



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

**Desenvolvimento e avaliação de hipermídia sobre o tema
radioatividade visando à aprendizagem significativa crítica**

Marcio Watanabe

Campo Grande – MS

2010



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

Desenvolvimento e avaliação de hipermídia sobre o tema radioatividade visando à aprendizagem significativa crítica

Marcio Watanabe

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 da Prof^a. Dr^a. Maria Celina Piazza Recena.

Campo Grande – MS

2010

II

Marcio Watanabe

Formado em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul no ano de 2006. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências pela mesma instituição no ano de 2007, na área de pesquisa Ensino de Química, sob orientação da professora Dra. Maria Celina Pizza Recena. Exerce atualmente o cargo de professor do Colégio Militar de Campo Grande.

Contato: *watanabequim@gmail.com*

“Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos”.

David Ausubel

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e saúde concedida;

À professora Dra. Maria Celina Piazza Recena, pela orientação e incentivos durante a graduação e pós-graduação;

A banca examinadora pela participação e contribuição com o nosso trabalho;

Aos meus pais Alberto Fumio Watanabe e Kazuko Watanabe, pela educação e orientações prestadas;

A minha namorada Danielle por demonstrar nos momentos mais difíceis amor, carinho e companheirismo;

Ao meu irmão Enio Watanabe pelos incentivos durante o período de graduação;

Ao meu amigo Pedro Franzotti Aldá, pelo auxílio com seus dons artísticos na confecção gráfica das animações em FLASH;

Aos colegas de mestrado em Ensino de Ciências da turma 2008, pelos momentos de divertimento e principalmente motivação;

Aos ex-comandantes do Colégio Militar de Campo Grande Cel Hudson e Cel Pantoja, pelo incentivo a qualificação profissional;

Ao chefe da Divisão de Ensino do Colégio Militar de Campo Grande Ten Cel Rojas, por conceder a liberação para pós-graduação, além da autorização para aplicação da pesquisa de mestrado;

Aos meus caros alunos do terceiro ano/2008 e segundo ano/2009, pela motivação e participação na pesquisa;

À Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul, na figura do professor Ricardo, por viabilizar a aplicação da pesquisa junto aos professores de química da rede estadual.

RESUMO

Esta dissertação apresenta uma metodologia de ensino diferenciada, que visa ao aprendizado significativo crítico do assunto *radioatividade* a partir do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação. Para tanto, descreveremos as etapas de elaboração, implementação e avaliação de um material didático, potencialmente significativo, com base na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. O material didático digital foi utilizado por 141 estudantes da segunda série do ensino médio do Colégio Militar de Campo Grande – MS. Em um primeiro momento, foram entrevistados 42 professores de química da rede pública de ensino do Estado de Mato Grosso do Sul, a fim de se verificarem as práticas metodológicas utilizadas para tratar o assunto radioatividade, essa etapa da pesquisa, apontou resultados que colaboraram para formulação da proposta de trabalho com a hipermídia – “Radioatividade”. Já para as concepções e os conhecimentos que os alunos apresentam acerca do assunto radioatividade, foi aplicado um questionário de pesquisa pré-teste. O material didático produzido apresenta uma sequência didática diferenciada se comparada aos livros didáticos, uma vez que se baseia na navegação de hipertexto com diversos recursos digitais, tais como animações e simulações, o que resultou em uma ferramenta didática digital para o ensino de radioatividade. Logo após a aplicação da hipermídia, os alunos foram submetidos ao pós-teste, no qual os resultados obtidos foram analisados de forma qualitativa. Mediante análise dos resultados podemos concluir que a hipermídia – “Radioatividade” proporcionou: motivação para o estudo, elevado interesse nas informações contextualizadas, entusiasmo para o estudo da história da radioatividade, facilitou a compreensão dos fenômenos radioativos em nível microscópico se comparado aos livros didáticos, permitiu evolução das concepções sob a ótica positiva (benéfica) e negativa (maléfica) da radioatividade, além das evidências de aprendizado significativo crítico do assunto. Dessa forma, acreditamos que o material didático tenha correspondido com as nossas expectativas. Mesmo porque consideramos que a hipermídia possa ser uma ferramenta didática digital viável para professores que queiram trabalhar o assunto radioatividade de forma dinâmica e contextualizada.

Palavras-chave: radioatividade, hipermídia, aprendizado significativo crítico.

ABSTRACT

This work presents a distinct teaching methodology that aims to a critic and meaningful learning process about radioactivity based on the use of Information and Communicative Technologies. Therefore, it will be described the stages of elaboration, implementation, and evaluation of a didactic material, potentially significant, based on the meaningful learning theory of David Ausubel. The digital didactic material was used by 141 students (15 to 17 years) of Secondary School (12th grade) at the Military School of Campo Grande – Mato Grosso do Sul State, Brazil. Initially, 42 Chemistry teachers from Public Schools of Mato Grosso do Sul State were interviewed in order to check their methodological practice while teaching about radioactivity. This stage of the research pointed out results, which cooperate with the formulation of the project with hypermedia – “Radioactivity.” To search out the students’ conceptions and previous knowledge about the topic radioactivity it was applied a pre-test questionnaire. This didactic material presents a distinct didactic sequence when compared to textbooks, once it is based on hypertext navigation with many digital resources such as animations and simulations – an important digital tool for radioactivity learning process. Following the hypermedia use, the students were submitted to a posttest which results were analyzed in a qualitative way. Based on the results analysis we may conclude that the hypermedia – “Radioactivity” provided more motivation to study, elevated interest on contextualized information, enthusiasm to study the history of radioactivity. It also helped on the comprehension of the phenomenon of radioactivity in a microscopically level (when compared to textbooks), it made possible the evolution of conceptions under a positive (benefic) and negative (malefic) of radioactivity, and the evidences of a meaningful and critical learning process about the issue. Thus, we believe the hypermedia attained our initial goals seeing that it is a practicable digital didactic tool for teachers who want to teach the subject in a dynamic and contextualized way.

Key words: radioactivity, hypermedia, meaningful learning process.

Lista de abreviaturas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
CINTED – Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias
CMCG – Colégio Militar de Campo Grande
CMRJ – Colégio Militar do Rio de Janeiro
CTSA – Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente
DQI – Departamento de Química
ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio
FMC – Física Moderna Contemporânea
MB – Megabytes
MEC – Ministério da Educação
NBR – Normas Brasileiras Reguladoras
OA – Objeto de Aprendizagem
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PPEC – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
QNEsc – Química Nova na Escola
RAM – Random Access Memory
RENTE – Revista Novas Tecnologias na Educação
RIVED – Rede Interativa Virtual de Educação
SCMB – Sistema Colégio Militar do Brasil
SEED – Secretaria de Estado de Educação
TIC – Tecnologia de Informação e Comunicação
UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana
UFB – Universidade Federal da Bahia
UFMS – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso
UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
USP – Universidade de São Paulo
WWW – *World Wide Web*

Lista de sites

www.mec.gov.br

www.rived.mec.gov.br

www.cmcg.ensino.eb.br

www.cmrj.ensino.eb.br

www.dqi.ufms.br

www.editoramoderna.com.br

<http://cmap.ihmc.us>

<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>

Lista de tabelas

Tabela 1 - Jornada de trabalho dos professores	60
Tabela 2 - Experiência dos docentes em sala de aula.....	61
Tabela 3 - Porcentagem de docentes que trabalham ou não o assunto radioatividade	62
Tabela 4 - Percentual dos professores que aprenderam ou não o assunto radioatividade na graduação.....	63
Tabela 5 - Opinião dos docentes acerca das concepções dos alunos sobre a radioatividade ..	64
Tabela 6 - Metodologia empregada para trabalhar o assunto radioatividade	65
Tabela 7 - Percentual dos docentes que tratam ou não a história da radioatividade nas aulas	66
Tabela 8 - Porcentagem das concepções dos alunos acerca do assunto radioatividade (pré-teste)	68
Tabela 9 - Resultados referentes ao modelo atômico de Rutherford e assuntos relacionados à radioatividade	76
Tabela 10 - Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação pelos discentes.....	77
Tabela 11 - Porcentagem de respostas dos alunos às assertivas 1 e 4	80
Tabela 12 - Porcentagem de respostas dos alunos às assertivas 2 e 7	81
Tabela 13 - Porcentagem de respostas dos alunos às assertivas 3 e 8	82
Tabela 14 - Porcentagem de respostas dos alunos às assertivas 5 e 10	83
Tabela 15 - Porcentagem de respostas dos alunos às assertivas 6 e 13	85
Tabela 16 - Porcentagem de respostas dos alunos às assertivas 9 e 15	86
Tabela 17 - Porcentagem de respostas dos alunos às assertivas 12 e 16	87
Tabela 18 - Porcentagem de respostas dos alunos às assertivas 11 e 14	88
Tabela 19 - Porcentagem das concepções dos alunos acerca do assunto radioatividade (pré-teste e pós-teste)	91

Lista de figuras

Figura 1 - Mapa conceitual sobre aprendizagem receptiva e aprendizagem por descoberta ..	22
Figura 2 - Mapa conceitual das aprendizagens receptiva e por descoberta.....	23
Figura 3 - Esquema da teoria da assimilação	26
Figura 4 – Esquema do processo educativo	29
Figura 5 - Mapa Conceitual da teoria de David Ausubel	30
Figura 6 - Interface da tela inicial da hipermídia	47
Figura 7 - Interface da página introdutória do assunto radioatividade.....	48
Figura 8 - Interface da página principal da hipermídia – “Radioatividade”.....	48
Figura 9 - Ilustra a página contendo a animação do fenômeno de liberação da partícula beta	49
Figura 10 - Ilustra a página contendo a animação da teoria proposta por Rutherford para justificar a divisão atômica.....	50
Figura 11 - Ilustra a interface do tópico radiação.....	51
Figura 12 - Ilustra a interface do <i>link</i> para saber mais, indicando outros <i>links</i> sobre as aplicações da radioatividade em diversos segmentos.....	52
Figura 13 - Ilustra a interface do <i>link</i> história da radioatividade.....	52
Figura 14 - Ilustra a interface contendo uma simulação do poder de penetração das emissões radioativas.....	53
Figura 15 - Ilustra a interface de acesso para três simulações do RIVED	54
Figura 16 - Fachada do Colégio Militar de Campo Grande	57
Figura 17 - Laboratório de informática do Colégio Militar de Campo Grande	57
Figura 18 – Utilização da hipermídia – “Radioatividade” pelos alunos	58
Figura 19 - Carga horária semanal em sala de aula dos professores	60
Figura 20 - Experiência profissional dos docentes.....	62
Figura 21 - Professores que trabalham ou não o assunto radioatividade em sala de aula	62
Figura 22 - Professores que aprenderam ou não o assunto radioatividade na graduação	63
Figura 23 - Opinião dos professores acerca da concepção dos alunos sobre a radioatividade	65
Figura 24 - Metodologias utilizadas para tratar do assunto radioatividade.....	66
Figura 25 – Professores que trabalham ou não a história da radioatividade nas aulas.....	66
Figura 26 - Impressão inicial dos alunos frente à radioatividade.....	68
Figura 27 - Aplicação do conceito de radiação eletromagnética no contexto do aluno	73
Figura 28 - Processos radioativos no contexto do aluno	75

Figura 29 - Gráfico demonstrativo do resultado das assertivas 1 e 4.....	80
Figura 30 - Gráfico demonstrativo do resultado das assertivas 2 e 7.....	81
Figura 31 - Gráfico demonstrativo do resultado das assertivas 3 e 8.....	82
Figura 32 - Gráfico demonstrativo do resultado das assertivas 5 e 10.....	84
Figura 33 - Gráfico demonstrativo do resultado das assertivas 6 e 13.....	85
Figura 34 - Gráfico demonstrativo do resultado das assertivas 9 e 15.....	86
Figura 35 - Gráfico demonstrativo do resultado das assertivas 12 e 16.....	87
Figura 36 - Gráfico demonstrativo do resultado das assertivas 11 e 14.....	89
Figura 37 - Impressão dos alunos frente à radioatividade antes e depois da hipermídia – “Radioatividade”	91
Figura 38 - Mapa conceitual sobre radioatividade de autoria do pesquisador	94
Figura 39 - Mapa conceitual sobre radioatividade de autoria de Tito e Canto.....	95
Figura 40 - Mapa conceitual sobre radioatividade proposto por um aluno	98
Figura 41 - Mapa conceitual sobre radioatividade proposto por um aluno	99
Figura 42 - Mapa conceitual sobre radioatividade proposto por um aluno	100
Figura 43 - Mapa conceitual sobre radioatividade proposto por um aluno	101
Figura 44 - Mapa conceitual sobre radioatividade proposto por um aluno	102
Figura 45 - Mapa conceitual sobre radioatividade proposto por um aluno	103
Figura 46 - Mapa conceitual sobre radioatividade proposto por um aluno	104
Figura 47 - Mapa conceitual sobre radioatividade proposto por um aluno	105
Figura 48 - Mapa conceitual sobre radioatividade proposto por um aluno	106

SUMÁRIO

RESUMO	VI
ABSTRACT.....	VII
Lista de abreviaturas.....	VIII
Lista de sites.....	IX
Lista de tabelas.....	X
Lista de figuras.....	XI
Capítulo 1. INTRODUÇÃO	15
Capítulo 2. OBJETIVOS	19
Capítulo 3. REFERENCIAL TEÓRICO	20
3.1. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.....	20
3.1.1. Introdução.....	20
3.1.2. Tipos de aprendizagem.....	20
3.1.3. O significado e a aprendizagem significativa.....	24
3.1.4. Teoria da assimilação	25
3.1.5. A diferenciação progressiva e a reconciliação integradora	26
3.1.6. Evidências da aprendizagem significativa.....	27
3.1.7. Estrutura cognitiva e transferência	27
3.1.8. Uso de organizadores antecipatórios ou prévios	28
3.1.9. Papel da Teoria da Aprendizagem no Currículo e no Ensino.....	29
3.2. Mapas conceituais.....	31
3.2.1. Introdução.....	31
3.2.2. O que são mapas conceituais	31
3.3. Aprendizagem Significativa Crítica	32
3.3.1. Introdução.....	32
3.3.2. Aprendizagem Significativa Crítica	33
Capítulo 4. REVISÃO DA LITERATURA.....	38
4.1. Pesquisas sobre o ensino do assunto radioatividade.....	38
4.2. Utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação na elaboração de materiais didáticos.....	40

Capítulo 5. METODOLOGIA	43
5.1. Detalhamento da pesquisa	43
5.1.1. Fundamentação metodológica	43
5.2. Levantamento das condições do ensino de radioatividade em escolas públicas do estado de MS	44
5.2.1. Instrumento de coleta de dados 1 - Professores.....	44
5.3. Desenvolvimento da hipermídia – “Radioatividade”	45
5.3.1. Interface da hipermídia – “Radioatividade”	47
5.4. Contexto da aplicação da hipermídia – “Radioatividade”	54
5.4.1. Contexto Escolar	54
5.4.2. Primeira etapa – Pré-teste	58
5.4.3. Segunda etapa - Aplicação da hipermídia parte I.....	59
5.4.4. Terceira etapa – Aplicação da hipermídia parte II	59
5.4.5. Quarta etapa – Pós-teste	59
Capítulo 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	60
6.1. Pesquisa junto aos professores da rede pública de ensino.....	60
6.2. Questionário pré-teste.....	67
6.2.1. Etapa I.....	67
6.2.2. Etapa II	72
6.3. Questionário pós-teste	78
6.3.1. Etapa I.....	78
6.3.2. Etapa II	89
6.3.3. Etapa III	93
Capítulo 7. CONSIDERAÇÕES	109
REFERÊNCIAS	112
ANEXO A – Carta de aprovação do projeto	116
ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	117
APÊNDICE A – O questionário respondido pelos professores	118
APÊNDICE B – O questionário respondido pelos alunos (pré-teste etapas I e II)	121
APÊNDICE C – O questionário respondido pelos alunos (pós-teste etapas I, II e III)	124
APÊNDICE D – Solicitação para aplicação do questionário (professores).....	129

1. INTRODUÇÃO

No intuito de buscar novas metodologias de ensino que priorizem a aprendizagem significativa crítica, este trabalho de dissertação propõe o desenvolvimento e a avaliação de um material didático sobre o tema radioatividade¹.

Durante minha atuação profissional no ensino de química, percebi que os alunos encontram sérias dificuldades de aprendizado no tocante ao entendimento pleno de diversos assuntos da química. Ao desenvolver uma análise crítica das possíveis causas dessa defasagem de aprendizado, podemos destacar alguns motivos pedagógicos e metodológicos, tais como: a carga horária reduzida da disciplina de Química, levando os professores a enfatizarem apenas os conteúdos ditos importantes, conseqüentemente, outros são trabalhados de forma superficial; o nível de abstração exigido dos alunos, visto que, na maioria das vezes, apresentam uma estrutura cognitiva “pobre” de conceitos; e também, a ausência de subsunçores.

Um das possíveis soluções, para viabilizar maior tempo de aula, corresponde ao uso da internet², por intermédio das diversas mídias existentes, como por exemplo, vídeos, animações, simulações, hipertextos, leituras orientadas, tornando-se um meio potencialmente significativo. Nesse sentido, o período de aula usual estaria sendo ampliado, provocando o aumento da carga horária de estudo da disciplina de Química.

Visando à utilização de novos recursos para melhoria da metodologia do ensino de química, utilizamos as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para ampliar a interação da tríade aluno-conhecimento-professor, por meio do uso de hipermídias.

A Química, por ser uma ciência que requer do aprendiz abstração, argumentação microscópica, para justificar fenômenos de ordem macroscópica, torna-se uma disciplina de elevado grau de exigência cognitiva, encarada por muitos alunos como difícil. Observamos que no Ensino Médio essa particularidade dificulta a associação com o mundo real e, por conseguinte, o interesse pelo aprendizado da disciplina. Portanto, o ensino de química exige uma abordagem microscópica para plena interpretação de conceitos e fenômenos, tornando-a “chata” para muitos alunos, devido à dificuldade no aprendizado. Como descrito por Soares (2003), são bem-vindos exemplos e experiências simples, que estabeleçam uma relação entre

¹ Assunto previsto no referencial teórico do Estado de Mato Grosso do Sul.

² Rede de computadores que permite a comunicação a nível mundial.

os níveis microscópicos e macroscópicos e, sempre que possível relacionado com o cotidiano dos alunos.

Entre os conteúdos não considerados prioritários, pelos professores, encontramos o assunto radioatividade. Entretanto, esse tema é de significativa importância no cotidiano, pois está inserido na discussão da matriz energética do país, esterilização de alimentos e outros. Para a compreensão do assunto há a necessidade de o aluno abstrair os níveis de representação que envolvem alguns conceitos, como, por exemplo, a instabilidade de um núcleo de um elemento radioativo que emite partícula beta, por conseguinte sabe-se que a partícula beta quando bem utilizada é extremamente útil no tratamento do câncer, o chamado tratamento radioterápico. Nesse sentido, podemos trabalhar de forma a explorar o nível microscópico de extrema importância para o entendimento da ciência, bem como dar significado prático a alguns conceitos.

O tema radioatividade foi escolhido em função das inúmeras aplicações, como por exemplo, na produção de energia, na indústria, no tratamento de câncer, entre outras utilidades. No entanto, é pouco explorado e na maioria das vezes, os livros de Ensino Médio de Química tratam o assunto de forma parcial, destacando apenas acontecimentos históricos que trouxeram prejuízos à sociedade, tais como, o acidente com o Césio 137 em Goiânia-GO, o fim da Segunda Guerra Mundial marcado pelas bombas atômicas lançadas nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, no Japão.

A hipermissão elaborada foi desenvolvida para ser trabalhada com alunos da segunda série do Ensino Médio. O assunto radioatividade foi escolhido, por se tratar de um tema em que o grau de dificuldade de entendimento é maior se comparado a outros conteúdos da série. Além do mais, o assunto é polêmico, pois grande parte dos alunos, inicialmente, encara o assunto Radioatividade como algo maléfico (negativo). Constatação resultante da minha atuação profissional no ensino de química e das discussões com demais professores da área.

Diante de tais dificuldades foi desenvolvido um trabalho que visa ao desenvolvimento cognitivo do aluno, exigindo do mesmo, participação, autonomia na execução de problemas, de forma a proporcionar uma situação que maximize a possibilidade da aprendizagem significativa, inclusive, crítica, utilizando os recursos das Tecnologias de Informação e Comunicação, com a intenção de proporcionar uma aula mais dinâmica que motive o aluno a aprender.

A hipermissão pode ser utilizada no ambiente escolar, bem como na residência do aluno, permitindo que o mesmo tenha contato com o material potencialmente significativo, mostrando ao aluno que ele pode aprender além das aulas presenciais.

Com a execução deste trabalho, respostas foram dadas para questões atuais de ensino de química, como por exemplo, as que seguem:

1. Atendendo ao cumprimento do currículo escolar proposto pela direção das escolas, o professor se vê obrigado, conforme linguagem coloquial utilizada pelos mesmos, a “despejar” conteúdos em pouco tempo, como maiores prejudicados deste processo, os alunos são “bombardeados” de informações que devem ser processadas rapidamente para o sucesso escolar. No entanto, raramente são discutidas as questões atuais da disciplina de Química, que fazem parte do cotidiano dos aprendizes, prática a qual deve ser constantemente executada a fim de estimular a curiosidade dos alunos.
2. A inserção de aplicações do assunto radioatividade no contexto da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) permite que o aluno deixe de considerar a química como Ciência “acabada” e sim como Ciência em plena evolução.
3. No ensino da disciplina de Química a experimentação deve estar presente constantemente, visto que o estudo da química é resultado das observações práticas. Porém, o assunto radioatividade, carece de experimentos práticos, visto que a manipulação de elementos radioativos pode oferecer riscos aos alunos e professores. Vale ressaltar novamente que o assunto necessita, exclusivamente, da abstração do aluno, pois requer o entendimento em nível microscópica do tema. Portanto, simulações e animações contidas na hipermídia, foram exploradas no sentido de complementar o tradicional uso de experimentos práticos.

As Tecnologias de Informação e Comunicação, que servem de suporte para o material didático, estão presentes, como uma indicação para sala de aula, nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio + (PCNEM+)³. Portanto, a hipermídia permite que o aluno tenha contato com a Informática e os diversos recursos da *World Wide Web* (www) voltado para o aprendizado de um tópico específico de Química.

O assunto radioatividade contido na hipermídia proposta contempla alguns quesitos exigidos no novo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)⁴, são eles:

Transformações Químicas e Energia - transformações nucleares, conceitos fundamentais da radioatividade, reações de fissão e fusão nuclear, desintegração radioativa e radioisótopos;

Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente - química no cotidiano, química na agricultura e na saúde, química nos alimentos, química e ambiente, aspectos científico-tecnológicos, contaminação e proteção do ambiente;

Energias Químicas no Cotidiano - energia nuclear, lixo atômico e vantagens e desvantagens do uso de energia nuclear (BRASIL/ENEM, 2009).

³ Disponível em www.mec.gov.br/pcnem

⁴ Disponível em www.mec.gov.br/enem

Os quesitos levantados anteriormente são de suma importância para o sucesso do aluno no vestibular, visto que a maioria das universidades públicas do Brasil pretende utilizar o resultado do novo ENEM para obtenção da nota final. Para tanto, o material didático produzido trabalha estes quesitos de forma específica, inclusive, contextualizada.

Além de contemplar os quesitos previstos no novo ENEM, este material didático também procura atender as competências e habilidades dos PCNEM+. De forma mais específica, a atividade junto aos alunos utilizando a hipermídia procurou desenvolver os seguintes domínios:

Representação e comunicação, pois envolve a leitura e a interpretação de códigos, nomenclaturas e textos próprios da química;

Investigação e compreensão, pois permite o uso de idéias, conceitos, leis, modelos e procedimentos científicos associados à química;

Contextualização sócio-cultural, pois promove a inserção do conhecimento disciplinar nos diferentes setores da sociedade, suas relações com aspectos políticos, econômicos, sociais, tecnológicos e culturais (BRASIL/MEC, 2002).

A elaboração deste trabalho segue as Normas Técnicas para Trabalhos Científicos, estabelecidas pelo próprio Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências.

O presente estudo apresenta as seguintes questões de pesquisa específicas:

1. A interação dos alunos com a hipermídia – “Radioatividade” conduz ao aprendizado significativo crítico do assunto radioatividade?
2. Após a interação com a hipermídia – “Radioatividade”, os alunos passam a apresentar concepções benéficas (positivas) frente à radioatividade?
3. A visualização de animações gráficas dinâmicas contidas na hipermídia permite que os alunos compreendam os fenômenos radioativos em nível microscópico?
4. A hipermídia – “Radioatividade” permite maior afinidade com o estudo do assunto radioatividade, se comparado aos livros didáticos tradicionais?
5. A hipermídia – “Radioatividade” pode servir de material didático para estudos particulares, ou seja, fora do ambiente escolar?

No sentido de apontar respostas plausíveis para estas questões, ao longo desta dissertação teremos o relato detalhado da pesquisa desenvolvida norteada pela seguinte questão problema: *“Quais as contribuições que o material didático digital sobre o assunto radioatividade fundamentado nos pressupostos de David Ausubel, na forma de hipermídia, contendo animações gráficas, simulações e exemplos contextualizados, poderá promover aos alunos do segundo ano do Ensino Médio do Colégio Militar de Campo Grande-MS?”*

2. OBJETIVOS

Elaborar, implementar e avaliar um material didático digital, potencialmente significativo, para aprendizagem do assunto radioatividade;

Disponibilizar⁵ um material didático digital sobre radioatividade como ferramenta didática para profissionais da educação;

Identificar as concepções dos alunos do segundo ano do Ensino Médio do Colégio Militar de Campo Grande, sobre o assunto radioatividade e radiação e suas aplicações;

Investigar a opinião dos professores de Química da rede pública de ensino do Estado de Mato Grosso do Sul em relação às práticas metodológicas para trabalhar o assunto radioatividade e também definir o perfil profissional dos mesmos;

Proporcionar aos alunos, a partir do uso da hipermídia, a formação de argumentos sobre os malefícios e benefícios da radioatividade;

Propor uma metodologia de aplicação do material didático elaborado, a fim de proporcionar a aprendizagem significativa crítica.

⁵ O Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências é profissional, portanto ao término da pesquisa deve-se apresentar um material didático.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel

3.1.1. Introdução

Nosso trabalho tem como principal referencial teórico os estudos propostos por Ausubel (1980), em sua teoria encontramos amparo teórico para justificar diversos procedimentos adotados nesta pesquisa, tais como elaboração sequencial do material didático digital e principalmente a avaliação da aprendizagem dos alunos.

No meio escolar os termos “ensino e aprendizagem” são incorporados no discurso de diversos profissionais da educação, embora muitos desconheçam o real significado. Entretanto, na teoria de Ausubel (1980) observamos que os dois termos *ensino* e *aprendizagem* não são extensivos, ou seja, o ensino é uma das condições que podem influenciar a aprendizagem. Logo, os alunos podem aprender algo mesmo sem serem ensinados. Por outro lado, mesmo se o ensino for eficaz, não implica necessariamente aprendizagem, fato que pode ser justificado por diversos fatores, entre eles, desatenção, desmotivação ou despreparo cognitivo. Mesmo que uma teoria de aprendizagem não nos oriente como ensinar no sentido prático, ela pode indicar pontos de partida para a descoberta de fatores decisivos na situação aprendizagem-ensino que podem ser manipulados com maior eficiência.

Ausubel (1980) cita um exemplo para deixar claro que devemos pesquisar métodos de ensino que estejam diretamente relacionados à aprendizagem, ou seja, investigar de que maneira o método X influencia variáveis psicológicas relevantes e estados cognitivos no curso da facilitação da aprendizagem.

Portanto, Ausubel (1980) *aponta em sua teoria que os fatores que influenciam a aprendizagem em sala de aula estão associados a fatores cognitivos e afetivos sociais relacionados aos métodos e teorias de ensino empregado pelos professores.*

3.1.2. Tipos de aprendizagem

Ausubel (1980) indica alguns tipos principais de aprendizagem que ocorrem em sala de aula. Verificamos a distinção entre aprendizagens por recepção e descoberta e aprendizagens automática (por memorização) e significativa.

Anteriormente considerava-se que a aprendizagem em sala de aula ocorria somente em duas dimensões independentes: a dimensão automática – significativa e a dimensão receptiva – descoberta. Alvo de muitas confusões, pois somente era considerada a aprendizagem receptiva (baseada no ensino expositivo) como automática e toda a aprendizagem por descoberta como significativa. Ambas as formas de aprendizado são significativas desde que às novas informações aprendidas significativamente sejam relacionadas à estrutura de conhecimento existente no estudante.

Segundo Ausubel (1980), para melhor entendimento das formas de aprendizagem citadas, temos a aprendizagem receptiva (automática ou significativa), na qual todo o conteúdo a ser aprendido é apresentado ao aluno; e do mesmo se exige apenas que internalize ou incorpore o material, não envolvendo qualquer descoberta por parte do aluno. No caso da aprendizagem receptiva significativa, o conteúdo ou matéria potencialmente significativo é compreendido ou torna-se significativo ao longo do processo de internalização. Já o caso da aprendizagem receptiva automática, o conteúdo ou matéria, não são potencialmente significativos e nem se tornam significativos no processo de internalização.

Por outro lado, na aprendizagem por descoberta, o conteúdo a ser aprendido deve ser descoberto independentemente, antes que possa ser assimilado pela estrutura cognitiva. Na primeira etapa deste processo o aluno deve reagrupar as informações, integrá-las à estrutura cognitiva existente e reorganizar de tal forma que o resultado final seja a descoberta propriamente dita. Logo em seguida o conteúdo descoberto torna-se significativo igualmente na aprendizagem receptiva. Portanto a aprendizagem receptiva e a aprendizagem por descoberta são processos bastante diferentes.

A aplicação prática que exibem a diferença entre as duas formas de aprendizagem é a seguinte: os alunos podem incorporar determinado conceito químico em sua estrutura cognitiva, de forma significativa, sem nenhuma experiência prévia de solução de problemas que utilize o conceito aprendido, fato que ocorre corriqueiramente no ensino médio e acadêmico, visto que grande parte da aprendizagem é por recepção; enquanto que os problemas cotidianos, como exemplo, práticas de laboratório, são solucionados através de aprendizagem por descoberta, na qual o aluno é sujeito a incorporar diversas informações e posteriormente organizá-las de tal forma a encontrar a solução (descoberta). Lembrando que o conhecimento adquirido pela aprendizagem receptiva é também usado na solução dos problemas diários e aprendizagem por descoberta é comumente utilizada em sala de aula tanto para aplicar, ampliar, integrar e avaliar conteúdos, como para testar a compreensão.

Conforme relatado acima, podemos concluir que a aprendizagem realizada em sala de aula, em sua grande maioria, principalmente em escolas de ensino tradicional, é do tipo significativa-receptiva. Entretanto, a mescla das aprendizagens significativa ou receptiva – descoberta devem ocorrer conforme os tipos de situações impostas aos estudantes.

Diante das formas de aprendizado, temos abaixo um pequeno mapa conceitual relativo à aprendizagem receptiva e aprendizagem por descoberta, apontando as diferenças existentes entre ambas. Ressaltamos que o processo depende exclusivamente das condições sob as quais a aprendizagem ocorre, pois tanto a aprendizagem receptiva como a por descoberta podem ser automática ou significativa.

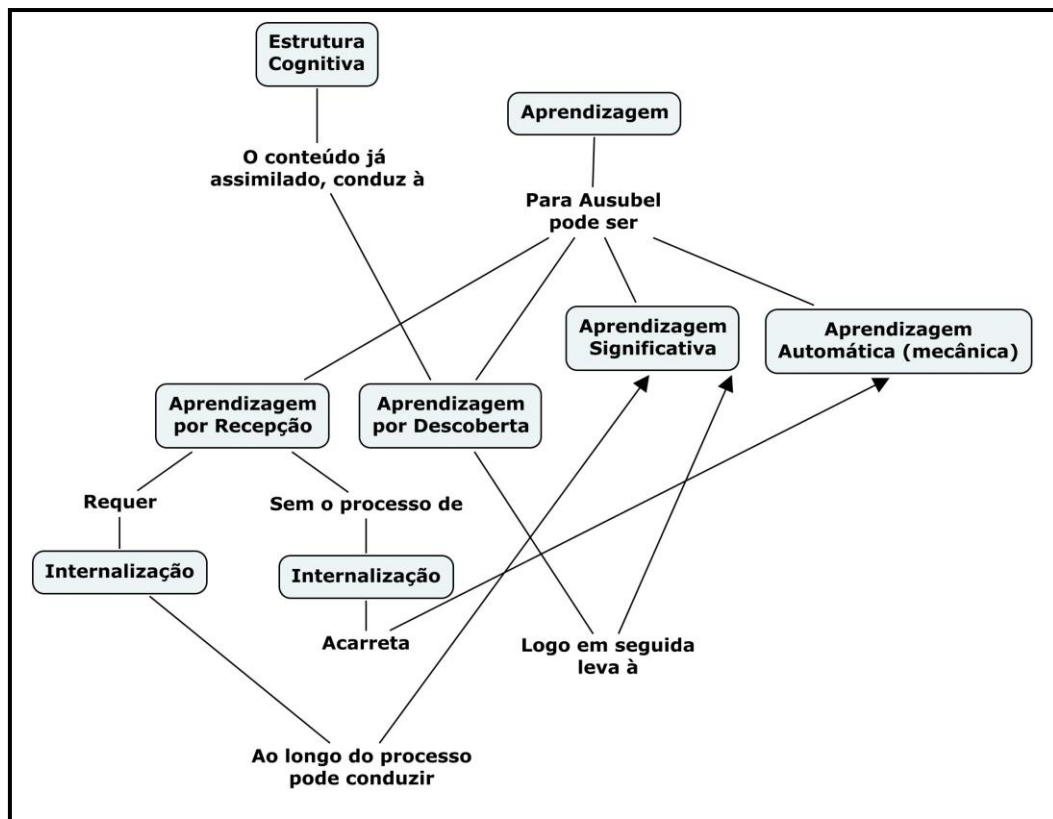


Figura 1 - Mapa conceitual sobre aprendizagem receptiva e aprendizagem por descoberta

Ausubel (1980) diz que *a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação é relacionada de forma não arbitrária e substantiva com outras informações com as quais o aluno já esteja familiarizado, e quando o aluno adota uma estratégia que possa proporcionar este tipo de mecanismo*. O oposto citado anteriormente representa a situação da aprendizagem automática, na qual a nova informação é relacionada de forma arbitrária, e quando falta ao aluno o conhecimento prévio relevante necessário para tornar o estudo

potencialmente significativo, uma vez que o mesmo procura solucionar o problema adotando uma estratégia de internalização das informações de uma forma arbitrária.

