frequentes foram: câncer, citado 10 vezes; morte, citada 9 vezes; mutações nas gerações seguintes, citada 7 vezes e escurecimento da pele, citado 4 vezes. Ao escreverem os efeitos, imediatos e tardios, a partir do conhecimento cotidiano, a maioria dos alunos citou o câncer e os sintomas associados ao tratamento como queda de cabelo, náuseas e morte. Observou-se que, ao escreverem os efeitos tardios, alguns alunos usam termos não científicos para cumprir a tarefa, como cicatrização, inchaço e danos na pele.

Verificou-se que o Aluno A<sub>2</sub>, neste início de atividade foi aquele que escreveu a maior quantidade de efeitos.

Após momento de formação com o professor e discussão em grupos, cada aluno escreveu os efeitos biológicos novos aprendidos, não citados anteriormente por ele. Os efeitos imediatos mais frequentes foram: necrose e hemorragia, citadas 10 vezes cada; esterilidade e leucopemia, citadas 9 vezes cada e anemia, citada 6 vezes. Quanto aos efeitos tardios os mais frequentes foram: catarata, citada 11 vezes, leucemia, citada 9 vezes; anemia, citada 4 vezes e tumores, citados 03 vezes. Destacou-se o Aluno A<sub>7</sub>, que ao escrever efeitos imediatos baseado em conhecimento cotidiano, citou a menor quantidade de efeitos entre os alunos, apenas 03, e que após a interação entre diferentes ZDPs, escreveu 05 efeitos, a maior quantidade escrita pelos alunos, mesma quantidade que o líder do grupo G<sub>1</sub>, o Aluno A<sub>1</sub>.

Na terceira atividade deste encontro, os alunos realizaram uma maquiagem, representando uma lesão na pele causada pela incidência de Radiação Ionizante, após verem imagens projetadas de atores antes e depois de maquiados, em atuação no filme. Durante a atividade, o Aluno A<sub>6</sub> recusou-se a participar da atividade, chegando a sair da sala por um momento. Por ser considerado o “mais capaz” do grupo, seu comportamento teve reflexo na produção da maquiagem do grupo G<sub>2</sub>, uma vez que se observou que os alunos não conseguiram de forma organizada realizar a atividade. Por fim, conseguiram realizá-la, mas ficou evidente a dificuldade encontrada pelo grupo pela falta de coordenação do Aluno A<sub>6</sub>. Contudo, a própria descrição da maquiagem a ser utilizada no filme a ser produzido, não descreveu a real intenção, significado ou planejamento do grupo (“*No nosso filme as características serão acentuadas, satirizadas*”). Isto apontou para a não intenção do uso de maquiagem no filme a ser produzido. Já o grupo G<sub>1</sub> descreveu, não com muitos detalhes, o uso da maquiagem no filme a ser produzido (“*No filme, a face vai ficar “cansada” e pálida, o cabelo vai cair e morte*”). Observou-se que a execução da atividade neste grupo aconteceu de forma mais harmônica e organizada, até mesmo pela coordenação e experiência do aluno A<sub>1</sub> quanto a atividades com maquiagem.

Na primeira atividade do Encontro 05, após assistir a dois vídeos sobre utilização de radiações ionizantes na Medicina Nuclear e interagir com os outros alunos de seu grupo, cada aluno escreveu sua opinião sobre as vantagens e desvantagens da tecnologia apresentada em ambos os vídeos. Foi possível identificar a utilização de

expressões ou signos associados às Radiações Ionizantes em cada resposta dos alunos. Isto é prova do processo de internalização de linguagem científica. Evidenciou-se que alguns alunos já, em sua escrita, internalizaram o conceito “meia vida”, como o Aluno A8, diferentemente dos Alunos A9 e A10 que, respectivamente, se utilizam de expressões como “curto tempo de vida” e “ter vida curta”, para designar o mesmo conceito. Percebeu-se a reduzida quantidade de conceitos científicos na resposta do Aluno A11. Seguem algumas respostas:

- A8: *“A tecnologia oferece uma precisão milimétrica dos tecidos ajudando e muito no tratamento de tumores e na detecção de câncer. Mas todo o processo tem que ocorrer muito rápido pelo processo de meia vida. Outro problema é a difícil acesso a esta tecnologia já que seu investimento é muito caro”*.

- A9: *“é um tratamento que permite irradiar o tumor, evitando o contato com os tecidos saudáveis e assim, evitando complicações com estes. Apesar disso, alguns dos elementos tem curto tempo de vida, além disso o preço do tratamento é tão alto que poucos tem acesso”*.

- A11: *“Vantagens: ajuda a curar o câncer com mais velocidade e eficiência. Desvantagens: pode afetar tecidos saudáveis. Caro e difícil acesso”*.

Na segunda atividade deste encontro, os alunos filmaram uma sequência de cena fornecida pelo professor. Após, fizeram um momento de formação sobre Processos de Filmagens e Angulações e refilmaram a cena. Fizeram a comparação entre as produções e escreveram sobre as diferenças percebidas por eles, as quais estão descritas no quadro. A resposta do grupo G1 foi: *“Primeiro vídeo: movimento de pan sem mais movimentações da câmera. Segundo vídeo: traveling, close, zoom out e plano aberto”*. A resposta do grupo G2 foi: *“Foram usadas algumas das técnicas aprendidas depois do 1º vídeo, como o zoom, traveling, close, câmeras estáticas e objetos em movimento”*. Identificou-se nas respostas de ambos os grupos, a presença de signos de Cinematografia associados à utilização de câmeras. Isto pode indicar inserção de novos signos na linguagem dos alunos. Ressalta-se que até o momento esta foi a atividade que mais motivou os alunos, pelo fato de realmente executarem toda a sequência de filmagem de uma cena.

No encontro 06, após assistir a dois vídeos, um sendo uma entrevista e o outro um quadro de comédia, cada aluno escreveu sobre os conceitos observados por ele a respeito de Radiações Ionizantes e escreveram criticamente sobre o uso do gênero



“comédia” para abordagem de assunto científico. A entrevista com a dermatologista aborda o fator de proteção solar (FPS), índice relacionado com a proteção contra raios UV-B, e UPF, relacionado com a proteção contra raios UV-A. Conforme já analisado no eixo 2, quanto ao signo “UPF”, o qual é citado no vídeo, mas não explicado quanto ao seu significado, os alunos o utilizam em suas respostas, embora não conheçam seu significado, como por exemplo as respostas dos alunos A<sub>1</sub> que diz “*raios UV-A, UV-B, UV-C, infravermelhos. O FPS deve ser acima de 30. O UPF deve ser 1/3 do FPS. As nuvens filtram os raios ultravioleta*” e do aluno A<sub>6</sub> que dizia “*foram apresentados conceitos gerais de UV-A, UV-B, UV-C, FPS (fator de proteção solar). Também apareceu uma relação entre FPS e UPF, que é o que protege contra câncer de pele. Aparece algo sobre nível de radiação UV e a “filtragem” das nuvens*”.

Quanto à crítica ao uso de comédia para abordagem de temas científicos, observou-se a não unanimidade ao uso deste gênero. Os alunos mostraram-se adversos ao uso de siglas, quando não devidamente explicadas, como na fala dos alunos A<sub>9</sub>: “*De certa forma sim, já que explica de forma simples os danos que os raios solares causam e o que deve ser feito para evitá-los, porém não explica o que é UPF*”. Esperou-se a aplicação deste olhar crítico na produção do roteiro do filme.

A segunda atividade do encontro já havia sido realizada individualmente na avaliação diagnóstica inicial de conceitos. Agora, em duplas, interagindo as diferentes ZDPs, esperou-se respostas apresentando mudanças quanto aos conceitos solicitados na questão. Os alunos escreveram sobre os possíveis erros encontrados no rótulo de um protetor solar que dizia “*Queimaduras por raios infravermelhos nunca mais. Garantimos proteção total à sua pele contra todos os tipos de radiações causadores de câncer de pele*”. As respostas produzidas por cada dupla foram:

Antes:

A<sub>1</sub>) *Ocorre um erro conceitual pois os raios nocivos à pele humana são os ultravioletas e não os infravermelhos como dito na propaganda.*

A<sub>3</sub>) *Os causadores de queimaduras são os raios ultravioletas e nenhum protetor solar é capaz de proteger a pele totalmente.*

Depois da interação:

“*nunca mais*” = *não é possível, pois o protetor age apenas durante um período de tempo. “todos os tipos de radiações causadores de câncer de pele”, pois apenas cita os raios infravermelhos, não protegendo contra raios UVA, UVB e UVC.*

As respostas anteriores dos alunos referiam-se a raios ultravioletas. Na interação ocorrida, o olhar da dupla voltou-se também para o tempo de proteção do filtro solar e para os diferentes tipos de raios ultravioleta.

Antes:

A<sub>6</sub>) *Existe erro. Há apenas um tipo de radiação que causa câncer de pele e não há proteção total.*

A<sub>8</sub>) *O protetor solar protege apenas dos raios infravermelhos, mas há outras radiações que podem causar câncer.*

Depois da interação:

*O raio infravermelho não é o único responsável pela radiação ionizante já que os principais raios são UVB, UVC, UVA, assim faltam informações no rótulo.*

Anteriormente, ambos concordavam com a existência de radiações que causam câncer, embora não as tenham citado. O Aluno A<sub>8</sub>, entretanto, relacionou infravermelho com câncer de pele. Na resposta, após a interação, os alunos ainda relacionam câncer e raios infravermelhos, porém citam outros raios causadores de câncer.

Antes:

A<sub>4</sub>) *Sim, porque o protetor solar protege contra raios ultravioleta e não infravermelhos.*

A<sub>2</sub>) *É impossível a proteção total contra todos os tipos de radiação.*

Depois da interação:

*Protetor solar protege contra raios ultravioletas e não infravermelho. Outro erro é a proteção contra todos os raios, pois o protetor solar é específico ao ultravioleta não ao raio infravermelho, gama, entre outros.*

Observou-se que a resposta dada após a interação foi uma junção das respostas individuais de cada aluno. A interação das diferentes ZDPs possibilitou a elaboração de uma resposta bem mais completa conceitualmente que as dadas anteriormente.

Antes:

A<sub>7</sub>) *Erro está nos raios infravermelhos. Pois não são eles que queimam a pele e causam câncer de pele, são os raios ultravioletas que causam esse dois problemas.*

A<sub>10</sub>) *Sim, o protetor não pode garantir total proteção, apenas parcial.*

Depois da interação:

*o erro está na palavra “infravermelho”, já que a proteção é para as radiações ultravioletas. E não dá proteção total apenas parcial.*

A resposta dada, agora mais completa conceitualmente, é uma junção das respostas dadas anteriormente.

Antes:

*A<sub>9</sub>) As queimaduras ocorrem apenas por raios ultravioletas, e nenhum protetor solar pode garantir proteção contra todos os tipos de radiações pois é algo impossível de acontecer.*

*A<sub>11</sub>) Não são apenas os raios infravermelhos que causam câncer de pele.*

Depois da interação:

*Nenhum protetor solar apresenta proteção total contra radiações.*

O Aluno A<sub>9</sub> apresentou uma resposta bastante completa conceitualmente, quando no teste inicial. Já o Aluno A<sub>11</sub> apresentou uma resposta incorreta, na qual associa raios infravermelhos a câncer de pele. Após a interação ocorrida, a resposta da dupla, não mais contempla o pensamento inicial e errôneo do Aluno A<sub>11</sub>.

Ainda nesta atividade, os alunos, em duplas, também elaboraram um rótulo criativo contendo informações sobre os conceitos relacionados a radiações ionizantes. As respostas das duplas foram:

- A<sub>1</sub> e A<sub>3</sub>: *“Proteção contra raios Ultravioleta (UVA, UVB, UVC) e infravermelhos por longo período de tempo, garantindo proteção à sua pele”.*

- A<sub>2</sub> e A<sub>4</sub>: *“Queimaduras por raios ultravioleta – garantimos proteção parcial sua pele contra raios ultravioleta que causam câncer.”*

- A<sub>6</sub> e A<sub>8</sub>: *“Riscos de câncer de pele quase nulos com uso frequente deste produto. Proteção com boa eficácia contra raios UV. Yeah!”*

- A<sub>7</sub> e A<sub>10</sub>: *“PROTETOR SOLAR 60 FPS . Proteja-se contra manchas na pele, envelhecimento da pele e câncer de pele, causados pelos raios UVA e UVB”.*

- A<sub>9</sub> e A<sub>11</sub>: *“O protetor solar Pyro Sun tem FPS 45 e oferece proteção contra raios UVA e UVB, além de ter cheiro de maçã”.*

A dupla formada pelos alunos A<sub>1</sub> e A<sub>3</sub>, ainda associou o câncer de pele a raios infravermelhos, o que conceitualmente é errado, visto este tipo de onda, ser classificada como não ionizante. As frases das outras duplas contemplaram o uso de signos

científicos, o que potencialmente indicaram internalização de conceitos e aquisição de linguagem científica.

Na terceira atividade, os alunos, após assistirem à parte de obtenção de sons do Making off do filme “Wall E”, discutiram e escreveram sobre os efeitos sonoros a serem utilizados no filme a ser produzido. O grupo G<sub>1</sub> escreveu: *“Não planejamos a utilização de nenhum efeito sonoro, porém utilizaremos trilha sonora para cenas de suspense”*. A resposta dada pelo grupo G<sub>2</sub> foi: *“Sons de objetos usados no dia-a-dia, músicas, sons produzidos por nós e achados na internet”*. Pelas respostas apresentadas notou-se o não planejamento em produzir efeitos sonoros para serem utilizados no filme. Cabe a comparação entre este planejamento e o filme produzido por eles.

No encontro 07 foi realizada a visita técnica ao setor de Radioterapia do Hospital Universitário da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Os diálogos ocorridos e o texto produzido por cada aluno, foram analisados no Eixo 2.

No encontro 08, os grupos, após assistir a dois vídeos sobre Efeitos das Radiações Ionizantes ao Meio Ambiente, escreveram sobre as situações que podem gerar lixo radioativo. O grupo G<sub>1</sub> apresentou a seguinte resposta: *“Situações: acidente nuclear, bomba atômica, aparelhos de radioterapia, reatores nucleares. Tratado e armazenado: o tratamento é feito no enriquecimento do material, para sua reutilização. O lixo é descartado, muitas vezes, nas fossas abissais do círculo de fogo do Pacífico, ou, como no caso do Césio de Goiânia, é enterrado e protegido com camadas de concreto”*. A resposta do grupo G<sub>2</sub> foi: *“As radiações ionizantes, quando em contato com o meio ambiente, podem contaminar o solo e a água, afetando animais e seres humanos. O lixo radioativo pode ser gerado por usinas nucleares e hospitais. Estes lixos, quando produzidos pelas usinas, permanecem nelas, e nos hospitais são mandados para o lugar de origem e “reciclados”, tornando-se radioativos novamente. Em Campo Grande, o lixo radioativo é produzido apenas para hospitais”*. A resposta dada pelo grupo G<sub>1</sub> apresentou maior quantidade de signos relacionados a conceitos científicos, embora ainda com a característica de escrever em tópicos e não em prosa.

A análise das respostas dos alunos, buscando por instantaneidade de aprendizagem e percepções dos alunos, permitiu identificar que os alunos possuíam juízos de valores, associados principalmente aos efeitos negativos das Radiações Ionizantes, os quais foram mudando à medida que as atividades da pesquisa foram acontecendo. As interações possibilitaram correções equivocadas de signos científicos

utilizados nas respostas anteriormente elaboradas de forma individual. Os alunos mostraram-se favoráveis ao uso de vídeos nas aulas, abordando conceitos científicos. Ocorreram ampliações na linguagem escrita relacionadas às Radiações Ionizantes e Cinematografia, identificadas pelo uso de signos científicos e técnicos nas respostas dos alunos.

#### **4.4. Resultados do Eixo 4: A linguagem e o filme produzido**

As atividades desenvolvidas nesta pesquisa, possibilitaram a criação e/ou desenvolvimento de um sistema de linguagem em cada aluno, composto por signos falados, escritos e visuais, que durante cada encontro foi ampliando, possibilitando melhor interação entre os integrantes dos grupos.

As avaliações diagnósticas realizadas no momento inicial da pesquisa, relacionados a conceitos físicos e percepção de imagens acerca de Radiações Ionizantes, evidenciaram a escassez de signos científicos utilizados nas respostas dadas por cada aluno. Fez-se necessário identificar no momento final da pesquisa, evidências de ampliação da linguagem verbal e escrita dos alunos acerca também de Cinematografia, mas, principalmente, dos conceitos físicos envolvidos na pesquisa, objetivo maior desta pesquisa. Os elementos necessários à identificação de ampliação da linguagem dos alunos foram buscados junto à entrevista individual realizada com o pesquisador, ao roteiro, ao *storyboard* e filmes produzidos pelos grupos

A proposta inicial apresentada aos alunos foi que cada grupo produzisse o roteiro e o *storyboard* de seu filme. Devido ao excesso de atividades escolares e a conseqüente falta de tempo, os alunos solicitaram cumprimento de somente uma das atividades proposta. Como esperado, o grupo G<sub>1</sub> optou pela confecção do *storyboard*, fugindo à realização de atividades escritas, e, o grupo G<sub>1</sub> optou pela criação do roteiro de seu filme.

O grupo G<sub>1</sub>, produziu um vídeo com 7 minutos e 57 segundos de duração, ao qual deram o nome de “Enigma? O filme”, disponibilizado no endereço: <http://www.youtube.com/watch?v=ZYpNqbdB3yA>. O enredo refere-se a um *reality show* no qual os participantes começam a sentir sintomas estranhos. Uma carta anônima, mandada por um detetive, denuncia que existe uma quantidade de Cobalto 60, escondido em algum local da casa. Iniciam a busca e não o encontram. Enquanto isso, mortes sucessivas vão acontecendo entre eles. O último sobrevivente encontra o

material radioativo e tenta, via celular, avisar o detetive, morrendo antes de completar a ligação.

Como observado nas interações e pelas respostas às atividades, este grupo de alunos, teria dificuldades em produzir o roteiro. Entretanto o *storyboard* produzido, não condiz com a sequência correta de cenas filmadas. Cenas projetadas foram cortadas e foram inseridas cenas não presentes no *storyboard* original. Quanto à linguagem verbal, no filme foram utilizados pouquíssimos signos científicos sobre Radiações Ionizantes e, descompromissados quanto ao rigor do roteiro quanto aos diálogos das cenas, por 16 vezes foram citados palavrões no vídeo. Embora no filme deste grupo a ocorrência de elementos verbais não seja satisfatória, é na linguagem visual que se identificou os elementos buscados. As cenas mostram os efeitos biológicos relacionados às Radiações Ionizantes como queimaduras, vômitos, desmaios, queda de cabelo, sangramento de nariz e febre. O grupo confeccionou uma maquiagem de ferida no braço de um integrante, semelhante àquela realizada em sala de aula. Não utilizaram efeitos luminosos. Quanto ao uso dos efeitos sonoros utilizaram: toque de celular, música de suspense, sons de animais e aplausos finais. Destaca-se a última cena do filme, mostrando que ao encontrar o Cobalto 60 o personagem o toca, sem nenhuma proteção, embora a questão da blindagem ter sido tratado em sala e na visita técnica realizada.