Em sala de aula, notamos que parte da aprendizagem escolar, requer de alguma forma, do aprendizado automático, visto que as palavras ou símbolos para representar objetos, sons ou abstrações em questão são comumente arbitrários. Temos na química o exemplo dos símbolos dos elementos que requerem do aluno aprendizado automático. Logo, tal aprendizado constitui obrigatório nas séries iniciais, no qual os alunos começam a dominar as letras básicas e os símbolos numéricos.

Tratando-se do aprendizado automático, os professores devem evitar o uso abusivo da exposição verbal, pois os alunos correm o risco de decorarem expressões verbais, gerando um automatismo consequente, que prejudica a aprendizagem significativa, segundo Ausubel (1980). Para minimizar este efeito os professores podem utilizar de diferentes metodologias que permitam variações no aprendizado do aluno.

Outros exemplos de aprendizado automático no cotidiano escolar são evidenciados nas condutas em que o professor propõe experimentos realizados em laboratório sob a forma de “receita de bolo”, sem qualquer compreensão dos princípios metodológicos dos fundamentos envolvidos, conferem pouca qualificação do método científico; outra prática docente equivocada é a elaboração de exercícios que o aluno acaba por gerar procedimentos mecânicos de resolução de problemas, neste caso o aluno encontra a solução correta, porém não compreende as operações realizadas. Segundo Ausubel (1980), para evitar o aprendizado automático e sim priorizar o significativo, podem ser adotadas duas condições básicas, elaborar exercícios e aulas experimentais sob uma base de princípios e conceitos claramente compreensíveis, e proporcionar operações significativas.

No sentido de apontar alguns exemplos das formas de aprendizado, temos logo abaixo na **figura 2** um mapa conceitual.

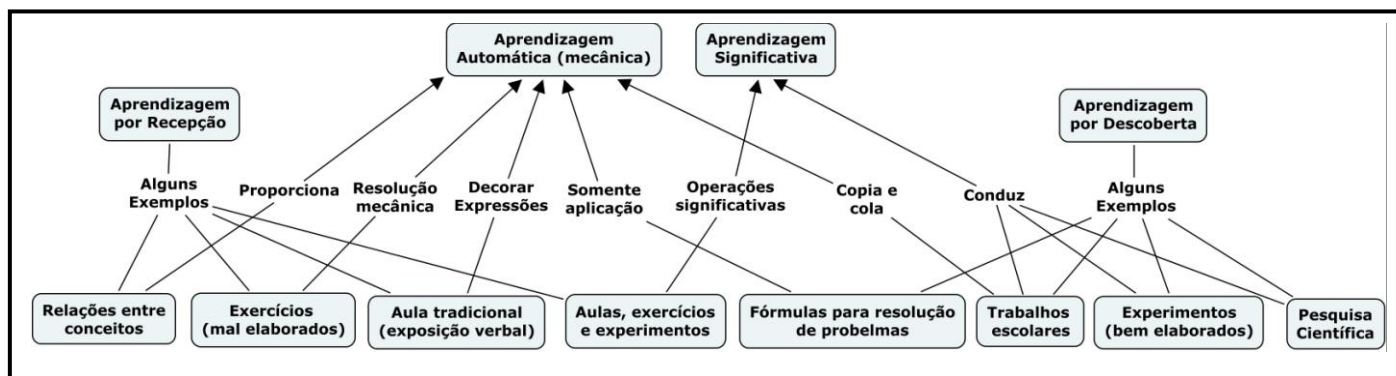


Figura 2 - Mapa conceitual das aprendizagens receptiva e por descoberta

3.1.3. O significado e a aprendizagem significativa

No item anterior destacamos a diferença entre aprendizagem automática e significativa e entre aprendizagem por recepção ou por descoberta. Concluimos que a aprendizagem receptiva significativa implica a incorporação de novos conceitos. Para tanto, faz-se necessário a pré-disposição do aluno para aprendizagem significativa e a apresentação de material potencialmente significativo a ele. Logo, não devemos confundir a aprendizagem significativa com a aprendizagem de material significativo, pois o material de aprendizagem é potencialmente significativo e para ocorrer aprendizagem significativa deve haver disposição. Uma vez que o material potencialmente significativo pode ser aprendido pelo método da aprendizagem automática (decorar), se a disposição do aluno para aprender não for significativa.

A aprendizagem receptiva significativa, segundo Ausubel (1980) pode ser classificada em: representacional e proposicional.

Aprendizagem representacional está próxima da *aprendizagem automática*. Este tipo de aprendizagem ocorre quando se estabelece uma equivalência de significados entre os símbolos arbitrários e aos eventos aos quais eles se referem. Exemplo: símbolo arbitrário H₂O significado água. A aprendizagem representacional é significativa porque as proposições da equivalência representacional pode ser relacionadas de forma não arbitrária. No primeiro ano de vida de quase todas as pessoas, tudo tem um nome e o nome significa aquilo que seu referente significa para uma pessoa.

Aprendizagem proposicional pode ser ou *subordinativa* ou *superordenada*, ou *combinatória*. A *aprendizagem subordinativa* ocorre quando uma proposição é relacionada significativamente a determinadas proposições superordenadas na estrutura cognitiva do aluno. Esta aprendizagem pode ser considerada *derivativa* se o material de aprendizagem reforçar uma idéia já existente na estrutura cognitiva. É chamada de *correlativa* se for uma extensão, elaboração, modificação, ou qualificação de proposições anteriormente adquiridas.

Aprendizagem proposicional superordenada ocorre quando uma nova proposição pode ser relacionada a determinadas idéias subordinadas na estrutura cognitiva. A *aprendizagem proposicional combinatória* ocorre quando uma proposição potencialmente significativa não pode ser relacionada às idéias superordenadas nem às subordinadas na estrutura cognitiva do aluno, mas é relacionada a um conjunto de conteúdos relevantes a esta estrutura.

A aprendizagem receptiva significativa ou simplesmente chamada de aprendizagem significativa é fundamental para a educação porque é o mecanismo humano por excelência de aquisição e armazenamento de uma elevada quantidade de idéias e informações. O estudo da aquisição e retenção de um grande acervo de conhecimento é um fenômeno bastante impressionante, fato que chama atenção e requer maiores detalhamentos neste trabalho.

O processo da aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados, os mesmos por sua vez são resultantes da própria aprendizagem significativa. Portanto, o surgimento de novos conceitos no aluno indica a obtenção do produto resultante do processo de aprendizagem significativa, conforme Ausubel (1980).

Tratando-se da incorporação de novas informações e novos significados, é fundamental entender a maneira que este processo de interação ocorre. Portanto, a aprendizagem significativa não significa que a nova informação forma apenas um elo superficial com os elementos preexistentes da estrutura cognitiva. Esse tipo de situação ocorre apenas na aprendizagem automática. Na aprendizagem significativa, o processamento da incorporação de novas informações gera modificações tanto na nova informação como na estrutura cognitiva com a qual a nova informação estabelece relação. Na maioria das vezes, a nova informação é associada a um conceito ou proposição relevante, as quais são definidas como *ideias* relevantes na estrutura cognitiva. Logo, concluímos que a aprendizagem significativa envolve uma interação entre novas informações e idéias preexistentes na estrutura cognitiva. Podemos substituir as idéias preexistentes pelo termo *esteio*. Temos como exemplo, a aprendizagem subordinativa, as idéias preexistentes oferecem um *esteio* para a aprendizagem significativa de novos conceitos.

3.1.4. Teoria da assimilação

Conforme explicitado anteriormente a respeito da interação da nova informação com as idéias preexistentes, temos a teoria da assimilação que explica mais detalhadamente os mecanismos de interação dos diversos tipos de aprendizagem, subordinativa, superordenada e a combinatória. Essa teoria pertence à família das teorias cognitivas de aprendizagem.

Novamente, destacamos que a aquisição de novas informações depende amplamente das idéias que já fazem parte da estrutura cognitiva. Logo, a aprendizagem significativa nos seres humanos ocorre por meio de uma interação entre o novo conteúdo e aquele já adquirido. O produto da interação, que ocorre entre o novo material e a estrutura cognitiva existente, é a

assimilação dos significados velhos e novos, dando origem a uma estrutura mais ampla e diferenciada.

Para melhor entender o processo de aquisição, fixação e organização de significados na estrutura cognitiva, devemos detalhar o princípio da assimilação. A partir do momento que uma nova idéia a é aprendida significativamente e relacionada à idéia relevante A , ambas as idéias sofrem modificações, formando o produto da interação $A'a'$. Portanto, este processo resulta numa modificação tanto do significado da nova informação quanto do significado do conceito ou proposição ao qual está relacionada.

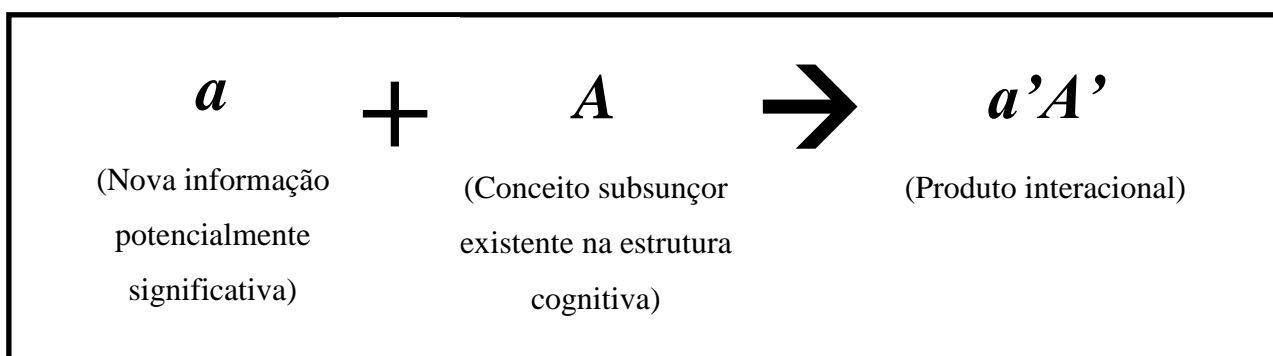


Figura 3 - Esquema da teoria da assimilação

3.1.5. A diferenciação progressiva e a reconciliação integradora

Segundo Ausubel (1980), ao longo da aprendizagem significativa ocorrem dois importantes processos correlatos. Quando o processo de assimilação ocorre de forma que o conceito ou a nova informação são aprendidos e o conceito ou proposição mais inclusiva da estrutura cognitiva sofre modificações. Este processo de inclusão, executado uma ou mais vezes, motiva a *diferenciação progressiva* do conceito ou proposição que engloba novas informações. Temos como exemplo a aprendizagem proposicional subordinativa.

A aprendizagem combinatória superordenada ou combinatória permite que ocorra modificações das informações e conceitos, exigindo uma nova organização da estrutura cognitiva, portanto novo significado. Essa recombinação dos elementos existentes na estrutura cognitiva denomina-se *reconciliação integradora*. Para reconciliação integradora plena é necessário que as fontes de confusão sejam eliminadas pelo professor ou pelos recursos didáticos. Logo, o professor apresenta papel fundamental na resolução de inconsistências ou conflitos aparentes entre conceitos ou proposições. Importante salientar que raras às vezes em que os estudantes consideram um curso ou livro-texto como bem organizado, isto quer dizer que os significados dos novos conceitos e proposições estão apresentados de forma clara, que

os possíveis conflitos nos significados estão resolvidos e que as novas reconciliações integradoras são facilitadas.

3.1.6. Evidências da aprendizagem significativa

Para Ausubel (1980), a tarefa de mensurar se houve aprendizado significativo nem sempre é fácil, porém uma compreensão genuína implica o domínio de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis, atributos ao qual servem de indicativo para tal aprendizado. Muitas das avaliações utilizadas atendem a critérios de memorização do aluno, não servindo de instrumento adequado para medir a aprendizagem significativa. Para tanto, pode ser utilizado testes de compreensão apresentados num contexto um pouco diferente daquele em que o material de aprendizagem foi originalmente encontrado. Talvez a maneira mais simples de se fazer isso seja solicitar ao indivíduo que diferencie idéias correlatas (semelhantes) ou escolher elementos característicos de um conceito ou proposição a partir de uma lista contendo aqueles elementos tanto dos conceitos quanto das proposições correlatas. Neste ponto podemos citar os mapas conceituais como ferramenta que pode ser útil nas correlações entre conceitos e proposições.

Conforme Ausubel (1980) um outro método válido de testar se os estudantes compreendem significativamente é o uso de problemas que necessitem de soluções criativas. Mas deve ser levada em consideração à possibilidade dos estudantes apenas terem memorizado mecanicamente, os princípios ilustrados por estes problemas. Pois, sabe-se que uma longa experiência em exames torna os estudantes adeptos da memorização de proposições, fórmulas, exemplos, e formas de reconhecer e solucionar “problemas típicos”. Por isso deve ser formulado ao aluno problemas sob uma roupagem nova e desconhecida e que exija uma transformação máxima do conhecimento existente.

3.1.7. Estrutura cognitiva e transferência

Segundo Ausubel (1980) ao longo do processo escolar o aprendiz adquirir um corpo de conhecimento claro, estável e organizado, este conjunto pode ser atribuído o nome de estrutura cognitiva. O mesmo constitui mais do que apenas o principal objetivo a longo prazo da atividade de aprendizagem na sala de aula ou o principal critério a ser usado na avaliação do impacto de todos os fatores que influenciam a aprendizagem e a retenção. A estrutura cognitiva, uma vez adquirida, representa uma variável independente mais significativa que

influencia na capacidade do aprendiz em adquirir mais conhecimentos novos no mesmo campo.

Consequentemente era de se esperar que a essência da teoria de David Ausubel se preocuparia com os conhecimentos que formam a estrutura cognitiva, podendo ser descrita como:

“Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos” (AUSUBEL, 1980, p. 137).

Segundo Ausubel (1980), *muitas experiências passadas ao aprendiz influenciam positiva ou negativamente para a aprendizagem significativa e retenção, em virtude de seu impacto sobre propriedades relevantes da estrutura cognitiva*. Toda aprendizagem significativa necessariamente envolve transferência, portanto, é impossível conceber qualquer tipo de aprendizagem que não seja afetado de alguma maneira pela estrutura cognitiva existente. A nova experiência de aprendizagem resulta em nova transferência ao modificar a estrutura cognitiva. Logo, a estrutura cognitiva é sempre uma variável relevante e decisiva.

Para Ausubel (1980), a aprendizagem escolar requer a incorporação de novos conceitos e informações num arcabouço cognitivo existente e estabelecido com propriedades organizacionais particulares. O processo da transferência se refere ainda ao impacto da experiência prévia sobre a aprendizagem atual. Neste caso, a experiência prévia é conceitualizada como um corpo de conhecimentos estabelecido adquirido cumulativamente, organizado hierarquicamente, que é organicamente relacionável com a nova tarefa de aprendizagem.

3.1.8. Uso de organizadores antecipatórios ou prévios

Ausubel (1980) propõe que diante da dificuldade de aprendizado de alguns assuntos, uma das estratégias viáveis é a manipulação da estrutura cognitiva do aluno de modo a maximizar a possibilidade de assimilação e minimizar eventuais problemas de aprendizado, envolvendo o uso de materiais adequados relevantes e inclusive introdutórios (organizadores) que devem ser claros e estáveis. Estes organizadores são normalmente introduzidos antes do próprio material de aprendizagem e são usados para facilitar o estabelecimento de uma disposição significativa para a aprendizagem. O mecanismo de funcionamento dos organizadores prévios antes do material de aprendizagem consiste em ajudar o aluno a

reconhecer que elementos dos novos materiais de aprendizagem podem ser significativamente aprendidos relacionando-os com aspectos especificamente relevantes da estrutura cognitiva existente.

Com o intuito de funcionar para um universo amplo de aprendizes, cada qual com uma estrutura cognitiva um tanto peculiar, e de fornecer idéias de esteio num nível supeordenado, os organizadores são apresentados num nível de abstração mais elevado, maior generalidade e inclusividade, do que o novo material a ser aprendido.

Os motivos para a utilização de organizadores, segundo Ausubel (1980) estão relacionados aos seguintes itens:

1. A importância da presença de idéias estabelecidas relevantes disponíveis na estrutura cognitiva para tornar logicamente significativas idéias novas potencialmente significativas e lhes dar um esteio estável;
2. As vantagens de utilizar as idéias mais gerais e inclusivas de uma disciplina como idéias de esteio ou subordinadores;
3. Os organizadores permitem a identificação de um conteúdo relevante já existente na estrutura cognitiva e também indicar explicitamente a relevância deste conteúdo e a sua própria relevância para o novo material de aprendizagem (AUSUBEL, 1980, p.144).

Em suma, a principal função do organizador está em preencher a lacuna entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se depara.

3.1.9. Papel da Teoria da Aprendizagem no Currículo e no Ensino

A teoria da assimilação da aprendizagem humana, não só explica mecanismos de aprendizagem que operam em sala de aula, como também orientam o desenvolvimento do currículo escolar, planejamento de ensino e práticas de avaliação. Um esquema do processo educativo onde a função do professor é planejar material adequado e desempenhar função tutelar, conforme figura a seguir.

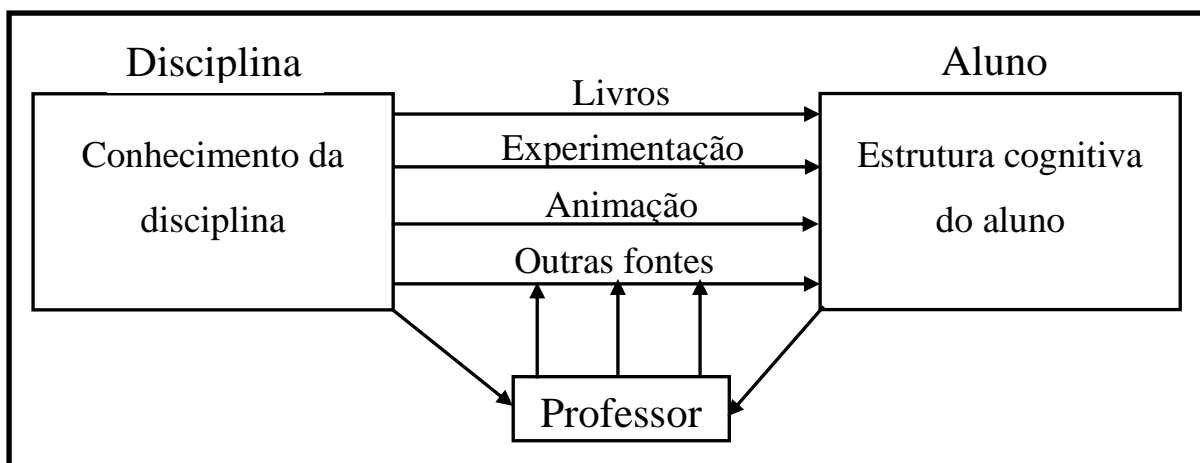


Figura 4 – Esquema do processo educativo

Ressaltamos que o foco principal da teoria da assimilação está no funcionamento de elementos relevantes da estrutura cognitiva (subsunçores) para obter uma aprendizagem significativa. Além disso, oferecer condições para a prática da diferenciação progressiva, do aprendizado superordenado e da reconciliação integrativa que desempenham juntas relevância no planejamento do currículo e no planejamento de ensino. Se o foco é o aprendizado significativo, então o novo conhecimento a ser aprendido deve vincular-se a conceitos relevantes seguros disponíveis na estrutura cognitiva do aluno.

A fim de relacionar os conceitos e proposições de maior destaque da teoria de Ausubel, temos na **figura 5** um mapa conceitual sobre sua teoria.



Figura 5 - Mapa Conceitual da teoria de David Ausubel

3.2. Mapas conceituais

3.2.1. Introdução

A fim de verificar a ocorrência da aprendizagem significativa do assunto radioatividade, utilizaremos de mapas conceituais. Para tanto iremos descrever nesta seção as potencialidades desta ferramenta, inclusive, muito empregada em avaliações de aprendizado e que se baseia na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

3.2.2. O que são mapas conceituais

Segundo Moreira (1997), mapas conceituais são apenas diagramas indicando relação entre conceitos. Apresentam normalmente uma organização hierárquica, incluindo setas e palavras-chaves que permitem relação entre os conceitos. As **figuras 5 e 28** mostram dois exemplos desses diagramas. Portanto, mapas conceituais buscam relacionar e hierarquizar conceitos. Tratando-se de hierarquia, Moreira (1997) indica um modelo no qual conceitos mais inclusivos estão no topo da hierarquia (parte superior do mapa) e conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior). Porém, esse modelo não precisa ser seguido rigorosamente, apenas deve-se destacar os conceitos contextualmente mais importantes e quais os secundários ou específicos. Portanto, não há regras gerais fixas para o traçado de mapas conceituais, conforme Moreira (1997).

Conforme Moreira (1997), *o mapa serve de instrumento para evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos, de uma disciplina, de uma matéria de ensino.* Caso o aluno ou professor consiga unir dois conceitos, por meio de uma linha, logo ele deve ser capaz de explicar o significado da relação entre esses conceitos.

A união entre os conceitos é estabelecida pelas palavras-chave, sendo assim podem ser suficientes para explicar a natureza da relação conceitual. O conjunto das palavras-chave aliado aos dois conceitos permite a formação de uma proposição e esta evidencia o significado da relação conceitual. Portanto a inserção das palavras-chave é fundamental e deve ser incentivada na confecção de mapas conceituais.

3.3. Aprendizagem Significativa Crítica⁶

3.3.1. Introdução

Segundo Moreira (2000), além da busca pela aprendizagem significativa, devemos priorizar a formação da consciência crítica, em função das rápidas e drásticas evoluções em que vivemos, tornando-se uma estratégia necessária para sobrevivência na sociedade contemporânea.

As colocações de Moreira (2000) baseiam-se nas idéias e reflexões de Postman e Wengartner autores dos livros *Teaching as a subversive activity*, 1969 e os mais recentes *Technopoly*, 1993 e *The End of Education*, 1996.

Baseado nas percepções de Postman e Wengartner, Moreira diz que em meio aos conceitos acerca do assunto energia nuclear e de viagens espaciais, tais como, relatividade, probabilidade, incerteza, função, causalidade múltipla (ou não-causalidade), relações não-simétricas, graus de diferença e incongruência...

“Tais conceitos deveriam ser promovidos por uma educação que objetivasse um novo tipo de pessoa, com personalidade inquisitiva, flexível, criativa, inovadora, tolerante e liberal que pudesse enfrentar a incerteza e a ambigüidade sem se perder, e que construísse novos e viáveis significados para encarar as ameaçadoras mudanças ambientais. Todos esses conceitos constituiriam a dinâmica de um processo de busca, questionamento e construção de significativos que poderia ser chamado de "aprender a aprender" (MOREIRA, 2000, p.2).

Portanto, Moreira (2000) afirma a existência de escolas que ainda se ensinam "verdades", respostas "certas", entidades isoladas, causas simples e identificáveis, estados e "coisas" fixas, diferenças somente dicotômicas. E ainda se "transmite" o conhecimento, desestimulando o questionamento. Logo, a prática educativa continua a não fomentar o "aprender a aprender" que permitirá à pessoa lidar frutiferamente com a mudança, e sobreviver.

Segundo Moreira (2000), a educação ao invés de auxiliar os alunos a construir significados para os conceitos citados anteriormente, passou a incluir novos conceitos, são eles:

1. O conceito de informação como algo necessário e bom; quanto mais informação, melhor, estamos em plena era da informação.
2. O conceito de idolatria tecnológica; a tecnologia é boa para o homem e está necessariamente associada ao progresso e à qualidade de vida.

⁶ Denominação dada pelo autor Moreira ao título original Aprendizagem Significativa Subversiva

3. O conceito de consumidor cômico de seus direitos; quanto mais consumir melhor, quanto mais objetos desnecessários comprar melhor, mas deve fazer valer seus direitos de consumidor.
4. O conceito de globalização da economia como algo necessário e inevitável; o livre comércio sem restrições é bom para todos.
5. O conceito de que o "mercado dá conta"; por exemplo, a educação é uma mercadoria que pode ser vendida por qualquer instituição, "o mercado se encarrega" da oferta, da procura, da qualidade (MOREIRA, 2000, p.3).

Moreira (2000) propõe uma saída para driblar esse tipo de educação, consiste em uma postura crítica, como estratégia de sobrevivência na sociedade contemporânea. Logo, a saída poderia ser a *aprendizagem significativa crítica*.

3.3.2. Aprendizagem Significativa Crítica

Conforme Moreira (2000), a aprendizagem significativa crítica pode ser definida da seguinte forma: “*é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela*”. Para Moreira (2000), a aprendizagem significativa crítica permite que o aluno possa fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser dominado por ela. Dessa forma, o aluno poderá lidar construtivamente com a mudança; manejando a informação sem sentir-se impotente frente a sua grande disponibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se tecnólogo.

Da mesma forma que Ausubel apresenta em sua teoria princípios que facilitam o aprendizado significativo, Moreira também atribui estratégias para facilitar a aprendizagem significativa crítica, baseada nas propostas de Postman e Weingartner. Segundo Moreira (2000), as propostas a seguir podem ser facilmente executadas em sala de aula e, ao mesmo tempo, crítico considerando o que normalmente nela ocorre.

1. Aprender/ensinar perguntas ao invés de respostas. (*Princípio da interação social e do questionamento*).

Segundo Moreira (2000), a interação social é fundamental, indispensável, para a concretização de um episódio de ensino. Tal episódio ocorre a partir do compartilhamento de significados entre professor e aluno, resultado da negociação entre ambos, que envolve uma troca constante de perguntas ao invés de respostas. O ensino tradicional é caracterizado pela transmissão de respostas pelo professor aos alunos e, depois, do aluno para o professor mediante avaliação, logo, não podendo ser considerado crítico e tendencioso a provocar o aprendizado mecânico. Para proporcionar a aprendizagem significativa crítica, faz-se

necessário uma troca contínua de perguntas entre professor e aluno. Para tanto, o aluno deve formular perguntas relevantes, apropriadas e substantivas, de modo a utilizar de seu conhecimento prévio de maneira não-arbitrária e não-literal. Conseqüentemente teremos uma aprendizagem crítica, libertadora, detectora de bobagens, idiotices, enganações, irrelevâncias.

Vale ressaltar que aprender a perguntar, é apenas um dos princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica e, não o único.

2. Aprender a partir de distintos materiais educativos. (*Princípio da não centralidade do livro de texto*).

Moreira (2000) aponta que professores e alunos utilizam demasiadamente o livro, atribuindo a ele, autoridade de onde se encontra o conhecimento. Porém, sabe-se da existência de outros materiais que apresentam o conhecimento humano de forma compacta, tais como, artigos científicos, contos, poesias, obras de arte e tantos outros materiais. Segundo Moreira (2000), a descompactação para fins instrucionais requer a utilização das perguntas do Vê epistemológico de Gowin e a utilização de mapas conceituais de Novak.

O uso de materiais diversificados, e criteriosamente selecionados, ao contrário do uso exclusivo de livros textos, configura como meio facilitador da aprendizagem significativa crítica. Vale ressaltar que o livro didático deve ser compreendido como opção frente aos diversos materiais educativos existentes.

3. Aprender que somos perceptores e representadores do mundo. (*Princípio do aprendiz como perceptor/representador*).

Conforme Moreira (2000), o aprendiz é um perceptor/representador, ou seja, ele percebe o mundo e o representa. Logo, tudo que o aluno recebe ele percebe. Moreira atribui importância para a percepção prévia, ou seja, o perceptor decide como representar sem sua mente um objeto ou um estado de coisas do mundo e toma decisão baseado em suas experiências anteriores (percepções anteriores). Para Moreira (2000), só abrimos mão das percepções quando elas deixam de ser funcionais, ou seja, não alcançam nossos objetivos representacionais. Caso isso ocorra, sempre existirá a possibilidade de mudança da percepção. Moreira baseado em Postman e Weingartner, afirma que a capacidade de aprender poderia ser interpretada como a capacidade de abandonar percepções inadequadas e desenvolver novas e mais funcionais. Moreira (2000) afirma que vemos as coisas não como elas são, mas como nós somos. Atribuído as diferentes percepções que professores e alunos apresentam. Portanto, o professor estará diante das diversas percepções prévias dos alunos, conseqüentemente, cada

um deles perceberá de maneira única o que lhe for ensinado. Vale lembrar que o professor é também um perceptor e o que ensina é resultado de suas percepções. Para facilitação da aprendizagem significativa crítica, devemos durante o ensino, tratar o aluno como perceptor do mundo, e a partir daí um representador do mundo, conforme o que lhe foi ensinado. Assim estaremos priorizando a percepção crítica do aluno.

4. Aprender que a linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade. (*Princípio do conhecimento como linguagem*).

Segundo Moreira (2000), o que chamamos de “conhecimento” é linguagem. Portanto, o segredo da compreensão de um “conhecimento”, ou de um “conteúdo” é conhecer sua linguagem. O aprendizado de uma nova linguagem implica novas possibilidades de percepção. Aprender uma linguagem de forma crítica consiste em uma nova maneira de perceber o mundo. A linguagem é mediadora de toda a percepção humana.

5. Aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras. (*Princípio da consciência semântica*).

Moreira (2000) apresenta várias conscientizações semânticas. A mais importante de todas, é tomar consciência de que o significado está nas pessoas, não nas palavras, visto que o significado dado às palavras foram atribuídas pelas pessoas. Até porque o significado que as pessoas atribuem às palavras estão de acordo com suas experiências (significados prévios). Exemplo disso é o aprendizado mecânico, o aprendiz não tem condições ou não quer atribuir significados às palavras.

Segundo Moreira (2000), outra forma de conscientização refere-se às palavras que apresentam níveis de abstração. Algumas palavras são mais abstratas ou gerais, outras são mais concretas ou específicas. Requer também a consciência semântica de que ao usarmos palavras para nomear as coisas, é preciso não deixar de perceber que os significados das palavras mudam.

6. Aprender que o homem aprende corrigindo seus erros. (*Princípio da aprendizagem pelo erro*).

Segundo as colocações de Moreira (2000), o ser humano erra constantemente, o tempo todo. Porém, o homem aprende corrigindo seus erros. Visto que não há nada de errado em

errar. Moreira considera errado o pensamento de que a certeza existe, que verdade é absoluta, que o conhecimento é permanente.

Para Moreira (2000), a escola pune o erro e busca promover a aprendizagem de fatos, leis, conceitos, teorias, como verdades absolutas, duradouras. Contraditoriamente, a escola simplesmente ignora o erro como mecanismo humano, por excelência, para construir o conhecimento.

Moreira (2000) recomenda que os professores devam auxiliar os seus alunos a serem detectores de erros, pois a busca sistemática do erro é pensar criticamente, é aprender a aprender, é aprender criticamente rejeitando certezas, encarando o erro como natural e aprendendo através de sua superação.

7. Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência. (*Princípio da desaprendizagem*).

Moreira (2000) atribui duas razões importantes para este princípio. A primeira está diretamente relacionada à aprendizagem significativa subordinada. No processo descrito por Ausubel, chamado de assimilação, temos a relação entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento, resultando o aprendizado significativo. Porém, no momento em que o conhecimento prévio nos impede de captar os significados do novo conhecimento, faz-se necessário a desaprendizagem. O desaprender colocado por Moreira (2000), representa a não utilização do conhecimento prévio (subsunçor) que impede que o sujeito incorpore os significados compartilhados a respeito do novo conhecimento. Isto não implica no “descarte” de algum conhecimento já existente na estrutura cognitiva, mas sim de não usá-lo como subsunçor.

Outra razão pela qual é importante aprender a desaprender destacada por Moreira (2000), está relacionada com a sobrevivência em um ambiente que está em permanente e rápida transformação, ou seja, deixar de utilizar conceitos e estratégias que são irrelevantes.

8. Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar. (*Princípio da incerteza do conhecimento*).

Moreira (2000) considera este princípio uma síntese dos princípios relacionados à linguagem, citados anteriormente.

Para Moreira (2000):

“O princípio da incerteza do conhecimento nos chama atenção que nossa visão de mundo é construída primordialmente com as definições que criamos, com as perguntas que formulamos e com as metáforas que utilizamos. Naturalmente, estes

três elementos estão inter-relacionados na linguagem humana” (MOREIRA, 2000, p.14).

9. Aprender a partir de distintas estratégias de ensino. (*Princípio da não utilização do quadro-de-giz*).

Moreira (2000) associa este princípio ao segundo princípio citado anteriormente, da não centralização no livro didático. Para Moreira (2000), o quadro giz representa o ensino transmissivo, ou seja, aquele baseado na transmissão (professor) e recepção (aluno), predominantemente mecânico.

Moreira (2000) é a favor do uso de distintas estratégias instrucionais que priorize a participação ativa do estudante, ou seja, um ensino centralizado no aluno. Tais estratégias são: o uso de atividades colaborativas, seminários, projetos, pesquisas, discussões, painéis, enfim, demais estratégias que facilitem a implantação dos demais princípios.

4. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresentamos a revisão da literatura de artigos e dissertações sobre a utilização das novas tecnologias de informação e comunicação, mais especificamente o uso de hipermídias contendo animações e simulações que visam à aprendizagem significativa e também trabalhos relacionados ao ensino do assunto radioatividade. A revisão abrangeu as publicações dos últimos 10 anos em revistas e sites das principais universidades.

As revistas pesquisadas foram as seguintes: Revista Química Nova, Revista Química Nova na Escola (QNEsc), Revista de Novas Tecnologia na Educação (RENOTE) do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias (CINTED), Ciência & Educação, Investigação em Ensino de Ciências, Caderno Catarinense de Ensino de Física e Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Houve também a preocupação em pesquisar livros técnicos da área de computadores e linguagens.

4.1. Pesquisas sobre o ensino do assunto radioatividade

A busca por artigos na literatura sobre o ensino de radioatividade indicou que são escassos os trabalhos relatados com esta temática. Por conta disso, optou-se em citar outros trabalhos presentes em revistas eletrônicas, congressos e demais veículos de comunicação.

Prestes (2008) indicou que estudantes do ensino médio têm pouco conhecimento sobre o tema radiações, apenas idéias vagas e desarticuladas. Muitos alunos pesquisados sabem das aplicações das radiações, em especial, médicas e bélicas, porém, seu uso na eletrônica, na indústria e na geração de energia é citado raramente. Outro ponto no trabalho de Prestes (2008), é que após a intervenção didática, por meio de um material didático, o interesse e a curiosidade demonstrada pelos alunos aumentaram, passaram a querer saber mais sobre o tema radiação, entender a diferença entre radiação ionizante e não-ionizante, conhecer os tipos de radiação, saber sobre seus benefícios e prejuízos, conhecer as tecnologias que usam radiação e estudar o tema em aula. Portanto, o trabalho analisa as concepções dos alunos sobre a radiação, porém não aponta o livro utilizado por estes alunos, tendo em vista que o livro didático é um instrumento que norteia a ação do professor em sala de aula. O artigo também não aponta as possíveis causas das concepções equivocadas dos alunos.

Segundo Silva (2006), a radioatividade de um modo geral tem sido abordada nos livros de química de ensino médio, de forma muito direta, com pouca ou nenhuma ênfase histórica e grande ênfase aos conceitos, as leis da radioatividade e a cinética das

desintegrações; também tem sido dado grande destaque, aos aspectos negativos que envolvem este assunto como, por exemplo, acidente como o de Chernobil e suas consequências, as grandes catástrofes de Hiroshima e Nagasaki, o lixo atômico e mesmo o acidente ocorrido no Brasil com o cézio 137 em Goiânia-GO. Esses relatos que os livros apontam, faz com que os alunos tenham uma percepção negativa sobre o tema. Porém sabe-se que a radioatividade pode ser empregada de forma a trazer vários benefícios para os seres humanos.

Diante da baixa quantidade de trabalhos sobre o ensino dos assuntos radioatividade e radiação, há na literatura artigos de caráter mais específico, ou seja, com enfoque na aplicação e determinação de radioatividade e radiação, como por exemplo, o trabalho de Melquiades (2004), que relata resultados da medida de traços radioativos em leite em pó, através da técnica de espectrometria gama de alta resolução. Os autores Barboza *et al* (2001) e Rosini *et al* (2004) destacaram o aumento do interesse dos alunos de graduação quando utilizado experimento didático com forno de microondas para tratar de assuntos acerca das radiações.

Em uma perspectiva mais esclarecedora, temos trabalhos científicos na literatura voltados para o acidente radioativo que marcou o Brasil, o acidente com o cézio-137 em Goiânia-GO, temos como exemplo o trabalho de Cruz (1987) que esclarece pontos acerca do assunto e responde a questões de forma acessível ao público não especialista. Além de artigos científicos, há diversos livros publicados, tais como o livro Radiação: Efeitos, Riscos e Benefícios da autora Emico Okuno, que inclusive serviu de referência para elaboração da sequência didática inserida na hipermídia. Esse livro aborda as consequências econômicas, políticas e sociais após o acidente.

Já os autores Samagaia e Peduzzi (2004) discutem o assunto radioatividade sob o enfoque da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), inclusive apontam resultados positivos relativos a um módulo didático desenvolvido, aplicado e avaliado, abrangendo a Física Moderna e voltado à sala de aula do Ensino Fundamental no contexto histórico do Projeto Manhattan (1941-1945), envolvendo os conteúdos de ciências, fissão nuclear, radiação, pesquisa energéticas e o uso de armas químicas e biológicas.

Mesmo diante da escassez de artigos científicos voltados para o assunto radioatividade, temos na literatura o trabalho dos autores Ostermann e Moreira (2000), ambos físicos, e fizeram um trabalho de revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio”, obtiveram como resultado a necessidade de atualização do currículo de física, por meio da inserção de novos tópicos, tais como: radioatividade, fissão e fusão nuclear, raios X, dualidade onda-partícula, entre outros.

Destacamos que o assunto radioatividade além de estar inserido no currículo da disciplina de química, se faz presente também na área de Física Moderna e Contemporânea (FMC), inclusive, alguns autores da física propõem sequências didáticas sobre o assunto física das radiações, conforme Souza (2009) e dualidade onda-partícula, segundo Neto (2008) e Schmitt (2005).

Na área de história da radioatividade são encontrados os artigos de Chassot (1995) e Andrade (1998) que tratam das descobertas dos raios X e da radioatividade. O autor Merçon e Quadrat (2004) relatam a História do Tempo Presente, nesse sentido os próprios autores descrevem a opinião acerca da utilização da energia das reações nucleares a partir da segunda metade do século XX.

4.2. Utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação na elaboração de materiais didáticos

Devido ao crescimento exponencial das tecnologias voltadas ao uso de computadores, surge uma nova linha de pesquisa na área de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem, principalmente no que diz respeito à elaboração de *software* e atividades que possibilitem maior interatividade por parte dos educandos.

Segundo Tarouco (2005), o processo educacional está sendo afetado pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e dessa forma, alguns professores começaram a utilizar a tecnologia em um contexto educacional de forma que seu aluno, sujeito do processo, possa construir seu próprio conhecimento, por meio de suas interações com diversos materiais didáticos; materiais que por sua vez utilizam o computador como suporte e a internet como meio de comunicação.

Diante das potencialidades do computador na educação, a Secretaria de Educação à Distância do Ministério da Educação através da Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED)⁷ tem buscando desenvolver e divulgar o uso de Objetos de Aprendizagem (OA), visando à melhoria do processo de ensino e aprendizagem em diversas áreas de conhecimento. Segundo informações do site do RIVED entende-se por Objeto de Aprendizagem:

[...] qualquer recurso que possa ser reutilizado para dar suporte ao aprendizado. Sua principal idéia é ‘quebrar’ o conteúdo educacional disciplinar em pequenos trechos que podem ser reutilizados em vários

⁷ Disponível em www.rived.mec.gov.br

ambientes de aprendizagem. Qualquer material eletrônico que provém informações para a construção de conhecimento pode ser considerado um objeto de aprendizagem, seja essa informação em forma de uma imagem, uma página HTM, uma animação ou simulação.

(http://rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php, acesso em 15 de outubro de 2009)

O objeto de aprendizagem digital por si só não pode ser visto como a solução dos problemas educacionais, porém quando bem estruturado, dentro de um planejamento pedagógico, integrado ao currículo escolar e com uma metodologia pré-definida, possa servir de ferramenta para a busca da aprendizagem significativa do aluno.

Os objetos de aprendizagem são recursos que vem sendo utilizados com muita frequência em sala de aula, com vários resultados positivos no que tange a aprendizagem dos alunos, bem como a afetividade demonstrada ao longo do processo educativo (SIAS e TEIXEIRA, 2006; TIELLET *et al*, 2007), conforme estes autores o uso de meio digitais na educação, promove uma abordagem construtivista e enquadra-se no conceito de ferramentas computacionais as quais são capazes de auxiliar na construção conhecimento, bem como dar significado ao novo conhecimento por interação com os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, adotada como referencial teórico neste projeto é apontado no trabalho de Monteiro (2006) como sendo ideal, pois amplia a eficácia do uso de materiais didáticos digitais, visto que considera os processos cognitivos e a formação dos conceitos na cognição do aprendiz, tal confirmação, é resultado do uso de mapas conceituais utilizados como estruturadores de conceitos.

Machado (2004) utiliza as Tecnologias de Informação e Comunicação no desenvolvimento de *softwares* educacionais, denominados *hipermídia*, que tem como referencial teórico os princípios cognitivistas de Ausubel: de organização seqüencial, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, incluindo a utilização de organizadores prévios e de mapas conceituais. Segundo esse mesmo autor “... *por multimídia, entende-se a integração de diferentes modalidades de mídia, dentre as quais textos, gráficos, imagens, desenhos animados, filmes, sons e música, em um único meio: o computador*” (MACHADO, 2004). A proposta deste trabalho tem em comum o fato de dispor também destes meios auxiliares considerados *multimídia* na construção do material didático.

A partir de informações do “site” da Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED), atividades mediadas por objetos de aprendizagem digitais oferecem oportunidades de exploração de fenômenos científicos e conceitos muitas vezes inviáveis ou inexistentes nas escolas por questões econômicas e de segurança, como por exemplo: experiências em

laboratório com substâncias químicas ou envolvendo conceitos de genética, velocidade, grandeza, medidas, força, dentre outras.

O presente trabalho se faz necessário em função da necessidade de elaborar novas ferramentas educacionais que possam abordar a radioatividade de forma benéfica, visando suas aplicações práticas, no intuito de proporcionar um aprendizado significativo crítico, de tal forma que o aluno possa apresentar argumentos sobre o tema e que também aumente seu interesse pela Química. As estratégias de aplicação da hipermídia também serão importantes para dar subsídio aos professores interessados em trabalhar com recursos digitais.

4.3. Computadores e linguagens

Giordan (2008) relata em seu livro as principais pesquisas voltadas para o uso do computador nas aulas de Ciências. Frente a isso, destacaremos algumas questões levantadas por esse autor que estão de acordo com nossa proposta de pesquisa, como por exemplo: o uso da internet como espaço mediador da aprendizagem e ambientes de aprendizagem, tais como: animações e simulações.

As animações e simulações colocadas por Giordan (2008) representam um meio atrativo para a educação em Ciências, principalmente quando considerado a transposição do fenômeno natural para o computador. Giordan (2008) classifica a transposição do fenômeno em: *reprodução em tela do fenômeno filmado, animações obtida pela sequência de ilustrações e a simulação por meio de combinação de um conjunto de variáveis de modo a reproduzir as leis que interpretam o fenômeno*. Sendo o último executado mediante programação do computador.

Segundo Giordan (2008) a interação do aluno com as animações e simulações permite a construção do significado, no caso das simulações ocorre à conjugação da teoria e do empírico.

Para Giordan (2008):

(...) as animações computacionais são geradas a partir de aplicativos gerais de edição gráfica, sem necessariamente incluir valores empíricos de propriedades das substâncias ou das transformações obtidos em pesquisas científica, e intencionam enfatizar determinadas características superficiais macroscópicas ou submicroscópicas sem considerar escalas de tempo ou de tamanho. Já as simulações computacionais são geradas a partir de aplicativos específicos para estudo de propriedades de substâncias e transformações químicas, que estão intimamente relacionados ao ambiente de pesquisa científica. De qualquer forma as simulações e animações são analogias do que supomos ocorrer na dimensão submicroscópica da matéria e não um retrato (Giordan, 2008, p. 197).

5. METODOLOGIA

Ao longo deste capítulo expomos o contexto desta pesquisa, no sentido das etapas percorridas durante a investigação, podendo assim ser dividido em duas partes. Primeiramente, apontaremos a fundamentação metodológica que conduzirá a nossa análise de pesquisa. Em seguida, apresentaremos todos os instrumentos de coleta de dados, bem como a forma com que a hipermídia – “Radioatividade” foi elaborada e aplicada.

5.1. Detalhamento da pesquisa

5.1.1. Fundamentação metodológica

Este trabalho apresenta uma análise de caráter qualitativo, visto que privilegia o discurso dos sujeitos da pesquisa. Podendo, inclusive, ser considerado como Exploratório, conforme os autores Lakatos e Marconi (1993), pois visa responder, dar uma hipótese para o problema pesquisado, bem como clarificar conceitos. Embora, possa também ser considerado como pesquisa Participante, pois foram executadas ações concretas, mediante intervenção do pesquisador-professor ao longo da aplicação da pesquisa no Colégio Militar de Campo Grande.

Segundo os autores Bogdan e Biklen (1994), a investigação qualitativa em Educação apresenta cinco características:

1. Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal. O pesquisador deve frequentar o local de estudo, pois o mesmo se preocupa com o contexto, visto que as ações podem ser mais bem compreendidas quando são observadas em seu ambiente natural de ocorrência.

2. A investigação qualitativa é descritiva. Os dados se apresentam na forma de transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos e outros documentos. Os investigadores tentam analisar os dados em toda sua riqueza, respeitando, tanto quanto o possível, a forma em que estes foram registrados ou transcritos. Logo, este método permite que nenhum detalhe escape ao investigador. Após a análise dos dados recolhidos são obtidos os resultados contendo as citações que vão ilustrar e reforçar a apresentação.

3. *Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos.* O investigador qualitativo procura averiguar como dado fenómeno interfere nas atividades, procedimentos e ações diárias.

4. *Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva.* O investigador qualitativo utiliza de seus estudos para reconhecer as questões mais importantes. Porém, não se deixa levar por hipóteses previamente formuladas antes de iniciar uma investigação.

5. *O significado é de importância vital na abordagem qualitativa.* O investigador está interessado no modo como diferentes pessoas dão sentido às suas vidas. A partir da compreensão das perspectivas dos participantes, fica claro para o investigador a dinâmica interna das situações.

Para tanto, todas as características mencionadas anteriormente, estão de acordo com a análise qualitativa estabelecida nesta pesquisa.

De forma específica, a pesquisa foi conduzida na rotina escolar, envolvendo os alunos, o professor (pesquisador) e a metodologia de ensino, portanto foi realizada no contato direto com o contexto, bem como houve preocupação com o processo. Além das transcrições que foram fielmente registradas. Pode-se destacar também que as questões mais importantes foram sendo percebidas ao longo do processo.

5.2. Levantamento das condições do ensino de radioatividade em escolas públicas do estado de MS

5.2.1. Instrumento de coleta de dados 1 - Professores

Em um primeiro momento, foi elaborado um instrumento de pesquisa voltado para os professores de Ensino Médio. A fim de averiguar quais eram as impressões dos profissionais educadores, da disciplina de Química, frente ao ensino atual do assunto radioatividade, bem como as deficiências que os professores encontram em trabalhar o assunto. Logo, essa etapa de pesquisa foi fundamental para o desenvolvimento desse trabalho, visto que os resultados obtidos nortearam a elaboração e aplicação da hiperídia – “Radioatividade”. Temos, no capítulo seguinte, uma discussão mais específica dos apontamentos dos professores.

Mediante autorização da Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso do Sul - SEED/MS, conforme solicitação deste pesquisador, o questionário de coleta de dados foi

encaminhado via correio eletrônico⁸ para todas as escolas da rede pública de ensino. A direção das escolas estaduais encaminhou por correio eletrônico, para este pesquisador, o questionário de pesquisa devidamente preenchido pelos professores de Química.

5.3. Desenvolvimento da hipermídia – “Radioatividade”

A proposta de formulação de materiais didáticos digitais voltados para o ensino de determinado assunto, tal como, a hipermídia – “Radioatividade” pode ser bem justificada por Moreira (2000), conforme as seguintes características: princípio da não centralidade do livro de texto e o princípio da não utilização do quadro-de-giz.

Para elaboração do material didático foi utilizado o programa FLASH MX®, uma vez que é uma ferramenta prática voltada para elaboração de páginas em html, inclusive, muito utilizada para confecção de animações gráficas, presentes nos mais diversos objetos de aprendizagens disponíveis no RIVED⁹ e em outras páginas virtuais. As vantagens desse aplicativo residem no fato da possibilidade de desenhos que podem ser criados em uma quantidade variável de quadros com posicionamentos diferentes, de forma que a sobreposição dos quadros cria a sensação visual de movimentação do desenho.

O presente material didático apresenta duas interfaces. Em uma delas, temos as animações gráficas de fenômenos microscópicos, que permite que o aluno possa enxergar dado fenômeno de forma dinâmica, ou seja, um “desenho” animado, com movimento. Na outra interface, temos as simulações de eventos microscópicos, que são objetos de aprendizagem voltados para um assunto específico da radioatividade, retirados do *site* do RIVED, esses objetos permitem maior interação do aluno, uma vez que o resultado final da simulação depende exclusivamente da manipulação do mesmo, via utilização dos periféricos do computador, tais como, *mouse* e teclado.

O material digital detalhado a seguir foi desenvolvido, principalmente, para alunos do Ensino Médio, porém o mesmo pode ser utilizado por alunos de nível superior. Para manipulação da hipermídia – “Radioatividade” faz-se necessário o uso de um computador com pelo menos 256 MB de memória RAM¹⁰ e processador equivalente ou superior ao Pentium 3. Uma vez que a confecção do material didático consiste no uso da ferramenta

⁸ Tradução do termo *eletronic mail (e-mail)*, em inglês (Silva, 1997).

⁹ *Site* sob coordenação do Ministério da Educação.

¹⁰ Dispositivo que permite ao computador maior velocidade no processamento das informações.

FLASH®, que gera arquivos leves, de fácil “carregamento”. Além do computador, outros *hardwares* são necessários, tais como, monitor de vídeo, *mouse* e teclado. Em termos de programas, optou-se em criar o material digital voltado para o navegador Internet Explorer®, pois no momento da instalação desse programa em qualquer computador o *plug-in*¹¹ do FLASH® é instalado automaticamente; como sistema operacional foi escolhido o Windows® uma vez que o colégio, local da aplicação da pesquisa, conta com esses tipos de *softwares*. Para melhor visualização da hipermídia, a configuração de vídeo ideal, corresponde a 1280 x 800 pixels de resolução.

Em razão da criação de vários repositórios de materiais didáticos, de livre acesso para professores e alunos, esta hipermídia também ficará disponível¹², visto que na literatura encontramos poucos materiais didáticos sobre o assunto radioatividade, além de ser mais uma ferramenta útil para professores que desejam trabalhar o assunto radioatividade de forma alternativa.

¹¹ Arquivo de instalação que permite ao usuário ter acesso às informações disponibilizadas conforme o programa executado.

¹² Em breve disponível no repositório do departamento de química, no seguinte endereço eletrônico www.dqi.ufms.br.

5.3.1. Interface da hipermissão – “Radioatividade”

Ao acessar o repositório de materiais didáticos da UFMS/DQI que disponibilizará a hipermissão, teremos a seguinte tela:

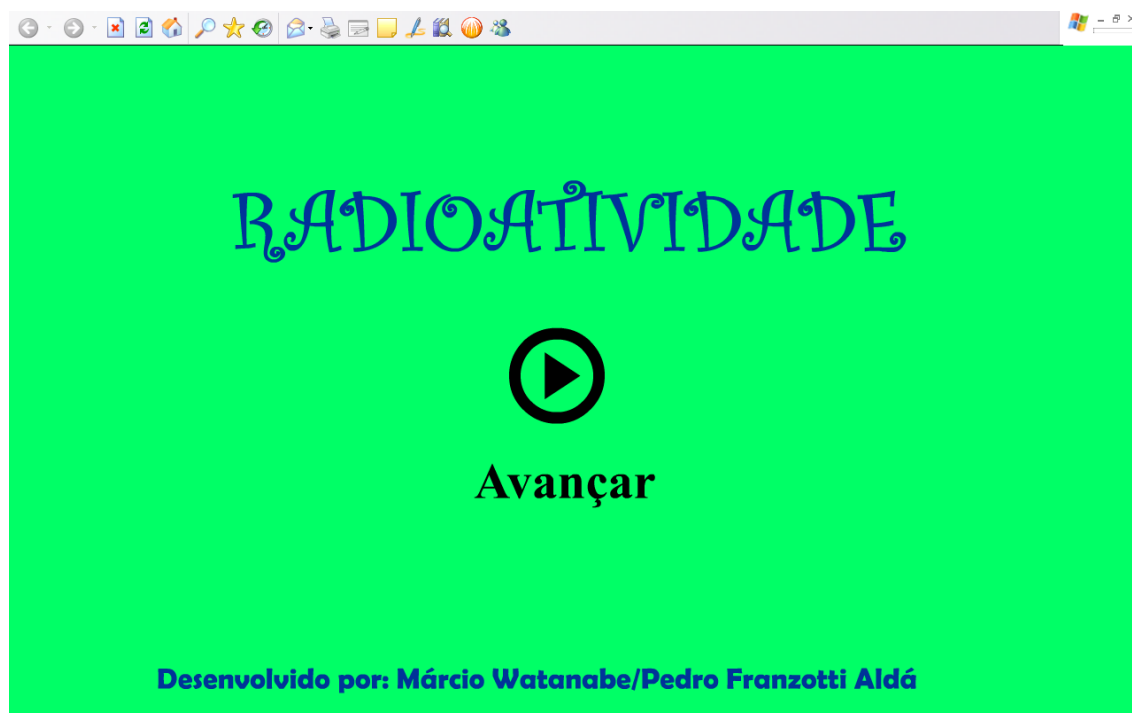


Figura 6 - Interface da tela inicial da hipermissão

Para dar início à manipulação do material didático o aluno necessita dar um clique no *link* avançar. Dando sequência, temos uma tela introdutória que apresenta um contexto geral do assunto radioatividade, conforme **figura 7**.

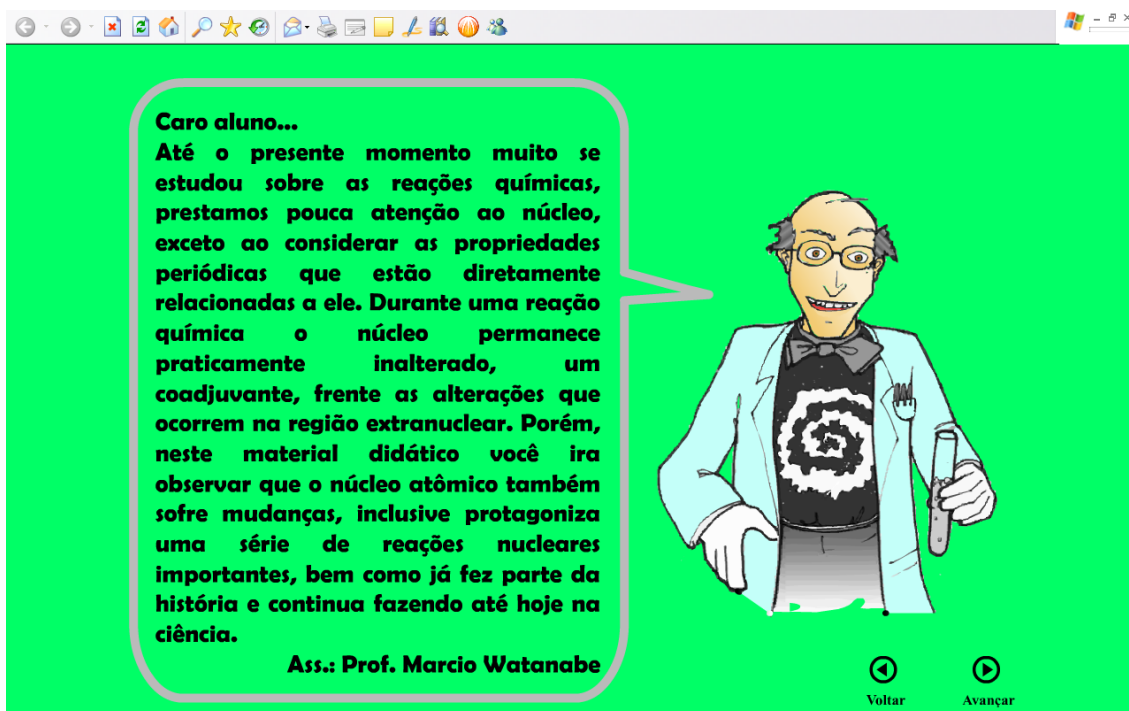


Figura 7 - Interface da página introdutória do assunto radioatividade

A página principal da hipermídia contempla os *links* de maior destaque, conforme figura 8, esses mesmos *links* apresentam *sublinks*. O princípio de navegação da hipermídia consiste na ideia dos **hipertextos**, pois o aluno pode acessar os tópicos da forma que desejar, apesar de existir uma sequência lógica imposta pelo autor, que pode ser repassada para os professores que queiram utilizar o material didático, como orientação metodológica.

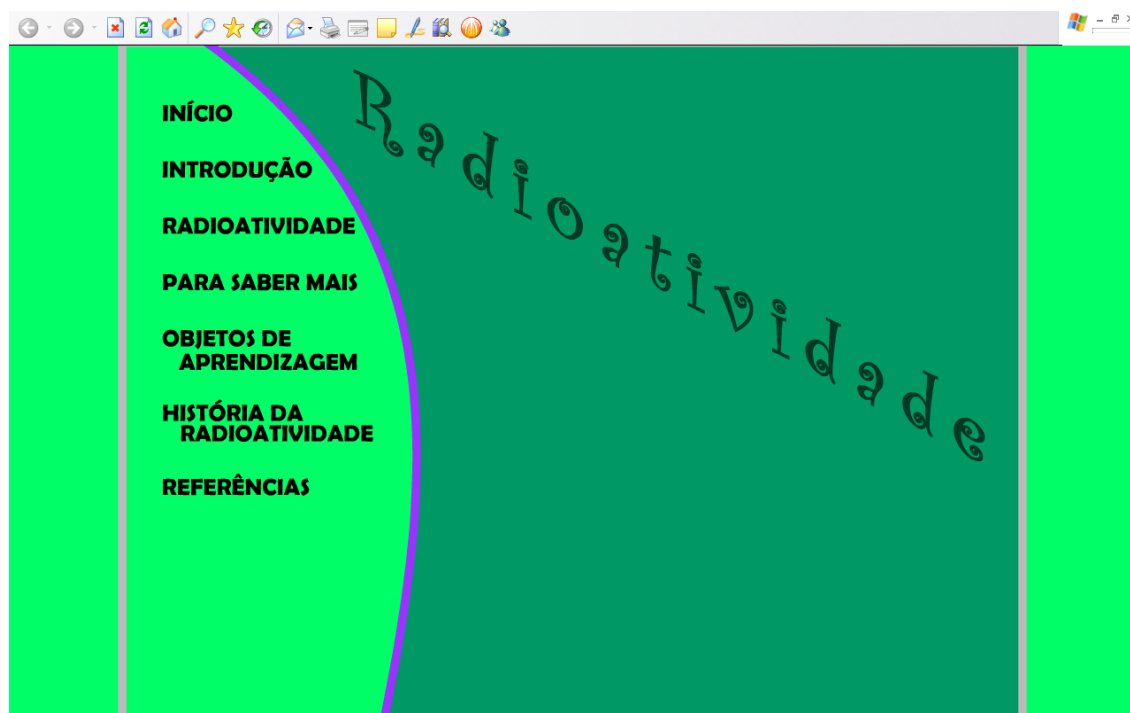


Figura 8 - Interface da página principal da hipermídia – “Radioatividade”

Na **figura 9**, temos um exemplo da interface que apresenta uma animação gráfica de um fenômeno microscópico de emissão da partícula beta por um elemento radioativo. Destacamos que na parte de cima da tela, temos os *links* percorridos, ou seja, o caminho necessário para chegar até a animação propriamente dita (página inicial → radioatividade → emissões radioativas → beta (β)).

A inserção do caminho percorrido pelo aluno ao longo do material didático, busca proporcionar ao aluno a *reconciliação integradora* e a *diferenciação progressiva* propostas por David Ausubel (1980), que, segundo o autor, é uma prática fundamental para na da aprendizagem significativa, pois permite uma reorganização da estrutura cognitiva e também pode minimizar possíveis confusões conceituais dos alunos, portanto a prática da *reconciliação integradora* e da *diferenciação progressiva* deve ser oportunizada assim que possível.

Logo abaixo da tela, foi inserida uma caixa de observação¹³ sobre a animação, pois a mesma apresenta partículas com cores e formas que não representam teorias aceitas cientificamente. Essa inserção busca evitar possíveis confusões sobre a atribuição de cores para prótons, nêutrons e demais partículas, uma vez que não existe atualmente teoria científica que atribua cor para as partículas constituintes do átomo.



Figura 9 - Ilustra a página contendo a animação do fenômeno de liberação da partícula beta

¹³ Evitar que o aluno enxergue a animação como sendo a “realidade” do nível atômico-molecular.

A interface representada na **figura 10** a seguir, contempla uma animação do fenômeno microscópico proposto por Rutherford para justificar a divisão do átomo em duas regiões principais, núcleo e eletrosfera. Essa animação procura resgatar alguns conceitos importantes para o entendimento do assunto radioatividade, servindo de um pseudo-organizador prévio.

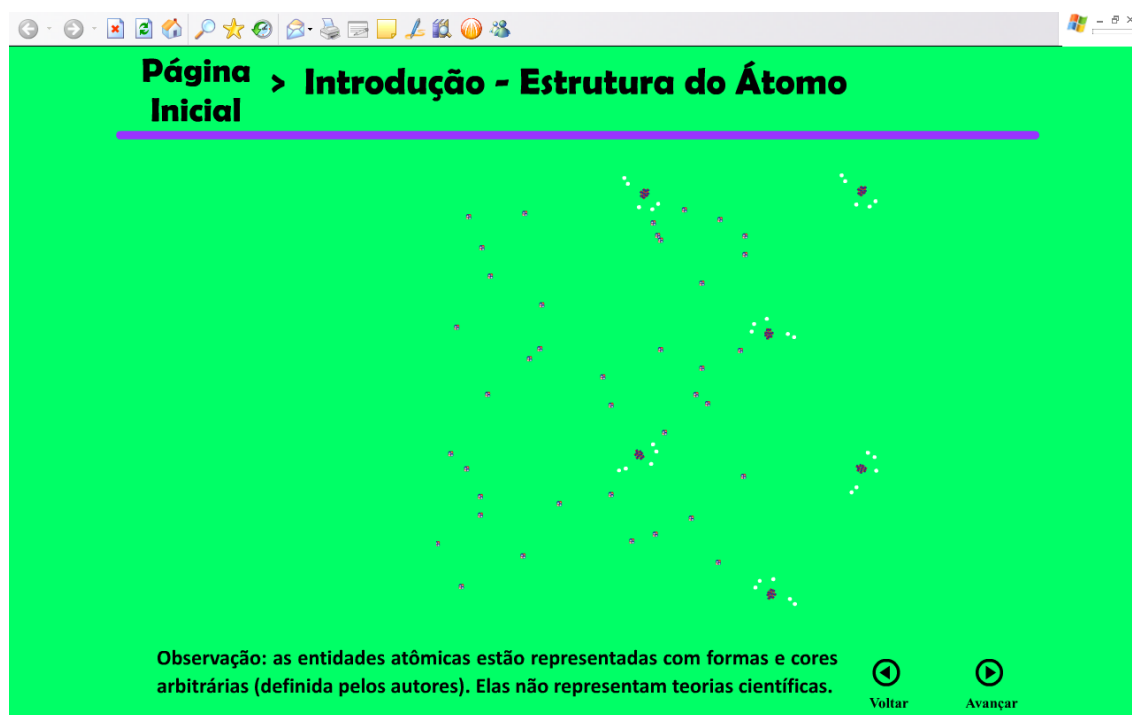


Figura 10 - Ilustra a página contendo a animação da teoria proposta por Rutherford para justificar a divisão atômica

O assunto radioatividade envolve diretamente o conceito de radiação, para tanto a próxima figura apresenta a interface sobre as diversas formas de radiações existentes, cada qual representa um *link* que submete o aluno a uma outra interface sobre a aplicação da radiação no cotidiano. A inserção desse tópico na hipermídia é indispensável, visto que grande parte dos alunos apresentam concepções equivocadas sobre radioatividade e radiação, inclusive, não conseguem relacionar exemplos da radiação no cotidiano, conforme resultados observados no pré-teste.

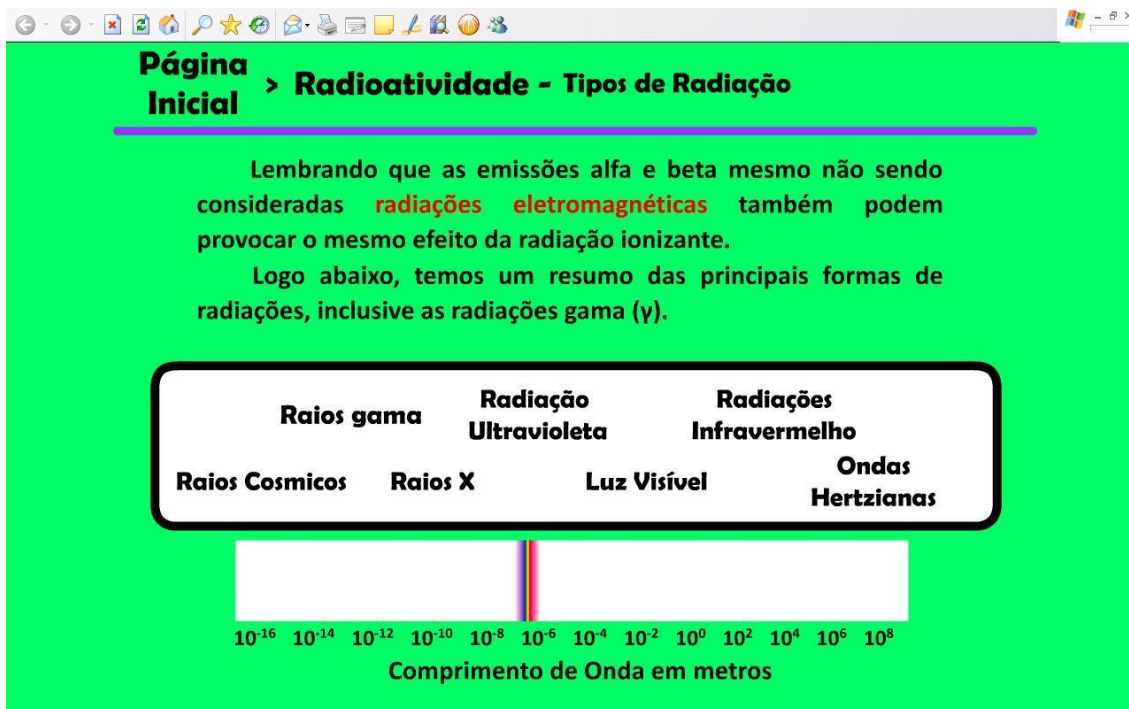


Figura 11 - Ilustra a interface do tópico radiação

Diante das diversas aplicações da radioatividade no cotidiano, a próxima figura apresenta a interface do *link* para saber mais, apontando para outros *links* sobre os mais diversos segmentos que envolvem o assunto radioatividade. Esses *links* representam papel fundamental na aquisição de argumentos acerca do assunto radioatividade por parte dos alunos, bem como podem promover a alteração das concepções existentes sobre a visão negativa que acompanha o assunto.

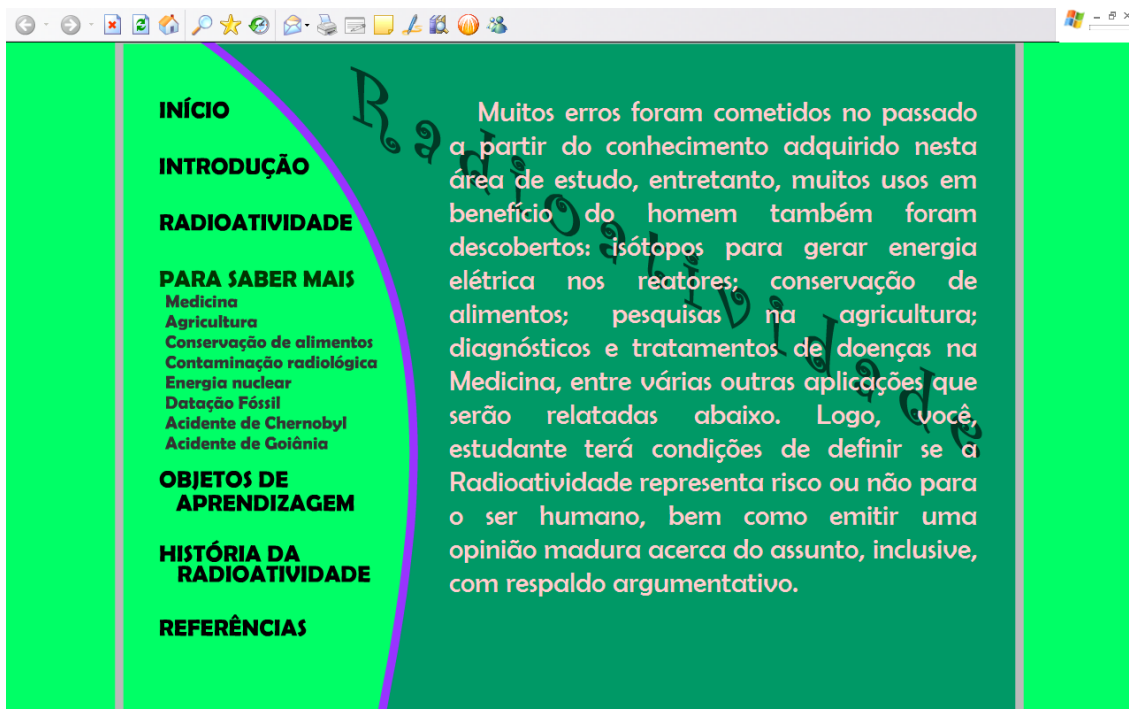


Figura 12 - Ilustra a interface do *link* para saber mais, indicando outros *links* sobre as aplicações da radioatividade em diversos segmentos

O *link* história da radioatividade, ilustrado na **figura 13**, conduz o aluno para a história da radioatividade, mais especificamente, as etapas da descoberta da radioatividade, os cientistas envolvidos que receberam o prêmio Nobel em função das pesquisas sobre o assunto, dando um contexto histórico do assunto.

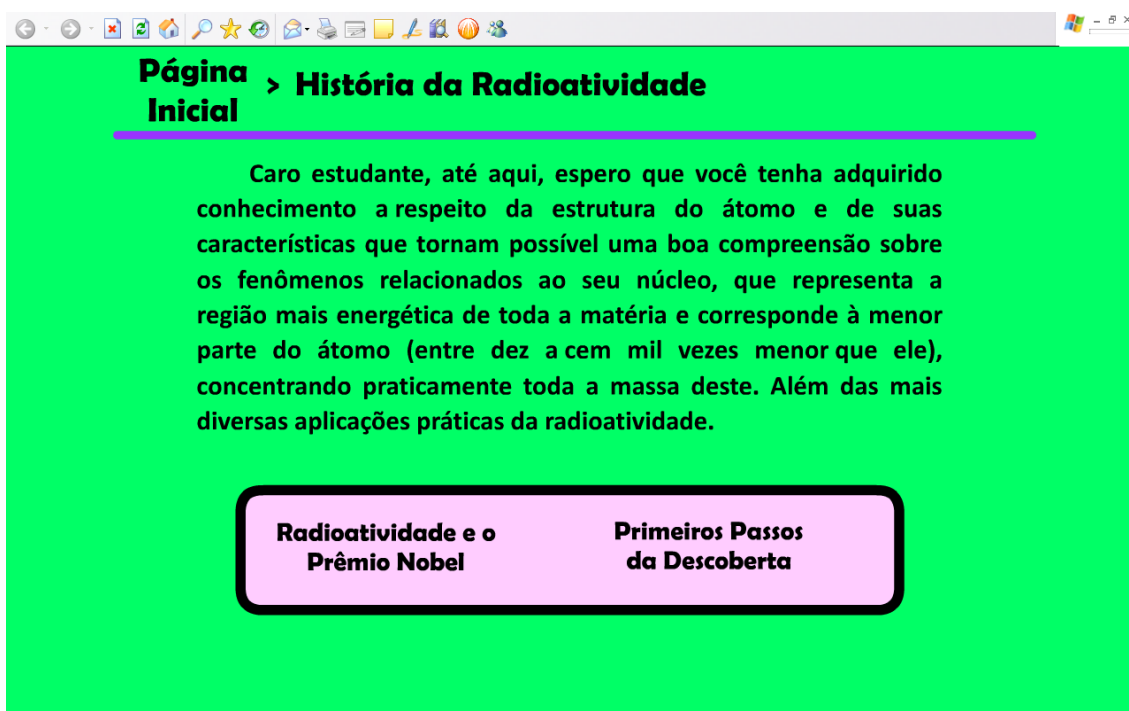


Figura 13 - Ilustra a interface do *link* história da radioatividade

Na figura 14 temos representada a interface de simulação que corresponde a um objeto de aprendizagem da Rede Virtual de Educação (RIVED) sobre o tópico propriedades das emissões radioativas – poder de penetração. Esse objeto foi inserido como *link* no material didático proposto por esta pesquisa. Considera-se como interface de simulação, pois o aluno pode manipular as variáveis, ou seja, os diversos elementos radioativos, obtendo uma resposta para cada ação executada.

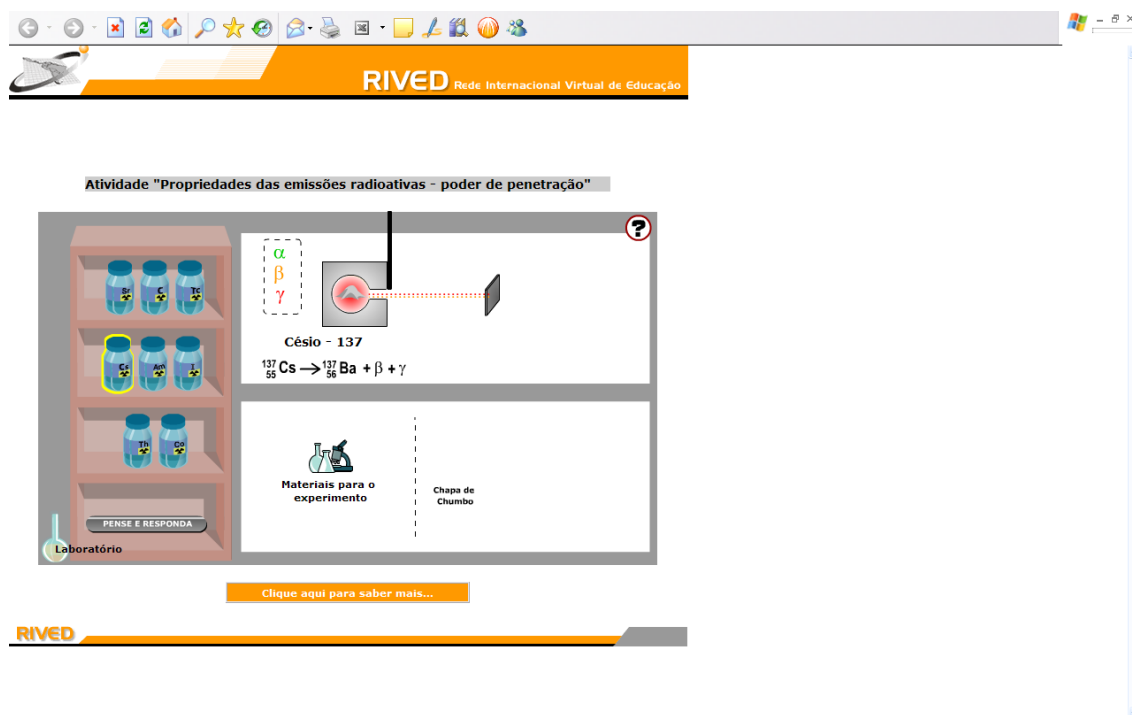


Figura 14 - Ilustra a interface contendo uma simulação do poder de penetração das emissões radioativas

Para as interfaces de simulação, temos três objetos do RIVED que estão na forma de *link*, conforme figura a seguir. Esses objetos tratam de tópicos do assunto radioatividade como vimos na figura anterior, bem como tempo de meia-vida ou semidesintegração e demais propriedades das emissões radioativas.

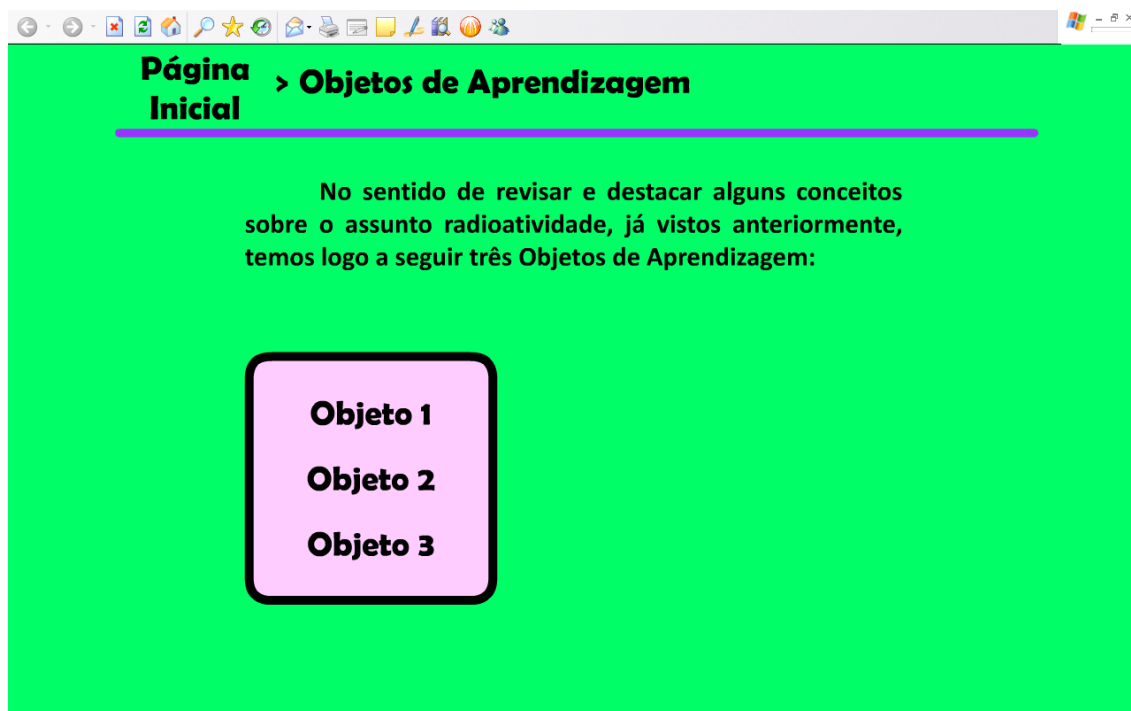


Figura 15 - Ilustra a interface de acesso para três simulações do RIVED

5.4. Contexto da aplicação da hipermídia – “Radioatividade”

5.4.1. Contexto Escolar

O material didático produzido foi aplicado em cinco turmas da segunda série do Ensino Médio do Colégio Militar de Campo Grande (CMCG)¹⁴, MS, perfazendo um total de cento e cinquenta e três alunos, no mês de setembro de 2009. A opção em trabalhar com um número elevado de alunos é explicada pela questão de não privar nenhuma turma do processo didático diferenciado, pois poderia gerar desconforto frente aos alunos não participantes do processo. Outra explicação diz respeito ao número elevado de respostas obtidas na avaliação do material, pois assim podemos concluir de forma mais abrangente e generalizada.

O Sistema Colégio Militar do Brasil (SCMB) foi implantado em 1888, com a inauguração do Imperial Colégio Militar do Rio de Janeiro (CMRJ)¹⁵, instituição destinada a receber gratuitamente os filhos de militares efetivos, reformados e honorários do Exército e demais forças armadas. Nesse educandário era ministrada a instrução secundária juntamente com a educação militar e cívica. Foi criado com a intenção maior e especial de abrigar os

¹⁴ Informações sobre a instituição, disponível em www.cmcg.ensino.eb.br.

¹⁵ Informações sobre a instituição, disponível em www.cmrj.ensino.eb.br.

órfãos militares que haviam tombado na Campanha do Paraguai (Guerra da Tríplice Aliança)¹⁶. O referido estabelecimento podia também receber alunos dependentes de civis, procedentes de qualquer classe social. Devido ao irrefutável sucesso do modelo de educação integrada voltada para a formação do cidadão crítico, consciente de sua responsabilidade social e elevado sentimento de nacionalidade, o Exército Brasileiro criou, a partir de 1912, outras onze unidades escolares ao longo do século XX, sendo o Colégio Militar de Campo Grande uma delas, fundado em 1995, dando corpo ao que hoje é conhecido como Sistema Colégio Militar do Brasil. A idéia da fundação do Imperial Colégio Militar do Rio de Janeiro partiu do conselheiro Thomaz Coelho, figura ilustre que ocupou diversos cargos no período Imperial.

Os objetivos do colégio, entre outros, são: permitir ao aluno desenvolver atitudes e incorporar valores familiares, sociais e patrióticos que lhes assegurem um futuro consciente de seus deveres, direitos e responsabilidades, qualquer que seja o campo profissional de sua preferência; propiciar ao aluno a busca e a pesquisa incessante de informações relevantes, desenvolvendo dessa forma, a autonomia, valorizando suas experiências, conhecimento prévio e a relação professor-aluno e aluno-aluno; preparar o aluno para refletir e compreender os fenômenos e não para memorizá-los; desenvolver nos alunos a visão crítica dos fenômenos políticos, econômicos, históricos, sociais e científico-tecnológicos, objetivando-os, pois, a aprender para a vida e não mais, simplesmente, para fazer provas; e, capacitar o aluno à absorção de pré-requisitos fundamentais ao prosseguimento dos estudos acadêmicos e não de conhecimentos supérfluos que se encerrem em si mesmo; além de outras missões.

Durante todo o mês de setembro de 2009, contando com toda a infraestrutura do laboratório de informática do colégio, inclusive, a hospedagem da hipermídia no servidor, ou melhor, na página da instituição, foram desenvolvidas as aulas utilizando o material didático digital, acompanhado pelo professor¹⁷ da disciplina de Química.

Participaram de todas as etapas de aplicação do material digital, inclusive, as etapas de avaliação pré-teste, uso do material didático e pós-teste, cento e quarenta e um alunos durante um período de quatro semanas, totalizando aproximadamente 6 horas de aula presenciais no horário da disciplina de Química, fora as consultas estabelecidas fora do período normal de aula, executada por parte de alguns alunos mais interessados.

¹⁶ Denominação dada em alguns livros mais recentes de História.

¹⁷ Professor Marcio Watanabe. Autor do material didático e pesquisador responsável pelo trabalho.

Os alunos das cinco turmas de segundo ano do Ensino Médio envolvidos na pesquisa, em princípio, podem ser considerados um grupo homogêneo. Porém vale ressaltar que o colégio conta com alunos que apresentam diferentes históricos escolares, podendo então ser dividido em dois grupos distintos: alunos oriundos das mais diversas localidades do Brasil, devido às transferências constantes do responsável militar; alunos concursados, oriundos do meio civil, que passam por um processo seletivo rigoroso, que apresenta em média concorrência de dezessete candidatos por vaga para o sexto ano do Ensino Fundamental e vinte e cinco candidatos por vaga para o primeiro ano do Ensino Médio.

Durante a pesquisa, os alunos foram conduzidos ao laboratório de informática a fim de realizar estudos das atividades propostas na hipermídia – “Radioatividade”. Os estudos das atividades, na primeira aula, envolviam, em um primeiro momento, sob orientação do professor, leitura de partes específicas do material digital, como por exemplo, introdução e procedimentos para o uso da hipermídia, em seguida, visualização das animações, exploração das simulações interativas e, na última aula os alunos ficaram livres para navegar ao longo da sequência didática, da forma que quisessem. O professor ficou disponível em ambas as aulas para esclarecer dúvidas pertinentes ao assunto radioatividade, desempenhando também, o papel de orientador das atividades. Atendendo as características da pesquisa qualitativa em Educação, segundo os autores Bogdan e Biklen (1994), o professor (pesquisador) da disciplina acompanhou todas as aulas, em todas as turmas, podendo assim observar e relatar a participação dos alunos, motivação para o estudo, dificuldades encontradas, entre outras, que serão mais detalhadamente explicadas no próximo capítulo, resultados e discussão.

As fotografias (**Figuras 16, 17 e 18**) apresentadas a seguir ilustram o local da execução desta pesquisa.



Figura 16 - Fachada do Colégio Militar de Campo Grande



Figura 17 - Laboratório de informática do Colégio Militar de Campo Grande



Figura 18 – Utilização da hiperídia – “Radioatividade” pelos alunos

5.4.2. Primeira etapa – Pré-teste

Na primeira semana de setembro/2009, antes de iniciarem as aulas com a hiperídia – “Radioatividade”, foi aplicado a todos os alunos do segundo ano do Ensino Médio um instrumento de coleta de dados, pré-teste, composto de duas etapas, I e II, constantes no apêndice B. Essa fase da pesquisa consiste no levantamento do conhecimento prévio dos alunos, ou seja, averiguar a existência de subsunçores necessários para o aprendizado do assunto radioatividade, além de verificar suas concepções.

Destacamos para fins éticos e morais que durante a investigação, todos os sujeitos participantes foram informados da natureza da pesquisa, inclusive, lançado mão da não obrigatoriedade em participar da mesma. A autorização para aplicação da investigação assinada pelo diretor responsável legal pelo Colégio Militar de Campo Grande (anexo B), além do documento de solicitação junto aos professores (apêndice D). Lembrando que antes de executar qualquer atividade o presente projeto de pesquisa passou pela aprovação do comitê de ética em pesquisa (anexo A). Segundo Bogdan e Biklen (1994) medidas devem ser tomadas para assegurar a ética na pesquisa qualitativa em educação.

5.4.3. Segunda etapa - Aplicação da hipermídia parte I

Nessa etapa, os alunos foram encaminhados ao laboratório de informática para interagir com a hipermídia – “Radioatividade”. Por tratar-se do primeiro contato do aluno com o material didático, o professor da disciplina estabeleceu as orientações de uso, bem como conduziu a aula detalhando e explicando os principais *links*. Os alunos puderam nessa etapa manipular o material durante uma aula de cem minutos ininterruptos.

5.4.4. Terceira etapa – Aplicação da hipermídia parte II

Na semana seguinte, terceira semana de setembro, os alunos foram conduzidos novamente ao laboratório de informática. Os alunos nessa etapa ficaram a vontade para manipular o material didático, sendo que o professor ficou disponível para retirar as dúvidas dos alunos e ao mesmo tempo supervisionou a aula com duração de cem minutos.

5.4.5. Quarta etapa – Pós-teste

Após o uso da hipermídia – “Radioatividade” por parte dos alunos, foi novamente estabelecido à aplicação de um instrumento de coleta de dados, pós-teste, composto de duas etapas, I e II, constantes no apêndice C, a fim de verificar a ocorrência da aprendizagem significativa crítica, bem como determinar se houve mudanças nas concepções dos alunos acerca do assunto radioatividade. Para tanto, o instrumento avaliativo supracitado é composto de um questionário na forma de opiniário (etapa I), contendo alternativas relativas ao grau de satisfação (escala Likert), além de duas questões discursivas e também a elaboração de um mapa conceitual (etapa II).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse capítulo apresentaremos os resultados obtidos relativo à pesquisa com a hiperímia – “Radioatividade” e os discutiremos de forma qualitativa.

6.1. Pesquisa junto aos professores da rede pública de ensino

Nesta seção, temos os resultados obtidos por meio do questionário (apêndice A) respondido pelos professores da rede pública de ensino, em escolas da capital e das cidades do interior do Estado de Mato Grosso do Sul. Participaram dessa etapa da pesquisa, 42 professores que ministram a disciplina de Química no Ensino Médio público, dos quais 26 (61,9%) são licenciados em e os demais 16 (38,1%) em outros cursos, tais como: engenharia, matemática, física, farmácia e a maioria em biologia.

Os dados obtidos serviram de parâmetro para elaboração da hiperímia – “Radioatividade”.

A caracterização da jornada de trabalho dos professores está mostrada na **tabela 1** e **figura 29**.

Tabela 1 - Jornada de trabalho dos professores

Carga horária de sala de aula semanal	Professores (%)
10 a 20 horas	21,4
21 a 30 horas	33,3
31 a 40 horas	40,5
41 a 50 horas	4,8

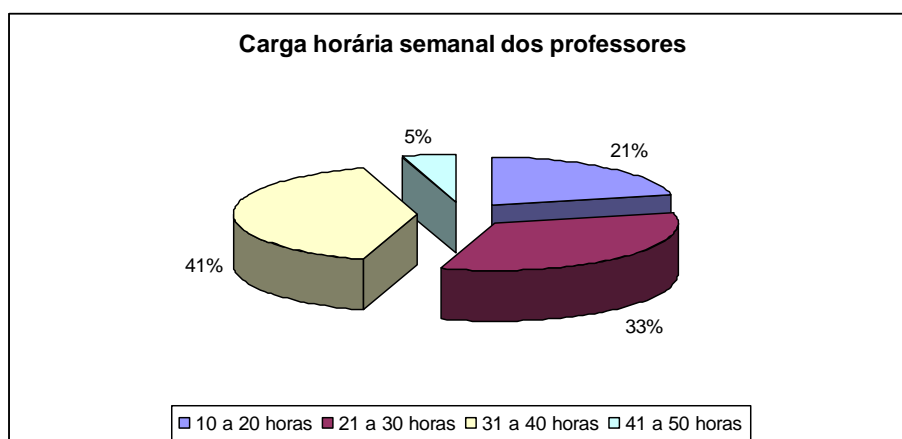


Figura 19 - Carga horária semanal em sala de aula dos professores

Verificamos que 33% dos professores trabalham de 10 a 20 horas por semana, 41% de 31 a 40 horas e apenas 5% ultrapassam 41 horas.

Observamos que a maioria apresenta uma carga horária elevada em sala de aula. Como a função de professor requer tempo extra para elaboração e correção de avaliações, preparação de aulas, esse fator pode ser um empecilho para a aplicação de metodologias diferenciadas de ensino, como o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação. Em contra partida, as Tecnologias de Informação e Comunicação podem contribuir de forma substancial, visto que diversos materiais didáticos podem ser acessados via *internet*, servindo de recurso complementar extra sala de aula e até mesmo como meio de mediação do aprendizado a partir de plataformas que permitam a troca de informações entre professor-aluno, conforme os trabalhos dos autores STENSMANN (2005) e PIRES (2005).

A carga horária elevada é um dos argumentos mais utilizados por professores que trabalham com aulas tradicionais (baseadas no sistema de transmissão e recepção) e são contrários ao uso de metodologias diferenciadas de ensino que envolva o uso de materiais didáticos digitais, além disso, outras alegações são apontadas no trabalho de FERREIRA e GOABARA (2006). Professores que usam o argumento da carga horária elevada, podem não conhecer as vantagens e benefícios que as ferramentas digitais proporcionam. O que infelizmente contrária o princípio do aprendizado a partir de distintas estratégias de ensino, propostas por Moreira (1994) para o favorecimento da aprendizagem significativa crítica.

Por um outro lado, existem professores que utilizam as Tecnologias de Informação e Comunicação tão somente para a pesquisa e facilitação do trabalho, como por exemplo: digitação de textos, criação de planilhas e apresentações, troca de mensagens eletrônicas e pesquisa na internet, conforme GONÇALVES (2006) e HOHENFELD (2008).

Conforme indicado na **tabela 2** e **figura 20**, a maioria dos professores atua há pouco tempo no magistério, 42,9%, de 1 a 3 anos e 21,4% de 4 a 7 anos. Esse resultado pode ter relação com a falta de profissionais na área de química aliado aos recém formados em química que buscam ingressar no magistério.

Tabela 2 - Experiência dos docentes em sala de aula

Experiência profissional	Professores (%)
1 a 3 anos	42,9
4 a 7 anos	21,4
8 a 11 anos	4,8
12 a 15 anos	14,3
Acima de 16 anos	7,1
Não declarado	9,5

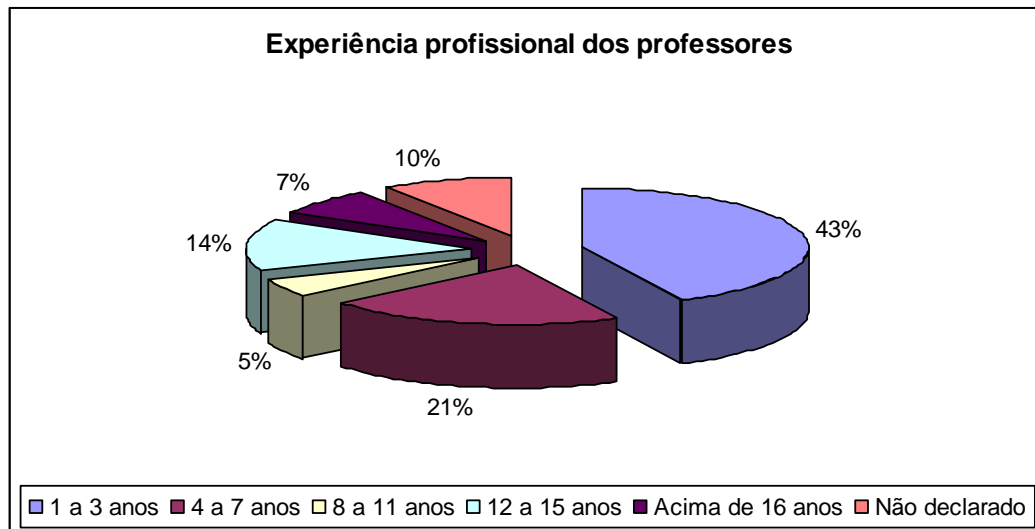


Figura 20 - Experiência profissional dos docentes

A maioria dos professores, mais de 84,6%, licenciados em química ou não, trabalham o assunto radioatividade em sala de aula, conforme observamos na **tabela 3** e **figura 21**.

Tabela 3 - Porcentagem de docentes que trabalham ou não o assunto radioatividade

Trabalha o assunto radioatividade	Licenciados (%)	Não Licenciados (%)
Sim	84,6	87,5
Não	15,4	12,5

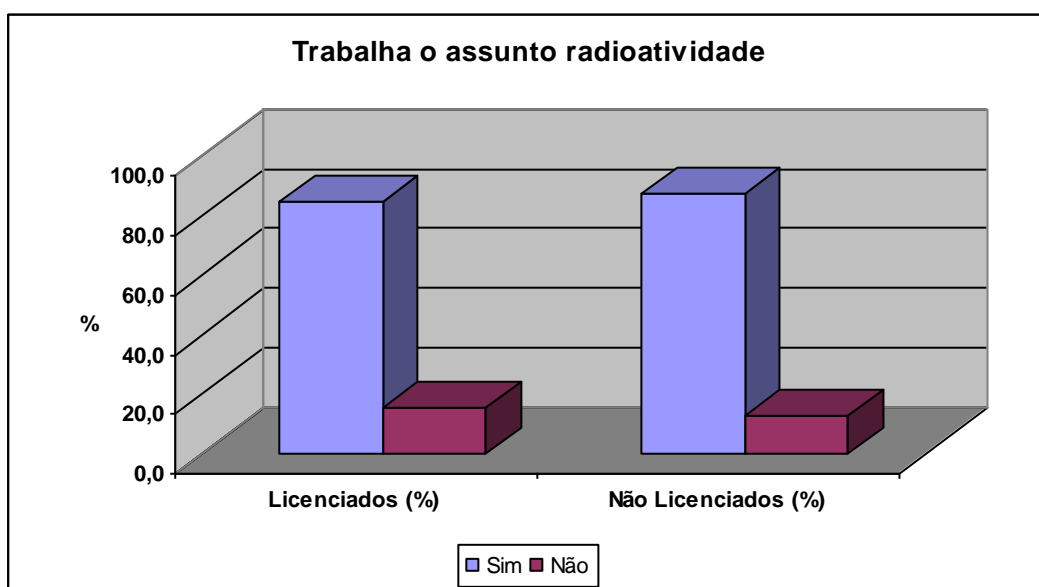


Figura 21 - Professores que trabalham ou não o assunto radioatividade em sala de aula

Ao analisarmos a **tabela 4** e a **figura 22**, verificamos que os licenciados em química (53,8%) e os não licenciados (56,3%), não aprenderam o assunto no período de formação

acadêmica. Valores elevados considerando que o assunto radioatividade faz parte da discussão atual a respeito da matriz energética dos países, bem como do uso voltado para medicina, no tratamento de doenças, como o câncer. Além de ser um assunto abordado constantemente nos diversos vestibulares do Brasil, inclusive no ENEM¹⁸.

Considerando os 26 (61,9%) licenciados, dos quais 12 são formados na UFMS, todos esses professores (28,6%), infelizmente não aprenderam radioatividade na graduação, visto que o assunto não está na grade curricular do curso de licenciatura em química ou bacharelado dessa instituição. Em contra partida observamos que os 16 (38,1%) não licenciados em química, dos quais 11 (26,2%) professores são biólogos, todos aprenderam o assunto radioatividade no período de graduação em disciplinas regulares do curso.

É muito importante que o licenciando, no período de graduação, aprenda o assunto radioatividade, visto que posteriormente, em sua atuação docente, servirá de mediador do conhecimento para com seus alunos.

Tabela 4 - Porcentual dos docentes que aprenderam ou não o assunto radioatividade na graduação

Apreendeu o assunto radioatividade na graduação	Licenciados (%)	Não Licenciados (%)
Sim	46,2	43,8
Não	53,8	56,3

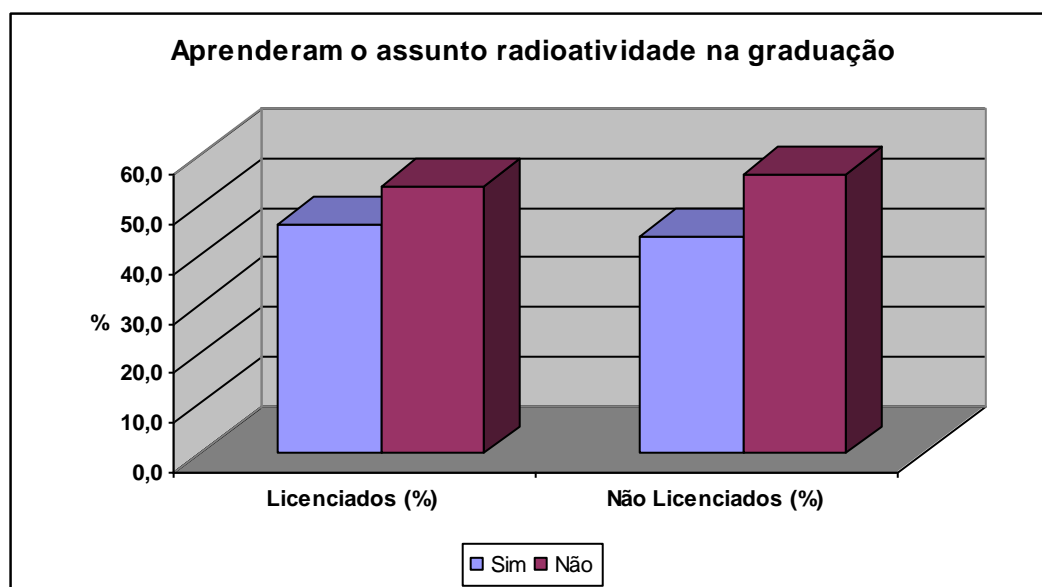


Figura 22 - Professores que aprenderam ou não o assunto radioatividade na graduação

¹⁸ O assunto radioatividade está previsto no edital do novo ENEM/2009.