O grupo G<sub>2</sub>, produziu um filme de 9 minutos e 30 segundos de duração, ao qual chamaram “Jornal Radiação”, disponibilizado no endereço <http://www.youtube.com/watch?v=7ewLwgRvSMc>. Este grupo optou pela elaboração somente do roteiro, o qual foi corretamente produzido, quanto ao tipo e tamanho de letra e espaçamentos utilizados. As falas dos personagens foram todas descritas no roteiro.

O filme apresenta trilha sonora e legenda de todos os diálogos. Como previsto, não apresenta efeitos de maquiagem. Não apresenta efeitos sonoros e luminosos.

O uso de abordagens e signos científicos relacionados às Radiações Ionizantes é identificado nas cenas do filme, evidenciando a aquisição de linguagem científica. No roteiro, identificou-se:

- citação sobre acidentes radioativos: “Desde o acidente nuclear de Fukushima, a curiosidade das pessoas aumentou sobre a radiação. Este fenômeno que já abalou o mundo com o acidente de Chernobyl em 1986, e o acidente de Goiânia em 1987, merece destaque na mídia”.

- uso de signos científicos: *“lixo radioativo....três tumores e um braço amputado”*.

- contaminação radioativa: *“Esta camiseta está contaminada com radiação. Eu não deveria estar tocando nela, mas sou destemido”*.

- efeitos biológicos: *“A radiação penetrou sua pele, causando intensas queimaduras e necroses”... “Ele perdeu um braço, tem um tumor aqui, um aqui... É um belo tumor aqui! Se não estéril, seus filhos podem nascer deficientes. Provavelmente irá morrer antes”*.

- blindagem radioativa: *“Estamos sendo orientados a descer para um abrigo por proteção à precipitação radioativa”*.

A análise deste eixo possibilitou identificar muitas evidências de aprendizagem nas diferentes linguagens possibilitadas pelas atividades desta pesquisa. No grupo G<sub>1</sub> tais evidências foram identificadas na abordagem de efeitos biológicos causados pelas Radiações Ionizantes e na maquiagem de um ferimento ocorrida em uma cena do filme. Entretanto, o filme não aborda sobre “blindagem” embora mostre uma cena de manuseio de Cobalto 60 sem a devida proteção radiológica. Já o filme do grupo G<sub>2</sub> evidenciou os benefícios do roteiro aos diálogos do filme, uma vez que nos diálogos deste filmes é encontrada maior quantidade de signos científicos relacionados a Radiações Ionizantes. Desta forma, a apropriação de conceitos científicos relacionados às Radiações Ionizantes ficou identificado em elementos visuais no grupo G<sub>1</sub> e verbais no grupo G<sub>2</sub>.

Desta forma, a apropriação de conceitos científicos relacionados às Radiações Ionizantes ficou identificado em elementos visuais no grupo G<sub>1</sub> e verbais no grupo G<sub>2</sub>.

A entrevista individual com o pesquisador disponibilizou importantes informações acerca da interação dos elementos dos grupos e da apropriação dos conceitos científicos de cada aluno.

Perguntados quanto ao interesse inicial, 08 alunos disseram em “Física” e 03 alunos em “Física e Cinematografia”.

Quanto ao conhecimento anterior relacionado às Radiações Ionizantes, 06 alunos disseram “nenhum” e 05 disseram “algum”. Nenhum aluno optou por “muito”.

Quanto ao conhecimento anterior relacionado à Cinematografia, 07 alunos disseram “nenhum”, e 04 alunos disseram conhecer um pouco sobre iluminação (alunos A<sub>1</sub>, A<sub>8</sub> e A<sub>9</sub>), câmera (alunos A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> e A<sub>8</sub>) e maquiagem (aluno A<sub>1</sub>).

Questionados sobre a forma de organização do grupo para resolução de atividades de Física, os alunos forneceram variadas respostas, como: “distribuição de tarefas”, “discussão e construção de resposta coletiva”, “quem sabia mais falava mais”, “discutia e cada um escrevia o que pensava sobre aquilo” e “apoiava-se no conhecimento do aluno A<sub>6</sub>”. Evidenciou-se que o aluno A<sub>6</sub> era tido como líder natural do grupo G<sub>2</sub>, enquanto o aluno A<sub>1</sub> exercia uma liderança não tão explícita dentro do grupo G<sub>1</sub>.

Quanto à organização do grupo para realização de atividades de Cinematografia, os alunos disseram: “participação de todos” e “eles discutiam o que iam fazer “. Os alunos A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub> e A<sub>4</sub>, integrantes do grupo G<sub>1</sub>, disseram “foi mais na hora” e a do A<sub>10</sub> que disse “seguia o roteiro”, justificando o tratamento dado pelos grupos quanto às falas dos personagens.

Quando perguntados sobre o que mudará, após participação nas atividades, ao ver um filme, os alunos utilizaram signos relacionados à Cinematografia para responder que ficarão mais atentos à edição, iluminação, título, diálogos, enredo, angulação, sonorização, montagem e na dificuldade em fazer.

Quanto às apostilas de Cinematografia e Radiação Ionizantes, materiais de apoio fornecidos pelo professor, 08 alunos disseram “bom / muito bom” e os outros 03 responderam “diferente”, “eu olhei” e “usava na sala de aula”.

Quando perguntados se foram fiéis à ideia inicial relacionada ao filme, 10 alunos disseram “não, ficou diferente” e apenas 01 respondeu “não, mas parecida”

Todos concordaram que produzir um vídeo auxiliou na aprendizagem do assunto de Física por ser “mais interessante”, “mais prático”, “aplicar Física em outras áreas”.

Quanto aos pontos positivos os alunos citaram: “aprender sobre iluminação”, “ter aprendido a fazer o filme”, “como criar efeitos sonoros”, “montagem do filme”, “usar Física e criar um filme”, “forma diferente de explicar o conteúdo”, “visita técnica”. Quanto aos pontos negativos do projeto os alunos responderam sobre a duração do projeto e citaram “tempo extenso” e “pouco tempo”. A resposta dada pelo aluno A<sub>6</sub> foi: “faria o filme com pessoas sérias”. Isto evidenciou a dificuldade em executar as atividades por este grupo e expõe a liderança não tão harmônica do aluno A<sub>1</sub>.



Quanto perguntados se o projeto influenciou como “ver” o acidente radioativo do Japão, 05 alunos disseram que “sim” e 03 disseram que “não” e os outros responderam “não sei”.

Quanto à inserção de novos signos à sua linguagem de radiação, os alunos citaram “radiação ionizante”, “raios infravermelhos” e “raios ultravioletas”. Quanto à Cinematografia foram citados: angulação, roteiro, *storyboard* e sonorização. Os alunos A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub> e A<sub>10</sub> afirmam que desenvolveram mais a linguagem relacionada à Física, enquanto os outros alunos (A<sub>2</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>7</sub>, A<sub>8</sub>, A<sub>9</sub> e A<sub>11</sub>) citam que ampliaram bem mais a linguagem relacionada à Cinematografia:

Aluno A<sub>9</sub>: *“Antes eu já prestava atenção na fotografia , agora eu resto atenção no que estão falando, no enredo, a forma como mexe a câmera”*

Aluno A<sub>11</sub>: *“Com certeza. Vou entender como a câmera se movimenta, a luz, qual o tipo de filme”*.

Aluno A<sub>1</sub>: *“(Professor: Teve um acidente radioativo no Japão, interferiu de alguma maneira isso, passou a olhar diferente ou não teve quase influencia? - Assim, quando teve o acidente, eu procurei bastante no curso, sobre resistência de materiais, o que a radiação passa, o que ela não passa, por onde passa”* .

Aluno A<sub>10</sub>: *“(Professor: Consegue lembrar palavras novas que você não tinha visto?) Radiação ionizante, raios infravermelhos, ultravioletas”*.

## **5. Conclusões da Pesquisa**

A análise dos dados feita a partir de 04 eixos diferentes foi estruturada buscando possibilitar a visualização do processo de aprendizado ocorrido, tanto em Cinematografia como, e principalmente, Física das Radiações. Identificada a ZDR de cada aluno, as atividades coletivas buscaram promover interações entre as diferentes ZDPs, desenvolvendo as linguagens visual, falada e escrita em cada aluno. Comparar os conhecimentos inicial e final dos alunos, analisando a instantaneidade, os momentos ao longo do processo nos quais evidências de aprendizagem foram acontecendo foi a proposta deste trabalho. A inserção de novos signos às linguagens do aluno, promovendo o conhecimento cotidiano a conhecimento científico, deu-se por meio de atividades interpessoais, realizadas em grupos. Entretanto, a apropriação dos conceitos ocorrendo de forma intrapessoal, acontece em intervalos de tempos diferentes para a internalização de conceitos. Desta forma, certos conceitos passaram da ZDP para a ZDR do aluno, ou seja, foram promovidos de complexos a conceitos. Outros conceitos, entretanto, continuaram dentro da ZDP de cada aluno, sendo um complexo mais evoluído, porém ainda não considerado como sendo “conceito”.

O eixo 1 possibilitou a visualização do conhecimento inicial e final de cada aluno e do grupo como um todo. A avaliação diagnóstica inicial permitiu concluir que, com exceção do aluno A<sub>5</sub>, todos os alunos conseguiram enunciar os conceitos associados às Radiações Ionizantes.

Quando avaliados quanto à capacidade cognitiva “conhecimento”, os alunos definiram os conceitos solicitados de maneira incompleta ou incorreta, ou não responderam à questão. O conceito “meia vida” foi aquele que foi enunciado com mais erros pelos alunos, uma vez que a maioria deles analisou o processo de decaimento da atividade radioativa de forma linear e não exponencial. Alguns alunos não utilizavam os signos “infravermelhos” e “ultravioletas” de forma coerente, o mesmo acontecendo com “Raio X”. A maior parte dos alunos relacionam os efeitos biológicos das Radiações Ionizantes somente aos efeitos “câncer”, “mutações genéticas” e “queimaduras” e não fizeram a classificação em efeitos imediatos e tardios. Entretanto, alguns alunos desconheciam totalmente tais efeitos e também os tratamentos nos quais são utilizadas Radiações Ionizantes, o que evidenciou a potencialidade das atividades desta pesquisa, visto tratar do uso aplicado de tais radiações. Embora unanimemente optassem pelo

material chumbo para confecção de coletes para funcionários que trabalham com radiações gama, os alunos não conseguiram justificar com o uso de signos científicos sua resposta, exceto o aluno A6, único a utilizar o signo “blindagem”. Quanto aos procedimentos que envolveram cálculos, ocorreram muitos erros relacionados à “meia vida” e em relacionar velocidade, comprimento de onda e frequência das ondas.

Da atividade de percepção das imagens relacionadas às Radiações Ionizantes, conclui-se que o conhecimento dos alunos era baseado em juízo de valor oriundo do conhecimento cotidiano e não científico.

Após a realização das atividades foi aplicada outra atividade diagnóstica, montada nos mesmos moldes da inicial. Quanto à questão que avaliou a capacidade cognitiva de “Enunciação”, duas informações foram relevantes. A primeira é a melhora na quantidade de acertos do Aluno A5 que de somente 01 acerto anteriormente, subiu para 05 acertos. A segunda é o fato de muitos alunos terem reduzido a quantidade de acertos, se comparados com o teste inicial. A causa disto pode ter sido o cansaço oriundo das atividades dos encontros e aparente falta de concentração inicial ao fazer os testes.

Eram esperadas quantidades maiores de respostas corretas quanto às capacidades de “*Conhecimento*” e “*Aplicação*”. Identificou-se melhora significativa quanto a escrever nomes de conceitos e defini-los, uma vez que todos os alunos responderam à questão, diferentemente do teste inicial realizado. Quanto ao conceito “meia vida” a maioria dos alunos passou a defini-lo corretamente e somente 01 aluno elaborou resposta errada. A maior parte dos alunos relacionou Radiações Ionizantes com Raios X, apesar de ainda não descreverem o seu processo de obtenção de maneira correta ou completa. A maior parte dos alunos conseguiu elaborar respostas relacionadas às Radiações Ionizantes para situações não abordadas nos encontros, como por exemplo, a adição de iodo ao sal de cozinha.

Quanto à capacidade de “*Aplicação*”, a maioria dos alunos conseguiu relacionar o tipo de onda ionizante com o tipo de material com o qual é confeccionado o colete de proteção de funcionários. Isto possivelmente devido à internalização de conhecimentos associados à energia e capacidade de penetrabilidade das ondas. Entretanto, quando perguntados sobre o tipo de onda a ser usada para irradiar alimentos, visando aumentar seu prazo de validade, a maioria dos alunos optou erroneamente.

Quanto às unidades de medidas associadas às Radiações Ionizantes, a maioria dos alunos acertou as respostas dadas. Porém, apresentaram dificuldades em diferenciar características de hipertireoidismo e hipotireoidismo, por possivelmente relacionar-se com o signo de maneira “complexa” e não ainda “conceitual”.

Pelo descrito, identificou-se melhora significativa nas capacidades de “*Conhecimento*” e “*Aplicação*” dos alunos, comparado com o momento inicial da pesquisa. Alguns conceitos ainda localizam-se na ZDP, mas a maioria dos conceitos relacionados e abordados às Radiações Ionizantes passaram à ZDR dos alunos, por meio de internalização de conceitos e inserção de novos signos à sua linguagem.

No eixo 2, foram analisadas as falas das interações nas quais foram identificados momentos importantes quanto à formação de conceitos de Radiações Ionizantes e Cinematografia. As atividades interpessoais possibilitaram inserção de signos como “rádmió” e “isolação”. Nas falas identificaram-se momentos de dificuldade em relacionar grandezas como velocidade, comprimento de onda e frequência de ondas eletromagnéticas.

Em diversos momentos, evidenciou-se a liderança harmoniosa e reconhecida pelos integrantes do grupo do aluno A<sub>1</sub> e também a liderança de imposição de ideias do aluno A<sub>6</sub> para com seu grupo.

As falas evidenciaram o imediatismo do líder do grupo G<sub>1</sub> e sua dificuldade em elaborar respostas em prosa, característica transferida para o grupo quando a resposta solicitada era coletiva. Entretanto, tal dificuldade pode ter sido a causa da não opção por escrever o roteiro do filme a ser produzido.

Nos diálogos, identificou-se nas falas a internalização de conceitos “imediatos” e “tardios” que, no início das atividades desta pesquisa, os alunos não possuíam.

Por diversos momentos, os alunos comentaram sobre problemas de saúde de pessoas conhecidas e seus tratamentos, relacionando-os com os assuntos abordados nos encontros.

O processo de obtenção de Raios X foi o tópico que nem todos os alunos conseguiram inserir em sua ZDR.

Na atividade relacionada ao uso de filtro solar, na qual as informações foram coletadas de um vídeo, identificou-se a dificuldade dos alunos, em utilizar o signo UPF, cujo significado não foi devidamente explicado nas cenas apresentadas. Ressalta-se o cuidado que o professor deve ter em utilizar um vídeo acreditando que todas as

informações necessárias à formação de determinado conceito estão contidas nas cenas, não requerendo sua intervenção. Na maioria dos casos o vídeo é complemento ou parte da informação que se faz necessária ao aluno para obter a compreensão desejada.

Pelas falas dos alunos, evidenciou-se que a leitura feita de uma imagem relacionada a um determinado conceito, está diretamente associada à existência de tal conceito na estrutura cognitiva do aluno. Assim, análise feita de uma imagem, quanto a um determinado conceito, será diferente da análise esperada, caso ele não conheça tal conceito. A figura de uma paciente com a tiróide protuberante, apresentando uma tarja preta nos olhos, por questões de privacidade da imagem da paciente, foi lida como “cegueira” e não “hipotireoidismo”.

As falas evidenciaram que a interação entre diferentes ZDPs acontece não somente com aqueles que estão em diálogo sobre determinado conceito ou situação, mas também com aqueles que participam indiretamente da interação. Isto reforça a importância do trabalho em grupo para realização de certas atividades.

No caso de um ambiente que não a sala de aula, no caso a visita técnica, os alunos ficaram atentos não somente às falas ocorridas, mas também aos materiais dos locais, por tudo tratar-se de “novo”. Essas informações, faladas e visuais ficaram na ZDP de cada aluno que, possibilitada suas interações, em momento posterior, passaram à ZDR dos alunos. Isto se comprovou pelo fato de terem, todos os alunos, acertado a questão relacionada às unidades de medidas utilizadas em Radiações.

A realização da visita técnica mostrou-se de grande valor, pois dúvidas pontuais dos alunos em sala de aula foram sanadas durante a visita técnica, isto comprovado pela elaboração de respostas corretas em atividades posteriores relacionadas ao conceito que era dúvida anteriormente.

Alguns signos não foram inseridos de imediato à linguagem dos alunos como, por exemplo, “braquiterapia” e “teleterapia”, sendo compreendidos como conceitos, porém definidos como complexos pelos alunos, pois operam com a funcionalidade da palavra, mas os alunos não conseguem defini-los utilizando signos científicos, devido ao fato de tratar-se do primeiro contato com a palavra.

No eixo 3 analisamos as respostas produzidas individual ou coletivamente, seja em dupla ou com todo o grupo. Concluímos que inicialmente a linguagem dos alunos não era composta de muitos signos relacionados à Cinematografia.

Evidentemente que o momento em que o aluno fala, surgem muito mais informações espontâneas que quando escreve. A coleta da fala de cada aluno durante todo momento é algo bastante difícil de fazer. Nas atividades escritas encontramos várias informações de como a interação possibilita a aquisição e a internalização de conceitos científicos.

Os alunos possuíam juízo de valor associado com efeitos negativos das Radiações. As respostas dadas nas atividades escritas já identificaram como líderes dos grupos os alunos A<sub>1</sub> e A<sub>6</sub>. As interações em grupos possibilitaram a correção de signos cotidianos, como por exemplo, o signo que individualmente foi definido como “Césio 197” e coletivamente foi corrigido para “Césio 137”. Possibilitaram, também, a internalização de signos “radioativos” e “radiações ionizantes” e aquisição de novos signos como, por exemplo, “blindagem” que anteriormente era descrito por termos como isolamento, reflexão, resistência e isolamento. As interações em duplas possibilitaram a reelaboração correta de respostas dadas de forma incompletas ou incorretas quando individualmente elaboradas.