Todos os professores licenciados e 50 % dos não licenciados indicaram que durante a carreira profissional ministrando o assunto radioatividade, os alunos apresentam concepções maléficas (negativas) acerca do assunto radioatividade, conforme **tabela 5** e **figura 23**. Esses resultados estão de acordo com as concepções dos alunos do CMCG, visto que se somado a porcentagem de alunos que julgaram negativo ou negativo com exceções, temos 68% de impressões negativas acerca do tema, conforme **tabela 8**. Temos, portanto, mais um motivo para elaboração de materiais didáticos sobre o assunto radioatividade, no sentido de promover maior esclarecimento dos alunos.

Evidentemente que os professores de química entrevistados nessa pesquisa, estiveram em contato direto ao longo de suas experiências profissionais com alunos que apresentam desconhecimento do assunto, gerando concepções equivocadas. Provavelmente atribuído ao baixo nível de informação dos alunos, bem como ausência de uma aprendizagem significativa crítica, relacionada às seguintes características colocadas por Moreira (2000): *princípio da interação social e do questionamento, princípio do conhecimento como linguagem e o princípio da consciência semântica*.

Portanto, cabe ao professor utilizar-se dos princípios propostos por Moreira (2000): *princípio do aprendiz como perceptor/representador, princípio da aprendizagem pelo erro e princípio da desaprendizagem*. O professor é responsável por colocar situações novas aos alunos permitindo que o mesmo reflita e, se caso julgar adequado, mude sua percepção. Sendo assim, o sujeito passa pelo processo de desaprendizagem e corrige seus erros.

Tabela 5 - Opinião dos docentes acerca das concepções dos alunos sobre a radioatividade

Concepção dos alunos	Licenciados (%)	Não Licenciados (%)
Benéfico	0	37,5
Maléfico	100	50,0
Benéfico e Maléfico	0	12,5

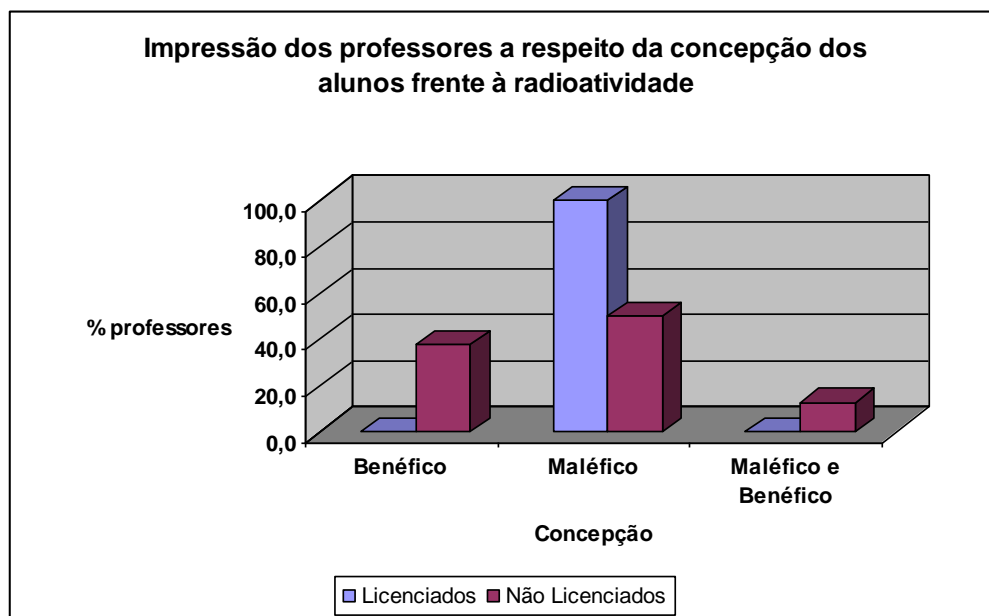


Figura 23 - Opinião dos docentes acerca da concepção dos alunos sobre a radioatividade

Verificamos, conforme **tabela 6** e **figura 24**, que para a abordagem do tema radioatividade quatro metodologias são enfatizadas pelos docentes, na rotina escolar. Dessas a aula tradicional apresenta maior uso, correspondente a 31,9% das indicações dos professores. As demais metodologias apresentaram aproximadamente 20%. O uso de material multimídia e pesquisas na internet citadas nas respostas demonstram a preocupação dos professores em trabalhar o assunto radioatividade de uma forma alternativa. De acordo com essa idéia, 100% dos docentes citaram que os recursos didáticos que utilizam das Tecnologias de Informação e Comunicação devem ser exploradas no ensino da disciplina de Química.

Tabela 6 - Metodologia empregada para trabalhar o assunto radioatividade

Metodologia utilizada para trabalhar o assunto	Professores (%)
Aula tradicional	31,9
Trabalho escolar	24,6
Pesquisas na internet	20,3
Uso de material multimídia	23,2

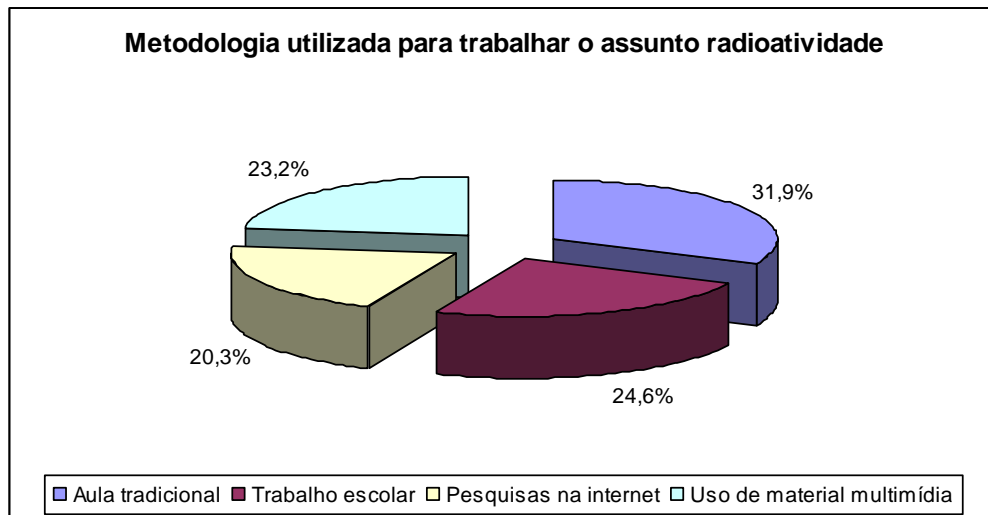


Figura 24 - Metodologias utilizadas para tratar do assunto radioatividade

Conforme as respostas à pergunta 16 do questionário, os docentes com formação na área ou não, em sua totalidade, julgam importante relatar a história da radioatividade durante o ensino do assunto. Porém na prática, 73,1% dos licenciados e 56,3% dos não licenciados trabalham a história da radioatividade no âmbito escolar. Com base nesses resultados, no momento da organização das informações contidas na hipermídia, houve a preocupação de inserir no material a história da radioatividade.

Tabela 7 - Porcentual dos docentes que tratam ou não a história da radioatividade nas aulas

Trabalha a história da radioatividade nas aulas	Licenciados (%)	Não Licenciados (%)
Sim	73,1	56,3
Não	26,9	43,8

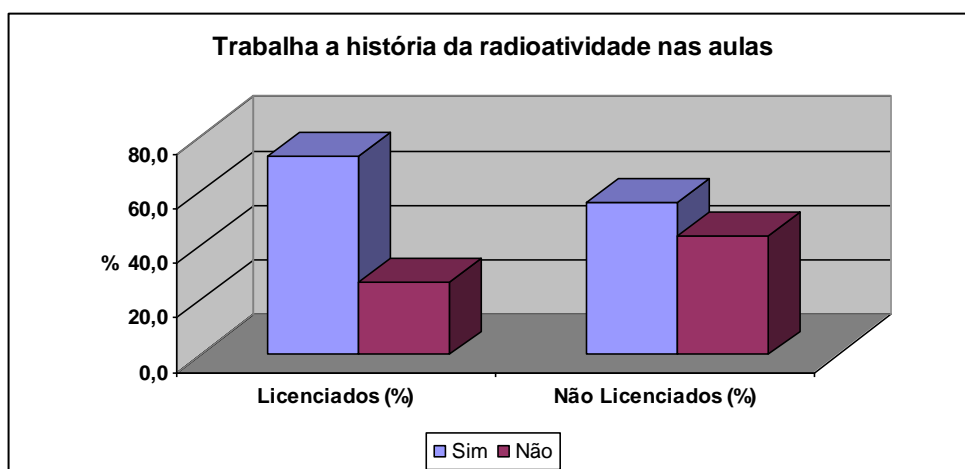


Figura 25 – Professores que trabalham ou não a história da radioatividade nas aulas

6.2. Questionário pré-teste

6.2.1. Etapa I

Em um primeiro momento, antes de dar início ao uso da hipermídia – “Radioatividade”, os alunos foram submetidos a uma avaliação (pré-teste) a fim de verificar seu conhecimento prévio sobre radioatividade e radiação. A partir deste estudo preliminar, foi possível identificar as concepções dos alunos frente ao assunto e também a maneira que os mesmos relacionam os conceitos científicos.

Ao analisarmos os discursos dos sujeitos envolvidos na pesquisa, evitamos mencionar o nome do indivíduo, para tanto utilizamos a denominação “aluno” seguido de um código numérico a fim de facilitar para o leitor a identificação da descrição. Segundo Bogdan e Biklen (1994), esta prática consiste em preservar o nome do sujeito e valorizar a descrição prestada, uma vez que a pesquisa qualitativa em educação prima pela opinião do participante.

Participaram desta etapa as cinco turmas de segundo ano do Ensino Médio, totalizando 153 alunos. Na primeira semana de setembro, o professor da disciplina esclareceu aos alunos a maneira que seria trabalhado o assunto radioatividade, ocasião em que foi solicitado aos estudantes que respondessem os questionários de pesquisa constantes no apêndice B.

Frente às respostas obtidas com a aplicação do pré-teste, foi possível determinar alguns pontos principais, apresentados pela maioria dos alunos:

- Imagem negativa (maléfica) da radioatividade,
- Associações equivocadas dos conceitos científicos com fenômenos cotidianos;
- Indiferenciação entre os conceitos radioatividade e radiação;
- Não diferenciação entre radiação ionizante e radiação não-ionizante;
- Consideração de que a radioatividade pode trazer alguns benefícios para sociedade, apesar da imagem negativa;
- Conhecimentos corretos sobre estrutura atômica;
- Associação da radioatividade ao respectivo símbolo.

Logo abaixo, na **tabela 8** e **figura 26**, apresentamos as concepções dos alunos acerca da radioatividade.

Podemos observar que 50% dos alunos apresentaram uma concepção negativa, com algumas exceções, frente à radioatividade. Além dos 18% dos alunos que atribuem uma

imagem negativa (maléfica) ao assunto radioatividade. Somente 10% dos alunos consideram a radioatividade como algo positivo (benéfico).

Esses resultados já eram esperados, visto que os resultados obtidos junto aos professores de química apontam para índices, inclusive, superiores, pois 100% dos professores formados em Química e 50% dos não formados em química, ao longo de suas experiências profissionais, acreditam que os discentes apresentam concepções negativas frente ao assunto radioatividade.

Tabela 8 - Porcentagem das concepções dos alunos acerca do assunto radioatividade (pré-teste)

Concepção acerca do assunto radioatividade	% alunos
Positiva (benéfica)	10
Negativa (maléfica)	18
Negativa, porém com algumas exceções	50
Nem positiva e nem negativa	22

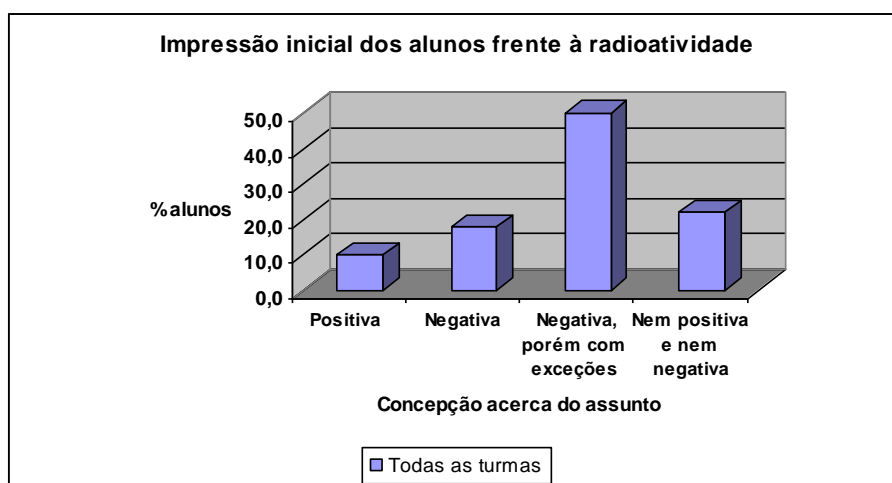


Figura 26 - Impressão inicial dos alunos frente à radioatividade

Para dar maior ênfase aos resultados qualitativos observados acima, temos a seguir algumas transcrições¹⁹ dos alunos:

Aluno 1: “Negativo. Porque sempre ouço falar de radioatividade como algo perigoso, prejudicial à saúde humana. Geralmente a radioatividade é relacionada a acidentes de usinas nucleares, o que ocasiona sérias consequências”.

Aluno 2: “Negativo. Eu já ouvi algumas reportagens na televisão sobre esse assunto e em todas as entrevistas eram negativas, como no caso de Goiânia”.

¹⁹ Respostas dos alunos sem qualquer correção gramatical.

Aluno 3: *“Negativa, porém com algumas exceções. Os motivos que me levam a pensar que a radioatividade é negativa tem a ver com os testes de bombas nucleares que deram errado e a radioatividade matou milhares de pessoas e/ou causou anomalias em bebês. Positivo quando usada na medicina para o tratamento de algumas doenças”*.

Aluna 4: *“Negativa, porém com algumas exceções. A radioatividade me lembra um documentário que eu vi, onde teve uma explosão numa usina nuclear e a radiação se espalhou, fazendo com que muitos morressem e que, mesmo com o passar dos anos, ela ainda afetava a população (assim também como as bombas atômicas lançadas em Hiroshima e Nagasaki). Porém, ela também pode ser usada como uma fonte de energia alternativa... então tem seus aspectos positivos, mas na maioria para mim, é negativa”*.

Aluno 5: *“Positivo. Porque a radioatividade tem trazido benefícios como descobertas de novas tecnologias, tratamentos de doenças. Ou seja, avanço da nossa sociedade, mas causa também degradação ambiental e prejuízos na fauna e flora. Mas sou a favor, se tiverem soluções conscientes para o uso dela”*.

Aluno 6: *“Negativo. A radioatividade pode estar relacionada a algo negativo pois, segundo algumas fontes de informação, ela pode causar anomalias genéticas quando em grande quantidade, como ocorreu em Chernobyl. E também porque elementos radioativos são usados em bombas atômicas e em outros produtos químicos perigosos, que são prejudiciais ao ser humano”*.

Aluno 7: *“Negativo. Os motivos que me levam a relacionar a radioatividade à algo negativo é o fato dela comprovadamente dar origem a alguma doença, como o câncer”*.

Conforme podemos observar nas transcrições abaixo, esses alunos apresentam algumas definições equivocadas e outras com certo grau de relação com o assunto radioatividade. Porém, observa-se que a maioria não domina o conceito científico de radioatividade.

Diante da questão: **Você sabe o que significa radioatividade?** Alguns alunos tentaram definir o significado do termo radioatividade, como podemos ver nas transcrições abaixo:

Aluna 8: *“Sim, penso que radioatividade esteja relacionada à emissão de partículas α e β e também a elementos radioativos utilizados em tratamentos ou acidentes radioativos.”*

Aluno 9: *“Radioatividade é uma característica de certos elementos químicos, que em grande quantidade pode ser nocivo a seres vivos”*.

Aluno 10: “É o fato de um átomo dito pesado emitir partículas α , β e γ perdendo um pouco de suas partículas subatômicas e se transformando em outros elementos”.

Aluno 11: “Acho que é a divisão dos núcleos, onde libera-se partículas negativas e positivas”.

Aluno 12: “Eu acho que é energia liberada pelos átomos na forma de ondas eletromagnéticas, algumas são mais elevadas como o urânio (não tenho certeza)”.

Aluno 13: “Não sei exatamente como explicar, mas sei que está relacionado a átomos e radiação emitida por eles. Um exemplo que conheço é o urânio, que é radioativo e utilizado na obtenção de energia”.

Observamos ainda, que há uma confusão muito grande entre os conceitos de radioatividade e radiação. A indiferenciação entre ambos gera exemplos equivocados, como por exemplo, a associação da radioatividade com o equipamento de raios-X. Mesmo assim, poucos alunos souberam **explicar com suas palavras o conceito radiação**, conforme relatos a seguir:

Aluno 14: “São as ondas eletromagnéticas liberadas de forma espontânea. Exemplo: radiação solar, radiação ultra-violeta”.

Aluno 15: “É a emissão de partículas que podem se alfa, beta, etc”.

Aluno 16: “Radiação é aquilo que é emitido por meio de ondas, como o Sol que libera radiação ultra violeta”.

Aluno 17: “São incidências que a luz, em certos tipos de onda, causam danos aos seres vivos, por afetarem os seu tecidos. Em certos casos a radiação é benéfica, pois ajuda os seres vivos a sintetizarem substâncias para o seu organismo. Ex: radiação ultravioleta”.

Aluno 18: “Radiação é a transmissão da radioatividade”.

Aluno 19: “Pessoas que foram expostas a radiação e como conseqüência tiveram problemas de pele e câncer”.

Aluno 20: “Radiação é como uma energia, porém prejudicial a saúde humana, em certos casos. A radiação solar é boa, mas em excesso faz mal”.

Aluno 21: “Em tratamentos médicos como raio x e radioterapia”.

Aluno 22: “Já ouvi falar, mas sei exatamente do que se trata. Pra mim é algo relacionado a raios, ondas, camadas, tudo de coisas imperceptíveis a olho humano”.

Aluno 23: “É a liberação de feixes de partículas”.

Aluno 24: “Já ouvi falar em notícias em que citaram a radiação envolvendo aparelhos celular, microondas, computador, etc, porém nem todos emitiam verdadeiramente radiação...”.

Aluno 25: “Já estudei em física as formas de propagação de calor, e uma delas é a propagação por radiação, é o único caso de propagação no vácuo, um exemplo é o calor que chega do sol à terra, para ele chegar até a terra, ele vem por meio da radiação”.

Aluno 26: “São “ondas” emitidas por determinados elementos, os radioativos, naturalmente. Por exemplo o elemento usado nas chamadas raios-x, emite ondas que são absorvidas por alguns materiais e “refletidos” por outros, possibilitando a visão interna dos ossos do corpo”.

Conforme as transcrições a seguir, podemos observar que a minoria dos alunos sabe definir o termo radiação ionizante. Pode-se levantar a hipótese da própria palavra ionizante remeter a idéia de ionização, perda de elétrons ou interação energia versus matéria. Os demais alunos, praticamente quase todos, não souberam diferenciar radiação ionizante de radiação não-ionizante.

A respeito da radiação, novamente foi levantado o questionamento sobre **a diferença entre radiação ionizante e não-ionizante**. Logo abaixo, temos algumas transcrições dos alunos:

Aluno 27: “Eu acho que a radiação ionizante pode alterar a matéria e não-ionizante não”.

Aluno 28: “Acredito que a radiação ionizante é aquela que carrega elétrons, causando a ionização dos elementos com o qual tiver contato. E a não-ionizante é aquela que não carrega elétrons”.

Aluno 29: “A radiação ionizante libera íons prejudiciais à saúde, ao contrário da não-ionizante”.

Aluno 30: “Radiação ionizante é aquela que provoca ionização das moléculas as quais atinge. Não-ionizante e aquela que não provoca ionização nas moléculas que atinge”.

No sentido de verificar se os alunos apresentam exemplos benéficos da radioatividade, foi solicitado que respondessem a seguinte questão: **Você acha que a radioatividade pode trazer benefícios para a sociedade? Em caso afirmativo, dê exemplos**. Abaixo, temos algumas transcrições dos alunos:

Aluno 31: *“A radioatividade pode trazer benefícios para a sociedade na área de medicina, como por exemplo, a radioterapia”*.

Aluno 32: *“Ela pode ajudar a humanidade na produção de tecnologias, como a de enriquecimento de urânio, que gera energia”*.

Aluno 33: *“Na utilização de energia e medicinal”*.

Aluno 34: *“Na medicina, pode trazer benefícios para o tratamento do câncer com a radioterapia... Além disso, pode ser usado para exames de raios X a fim de poder analisar o corpo humano”*.

Aluno 35: *“A radioatividade de certos elementos é utilizada na obtenção de energia, em usinas nucleares. Tal método não ocasiona poluição, sendo uma alternativa eficaz, ao invés de petróleo ou carvão”*.

Aluno 36: *“A radioatividade pode ser utilizada em tratamentos medicinais, por exemplo, na destruição de células cancerígenas”*.

Tendo em vista as transcrições acima, podemos verificar que mesmo sendo elevado o número de concepções negativas sobre a radioatividade, os alunos citaram que ela pode trazer alguns benefícios para sociedade, inclusive, com exemplos pertinentes, claro que deixando de lado os exemplos que associam os raios-X com processos radioativos.

6.2.2. Etapa II

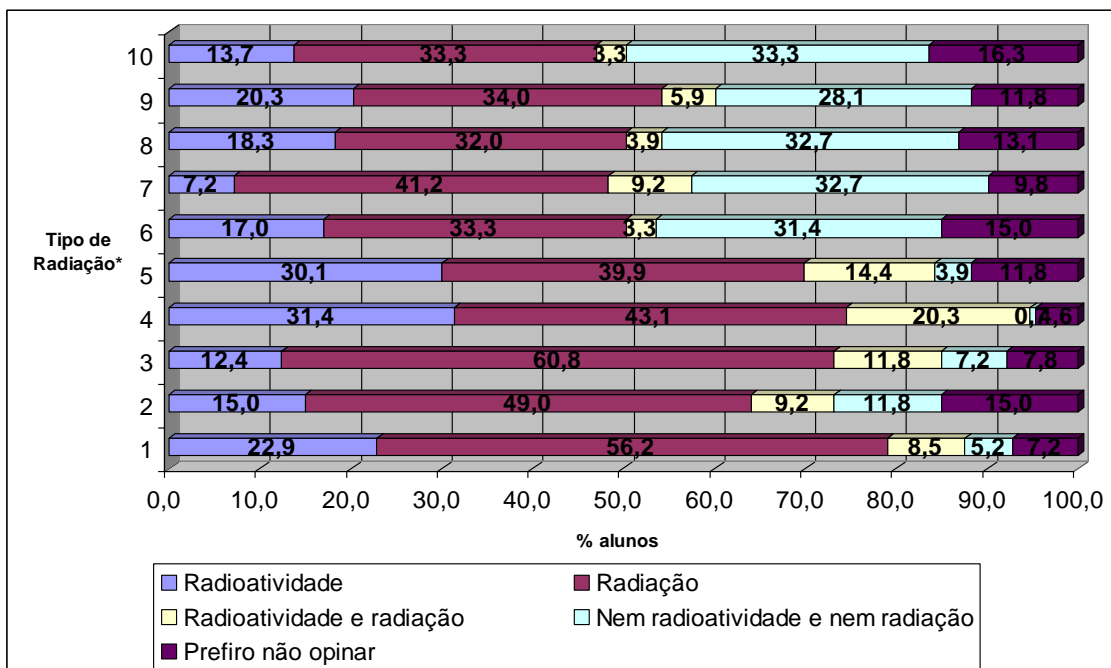
A seguir, apresentamos as respostas a partir do quadro de relação conceitual *versus* aplicação, presente no questionário pré-teste (Apêndice B/Etapa II).

Conforme os relatos observados nas transcrições anteriores e no gráfico da **figura 27** fica evidente que 30,1% dos estudantes julgaram que os exames de radiografia são processos radioativos. Sendo que 39,9% atribuem de forma coerente o exame radiográfico a um processo envolvendo somente radiação. Esses resultados são reforçados, pois de forma proposital o questionário apresenta a variável raios-X, obtendo-se praticamente os mesmos valores da variável radiografia, sendo 31,4% radioatividade e 43,1% radiação.

Outras aplicações da radiação que apresentaram maior índice de correlação com a radiação foram: ultravioleta 60,8%, aparelho doméstico de microondas 56,2% e infravermelho 49,0%. O elevado índice para a variável ultravioleta pode estar relacionado às diversas propagandas nos meios de comunicação, alertando sobre o câncer de pele causada pela

exposição prolongada a radiação ultravioleta. Pois o termo radiação é empregado antes do termo ultravioleta.

Praticamente um terço dos discentes correlacionam as variáveis ondas de rádio, sistema de funcionamento dos controles remotos, sistema de transmissão de telefonia celular e aparelhos de TV, com a radiação. Provavelmente os demais alunos não compreendem o espectro eletromagnético, com base nos diferentes comprimentos de ondas.



***Legenda - Tipos de radiação:** 1- Aparelho doméstico de microondas; 2 – Infravermelho; 3 – Ultravioleta; 4 – Raios-X; 5 – Radiografia; 6 – Ondas de rádio AM e FM; 7 – Luz de lâmpadas incandescentes e fosforescentes; 8 – Controle remoto de TV, rádio, portão e outros; 9 – Sistema de transmissão de dados de telefonia celular; 10 – Aparelhos de TV.

Figura 27 - Aplicação do conceito de radiação eletromagnética no contexto do aluno

Conforme **figura 28**, observamos as relações entre os conceitos de radioatividade e/ou radiação referente a processos radioativos.

Notamos que os acidentes radioativos de Goiânia com césio-137 e Chernobyl na Ucrânia apresentaram respectivamente correlação com processo radioativo, as seguintes porcentagens 38,6% e 25,5%, respectivamente. Consideramos um baixo índice, visto que são acidentes que marcam a história, entretanto devemos levar em consideração que os estudantes participantes da pesquisa nasceram na década de 90 após a ocorrência dos acidentes.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, a variável bomba nuclear apresentou 32,7% de correlação à radioatividade e 56,9% de correlação à radioatividade e radiação. Um alto índice de coerência, visto que o processo de funcionamento consiste na fissão nuclear do urânio, liberando nêutrons, átomos de bário e criptônio, além da radiação gama. Esse resultado pode

ser fruto do trabalho da mídia e dos professores em tratar o assunto bomba nuclear associada ao término da Segunda Guerra Mundial, mediante o lançamento das bombas nucleares nas cidades de Hiroshima e Nagasaki no Japão.

A variável tratamento contra o câncer (radioterapia) apresentou maior índice, 43,8% correlacionaram ao processo radioativo, em contra partida a variável diagnóstico de doenças, como por exemplo, problemas com a glândula tireóide apresentou somente 12,4%, além dos 37,9% que preferiram não opinar. Tratando-se ambas as variáveis como aplicações na medicina, a de maior destaque representa o tratamento radioterápico, um dos motivos pode ser o elevado índice desse tumor na sociedade, visto que muitas pessoas apresentam conhecimento sobre o tratamento.

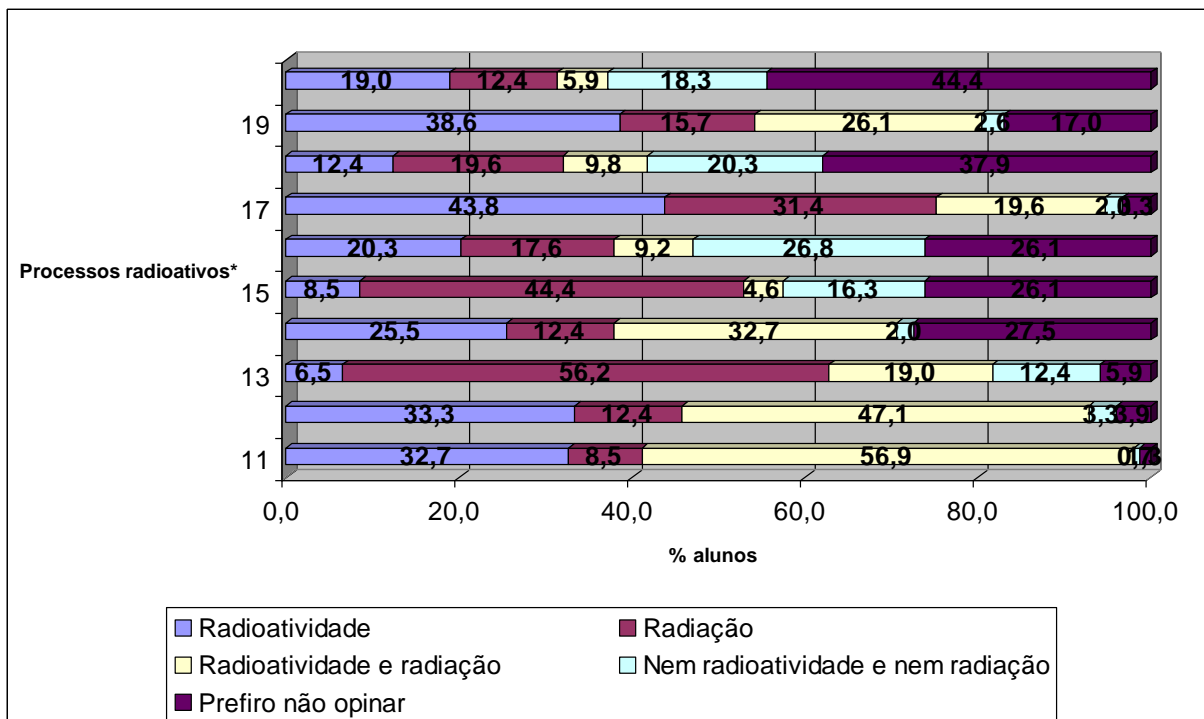
Em termos de produção de energia elétrica, a variável usinas de energia nuclear, apresentou 33,3% de correlação à radioatividade e 47,1% de correlação à radioatividade e radiação, valores percentuais aceitáveis, pois a energia elétrica é obtida de um processo que envolve a utilização de urânio, processo análogo à bomba nuclear. Essa variável apresentou um bom índice de correlação, visto que as usinas nucleares, da mesma forma que o enriquecimento de urânio para fins energéticos e bélicos, está sendo veiculada nos meios de comunicação constantemente.

A variável tempo de meia-vida ou semidesintegração, conceito importante da radioatividade apresentou apenas 19,0 % de correlação à radioatividade e 44,4% preferiram não opinar. Um resultado coerente, visto que os alunos não trabalharam o assunto ainda.

O percentual de 44,4% de correlação à radiação para variável conservação de alimentos por irradiação, pode ser justificado pela presença do termo irradiação que remete a idéia de radiação. Lembrando que o processo de esterilização dos alimentos consiste no uso de raios-X e radiação gama, sendo o último podendo ser emitido por elementos radioativos.

Para a variável sol e estrelas, foi observada a correlação à radiação correspondente a 56,2%, podendo ser considerada satisfatória, no entanto, a radiação emitida pelo sol é resultado de reações de fissão nuclear, logo a correlação ideal seria radioatividade e radiação.

Por último a variável determinação da idade de fósseis apresentou correlação à radioatividade de 20,3%, consideramos um valor baixo, até porque os alunos não sabem ainda que a determinação da idade de fósseis consiste na quantificação de carbono-14 presente na amostra.






***Legenda - Tipos de processos radioativos:** 11 – Bomba nuclear; 12 – Usinas de energia nuclear; 13 – Sol e estrelas; 14 – Acidente de Chernobyl; 15 – Conservação de alimentos por irradiação; 16 – Determinação da idade de fósseis; 17 – Tratamento contra o câncer (radioterapia); 18 – Diagnóstico de algumas doenças, como por exemplo, problemas com a glândula tireóide; 19 – Acidente de Goiânia com Césio-137; 20 – Tempo de meia-vida ou semidesintegração.

Figura 28 - Processos radioativos no contexto do aluno

A fim de diagnosticar o entendimento do modelo atômico de Rutherford, conhecimento subsunçor importante para o entendimento do assunto radioatividade e outros conceitos, foram levantadas algumas questões (Apêndice II/EtapaII) e os respectivos resultados estão descritos na tabela a seguir.

Tabela 9 - Resultados referentes ao modelo atômico de Rutherford e assuntos relacionados à radioatividade

Questão	Número Alunos (%)
9. A emissão de partículas e ondas eletromagnéticas por um determinado elemento radioativo ocorre devido à instabilidade do núcleo?	
Sim	72 (47,1)
Não	38 (24,8)
Prefiro não opinar	43 (28,1)
10. O átomo é formado por partículas subatômicas, sendo elas, prótons, nêutrons e elétrons?	
Sim	143 (93,5)
Não	5 (3,3)
Prefiro não opinar	5(3,3)
11. O núcleo de um átomo é formado por elétrons e prótons?	
Sim	24 (15,7)
Não	129 (84,3)
Prefiro não opinar	0 (0)
12. Reação química envolve a transformação do núcleo dos átomos dos elementos envolvidos na reação?	
Sim	29 (19,0)
Não	95 (62,1)
Prefiro não opinar	29 (19,0)
13. As reações que envolvem o núcleo de átomos instáveis são processos acompanhados de baixa energia?	
Sim	24 (15,7)
Não	91 (59,5)
Prefiro não opinar	38 (24,8)
14. Os símbolos abaixo são muito utilizados para alertar sobre alguns riscos que a pessoa pode estar submetida. Qual delas representa o risco quanto à radioatividade?	
	5 (3,3)
	143 (93,5)
	5 (3,3)

Na próxima tabela apresentamos os resultados referentes ao uso das Tecnologias de Informação e Comunicação pelos discentes.