Nos momentos finais, como por exemplo, ao escrever sobre vídeos apresentados sobre Medicina Nuclear, foi possível identificar nas respostas dos alunos, a presença de termos técnicos relacionados às Radiações Ionizantes, o que denota aquisição de linguagem científica, antes não existente.

As atividades propostas nos encontros desta pesquisa possibilitaram o desenvolvimento de linguagens compostas por signos falados, escritos e visuais em cada aluno. A capacidade de falar sobre determinados conceitos, escrever sobre eles e decodificar uma mensagem a partir de um símbolo gráfico, como o símbolo de Radiação Ionizante, por exemplo, evoluíram em cada aluno. Para chegar a esta conclusão fez-se necessário a comparação entre os momentos inicial e final dos encontros.

Cada filme, roteiro ou *storyboard* produzido foi analisado em sua primeira produção, pois ela evidencia a produção real de acordo com o pensamento do aluno. Logicamente que se discutidos os problemas existentes nestas produções e solicitadas suas reconstruções, teríamos produtos melhor acabados. Entretanto, para a pesquisa, é na primeira produção que se encontram todos os dados mais puros quanto à produção dos alunos, sejam elas certas ou erradas do ponto de vista científico.

Cada grupo, entretanto, desenvolveu melhor um ou outro tipo de linguagem. O grupo G<sub>1</sub>, apresentou desde o início, a característica imitada de seu líder, de escrever em tópicos, fugindo da produção de respostas em prosa. Isto acarretou a possível dificuldade em produzir o roteiro do filme. Este grupo optando pela construção do *storyboard*, fugiu ao rigor estabelecido pelo roteiro às falas dos personagens. Esta, com certeza, é a causa, da quantidade excessiva de palavrões no filme produzido. Buscando tratamento de conceitos e situações associadas às Radiações Ionizantes nas falas dos personagens do filme, não os encontraremos. Pode-se, por um instante, imaginar que tais alunos não apresentaram melhora conceitual nenhuma e que a aprendizagem não aconteceu. Como já abordado, identificamos que na linguagem falada os elementos de aprendizagem procurados não foram encontrados, visto que o roteiro não foi produzido. Nas falas dos personagens também não os encontraremos. Entretanto, é na linguagem visual do filme produzido por este grupo, que esses elementos estão localizados. Os alunos trataram dos efeitos biológicos associados às Radiações Ionizantes em diversas cenas do filme. É na linguagem visual que se identificaram os elementos indicadores da aprendizagem deste grupo.

O outro grupo, entretanto, produziu o roteiro e a ele foi fiel. Cada fala de personagem foi devidamente descrita. Entretanto, elementos visuais não são identificados em grande quantidade como no filme do grupo G<sub>2</sub>.

Conclui-se que a produção de um vídeo pelos alunos, primando-se pela qualidade, tanto didática quanto técnica, deve apresentar rigor na produção do texto e dos elementos visuais das sequências filmadas, ou seja, a produção do roteiro e do *storyboard* são fundamentais para que a dupla qualidade seja alcançada.

Importante ressaltar que no processo de aprendizagem de conceitos científicos, os alunos partirão do conhecimento cotidiano que possuem acerca do assunto abordado. Entretanto, essas características do dia-a-dia não ficam restritas somente ao campo conceitual, pedagógico. Algumas atividades propostas podem trazer para a sala de aula questões que envolvem princípios pessoais dos alunos e causar problemas à realização da atividade ou discussão do assunto, como foi o caso da maquiagem, preterida pelo líder do grupo G<sub>1</sub>. Seu comportamento frente à atividade ampliou-se para o grupo, tanto que no filme produzido o projeto inicial de maquiagem não foi executado.

A entrevista pessoal permitiu concluir alguns pontos importantes. Num projeto de Física, muitos alunos serão atraídos pela própria Física, mas outros buscarão o “algo

a mais”, o inovador, que no caso foi a Cinematografia. Temas atuais e não abordados dentro do currículo obrigatório, são agentes motivadores do projeto. Atividades realmente práticas, realizadas em grupo, como filmagem de cenas, são extremamente necessárias à manutenção dos alunos nos encontros.

O processo de construção do filme é gradativo. Dificilmente a ideia inicial concebida do filme será idêntica àquela realmente filmada. Isto evidencia que o processo é contínuo, mutável no tempo, e é dentro desse tempo, nas interações, que a aprendizagem acontece, a linguagem é ampliada e os conceitos são internalizados.

Cabe ao professor não responder todas as perguntas, caso consiga elaborar atividades de interação que possibilitarão ao aluno chegar às respostas. Entretanto, necessário se faz identificar nas respostas às atividades futuras, indícios da aprendizagem dessas dúvidas.

O “*corpus*” de dados desta pesquisa permitiu identificar que o aprendizado dos alunos aconteceu tanto relacionado aos conceitos científicos de Radiações Ionizantes quanto em Cinematografia. Foram encontradas evidências de aprendizagem nas diferentes linguagens investigadas neste trabalho, escrita, falada e visual.

A partir das atividades desta pesquisa identificamos o aparecimento de conceitos que anteriormente não existiam na estrutura cognitiva dos alunos. Os alunos apropriaram-se de alguns desses conceitos, como é o caso de “Raios X”, “infravermelho”, “ultravioleta”, de forma operacional e de outros de forma mais completa, chegando a defini-los de forma verbal, como por exemplo, “meia vida” e “radiações ionizantes”. Em suma, dos conceitos científicos abordados na pesquisa, alguns estão na estrutura cognitiva dos alunos como pseudoconceitos e outros já foram elevados a conceitos verdadeiros.

Os alunos participantes desta pesquisa possuem uma situação financeira bem mais elevada que a maioria dos alunos da escola pública do país. Assim, o acesso aos elementos necessários à confecção do filme, desde material cenográfico, câmeras e edição do filme, não foram obstáculos para eles. Cabe ao professor da escola pública encontrar na criatividade e no uso de materiais de baixo custo a motivação para propor uma atividade de produção de filme a seus alunos. Quanto aos equipamentos necessários à gravação e edição de filmes, vale lembrar que muitas pessoas possuem filmadoras em suas máquinas fotográficas e celulares e os próprios alunos podem editar



o filme produzido no laboratório de informática da escola, acessando editores de vídeos disponibilizados gratuitamente na Internet.

Desta pesquisa, conclui-se como necessário a utilização de novas ferramentas de ensino de conceitos de Física, abordando assuntos realmente associados ao dia-a-dia dos alunos. Ao professor cabe conhecer o conhecimento cotidiano de seu aluno, analisando sua capacidade de resolver assuntos conceituais individual ou coletivamente. Feito isso, cabe elaboração de atividades que possibilitem interações entre “mais” e “menos capazes”, quanto aos assuntos conceituais abordados. Os alunos darão indícios de aprendizagem, pela linguagem falada, escrita ou por produção visual. Logicamente que partindo de conhecimentos diferentes, dificilmente os conceitos serão igualmente assimilados por todos os alunos. Alguns se apropriarão dos conceitos em suas ZDRs, outros em sua ZDPs. Alguns assuntos serão internalizados como “conceitos” e outros como “complexos”. Entretanto, isso se faz primordial à manutenção da necessidade da constante interação entre os integrantes de uma sala de aula. Interagir é ser escola. Interação é uma das bases para a efetiva aprendizagem.

## Referências Bibliográficas

BARAGAN, P; MORTIMER, E. F e LEAL, A. **Avaliação preliminar sobre o conceito de Radiação e algumas de suas tecnologias: idéias informais de estudantes do ensino médio. (preliminar evaluation about concept radiation and its technologies: informal ideas of high school students).** Disponível em [http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:Cm60Of8HGHMJ:scholar.google.com/&hl=pt-BR&as\\_sdt=0](http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:Cm60Of8HGHMJ:scholar.google.com/&hl=pt-BR&as_sdt=0). Acessado em 21 de março de 2012, às 21h: 24min.

DOMINGUINI, F; CLEMES, G e ALLAIN, O. **Revisão do ensino da radioatividade no ensino médio.** 1º Seminário de Pesquisa, Extensão e Inovação do IF-SC, Campus Criciúma, 2011. Disponível em <http://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/viewFile/310/234.pdf>. Acesso em 21 de março de 2012, às 21h: 03min.

FATOR UPF

Disponível em:

[http://solamigo.com.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=88&Itemid=148](http://solamigo.com.br/index.php?option=com_content&task=view&id=88&Itemid=148). Acessado em 21 de março de 2012, às 21h: 57min.

FERREIRA, R.A; DE ANDRADE, T.S; RÔÇAS, G; HELAYËL-NETO; SIQUEIRA BATISTA, R. **Cinema e Ensino de Física.** Disponível em [http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/snef/\\_cinemaensinodefisica.trabalho.pdf](http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/snef/_cinemaensinodefisica.trabalho.pdf). Acessado em 21/03/2012 às 19h: 30min.

FORTUNATO, D; SAUERWEIN, I. P. S. **Radiações: O que os estudantes querem saber?** XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, Manaus-AM, 2011.

GOES, M. C. R. D. **A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: Uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade.** Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/%0D/ccedes/v20n50/a02v2050.pdf>. Acessado em 21 de março de 2012, às 21h: 52min.

JUNIOR RESENDE, J.C.P; MYRRHA, M.L.M. **Ressonância: O uso de mídias no ensino de física.** Disponível em [http://www.ciencia.iao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=snef&cod=\\_ressonanciaousodemiadiao.pdf](http://www.ciencia.iao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=snef&cod=_ressonanciaousodemiadiao.pdf). Acesso em 21-03-2012, às 19h: 31min.

LISBOA, E. S; BOTTENTUIT, J; COUTINHO, C.P. **O contributo do vídeo na educação online.** Disponível em

<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/9593.pdf>. Acessado em 21/03/2012, às 20h: 34min.

LUIZ, L.C; OLIVEIRA, L.F. **Ensino de Física Radiológica e Radioproteção através do Lúdico.** Disponível em [http://www.conter.gov.br/uploads/trabalhos/fisica\\_radiologica\\_e\\_radioprotecao.pdf](http://www.conter.gov.br/uploads/trabalhos/fisica_radiologica_e_radioprotecao.pdf). Acessado em 21 de março de 2012, às 20h: 47min.

MORAN, José Manuel. **O Vídeo na Sala de Aula.** Revista de Comunicação e Educação. São Paulo: Moderna, 1995.

NERES, J.M; DANTAS, P; SOUZA, F; LIBRELLON, R; FERREIRA, T; BONFÁ, M; NETO, A.P; MARTINS, S; DE LIMA, S.C; CARDOSO, D.C; OLIVEIRA, W; TAKAHASHI, E. (2009). **Vídeo de física sem ficção: Produção de vídeos sobre tópicos de mecânica clássica.** XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, Vitória – Espírito Santo. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0900-1.pdf>. Acesso em 21 de março de 2012, às 20h: 18min.

OLIVEIRA, F.F. D; VIANNA, D.M; GERBASSI, R. S. **Física moderna no ensino médio: O que dizem os professores. (Modern physics in secondary schools: what teachers say about it).** Revista Brasileira de Física, v.29, n.03, p. 447-54, abril/2007. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v29n3/a16v29n3.pdf>. Acessado em 21-03-2012, às 20h: 53min.

OLIVEIRA, F. F. D; VIANNA, D. M. **Física Moderna no Ensino Médio: Uma proposta usando raios-x.** IX Encontro Internacional de Pesquisa em Ensino de Física, 2004. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/sys/resumos/T0091-2.pdf>. Acesso em 21/03/2012, às 21h: 31min.

PEREIRA, M. V. **Da construção à utilização de um vídeo didático de Física Térmica.** UFRGS: Cadernos de aplicação, 2008. Disponível em <http://seer.ufrgs.br/index.php/CadernosdoAplicacao/article/viewArticle/5213.pdf>. Acessado em 21 de março de 2012 às 19h: 19min.

PEREIRA, M.V; BARROS, S.D.S; FAUTH, L.H.D.A. (2011). **Análise de vídeos produzidos por alunos do ensino médio como atividade de laboratório didático de física.** XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, Manaus.

PU-239. EUA: Warner Home Video, 2006. Direção: Scott Z. Burns

ROBILOTTA, C.C. **A tomografia por emissão de pósitrons: uma nova modalidade na medicina nuclear brasileira.** Revista Panam Salud Publica. 2006; 20(2/3): 134–42. Disponível em <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v20n2-3/10.pdf>. Acessado em 21-03-2012, às 21h: 09min.

ROSA, P. R. D. **Instrumentação para o Ensino de Ciências.** Campo Grande: Editora da UFMS, 2011.

SARTORI, Adriel Fernandes; RAMOS, Eugenio Maria de França. **Ferramentas audiovisuais como instrumento no ensino de física.** USP, 2007. Disponível em [http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/snef/\\_ferramentasaudiovisuaisc.urldotrabalho.pdf](http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/snef/_ferramentasaudiovisuaisc.urldotrabalho.pdf). Acessado em 21-03-2012 às 19h: 32min.

SILVA, D. N. G; PEREIRA. **Análise preliminar da temática radiações ionizantes em livros didáticos do nono ano do ensino fundamental.** XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus, 30 de janeiro a 04 de fevereiro de 2011.

SILVA, R.D; ARÚJO, C. P e FERREIRA, M. N. **Análise do uso de novas tecnologias no ensino de física em quatro escolas públicas do município de Campo dos Goytacazes.** XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física –SNEF, Rio de Janeiro, 16, 2005.

“THE DAY AFTER”. EUA: MGM, 2004. Direção: Nicholas Meyer

TONIATO, D. J.; FERREIRA, B. L. ; FERRACIOLI, L.. **Tecnologia no Ensino de Física: Uma Revisão do XVI Simpósio Nacional de Ensino De Física.** In: EPEF, X, 2006, Londrina: PR. Pôsteres, P008-F. Disponível em [http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/epef/\\_tecnologianoensinodefisi.trabalho.pdf](http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/epef/_tecnologianoensinodefisi.trabalho.pdf). Acesso em 21 de março de 2012 às 19h: 28min.

VYGOTSKY, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, L. S. **A formação Social da Mente.** 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998. 192 p.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. 1. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1987. 135 p.

WALL E. EUA: Wall Disney Pictures, 2008. Direção: Andrew Stanton

WERTSCH, J.V. **Vygotsky and the social formation of mind**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1985.

## Apêndices

### *Apêndice A – Atividades do Encontro 01*

#### Atividade 1

Serão expostas imagens envolvendo diversos temas. Após sua observação, marque na folha resposta, fornecida pelo professor, o quadrante equivalente à sua percepção quanto à presença de Radiação Ionizante nas imagens.

Imagem	Percebo a presença e o efeito é benéfico	Percebo a presença e o efeito é maléfico	Percebo a presença e os efeitos são tanto benéficos quanto maléficos	Percebo a presença, mas desconheço os efeitos	Não percebo a presença de radiação ionizante, embora conheça o tema.	Não percebo a presença de radiação ionizante, pois desconheço totalmente o tema.
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

#### Atividade 02

Você assistirá a um desenho animado sobre a vida e a obra de Marie Curie, uma mulher a frente do seu tempo e uma figura importantíssima nos estudos de Radiações Ionizantes. Após assisti-lo discuta com seu grupo e escreva as observações feitas sobre tópicos relacionados às referidas radiações.

### Atividade 03

Vocês receberão figuras diversas representando objetos de diferentes tamanhos e também um esquema gráfico de um espectro eletromagnético, no qual estão representadas os principais tipos de ondas eletromagnéticas e seus respectivos intervalos de frequência. Após discutir com seu grupo, ordene as figuras, explicando a forma de organização encontrada por seu grupo.

### Atividade 04

Nesta atividade você assistirá a várias cenas selecionadas de filmes conhecidos. Após assistir cada cena você terá um tempo para escrever o nome do filme, seu gênero e justificar quais são as características que você observou que auxiliaram em sua classificação.

#### Cena 01

Nome do filme

---

Gênero

---

Características observadas

---

- 
- 
- 

#### Cena 13

Nome do filme

---

Gênero

---

Características observadas

---

#### Atividade 05

Nesta atividade você deverá escrever sobre as informações, baseado em seus conhecimentos cotidianos, sobre radiações ionizantes. Recorra às situações vivenciadas por você, em sua família, comunidade ou assunto tratado nas mídias.

#### Atividade 06

Compartilhe o seu auto-inventário com seu grupo. A partir desta troca de experiência, deverá ser montado o inventário do grupo.



## ***Apêndice B – Atividades do Encontro 02***

### **Atividade 01**

Você deverá discutir com seu grupo e juntos elaborarem uma resposta única para as seguintes situações propostas:

É necessário confeccionar um uniforme para uma equipe de técnicos em radiologia de determinado laboratório. Sabe-se que o revestimento do colete protetor poderá ser produzido usando algodão cru, placas de chumbo, alumínio ou ferro. Considerando que todas as placas tenham mesma área e espessura, e sabendo-se tratar-se de radiação gama, qual seria a placa mais indicada para a confecção do uniforme? Justifique sua resposta

### **Atividade 02**

Discuta com seu grupo sobre os possíveis personagens que estarão presentes em seu filme. Descreva seus tipos físicos, vestimentas, gostos, locais em que vivem, origens, desejos, o que estão tentando conseguir ou realizar

### *Apêndice C – Atividades do Encontro 03*

#### Atividade 1

Você assistiu ao episódio sobre o acidente radioativo em Goiânia, apresentado pelo Programa Linha Direita, Rede Globo.

Após assisti-lo, discuta com seu grupo e escreva sobre suas principais observações feitas sobre os conceitos de Radiação Ionizante observados e também sobre suas percepções gerais acerca do vídeo.

#### Atividade 2

Você receberá um texto abordando o consumo de açúcar em uma família. Após a leitura do texto, discuta-o com seus amigos e construa, em um papel milimetrado, o gráfico representando no eixo horizontal a variável tempo e no eixo vertical, a variável quantidade de açúcar. Você também deverá fazer a mesma análise, porém considerando a substância sendo sal. Após construir ambos os gráficos e discuti-los com seu grupo, escreva sobre as semelhanças e diferenças observadas.

#### Atividade 3

Serão projetadas informações sobre os principais tipos de iluminação utilizados em filmes. Após, serão apresentadas três cenas extraídas de filmes. Classifique cada uma delas de acordo com o tipo de iluminação observada.

CENA	NOME DA ILUMINAÇÃO
1	<input type="checkbox"/> High Key <input type="checkbox"/> Low Key <input type="checkbox"/> Graduated Tonality
2	<input type="checkbox"/> High Key <input type="checkbox"/> Low Key <input type="checkbox"/> Graduated Tonality
3	<input type="checkbox"/> High Key <input type="checkbox"/> Low Key <input type="checkbox"/> Graduated Tonality

#### Atividade 4

Discuta com seu grupo e escreva sobre alguns efeitos luminosos que serão utilizados no filme a ser produzido, justificando-os.