Tabela 10 - Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação pelos discentes

Questão	Número Alunos (%)
15. Qual(is) o(s) meio(s) de comunicação que você mais utilizou para se informar a respeito da radioatividade e da radiação?	
Televisão	124 (81,3)
Rádio	0 (0%)
Livros	33 (21,9)
Revistas	14 (9,4)
Internet	43 (28,1)
16. Você tem acesso à internet?	
Sim	143 (93,7)
Não	10 (6,3)
17. Em caso de resposta afirmativa para questão anterior, responda. Você utiliza a internet quantas horas por dia.	
1 a 2 horas	33 (21,9)
2 a 3 horas	38 (25,0)
3 a 4 horas	10 (6,3)
Acima de 4 horas	5 (3,1)
Pouca frequência	67 (43,8)
18. Você possui site e/ou blog na internet?	
Sim	53 (34,4)
Não	100 (65,6)
19. Você já teve aulas na escola utilizando a internet como suporte e/ou sites, softwares, blogs, webquests e outros recursos digitais de comunicação?	
Sim	100 (65,6)
Não	53 (34,4)
20. Em caso de resposta afirmativa para questão anterior, responda. O(s) suporte(s) empregado(s):	
Sites	48 (31,3)
Programas (Softwares)	81 (53,1)
21. Você gosta(ria) de aulas que utilizam a internet e/ou outros meios digitais de comunicação?	
Sim	139 (90,6)
Não	5 (3,1)
Prefiro não opinar	10 (6,3)
22. Você se sente motivado diante da internet e/ ou outros meio digitais de comunicação para aprender determinado assunto da Química.	
Sim	139 (90,6)
Não	14 (9,4)
Prefiro não opinar	

6.3. Questionário pós-teste

Após a interação dos alunos com a hiperímídia – “Radioatividade”, no sentido de averiguar a ocorrência da aprendizagem significativa crítica, foi solicitada a confecção de um mapa conceitual (apêndice C/etapa II). Aplicamos também um opiniário (apêndice C/etapa I) no sentido de mensurar o grau de satisfação dos alunos em relação à atividade executada, bem como se houve mudanças nas concepções acerca do assunto radioatividade.

6.3.1. Etapa I

Essa etapa visa verificar o grau de satisfação dos alunos, para tanto as questões foram elaboradas com base na escala Likert (escala de atitudes) contendo cinco graus de satisfação em relação às assertivas propostas. A respeito de cada uma das assertivas, o estudante deveria emitir sua opinião, com base na seguinte escala: concordo plenamente, concordo, indiferente, discordo, discordo plenamente. Para efeito de análise e apresentação dos dados, foi realizada a união das alternativas, de tal forma que concordo plenamente e concordo foram consideradas como **concordo**; discordo e discordo plenamente, como **discordo**; e **indiferente** permanecendo sem alteração.

Para tanto, apresentamos os gráficos e as tabelas relativas às porcentagens de frequência das três categorias da escala.

Antes da análise dos resultados de cada assertiva colocamos integralmente o enunciado do mesmo. Esses dados se referem a um total de 141 questionários respondidos, contendo 16 assertivas, uma vez que as assertivas foram elaboradas de tal forma que uma das assertivas apresenta oposição à outra; totalizando, portanto 8 pares de assertivas.

Analizamos as assertivas conjuntamente pelo fato de serem afirmações relacionadas ao mesmo tema e porque a comparação dos dados das mesmas em um mesmo gráfico resulta em uma forma interessante de visualização.

As hipóteses e assertivas levantadas estão relacionadas diretamente ao uso da hiperímídia – “Radioatividade”, podendo ser categorizado da seguinte forma:

- Motivação para o estudo do assunto radioatividade;
- A hiperímídia – “Radioatividade” pode servir de ferramenta auxiliar nas aulas de química;
- A hiperímídia – “Radioatividade” permite maior afinidade com o estudo do assunto radioatividade se comparado aos livros didáticos tradicionais;

- A hipermídia – “Radioatividade” pode servir de material didático para estudos particulares, ou seja, fora do ambiente escolar;
- Informações contextualizadas ao longo da hipermídia proporcionaram maior interesse sobre o assunto radioatividade;
- A manipulação da hipermídia – “Radioatividade” é simples e fácil;
- Importância do estudo da história da radioatividade;
- Animações gráficas presentes na hipermídia – “Radioatividade” facilitam o entendimento do assunto radioatividade.

Iniciamos a apresentação dos resultados e discussão a partir da categoria:

Motivação para o estudo do assunto radioatividade.

Nas assertivas 1 e 4 (**tabela 11 e figura 29**), a respeito da motivação frente o estudo do assunto radioatividade utilizando a hipermídia, 87,9% dos estudantes concordaram que a maneira com que foi trabalhado o assunto radioatividade proporcionou motivação para o estudo, enquanto que 4,3% discordaram da forma com que foi trabalhado o assunto. Seguindo a idéia oposta da assertiva anterior, 68,1% discordam que as aulas tradicionais sobre radioatividade seriam mais eficientes e motivadoras se comparadas às aulas que utilizam a hipermídia, somente 9,9% concordam que as aulas tradicionais seriam mais atraentes e eficientes.

Considerando que a rotina escolar dos alunos do Colégio Militar, corresponde em sua totalidade às aulas do tipo tradicional, acreditamos que as aulas no laboratório de informática permitem que o aluno saia da rotina, dessa maneira, pensamos que talvez essa observação possa ter interferido positivamente nas respostas dos mesmos.

Os resultados indicam claramente a motivação dos alunos pelo assunto radioatividade quando o mesmo é ministrado em um laboratório de informática utilizando a hipermídia.

Assertivas 1 e 4

Enunciado da assertiva 1
A forma com que foi trabalhado o assunto radioatividade , utilizando a hipermídia, proporcionou motivação para o estudo.
Enunciado da assertiva 4
As aulas tradicionais (giz, lousa e professor) sobre radioatividade seriam mais eficientes e motivadoras que as aulas que utilizam a hipermídia como ferramenta de ensino.

Tabela 11 - Porcentagem de respostas dos alunos às assertivas 1 e 4

Escala Likert condensada	Assertiva 1	Assertiva 4
Concordo (%)	87,9	9,9
Indiferente (%)	7,8	22,0
Discordo (%)	4,3	68,1

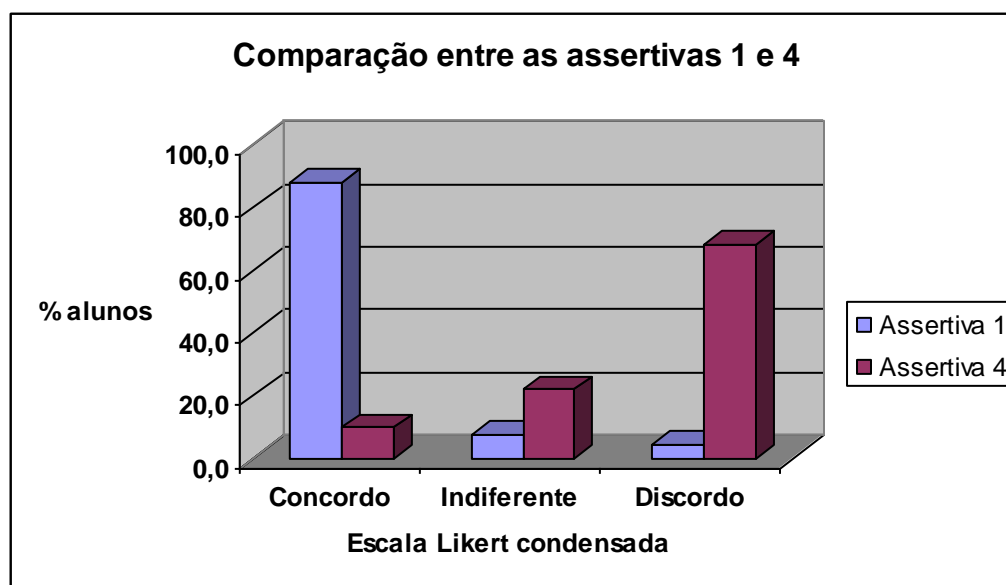


Figura 29 - Gráfico demonstrativo do resultado das assertivas 1 e 4

A hipermídia “Radioatividade” pode servir de ferramenta auxiliar nas aulas de química.

Nas assertivas 2 e 7 (**tabela 12 e figura 30**), a respeito da hipermídia como ferramenta auxiliar nas aulas de Química, 97,2% concordaram que o uso desta ferramenta tecnológica pode auxiliar nas aulas tradicionais, apenas 1,4% discordam que a hipermídia possa auxiliar nas aulas. Em contraposição a assertiva anterior, 89,4% discordaram que o único material que

serve de auxílio para as aulas de caráter tradicional é o livro e, enquanto que somente 5,7% concordam que o livro é o único material auxiliar nas aulas.

Novamente, para dar ênfase ao observado nas assertivas 1 e 4, os resultados das assertivas 2 e 7 indicam que os alunos acreditam no uso da hipermídia como ferramenta útil para o estudo do assunto radioatividade.

Assertivas 2 e 7

Enunciado da assertiva 2
A hipermídia – “Radioatividade” pode funcionar como material auxiliar nas aulas de caráter tradicional (giz, lousa e professor).
Enunciado da assertiva 7
O único material que serve de auxílio para as aulas de caráter tradicional é o livro .

Tabela 12 - Porcentagem de respostas dos alunos às assertivas 2 e 7

Escala Likert condensada	Assertiva 2	Assertiva 7
Concordo (%)	97,2	5,7
Indiferente (%)	1,4	5,0
Discordo (%)	1,4	89,4

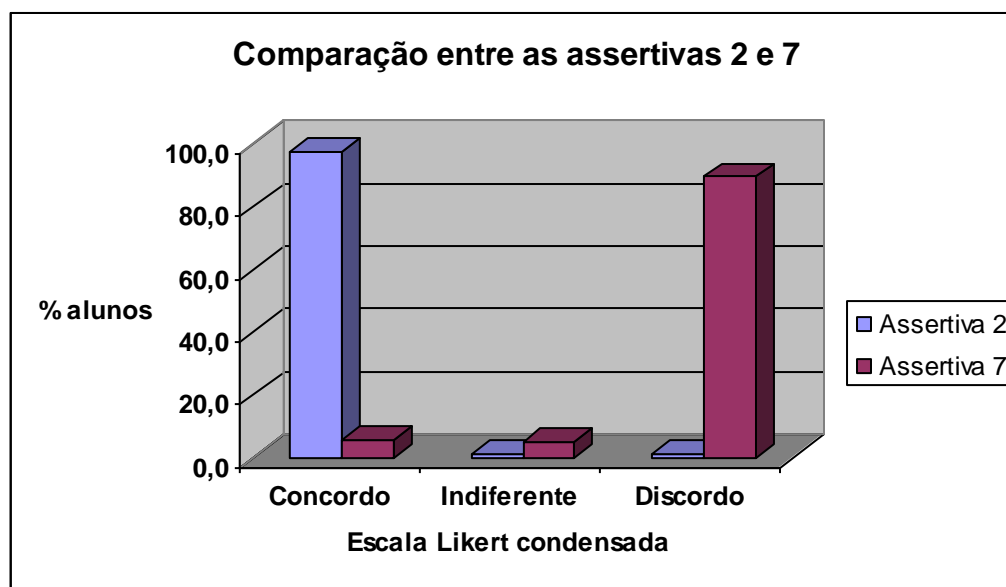


Figura 30 - Gráfico demonstrativo do resultado das assertivas 2 e 7

A hipermídia – “Radioatividade” permite maior afinidade sobre o assunto radioatividade.

Nas assertivas 3 e 8 (tabela 13 e figura 31), sobre a afinidade gerada mediante o uso da hipermídia – “Radioatividade”, 92,2% concordaram que a hipermídia – “Radioatividade” gerou maior afinidade em relação ao assunto radioatividade, somente 0,7% discordaram. Ao contrário da assertiva anterior, 92,2 discordaram que a hipermídia reduziu o interesse sobre o assunto radioatividade e, apenas 2,1% concordaram.

Comparando as duas assertivas fica evidente que a hipermídia utilizada pelos alunos aumenta o interesse dos mesmos no estudo da radioatividade.

Assertivas 3 e 8

Enunciado da assertiva 3
A manipulação da hipermídia permitiu maior afinidade (interação, contato) com o assunto radioatividade .
Enunciado da assertiva 8
O uso da hipermídia reduziu o meu interesse sobre o assunto radioatividade .

Tabela 13 - Porcentagem de respostas dos alunos às assertivas 3 e 8

Escala Likert condensada	Assertiva 3	Assertiva 8
Concordo (%)	92,2	2,1
Indiferente (%)	7,1	5,7
Discordo (%)	0,7	92,2

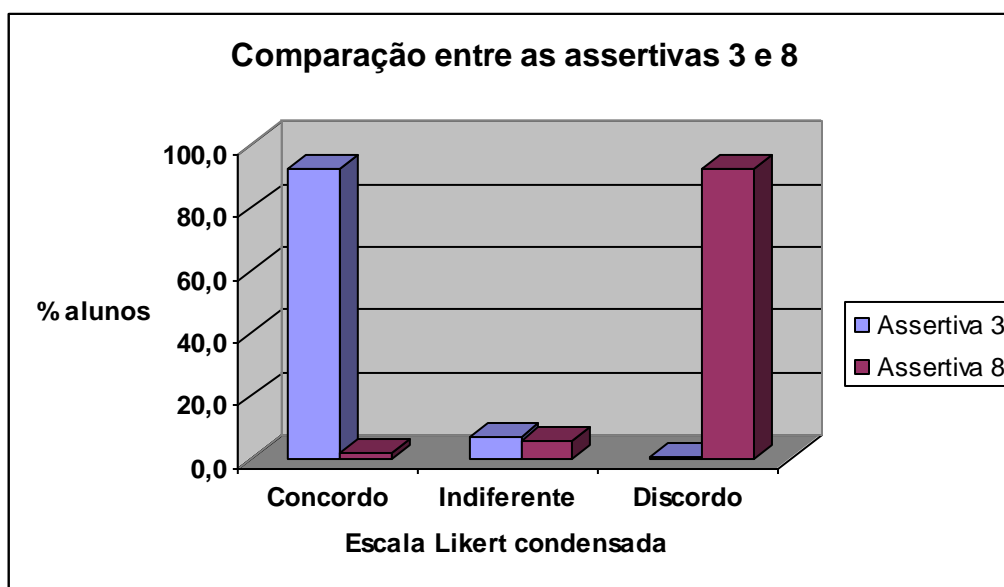


Figura 31 - Gráfico demonstrativo do resultado das assertivas 3 e 8

A hipermídia – “Radioatividade” pode servir de material didático para estudos particulares, ou seja, na ausência do professor.

As assertivas 5 e 10 (**tabela 14 e figura 32**), a respeito de que o objeto possa servir de material didático para estudos domiciliares, 63,1% dos alunos concordaram que a hipermídia – “Radioatividade” permite que os mesmos aprendam o assunto na ausência do professor, enquanto que 20,6% discordaram. Em contraposição a assertiva anterior, 60,3% discordaram que mesmo utilizando a hipermídia, fica muito difícil aprender o assunto radioatividade na ausência do professor e, somente 17% concordaram.

Podemos inferir que a maioria dos alunos, aproximadamente 60%, acredita que a hipermídia - “Radioatividade” pode ser um material didático útil para o estudo da radioatividade, inclusive, na ausência do professor.

Assertivas 5 e 10

Enunciado da assertiva 5
A hipermídia – “Radioatividade” permiti que o aluno aprenda o assunto na ausência do professor (aula tradicional).
Enunciado da assertiva 10
Fica muito difícil aprender o assunto radioatividade na ausência do professor, mesmo utilizando o a hipermídia – “Radioatividade” .

Tabela 14 - Porcentagem de respostas dos alunos às assertivas 5 e 10

Escala Likert condensada	Assertiva 5	Assertiva 10
Concordo (%)	63,1	17,0
Indiferente (%)	16,3	22,7
Discordo (%)	20,6	60,3

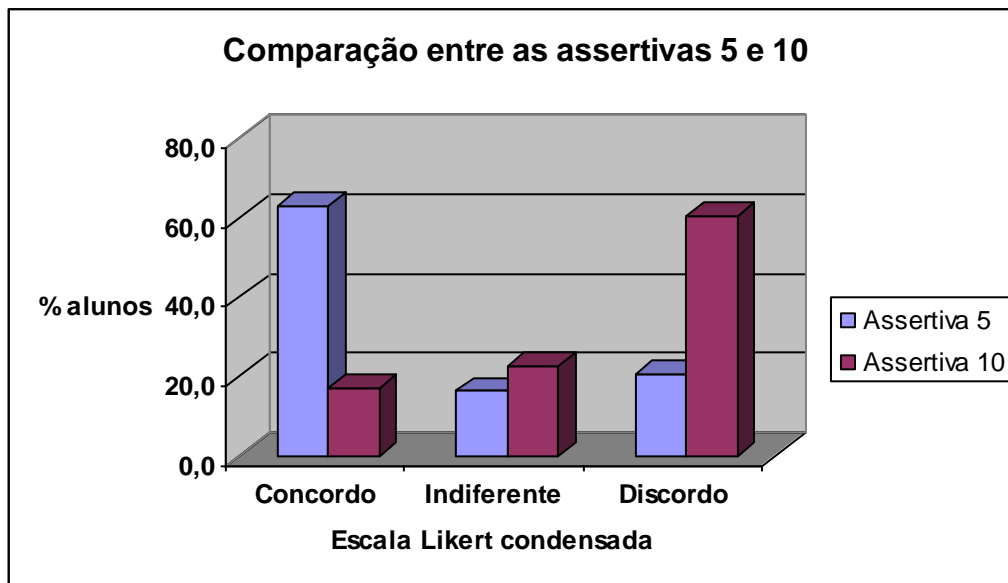


Figura 32 - Gráfico demonstrativo do resultado das assertivas 5 e 10

Informações contextualizadas ao longo da hipermídia proporcionaram maior interesse sobre o assunto radioatividade.

Nas assertivas 6 e 13 (tabela 15 e figura 33), relativo às informações contextualizadas do assunto radioatividade, sob o enfoque das Ciências, Tecnologia, Sociedade e Meio ambiente, 75,9% dos estudantes concordam que as informações práticas (contextualizadas) do assunto radioatividade aumentaram o interesse sobre o assunto e, apenas 5% discordam de tal assertiva. Para a assertiva seguinte que contrapõe a assertiva anterior, 79,5% discordaram da afirmativa que as informações aplicáveis no cotidiano (dia-a-dia) das pessoas são irrelevantes (sem importância) e, 5,7% concordaram com a afirmativa.

Podemos deduzir que, aproximadamente 75% dos estudantes, atribuem interesse nas informações aplicáveis no cotidiano (contextualizadas) presentes na hipermídia – “Radioatividade”, refletindo maior interesse no estudo do assunto.

Assertivas 6 e 13

Enunciado da assertiva 6
As informações práticas (contextualizadas) do assunto radioatividade aumentaram o meu interesse sobre o assunto.
Enunciado da assertiva 13
Ao longo da hipermídia – “ Radioatividade ”, muitas das informações aplicáveis no cotidiano (dia-a-dia) das pessoas são irrelevantes (sem importância) pra mim.

Tabela 15 - Porcentagem de respostas dos alunos às assertivas 6 e 13

Escala Likert condensada	Assertiva 6	Assertiva 13
Concordo (%)	75,9	5,7
Indiferente (%)	19,1	14,9
Discordo (%)	5,0	79,4

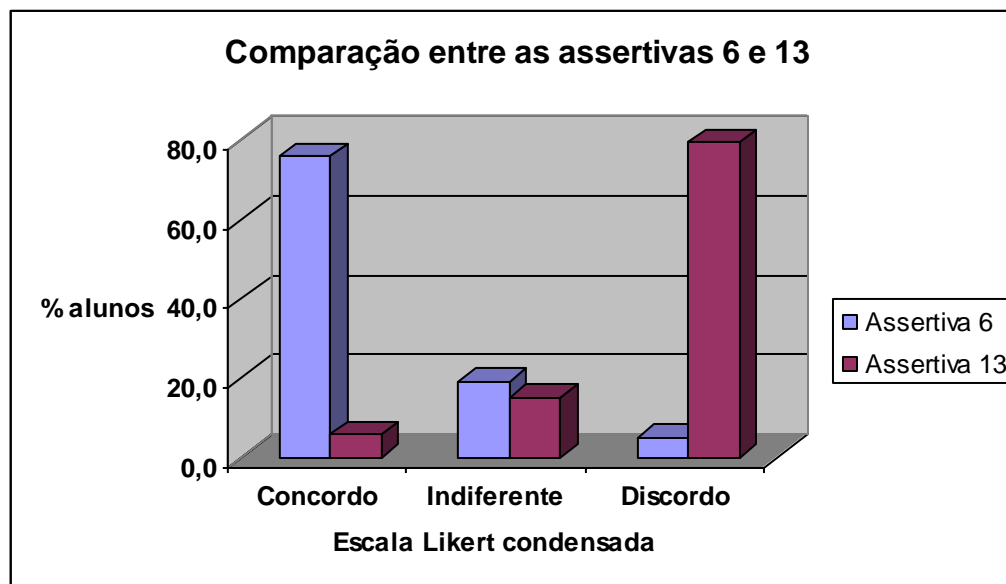


Figura 33 - Gráfico demonstrativo do resultado das assertivas 6 e 13

A manipulação da hipermídia – “Radioatividade” é simples e fácil.

Nas assertivas 9 e 15 (**tabela 16** e **figura 34**), voltadas para a facilidade de manuseio da hipermídia – “Radioatividade”, 88,7% dos alunos concordaram que a manipulação da hipermídia é fácil e simples e, 1,4% discordaram. A assertiva seguinte, contrária à assertiva anterior, 73,0% dos estudantes discordaram que a hipermídia necessite de maiores esclarecimentos por parte dos autores, no sentido da dificuldade de navegação do usuário (aluno).

Podemos julgar que, na faixa 73,0 a 88,7% dos alunos, opinaram que a hipermídia - “Radioatividade” é simples e fácil de ser utilizada, não apresentando necessidade de esclarecimento dos autores. De forma semelhante, podemos apontar o trabalho de Góis (2007) com a ferramenta Construtor. Segundo esse autor, os alunos ao longo das atividades com animações e simulações apresentaram atitudes positivas em relação à atividade proposta, bem como desenvoltura na manipulação das interfaces.

Assertivas 9 e 15

Enunciado da assertiva 9
A manipulação da hipermídia – “Radioatividade” é fácil e simples .
Enunciado da assertiva 15
O uso da hipermídia – “Radioatividade” requer maior esclarecimento por parte dos autores, visto a difficuldade de navegação do usuário (aluno) ao manipular o material didático.

Tabela 16 - Porcentagem de respostas dos alunos às assertivas 9 e 15

Escola Likert condensada	Assertiva 9	Assertiva 15
Concordo (%)	88,7	9,2
Indiferente (%)	9,9	17,7
Discordo (%)	1,4	73,0

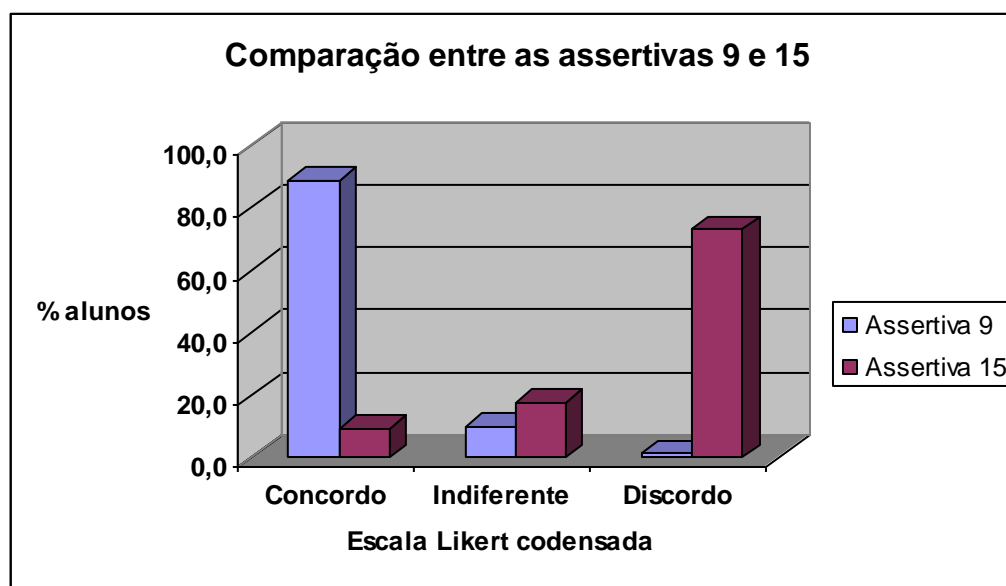


Figura 34 - Gráfico demonstrativo do resultado das assertivas 9 e 15

Importância do estudo da história da radioatividade.

Nas assertivas 12 e 16 (**tabela 17** e **figura 35**), a respeito da importância do estudo da história da radioatividade, 90,1% dos educandos discordaram que o estudo da descoberta da radioatividade seja desnecessário, visto que o passado nada interfere no conhecimento científico do assunto e, apenas 2,1% concordaram. A assertiva seguinte, em contraposição a anterior, 84,4% dos estudantes concordaram que a história da radioatividade presente na hipermídia permitiu entender a forma que a radioatividade foi descoberta, bem como valorizou os cientistas que a descobriram.

Podemos destacar que a história da radioatividade deve se fazer presente no estudo do assunto, principalmente, os cientistas envolvidos em sua descoberta.

Assertivas 12 e 16

Enunciado da assertiva 12
Estudar a descoberta da radioatividade é desnecessário , visto que o passado nada interfere no conhecimento científico atual do assunto.
Enunciado da assertiva 16
A história da radioatividade presente na hipermídia permitiu entender a forma que a radioatividade foi descoberta, bem como valorizou os cientistas que a descobriram.

Tabela 17 - Porcentagem de respostas dos alunos às assertivas 12 e 16

Escala Likert condensada	Assertiva 12	Assertiva 16
Concordo (%)	2,1	84,4
Indiferente (%)	7,8	14,2
Discordo (%)	90,1	1,4

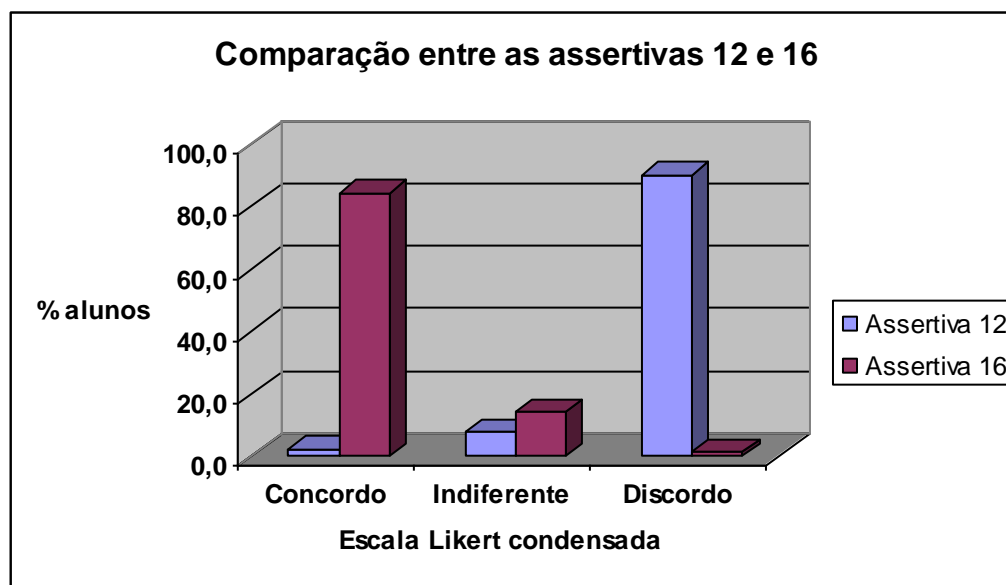


Figura 35 - Gráfico demonstrativo do resultado das assertivas 12 e 16

Animações gráficas presentes na hipermídia facilitam o entendimento do assunto radioatividade.

Nas assertivas 11 e 14 (**tabela 18** e **figura 36**), a respeito das animações gráficas presentes na hipermídia – “Radioatividade”, 95,7% dos aprendizes concordaram que as animações gráficas (dinâmicas) proporcionaram maior facilidade em entender o assunto radioatividade e, apenas 1,4% discordaram. Apresentando idéia contrária a assertiva anterior, 83,0% dos alunos discordaram que as animações gráficas (dinâmicas) foram insuficientes para entender o assunto radioatividade e, somente 2,1% concordaram. Mediante os resultados relatados, fica evidente que as animações gráficas (dinâmicas) inseridas na hipermídia – “Radioatividade” facilitou o entendimento do assunto radioatividade. Esses resultados corroboram com as colocações de Seddon; Shubber (1985); Seddon; Moore (1986); Tuckey; Selvaratnam; Bradley (1992) apud Giordan (2008, p.196), pois esses autores indicam que: *“há evidências de que alguns tipos de representação, especialmente quando animadas e dinâmicas, podem melhorar a habilidade de visualização tridimensionalmente dos estudantes”*.

Assertivas 11 e 14

Enunciado da assertiva 11
As animações gráficas (dinâmicas) presentes na hipermídia proporcionaram maior facilidade em entender o assunto radioatividade .
Enunciado da assertiva 14
O assunto radioatividade é muito difícil; pois mesmo com o auxílio das animações gráficas (dinâmicas) contidas na hipermídia, foram insuficientes para entender o assunto.

Tabela 18 - Porcentagem de respostas dos alunos às assertivas 11 e 14

Escala Likert condensada	Assertiva 11	Assertiva 14
Concordo (%)	95,7	2,1
Indiferente (%)	2,8	14,9
Discordo (%)	1,4	83,0

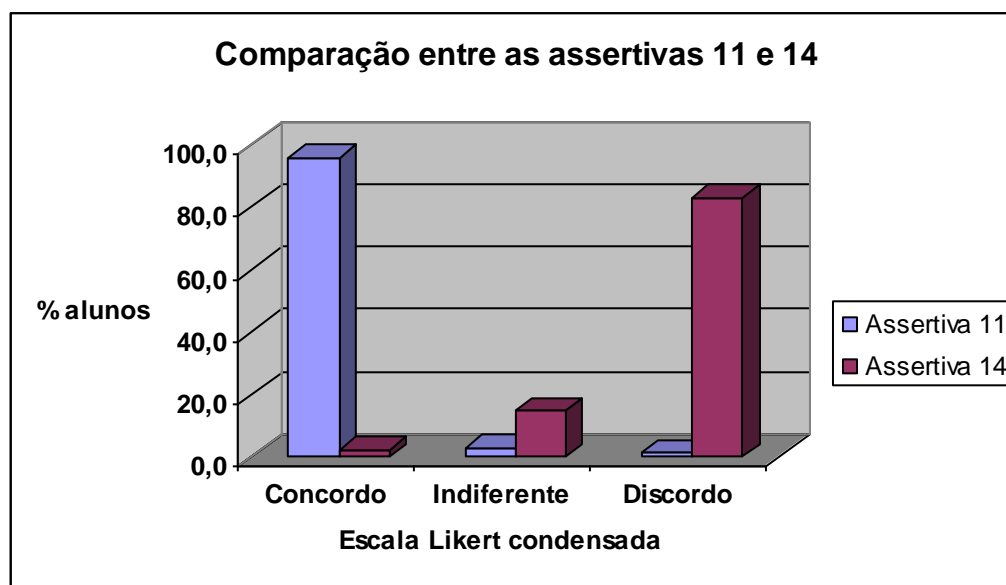


Figura 36 - Gráfico demonstrativo do resultado das assertivas 11 e 14

Para melhor esclarecimento desse ponto, foram incluídas questões discursivas no formulário de pesquisa pós-teste (apêndice C/etapa II), a fim de verificar a opinião dos alunos. Para tanto, temos a seguir as questões discursivas e as transcrições de alguns alunos para dar ênfase aos resultados observados acima.

6.3.2. Etapa II

1) As animações interativas (dinâmicas) vistas na hipermídia, em sua opinião, permitem que você consiga entender em nível microscópico os fenômenos radioativos. Justifique.

A fim de nortear as respostas dos alunos, o questionário apresentou uma breve explicação das formas de representação, simbólico, nível macroscópico e nível microscópico.