***Apêndice D – Atividades do Encontro 04***

Atividade 1

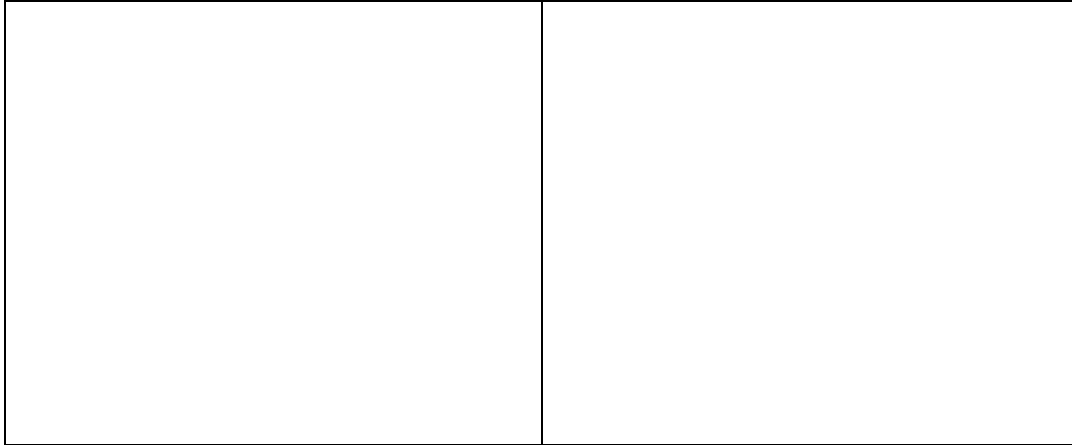
- a) O ser humano quando exposto a determinadas quantidades de radiações ionizantes, pode sofrer efeitos biológicos que podem ser classificados como imediatos ou tardios. Discuta com seu grupo e escreva quais são esses efeitos.

Efeitos Imediatos	Efeitos Tardios

Atividade 2

Após as informações projetadas sobre os efeitos biológicos, quais são as informações extras adquiridas pelo seu grupo ?

Efeitos Imediatos	Efeitos Tardios



### Atividade 3

Seu grupo está recebendo material para execução de uma maquiagem a qual deverá representar uma lesão na pele causada pela incidência de radiação ionizante. Após executá-la, discuta sobre as características observadas. Elabore e descreva a maquiagem a ser utilizada no filme a ser produzido.

## ***Apêndice E – Atividades do Encontro 05***

### **Atividade 1**

Serão projetados dois vídeos sobre a utilização de radiações ionizantes na medicina nuclear. Após assisti-los, façam uma discussão em grupo sobre as informações apresentadas e elabore um mini texto sobre as vantagens e desvantagens da tecnologia apresentada em ambos os vídeos.

### **Atividade 2**

Nesta atividade, em no máximo 20 minutos, o seu grupo deverá realizar a filmagem da seguinte cena proposta:

“Um carro encosta. Mary, a motorista, sai do carro e se aproxima de uma casa, olhando ansiosa para uma janela no andar de cima. Ela sobe uma escada e chega à porta da frente. Lá, ela descobre que não está com a chave. Perplexa, ela volta para o carro, que pensava estar aberto. Quando vê que a porta está fechada, fica frustrada, achando que trancou a chave dentro. Mas, ao olhar pela janela, vê que a ignição está vazia. Batendo nos bolsos e olhando desolada para os lados, ela enxerga a chave no meio-fio. Aliviada, ela a pega e volta para a casa”.

Após, serão projetadas informações sobre Processos de Filmagens e Angulações. Agora, o grupo terá disponível 40 minutos para reprojeter e refilmar a cena proposta. Uma vez terminada, faça uma comparação entre as duas cenas, descrevendo as principais diferenças percebidas.

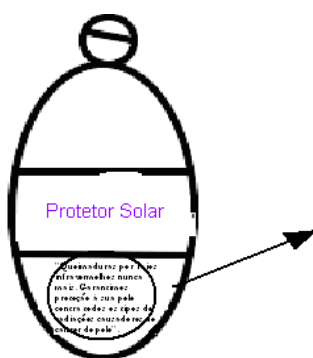
### **Atividade 3**

Elaborem, após discussão em grupo, alguns esquemas de filmagens a serem utilizados no filme a ser produzido. Justifique-os.

## Apêndice F – Atividades do Encontro 06

### Atividade 1

a) É apresentado abaixo o rótulo ampliado de um protetor solar vendido em uma farmácia. Discuta com seu grupo e elabore uma solução para a situação proposta.



“Queimaduras por raios infravermelhos nunca mais. Garantimos proteção total à sua pele contra todos os tipos de radiações causadores de câncer de pele”.

Explique com suas palavras se existe algum erro conceitual na propaganda deste protetor solar.

b) Elabore um rótulo criativo contendo informações sobre os conceitos relacionados a radiações ionizantes. Seu grupo pode elaborar mais de um rótulo.

### Atividade 2

Após assistir parte do making off do filme “Wall E” no qual são descritas formas de obtenção de sons para determinadas cenas, discuta com o seu grupo e descrevam maneiras de obtenção de efeitos sonoros a serem utilizados no filme sobre radiação.

## *Apêndice G – Atividades do Encontro 07*

### Atividade 1

Após visita técnica, descreva como foi a experiência para você e quais os tópicos observados em relação a radiações ionizantes.



## ***Apêndice H – Atividades do Encontro 08***

### **Atividade 1**

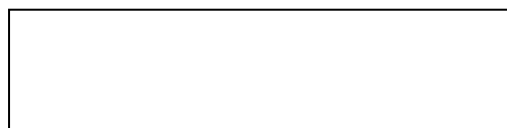
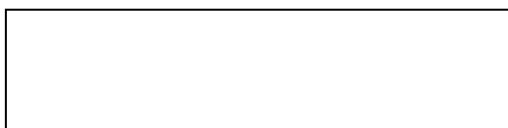
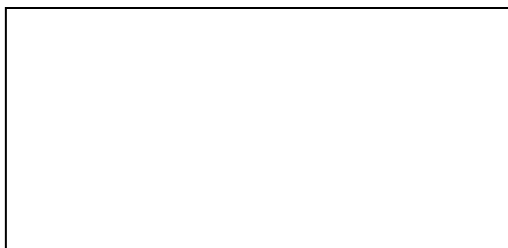
Após a apresentação dos vídeos, discuta com o grupo sobre os perigos oferecidos pelas radiações ionizantes ao meio ambiente, de forma geral e de nossa cidade. Quais são as situações que podem gerar lixo radioativo? Como seu grupo acha que ele é tratado e armazenado?

### **Atividade 2**

Seu grupo recebeu dois modelos de uma página padrão de um roteiro de filme. Façam uma leitura e escrevam sobre as características observadas por você quanto ao tipo de letra e espaçamento entre linhas.

### **Atividade 3**

Após assistir a um fragmento do *storyboard* de um episódio do desenho animado He- Man , o grupo terá todo o tempo desta aula para elaborar o *storyboard* e concluir o roteiro do filme a ser produzido.



## *Apêndice I – Atividades do Encontro 09*

### Perguntas feitas na Entrevista Individual Final

#### Princípio

- 01) O seu interesse inicial na pesquisa foi em Física, Cinematografia ou os dois? Justifique sua resposta.
- 02) Que tipo de conhecimento inicial você tinha sobre Radiação Ionizante?
- 03) Que tipo de conhecimento inicial você tinha sobre Cinematografia?
- 04) O material fornecido foi atrativo? Justifique sua resposta.

#### Meio

- 01) Nas atividades a serem solucionadas e elaboradas em grupo, ocorreu a presença de um líder? Justifique.
- 02) Atividades realizadas em grupo o ajudaram a aprender mais que sozinho?
- 03) Como você avalia a aquisição de um novo “vocabulário específico” de Cinematografia? Se sim, cite algumas palavras novas adquiridas por você.
- 04) Como você avalia a aquisição de um novo “vocabulário específico” de Radiação Ionizante? Se sim, cite algumas palavras novas adquiridas por você.
- 05) Você utilizou os materiais fornecidos sobre conteúdos de Cinematografia e Radiações Ionizantes?
- 06) Você teve contato com o Glossário fornecido no final dos materiais?

#### Final

- 01) A construção de vídeos, facilita seu aprendizado de Física? Justifique sua resposta.
- 02) Como você avalia o conhecimento adquirido em Radiação Ionizante?
- 03) Como você avalia o conhecimento adquirido em Cinematografia?
- 04) Qual ou quais atividades do projeto você mais gostou? Justifique.
- 05) Qual ou quais atividades do projeto você não gostou? Justifique.
- 06) O tempo utilizado na execução foi suficiente para seu aprendizado?
- 07) Como você avalia o seu conhecimento final sobre Radiação Ionizante, se comparado àquele que você possuía antes do projeto?
- 08) Como você avalia o seu conhecimento final sobre Cinematografia, se comparado àquele que você possuía antes do projeto?
- 09) Você aprendeu mais com esta forma mais “livre e independente” de ensino ou você prefere a maneira tradicional de ensino?

*Apêndice J – Roteiro produzido pelo grupo G<sub>1</sub>*

“JORNAL RADIAÇÃO”

#1 APRESENTAÇÃO – CENA EXTERNA – DIA

Todos percorrem o cenário...

#2 INTRODUÇÃO – CENA EXTERNA – NOITE

Ancora Roberval explica do que se trata e por quais motivos foi criado o jornal.

ROBERVAL

Desde o acidente nuclear de Fukushima, a curiosidade das pessoas aumentou sobre a radiação. Este fenômeno que já abalou o mundo com o acidente de Chernobyl em 1986, e o acidente de Goiânia em 1987, merece destaque na mídia. Traremos imagens, informações e notícias sobre o assunto. Está começando agora o Jornal Radiação.

#3 JORNAL (PRIMEIRO BLOCO) – CENA INTERNA

ROBERVAL

Boa noite.

JUAREZ

Boa noite. Um menino sapeca entrou ontem num depósito de lixo radioativo, em uma cidade localizada ao norte do Acre.

ROBERVAL

Testemunhas alegam que ele queria adquirir poderes especiais, tornando-se um super-herói.

JUAREZ

Mas as únicas coisas que conseguiu foram três tumores e um braço amputado. Veja a reportagem.

#### #4 Reportagem - NOITE

##### ZELDA AVENTUREIRA

O menino entrou por esta porta ontem à tarde, por volta das 18h. Os pais sentiram falta do garoto e chamaram a polícia. O garoto foi encontrado inconsciente dentro de um depósito de lixo radioativo.

#### #5 CÂMERA DE SEGURANÇA – CENA EXTERNA - NOITE

##### NARRADOR

Repare que o moço está sentado em seu trabalho, na sua cadeira de trabalho. Da uma levantadinha, e entra no depósito de lixo radioativo. Alguns minutos mais tarde, ele parece estar incomodado com seu trabalho muito difícil. Vai sair para dar um volta, afinal é muito cansativo. As crianças chegam ao local, e o segurança não está vigiando.

As crianças conversam...

AMIGO

O que você quer, velho?

MENINO COTOCO

Eu quero virar um super-herói

AMIGO

Como você vai fazer isso?

MENINO COTOCO

Vou entrar ali.

AMIGO

Faz isso não...

Volta o narrador...

NARRADOR

O menino resolve entrar no depósito. Seu amigo cai no chão. Observe o grito de desespero da criança.

#6 ENTREVISTA (AMIGO) – NOITE

ZELDA AVENTUREIRA

Por que o seu amigo entrou no depósito?

AMIGO

Porque ele queria virar um super herói.

#7 ENTREVISTA (FÍSICO POLONÊS) – CENA INTERNA

ABIDIBIDI HUFKASTOVKI ABADABA

Meu nome é Abidibidi Hufkastovki Abadaba, sou um físico nuclear da Polônia.

Esse muleque sapeca entrou no depósito de lixo radioativo e sofreu as consequências. A radiação penetrou sua pele, causando intensas queimaduras e necroses.

Como podem ver, ele está muito fraco. E perdeu um braço. Está cotoco. Isolamos suas roupas nesse container. Hmm, dilixa! Esta camiseta está contaminada com radiação. Eu não deveria estar tocando nela, mas sou destemido.

NÃO TOQUE NISSO!

\*Linguagem não identificada\*.

Vou guardá-la de novo.

Prepare esta pizza para mim.

Voltando ao muleque, ele está meio retardado. Além de careca...

Volta pra cá. VOLTA PRA CÁ! Ele perdeu um braço, tem um tumor aqui, um aqui... E um belo tumor aqui! Se não estéril, seus filhos podem nascer deficientes. Provavelmente irá morrer antes.

Então... NÃO ENTREM EM DEPÓSITOS DE LIXO RADIOATIVO!

#8 FIM DO PRIMEIRO BLOCO – CENA INTERNA

JUAREZ

O Jornal Radiação vai agora para um pequeno intervalo comercial.

#9 COMERCIAL – CENA EXTERNA - DIA

Personagem toma sol sem protetor solar. Fica negro, se transforma em um saci e posteriormente em um pedaço de carvão.

#10 JORNAL (SEGUNDO BLOCO) – CENA INTERNA

ROBERVAL

Um atentado terrorista está acontecendo neste momento na Faixa de Gaza. Estamos ao vivo com a repórter Zelda Aventureira.

ZELDA AVENTUREIRA

Roberval, está me ouvindo?

ROBERVAL

Sim, estou na escuta.

#11 DESESPERO NAS RUAS – CENA EXTERNA

ZELDA AVENTUREIRA

O grupo terrorista do Comando Vermelho acaba de detonar uma bomba nuclear suja. As vítimas estão desesperadas, correndo por toda parte. Nunca vi algo parecido. Acompanhe o fiel a rezar. Ele conseguiu escapar. Estamos sendo orientados a descer para um abrigo por proteção à precipitação radioativa.

#12 DEVOLTA AO ESTÚDIO... – CENA INTERNA

ROBERVAL

A precipitação radioativa causa danos à vida.

JUAREZ

Entre os sintomas estão: queda de cabelo, queimaduras na pele, vômitos, câncer, morte, e o pior... CAGANEIRA!

ROBERVAL

Caganeira, Juarez?

JUAREZ

Sim Roberval! Uma bela caganeira!

ROBERVAL

Voltamos agora com Zelda Aventureira. Estamos ao vivo com Zelda Aventureira.  
Está na escuta, Zelda Aventureira? Zelda Aventureira?

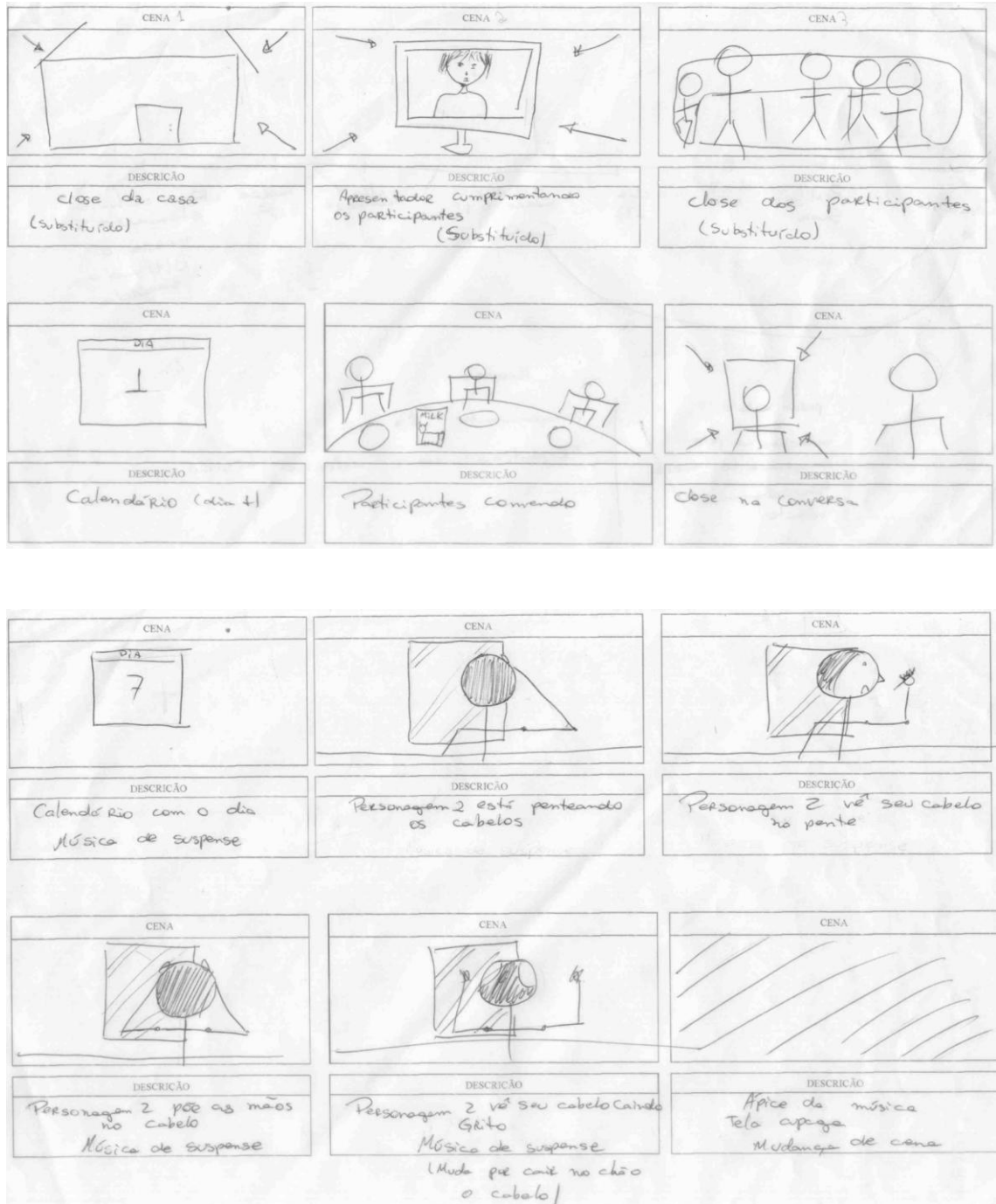
JUAREZ

ME DÁ IBAGENS!

#13 FIM – CENA INTERNA

Terrorista do Comando Vermelho dança ao som de funk no abrigo de proteção nuclear. Zelda Aventureira está morta no chão. Outros são mortos pelo terrorista. Créditos.

**Apêndice K – Storyboard produzido pelo grupo G<sub>2</sub>**







CENA	CENA	CENA
DESCRÇÃO	DESCRÇÃO	DESCRÇÃO
Papelote, câmera segue a seta	Personagem está agachado no banheiro e a porta aberta	Câmera segue a seta
CENA	CENA	CENA
DESCRÇÃO	DESCRÇÃO	DESCRÇÃO
Som de vômito	Corta a cena	Calendário dia 24