Aluno 37: *“Com o auxílio das animações interativas (dinâmicas) facilita o entendimento a respeito dos fenômenos radioativos, uma vez que a nível microscópico é possível obter maior detalhe do que realmente ocorre”.*

Aluno 38: *“As animações interativas faz com que tenhamos uma idéia melhor do que estudamos e deixa o assunto mais fácil”.*

Aluno 39: *“As imagens por si próprias já esclarecem e melhoram o grau de abstração do aluno (compreensão do nível microscópico). As animações interativas (dinâmicas), então, maximizam a função das imagens, pois mostram o assunto como um todo, contendo mais detalhes daquilo que é importante”.*

Aluno 40: *“Já que os fenômenos radioativos ocorrem em nível microscópico, sua compreensão é mais complexa. Com a ajuda das animações, foi possível entender de forma mais completa o assunto radioatividade”.*

Aluno 41: *“Sem as animações interativas seria quase impossível ter uma noção concreta dos fenômenos radioativos. Afinal, tais fenômenos envolvem deslocamentos de partículas a altas velocidades, o que é bem difícil de entender sem uma visualização disso. Além disso, a radioatividade envolve a compreensão de ondas, as quais são impossíveis de serem descritas sem uma animação interativa”.*

Aluno 42: *“A ilustração dos fenômenos auxilia na compreensão da visualização da teoria, aquilo que se vê é mais fácil compreender”.*

Aluno 43: *“Sim, pois ele mostra como ocorre o processo em que a olho nu não consigo enxergar”.*

Aluno 44: *“No meu caso particular eu já compreendia os eventos a nível microscópico, mas mesmo assim houve um certo auxílio”.*

Segundo Barnea; Dori (1999) apud Giordan (2008, p.196) *um problema enfrentado frequentemente pelos estudantes é a realização de tarefas que exigem habilidades de imaginação tridimensional, bem como visualização tridimensional de moléculas que são representadas bidimensionalmente em livros.* As colocações dos autores citados anteriormente, evidentemente, estão de acordo com o pensamento dos alunos, conforme verificamos nas transcrições abaixo.

2) As animações interativas (dinâmicas) permitem melhor compreensão dos fenômenos se comparadas às figuras estáticas do livro. Justifique.

Aluno 45: *“No livro entendemos os fenômenos, mas não conseguimos ter uma visualização mental do que realmente ocorre, de modo que o conhecimento fica restrito, fica “decoreba””.*

Aluno 46: *“O aluno pode interagir com as animações e desenvolver as idéias necessárias para a compreensão do assunto, além de ativar o interesse dele para a matéria”.*

Aluno 47: *“As animações facilitam o entendimento, pois, muitas vezes, as figuras estáticas do livro não são de fácil entendimento e requerem alto nível de abstração”.*

Aluno 48: *“É possível ter uma maior noção daquilo que ocorre nos fenômenos, confirmando aquilo que, a princípio, está só na imaginação”.*

Aluno 49: “É muito mais interessante observar o movimento do que ocorre nas animações do que no estático gráfico do livro; o estudo do assunto torna-se muito mais fácil e agradável”.

Aluno 50: “Porque na maioria das vezes é difícil imaginar e supor corretamente os movimentos e interações entre as moléculas, já que não podemos vê-las; porém, é facilitado com as animações utilizadas”.

A título de comparação, no pós-teste foi solicitado aos alunos que respondessem, novamente, a respeito da impressão que os mesmos tinham em relação ao assunto radioatividade. No sentido de verificar se as concepções dos alunos sofreram alterações, após o uso da hiperímia – “Radioatividade”, temos a seguir (**tabela 19 e figura 37**) a comparação dos resultados do pré-teste e do pós-teste.

Tabela 19 - Porcentagem das concepções dos alunos acerca do assunto radioatividade (pré-teste e pós-teste)

Concepção acerca do assunto radioatividade	Pré-teste (% alunos)	Pós-teste (% alunos)
Positiva (benéfica)	10,0	35,0
Negativa (maléfica)	18,0	1,0
Negativa, porém com algumas exceções	50,0	28,0
Nem positiva e nem negativa	22,0	36,0

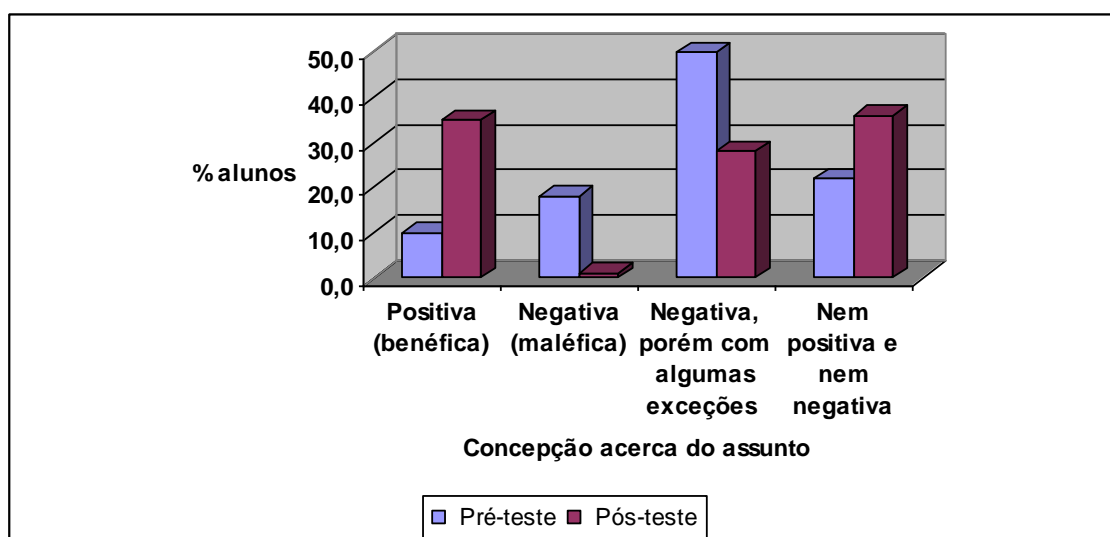


Figura 37 - Impressão dos alunos frente à radioatividade antes e depois da hiperímia – “Radioatividade”

Podemos identificar que a porcentagem de alunos que apresentavam concepções negativas (maléficas) frente à radioatividade passou de 18,0% para apenas 1,0%, em contra

partida houve um aumento das concepções positivas (benéficas) passando de 10,0% para 35,0%. Outra inferência de destaque é a diminuição da concepção negativa, porém com algumas exceções que eram de 50,0% perfazendo no pós-teste 28,0%; houve também um aumento da concepção nem positiva e nem negativa que passou de 22,0% para 36,0%.

Se somarmos as concepções negativa e negativa com algumas exceções no pré-teste e compararmos com o pós-teste, temos os seguintes valores 68,0% e 29,0%, respectivamente, logo podemos observar que houve uma redução de mais da metade das impressões negativas, fato que pode ser atribuído às informações contextualizadas, sob o enfoque CTSA, contidas no material didático. Da mesma forma, podemos estender esse mesmo raciocínio para o aumento das impressões positivas. Já o aumento da concepção nem positiva e nem negativa pode estar relacionado ao fato das diversas aplicações da radioatividade, principalmente no campo benéfico, mas também maléfico, gerando, portanto uma idéia parcial do assunto.

Podemos assegurar com base nos resultados que algumas percepções foram modificadas, evidenciando a ocorrência da aprendizagem significativa crítica.

No sentido de destacar as concepções dos alunos frente ao assunto radioatividade, após o uso da hipermídia – “Radioatividade”, temos a opinião de alguns estudantes transcritas logo abaixo.

Aluno 51: *“Positivo. Minha impressão sobre o assunto é positiva, pois a radioatividade é um fenômeno necessário e útil em várias atividades do ser humano, seja na medicina, na agropecuária ou na produção de energia. Deve-se no entanto, usar os elementos radioativos de modo responsável e de modo que não prejudique a vida humana”.*

Aluno 52: *“Apesar de ter alguns malefícios, os benefícios são mais usados na sociedade e de forma mais comum, assim, mesmo tendo alguns malefícios, eles ocorrem com pouca frequência”.*

Aluna 53: *“Nem positiva e nem negativa. Acredito que não haja como classificar a radioatividade em “negativa” ou “positiva”, uma vez que temos de pensar em suas diversas atribuições, que podem ser maléficas ou benéficas, dependendo do uso que fazemos e do cuidado que tomamos”.*

Aluna 54: *“Positivo. Tem muitos aspectos positivos, que ajudam no desenvolvimento do país, do mundo e da sociedade. Os aspectos negativos são aspectos que podem ser evitados, por isso eu considero a radioatividade um benefício para todos”.*

Aluno 55: *“Positivo. É positiva pois eu descobri que as coisas más acontecidas devido à radioatividade normalmente são acidentais, e cada vez mais ela é usada no progresso tecno-científico”.*

Aluno 56: *“Nem positiva e nem negativa. Tudo depende do uso que se dá e à forma como a radioatividade é empregada”*.

6.3.3. Etapa III

Para verificar se houve aprendizado significativo do assunto, foi proposto aos alunos a elaboração de um mapa conceitual, a fim de saber a maneira que os mesmos associaram os conceitos pertinentes ao assunto radioatividade e as condições da estrutura cognitiva de cada um. Para tanto, foi estabelecida uma análise de caráter qualitativo de alguns mapas conceituais. Essa atividade avaliativa, de caráter individual, foi proposta para as cinco turmas executarem em cem minutos de aula, sendo que duas turmas realizaram a atividade diante de uma lista com diversos conceitos (apêndice C/EtapaIII) sobre o assunto e as demais turmas realizaram a atividade sem indicação conceitual.

No sentido de dar maior visibilidade para os mapas conceituais produzidos pelos alunos, o mapa original foi transferido para o programa CmapTools²⁰, por motivos estéticos e didáticos, pois a maioria dos mapas foi transcrito a lápis, uma vez que a digitalização seria comprometida. Além da caligrafia de difícil entendimento empregada em alguns mapas.

Após a visualização de todos os mapas produzidos pelos estudantes, para fins de correção foi elaborado um mapa conceitual pelo próprio professor (**figura 38**) e, posteriormente, discutido em sala de aula. A título de comparação foi exibido um mapa conceitual da literatura, proposto por Tito e Canto²¹ (2008) conforme **figura 39**.

Esclarecemos que os mapas conceituais abaixo são propostas dos autores, uma vez que mapas conceituais sofrem constantes alterações, visto que o aprendizado de novos conceitos ocorre constantemente, à medida que o indivíduo está diretamente em contato com materiais didáticos, fontes de novas informações.

Tratando-se dos possíveis “equivocos” existentes nos mapas conceituais produzidos pelos alunos, Novak (2002) afirma que a aprendizagem significativa pode apresentar incorreções passíveis de revisão, visto que a aprendizagem significativa não implica obrigatoriamente o estabelecimento de relações conceituais corretas.

²⁰ Software freeware disponível em <http://cmap.ihmc.us>

²¹ Disponível no site www.editoramoderna.com.br.

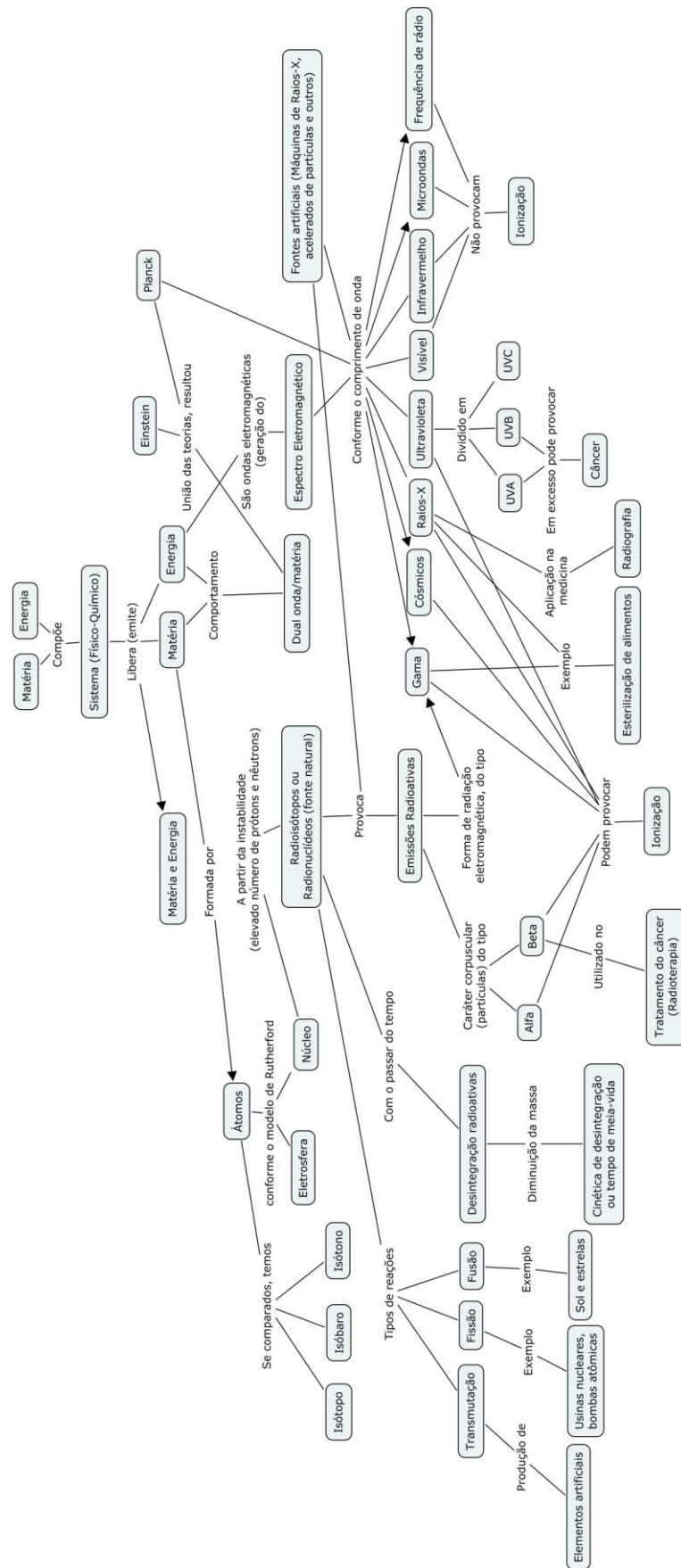


Figura 38 - Mapa conceitual sobre radioatividade de autoria do pesquisador

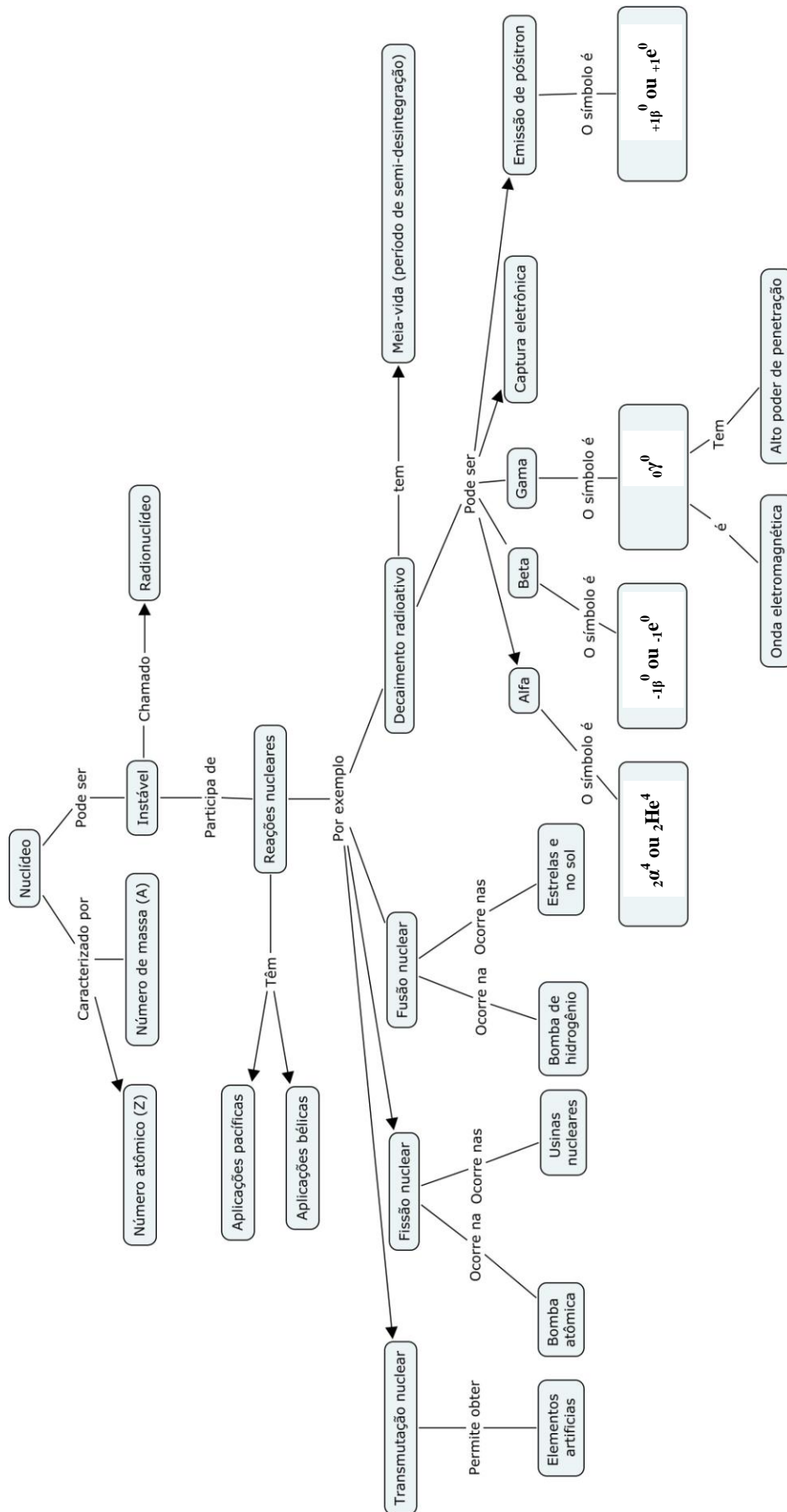


Figura 39 - Mapa conceitual sobre radioatividade de autoria de Tito e Canto

A ideia da utilização de mapas para verificar a relação entre os conceitos que integram o assunto radioatividade e, posteriormente, indicar as evidências da aprendizagem significativa, mediante os processos de integração, reconciliação e diferenciação de significados de conceitos, conforme citação a seguir:

“De maneira análoga, mapas conceituais podem ser usados para mostrar relações significativas entre conceitos ensinados em uma única aula, em uma unidade de estudo ou em um curso inteiro. São representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e, como tal, provavelmente facilitam a aprendizagem dessas estruturas. Entretanto, diferentemente de outros materiais didáticos, mapas conceituais não são auto-instrutivos: devem ser explicados pelo professor. Além disso, embora possam ser usados para dar uma visão geral do tema em estudo, é preferível usá-los quando os alunos já têm certa familiaridade com o assunto, de modo que sejam potencialmente significativos e permitam a integração, reconciliação e diferenciação de significados de conceitos” (MOREIRA, 1980, p. 6).

No sentido de categorizar os mapas produzidos pelos alunos, foram atribuídos conjuntos de características comuns entre alguns mapas, por motivos de avaliação da aprendizagem significativa, visto que queremos saber a maneira que os conceitos estão organizados na estrutura cognitiva do aprendiz.

Categoria (Azul) – Diferenciação entre ondas eletromagnéticas e partículas;

Categoria (Verde) – Relação coerente entre os conceitos e/ou a citação das três emissões radioativas;

Categoria (Amarelo) – Exemplos contextualizados referente aos conceitos científicos;

Categoria (Vermelho) – Equívoco na associação dos conceitos;

Categoria (Cinza) – Citação das diversas formas de radiação;

As regiões circundadas no mapa estão em concordância com as categorias acima. Para diferenciação das regiões, temos diferentes cores para cada categoria.

Devido a pouca experiência na confecção de mapas conceituais, alguns alunos ao invés de colocarem apenas conceitos nas caixas, acabaram colocando definições, sendo que na semana seguinte, voltada para discussão dos mapas conceituais, foram corrigidos estes equívocos, porém ressaltando a coerência das definições empregadas. Essa prática docente está de acordo com a citação de Moreira (1980) prestada anteriormente.

Na análise que faremos a seguir, deixamos de lado a discussão a respeito da estruturação dos mapas, ou seja, os requisitos básicos para sua elaboração, no que diz respeito: aos termos de ligação, ligações cruzadas ou transversais, hierarquização e

ramificações. Conforme podemos observar, a importância dada para estruturação e organização de mapas conceituais nos trabalhos de Freitas (2009), Carvalho (2006) e Martins (2006). Porém, acreditamos que os quinze minutos iniciais, introdutórios sobre mapas conceituais, foram esclarecedores o suficiente para os alunos entenderem a maneira que os mapas deveriam ser produzidos.

Aluno 57:

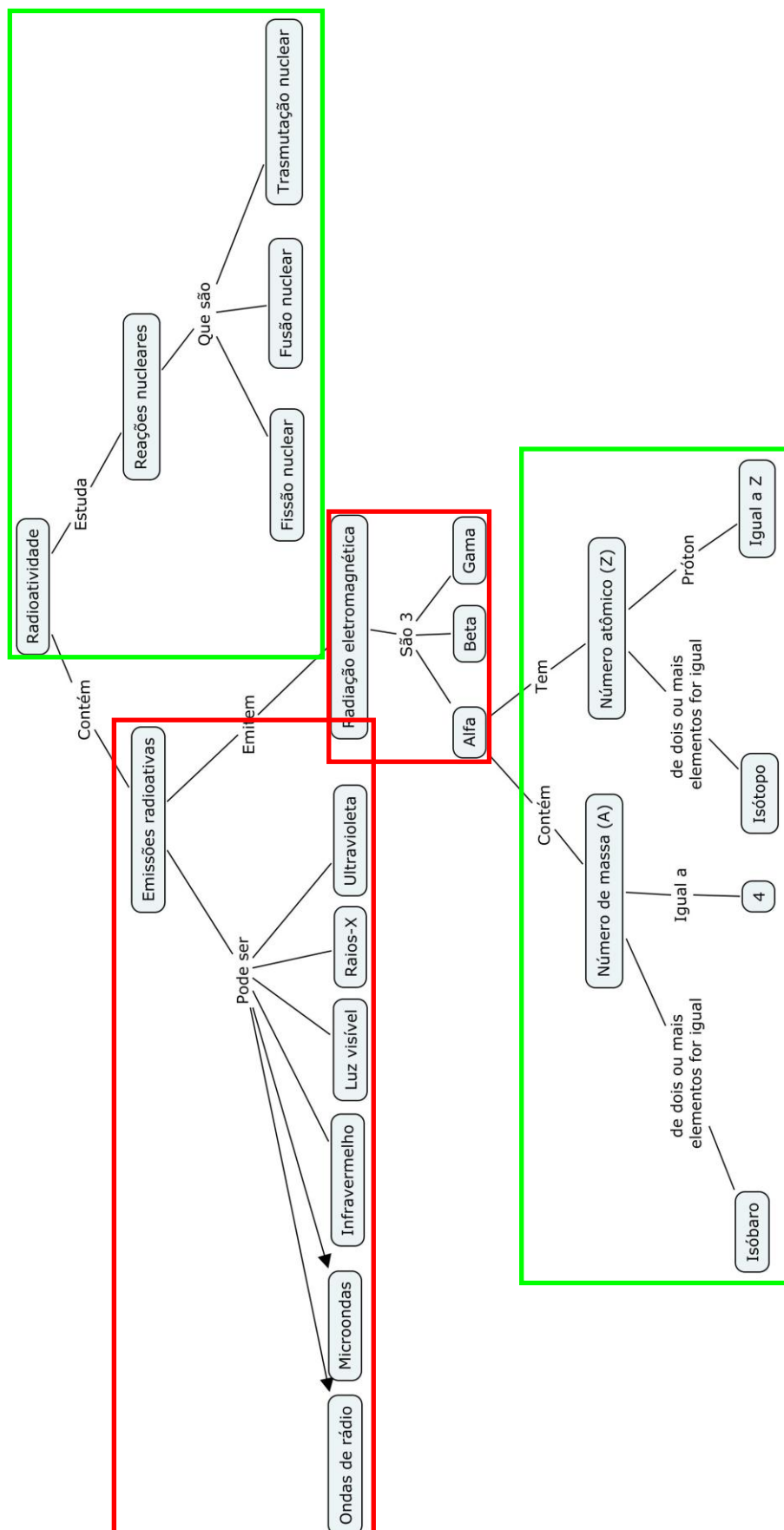


Figura 40 - Mapa conceitual sobre radioatividade proposto por um aluno

Aluno 58:

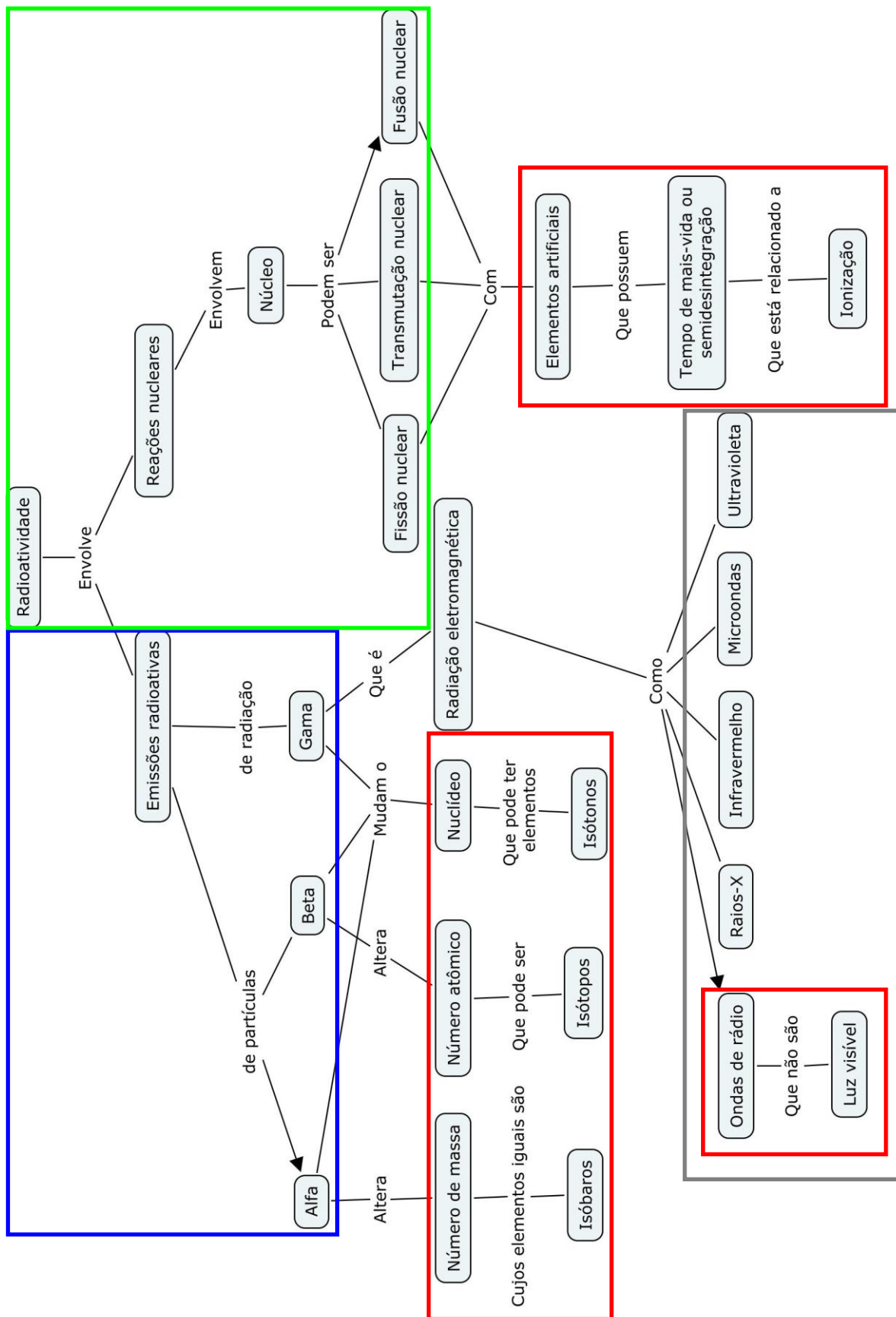


Figura 41 - Mapa conceitual sobre radioatividade proposto por um aluno

Aluno 60:

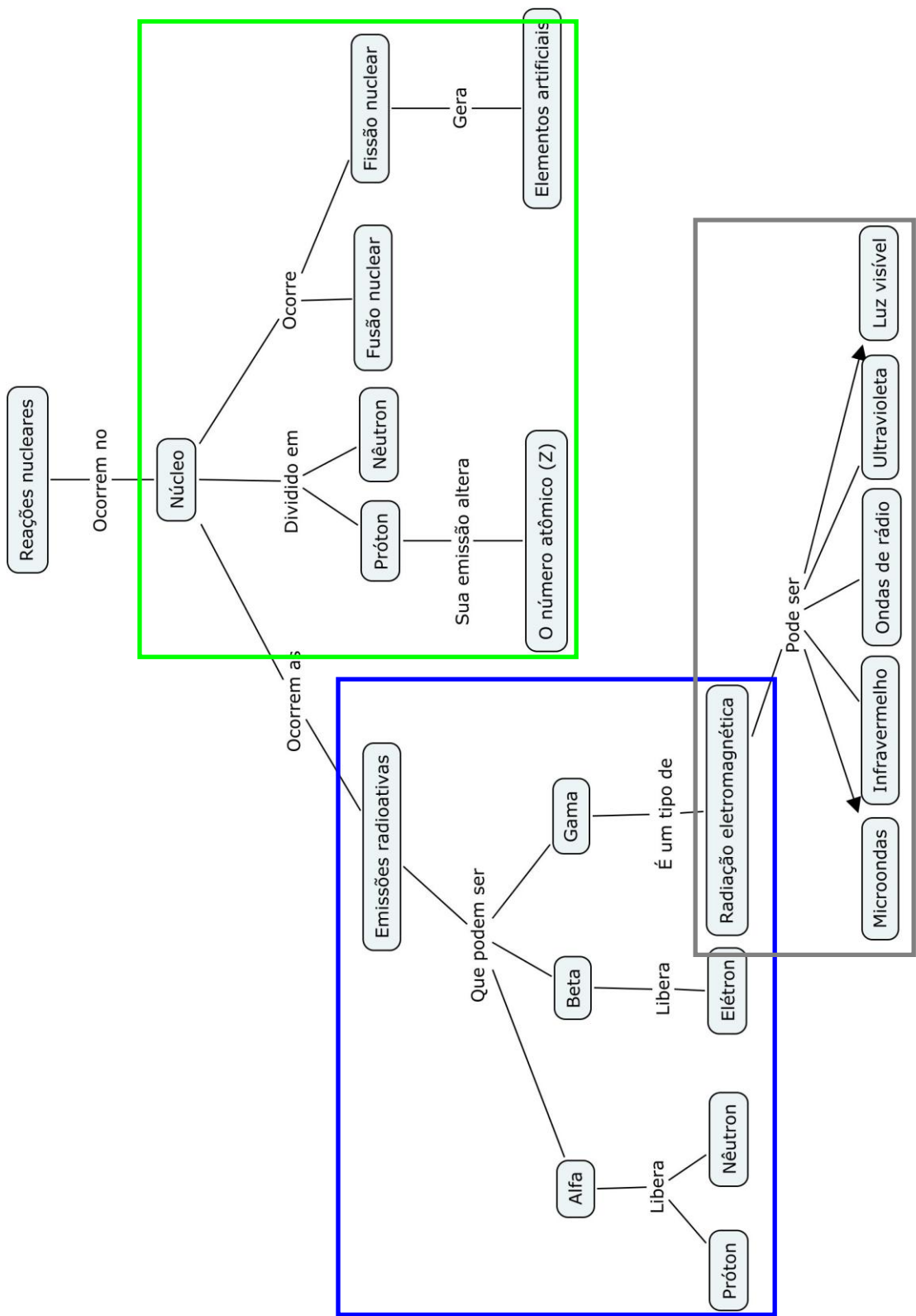


Figura 43 - Mapa conceitual sobre radioatividade proposto por um aluno

Aluno 61:

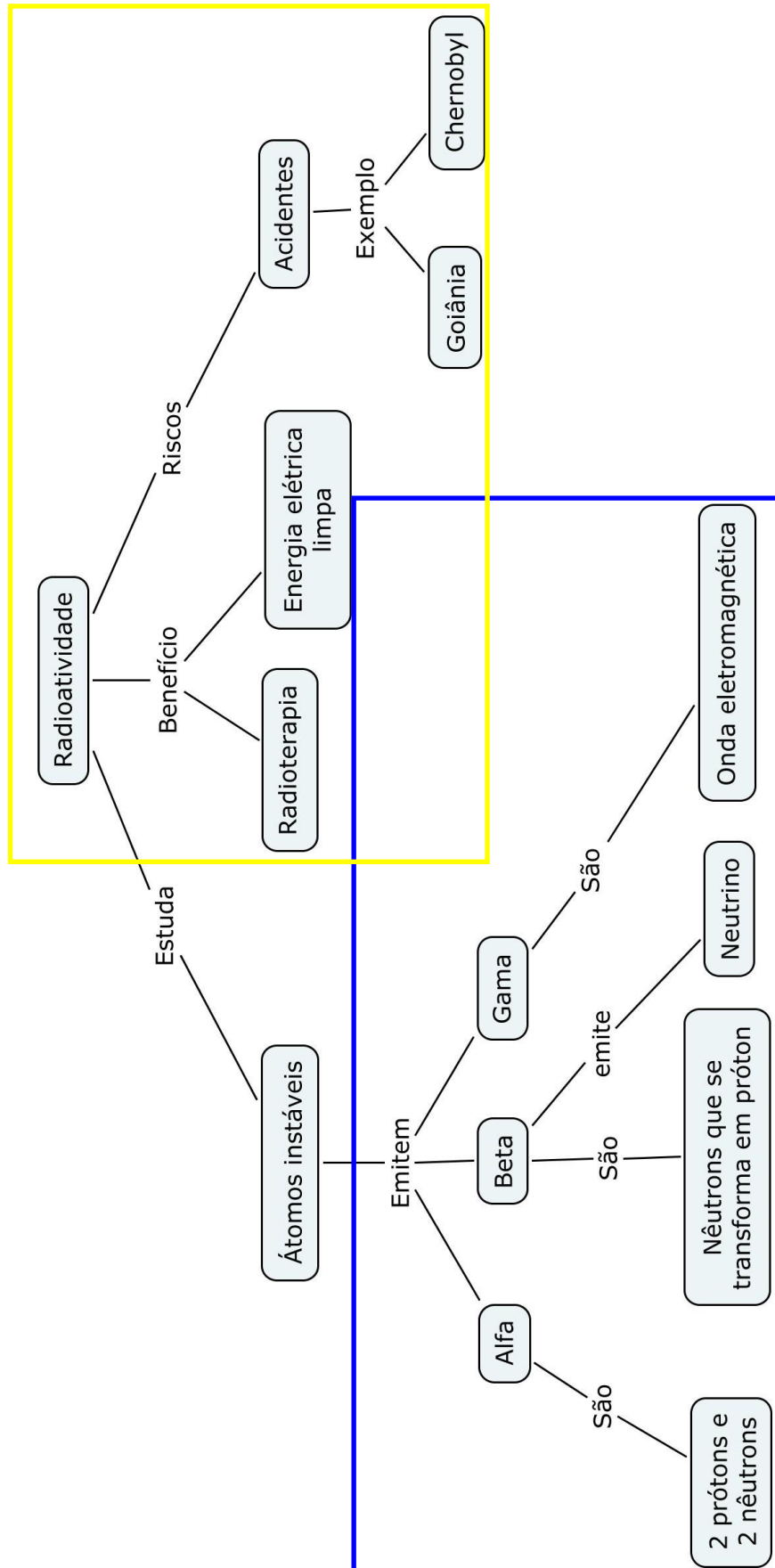


Figura 44 - Mapa conceitual sobre radioatividade proposto por um aluno

Aluno 62:

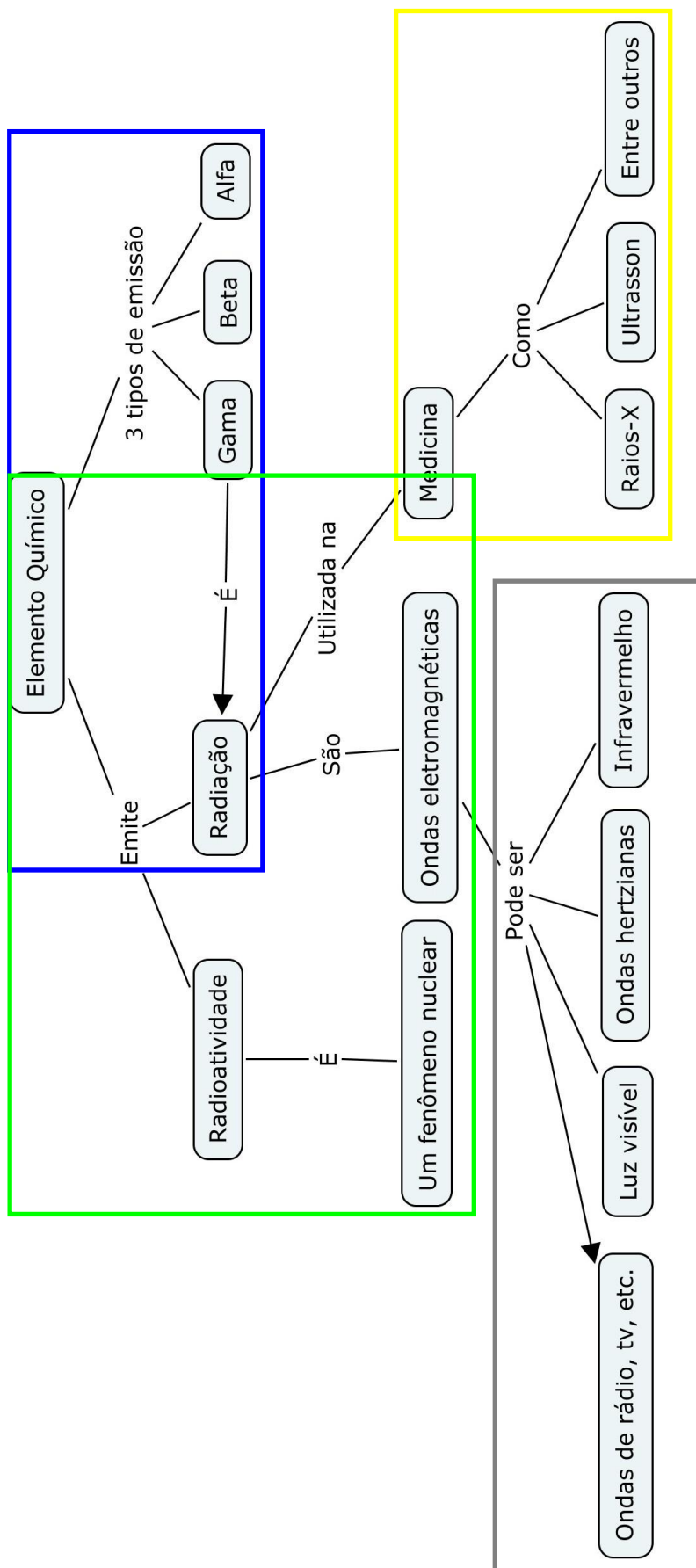


Figura 45 - Mapa conceitual sobre radioatividade proposto por um aluno

Aluno 63:

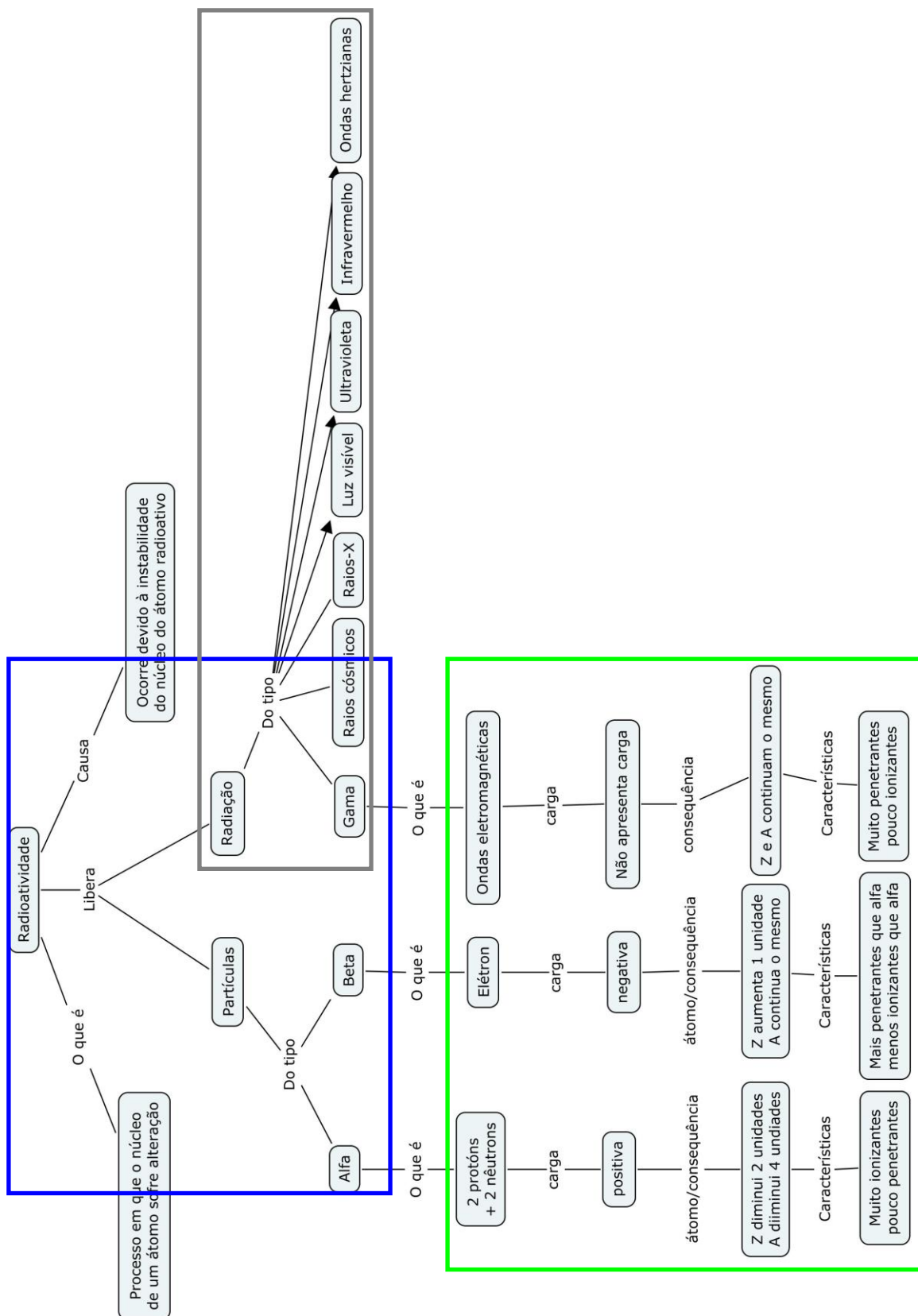


Figura 46 - Mapa conceitual sobre radioatividade proposto por um aluno

Aluno 64:

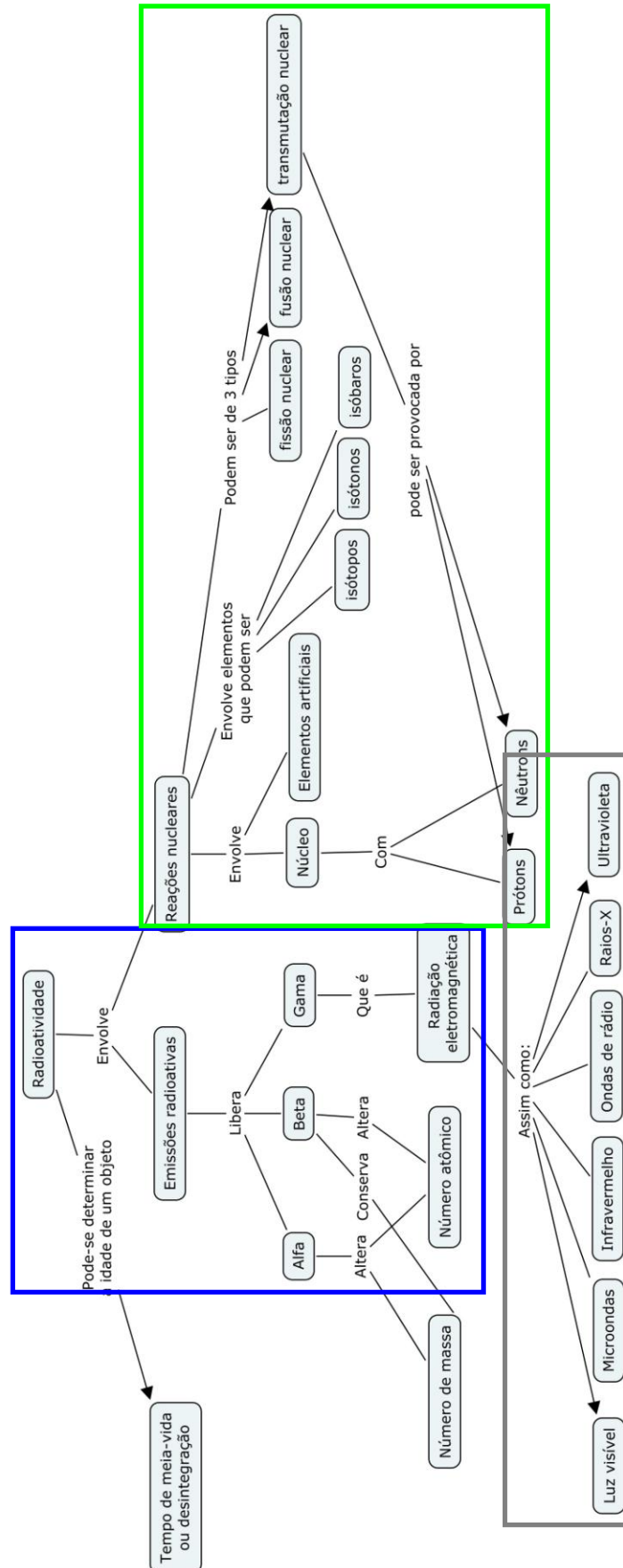


Figura 47 - Mapa conceitual sobre radioatividade proposto por um aluno

Aluno 65:

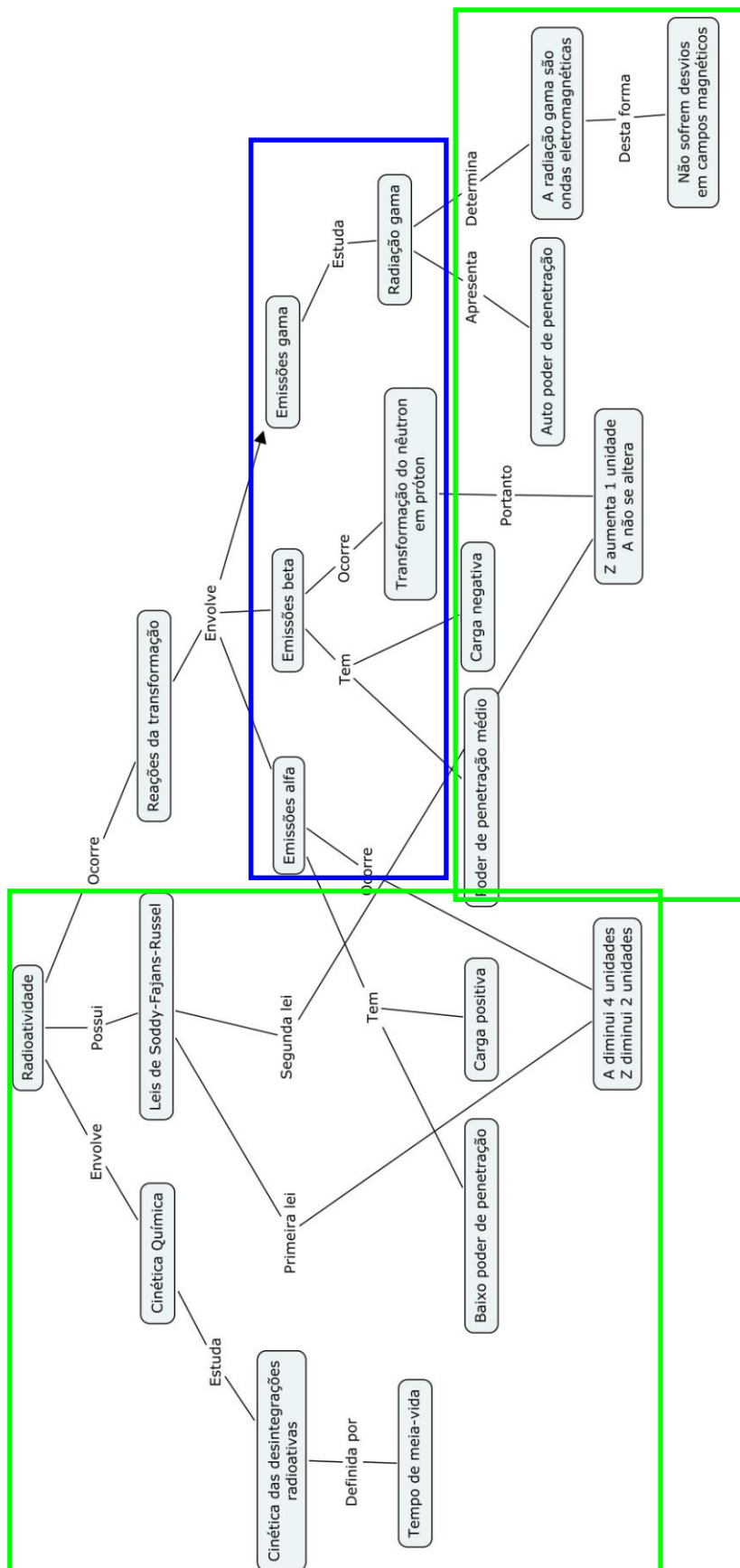


Figura 48 - Mapa conceitual sobre radioatividade proposto por um aluno

A análise dos mapas conceituais baseia-se nos pressupostos de Moreira (1997) conforme os parâmetros a seguir:

“1) identificar a estrutura de significados aceita no contexto da matéria de ensino; 2) identificar os subsunçores (significados) necessários para a aprendizagem significativa da matéria de ensino; 3) identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz; 4) organizar seqüencialmente o conteúdo e selecionar materiais curriculares, usando as idéias de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como princípios programáticos; 5) ensinar usando organizadores prévios, para fazer pontes entre os significados que o aluno já tem e os que ele precisaria ter para aprender significativamente a matéria de ensino, bem como para o estabelecimento de relações explícitas entre o novo conhecimento e aquele já existente e adequado para dar significados aos novos materiais de aprendizagem” (MOREIRA, 1997, p. 8).

Diante dos mapas conceituais apontados anteriormente, podemos inferir de forma qualitativa que o aprendizado significativo possa ter ocorrido, visto que a maneira que os conceitos foram relacionados entre si, de forma hierarquizada permitindo a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, serve de indicador para uma estrutura cognitiva bem estruturada e organizada. Além da ocorrência das categorias propostas estarem presentes nos mapas conceituais. Para tanto, temos uma breve discussão dos resultados com base nas categorias.

Diferenciação entre ondas eletromagnéticas e partículas.

Diante dos resultados apontados no questionário pré-teste a respeito da indiferenciação entre radioatividade e radiação, podemos inferir de forma qualitativa que os mapas conceituais propostos pelos alunos indicam que houve evolução na diferenciação entre os conceitos.

Relação coerente entre os conceitos e/ou a citação das três emissões radioativas.

Ficou evidente em diversos mapas conceituais a indicação das três emissões radioativas, esse resultado pode ter relação direta com os conteúdos presentes na hipermídia – “Radioatividade”, além das animações contidas no material.

Em relação aos demais conceitos, notamos que houve relação conceitual coerente, exaltando novamente que possa ter ocorrido aprendizado significativo do assunto radioatividade.

Exemplos contextualizados referente aos conceitos científicos.

No intuito de oportunizar um aprendizado baseado em uma perspectiva CTSA, evidenciamos a partir dos exemplos contextualizados presentes em alguns mapas, o sucesso

dessa prática, visto que dessa forma atendemos os desejos dos próprios alunos em romper o ensino que prioriza exclusivamente apenas a fixação de conceitos.

Sinalizamos à possível ocorrência da aprendizagem significativa crítica, uma vez que visualizamos a associação dos conceitos científicos aos fenômenos cotidianos, assegurando aos alunos a sobrevivência no contexto social, cultural e econômico.

Equívoco na associação dos conceitos.

Frente aos diversos conceitos acerca do assunto radioatividade, era de se esperar algumas relações conceituais equivocadas, do ponto de vista hierárquico, bem como conceitual. De qualquer forma, o encontro estabelecido após a aplicação do pós-teste, foi fundamental para identificar equívocos de maior frequência nos mapas e sanar as dúvidas relativas ao assunto. Esse momento foi importantíssimo, pois permitiu a reflexão conceitual no que diz respeito à reconciliação integradora e a diferenciação progressiva, proporcionaram a consolidação dos conceitos e também permitiu dar ênfase à atividade proposta. Destacamos o papel mediador, orientador, tutor, do professor, exaltando a necessidade da presença do mesmo durante e, principalmente, após a aplicação da hipermídia.

Citação das diversas formas de radiação eletromagnética.

Notamos que os mapas apresentaram com frequência as diversas formas de radiação eletromagnética. Portanto, podemos sugerir que as informações relativas ao espectro eletromagnético com seus diferentes comprimentos de onda, presentes na hipermídia - “Radioatividade” permitiram a consolidação desse tema. Ressaltamos que o entendimento do espectro é importante, pois temos diversas aplicações da radiação, conforme podemos observar no questionário pré-teste, que estão presentes no contexto do aluno, como por exemplo: raios-X/radiografia, ultravioleta/câncer de pele, entre outros.

7. CONSIDERAÇÕES

Diante das indagações levantadas a partir da nossa questão norteadora de trabalho: *“Quais as contribuições que o material didático digital sobre o assunto radioatividade fundamentado nos pressupostos de David Ausubel, na forma de hipermídia, contendo animações gráficas, simulações e exemplos contextualizados, poderá promover aos alunos do segundo ano do Ensino Médio do Colégio Militar de Campo Grande-MS?”*.

Nesta seção iremos pontuar nossas conclusões com base nos objetivos gerais e específicos de pesquisa, respondendo as perguntas específicas e a questão norteadora de trabalho.

De forma abrangente, o trabalho de pesquisa apresenta uma metodologia de ensino diferenciada que visa ao aprendizado significativo crítico do assunto radioatividade a partir do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação. Para tanto, houve a elaboração, implementação e avaliação de uma hipermídia, potencialmente significativa, com base na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.

As opiniões prestadas pelos professores de Química da rede pública de ensino do Estado de Mato Grosso do Sul, em relação às práticas metodológicas para se trabalhar o assunto radioatividade, foram fundamentais para a discussão dos resultados e, por extensão, nossas conclusões, além da colaboração na formulação da proposta de trabalho com a hipermídia – “Radioatividade”.

Propomos um material didático digital, na forma de uma hipermídia, que apresenta em sua composição: hipertextos, animações gráficas de fenômenos microscópicos para abordagem de conceitos abstratos e simulações interativas.

Aplicamos nossa proposta de ensino no Colégio Militar de Campo Grande do qual participaram os alunos do segundo ano do Ensino Médio.

Inferimos, conforme constam nos resultados do pós-teste, que os alunos, a partir da interação com a hipermídia – “Radioatividade”, apresentaram:

- Motivação para o estudo do assunto radioatividade, por meio da afinidade apresentada frente a hipermídia;
- Entusiasmo no estudo da história da radioatividade;
- Facilidade no manuseio da hipermídia, visto que atribuíram como fácil e simples a navegação;

- Concordância no aspecto de que a hipermídia possa servir de ferramenta auxiliar no ensino de radioatividade, bem como fonte de consulta para estudos particulares fora do ambiente escolar;
- Facilitação da compreensão dos fenômenos radioativos se comparada às figuras estáticas do livro tradicional, por meio da afinidade apresentada frente às animações gráficas;
- Elevado interesse nas informações contextualizadas contidas na hipermídia.

Encontramos respostas para as três perguntas específicas de pesquisa impostas neste trabalho, são elas:

- Consideramos que a maneira com que foram elaborados os mapas conceituais, seguindo os princípios de hierarquização, relações conceituais coerentes, diferenciação conceitual, citação de exemplo, inclusive, contextualizados, servem de evidências para indicarmos de forma qualitativa a ocorrência do aprendizado significativo crítico do assunto radioatividade;
- Acreditamos que o uso da hipermídia – “Radioatividade” tenha interferido de forma positiva na evolução das concepções dos alunos, ou seja, a visão negativa (maléfica) da radioatividade passa a ter uma perspectiva positiva (benéfica), por meio das diversas informações e aplicações do assunto no campo CTSA em que o estudante pode ter acesso;
- Notamos que as animações gráficas dinâmicas e as simulações proporcionaram aos estudantes o entendimento dos fenômenos radioativos em nível microscópico, visto que acreditamos na eficiência destes recursos na idealização de processos que necessitam de elevado nível de abstração. Além disso, notamos a participação ativa dos alunos, uma vez que o mesmo manipula as simulações obtendo uma resposta para cada ação executada, portanto, deixando de lado o papel de coadjuvante, assumindo a posição de protagonista do processo ensino e aprendizagem;

Em suma, conseguimos com este trabalho desenvolver e avaliar uma hipermídia, potencialmente significativa, além de produzir um novo material didático para professores de Química que pretendem trabalhar o assunto radioatividade de forma dinâmica e contextualizada. Respondendo por fim a questão norteadora deste trabalho.

Chegamos à conclusão de que projetos podem ser implementados, voltados para adoção de novas estratégias de ensino que privilegiem o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação, a fim de proporcionar um aprendizado significativo crítico com ênfase na contextualização do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS²²

ANDRADE, M.R. A descoberta da radioatividade. In: SANTOS, C.A. *Da revolução científica à revolução tecnológica – Tópicos de história da física moderna*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1998. p. 29-49.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6023: informação e documentação: referência – elaboração*. Rio de Janeiro, 2002.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Tradução para o português, de Eva Nick et al, da segunda edição de *Educational psychology: a cognitive view*. Rio de Janeiro: Inter-americana, 1980.

BARBOZA, A.C.R.N. et al. Aquecimento em forno de microondas / desenvolvimento de alguns conceitos fundamentais. *Revista Química Nova*, v. 24, n.6, p.901-904, mai. 2001.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto Editora, 1994.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. *Parâmetros Curriculares Nacionais +: Ensino Médio. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC, SEMT, 2002.

CARVALHO, G.A. *Mapas conceituais: uma análise do uso em programas de pós-graduação stricto sensu*. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2006.

CHASSOT, A. Raios X e Radioatividade. *Revista Química Nova na Escola*, n.2, p.19-22, nov. 2005.

CRUZ, F.F.S. Radioatividade e o acidente de Goiânia. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.4, n.3, p.164-169, dez. 1987.

FERREIRA, V.A.; GOBARA, S.T. *Dificuldades dos professores diante do uso pedagógico dos recursos da informática no ensino médio*. In: XIII ENDIPE – Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 2006, Recife. Anais do XIII ENDIPE – Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino. Recife: UFPE, 2006. v.1, p.1-13.

FREITAS, K.B. *Estabelecendo relações entre conteúdos disciplinares por meio da elaboração de mapas conceituais explorando o tema “Química do amor”*. Dissertação de Mestrado - Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

²² A formatação adotada para elaboração das referências está baseada no disposto da ABNT-NBR 6023, 2002.

GIORDAN, M. *Computadores e Linguagens nas Aulas de Ciências*. Rio Grande do Sul: Editora Unijuí, 2008.

GONÇALVES, L.P. *As práticas de informática e telemática dos discentes e dos docentes do curso de licenciatura plena em química da Universidade Federal de Mato Grosso*. Dissertação de Mestrado - Instituto de Educação, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2006.

HOHENFELD, D.P. *As tecnologia de informação e comunicação nas aulas de física do ensino médio: uma questão na formação do professor*. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2008.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 3. ed. São Paulo: Atlas S.A, 1993.

MACHADO, D.I.; NARDI, R. *A Hipermídia no Ensino de Física Moderna e Contemporânea*. In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. 2007.

MARTINS, R.L.C. *A Utilização de Mapas Conceituais no Estudo de Física no Ensino Médio: uma proposta de implementação*. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

MELQUIADES, F.L.; APPOLONI, C.R. Radioatividade natural em amostras alimentares. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.21, n.1, p.120-126, abr. 2004.

MERÇON, F.; QUADRAT, S.V. A Radioatividade e a História do Tempo Presente. *Revista Química Nova na Escola*. n.19, p.27-30, abr. 2004.

MONTEIRO, B.S.; CRUZ, H.P.; ANDRADE, M.; GOUVEIA, R.T.; TAVARES, R.; A, L.F.C. *Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa*. In: XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Brasília, Nov. 2006.

MOREIRA, M. A. *Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa*, 1997. Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf> > Acesso em: 10 out. 2009.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa Crítica*, 2000. Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf> > Acesso em: 18 dez. 2009.

MOREIRA, M.A.; Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. *Ciência e Cultura*, v.32, n.4, p.474-479, 1980.

NETO, J.S. *A física moderna no processo de formação de técnicos na área de radiologia médica*. Dissertação de Mestrado - Pós-graduação em ensino de física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

NOVAK, J. D. Meaningful learning: the essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, v.86, n.4, p.548–571, 2002.

OKUNO, E. *Radiação: Efeitos, Riscos e Benefícios*. 1 ed. São Paulo: Harbra, 1988.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M.A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, v.5, n.1, p.23-48, ago. 2000.

PERUZZO, T.; CANTO, E. *Química na Abordagem do Cotidiano*. 6.ed. v.2. São Paulo: Moderna, 2008.

PIRES, M.A. *Tecnologias de Informação e Comunicação como meio de ampliar e estimular o aprendizado de Física*. Dissertação de Mestrado - Pós-graduação em ensino de física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

PRESTES, M.; CAPPELLETTO, E. Aprendizagem significativa de física das radiações: contribuições da educação ambiental. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v.20, jan. 2008.

ROSINI, F.; NASCENTES, C.C.; NÓBREGA, J.A. Experimentos didáticos envolvendo radiação microondas. *Revista Química Nova*, v.27, n.6, p.1012-1015, abr. 2004.

SAMAGAIA, R.; PEDUZZI, L.O.Q. Uma experiência com o projeto Manhattan no Ensino Fundamental. *Revista Ciência & Educação*, v.10, n.2, p.259-276, mai. 2004.

SCHMITT, C.E. *O uso da astronomia como instrumento para a introdução ao estudo das radiações eletromagnéticas no ensino médio*. Dissertação de Mestrado - Pós-graduação em ensino de física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

Revista Novas Tecnologias na Educação

transmissão do calor. , v.4, n.1, jun. 2006.

SIAS, D.B.; TEIXEIRA, R. M. R. Aquisição automática de dados e animações no estudo da

SILVA, M. F. *Resistência e Mudança: a incorporação das tecnologias da comunicação na escola pública da cidade de São Paulo. Algumas considerações*. Dissertação de Mestrado São Paulo-SP. FEUSP, 1996.

SILVA, A.C.; AQUINO, G.S.; DANTAS, S.L.A.; CONCEIÇÃO, M.M.; SILVA, G.P.S.; SANTOS, J.C.O. *Uma nova abordagem da radioatividade no ensino médio*. In: Congresso da Associação Norte-Nordeste de Química, 2007.

SILVA, J.G. *Desenvolvimento de um ambiente virtual para estudo sobre representação estrutural em Química*. Dissertação de Mestrado São Paulo-SP. FEUSP, 2007.

SOARES, M.H.F.B.; OKUMURA, F.; CAVALHEIRO, E.T.G. Proposta de um Jogo Didático para Ensino do Conceito de Equilíbrio Químico. *Química Nova na Escola*, n.18, p.13-17, nov. 2003.

SOUZA, W.B. *Física das Radiações: uma proposta para o Ensino Médio*. Dissertação de Mestrado - Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

STENSMANN, B.H.W. *A utilização de Novas Tecnologias de Informação e Comunicação como Instrumento Potencializador visando proporcionar uma Aprendizagem mais Significativa em Física de Fluidos*. Dissertação de Mestrado - Pós-graduação em ensino de física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

TAROUCO, L.M.R.; KONRATH, M.L.P.; GRANDO, A.R.S. O aluno como co-construtor e desenvolvedor de jogos educacionais. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v.3, n.2, nov. 2005.

TIELLET, C.A.; FALKEMBACH, G.A.M.; COLLETO, N.M.; SANTOS, L.R.; RIBEIRO, P.S. Atividades digitais: seu uso para o desenvolvimento de habilidades cognitivas. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v.5, n.1, jul. 2007.

ANEXO A

“Carta de aprovação do projeto”

Documento expedido pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMS.



Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Comitê de Ética em Pesquisa /CEP/UFMS



Carta de Aprovação

A minha assinatura neste documento, atesta que o protocolo nº 1377 do Pesquisador Márcio Watanabe intitulado “Desenvolvimento e avaliação de objeto de aprendizagem sobre o tema radioatividade visando à aprendizagem significativa”, e o seu Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, foram revisados por este comitê e aprovados em reunião ordinária no dia 4 de junho de 2009, encontrando-se de acordo com as resoluções normativas do Ministério da Saúde.

Prof. Paulo Roberto Haidamus de Oliveira Bastos

Coordenador em exercício do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMS

Campo Grande, 15 de junho de 2009.

Comitê de Ética da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
<http://www.propp.ufms.br/bioetica/cep/>
bioetica@propp.ufms.br
fone 0XX67 345-7187

ANEXO B

“Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”

Solicitação de permissão para coleta de dados assinado pelo responsável legal pela instituição participante da pesquisa.

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências

SOLICITAÇÃO DE PERMISSÃO PARA COLETA DE DADOS (TCLE - 1)

Você está sendo convidado para participar da pesquisa “Desenvolvimento e avaliação de objeto de aprendizagem sobre o tema radioatividade visando à aprendizagem significativa”, como representante do **Colégio Militar de Campo Grande**, autorizando a observação e gravação em áudio e vídeo, de aulas de química, em classes do ensino médio e a aplicação de questionários escritos, sobre o tema radioatividade, para serem respondidos pelos alunos. Esta pesquisa objetiva cumprir os requisitos necessários para o desenvolvimento de dissertação no curso de mestrado junto ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPEC), da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS).

Os dados colhidos servirão de base para construção de um material didático na forma de um objeto de aprendizagem digital com suporte na internet. Este material visa exclusivamente o aprendizado significativo dos alunos. Serão utilizadas tão somente para esse fim. Por princípio ético, as identidades dos sujeitos que participarem e colaborarem com o presente trabalho serão resguardadas, suas respostas ficarão anônimas. Poderá participar qualquer escola de ensino médio.

Os dados obtidos a partir dos formulários de pesquisa e as falas e imagens gravadas serão reproduzidas apenas em publicações científicas, respeitando-se o sigilo em relação a nomes de alunos e da escola. Todo material gravado ficará sob a guarda do pesquisador principal. Ao final de 4 anos, estes registros serão destruídos.

O benefício relacionado a participação da sua escola é contribuir para a implementação de novas ferramentas potencialmente didáticas que servirão de apoio instrucional para o professor no âmbito escolar.

Não haverá nenhuma compensação financeira / pagamento pelo fornecimento destas informações e pela participação. Assim, poderá solicitar para ser excluído da pesquisa, se desejar, sendo destruído todo o material relacionado a sua pessoa.

O presente trabalho objetiva determinar as concepções dos alunos e professores frente aos assuntos radioatividade e radiação, bem como os conceitos acerca dos temas.

Os resultados obtidos na pesquisa serão divulgados aos participantes na forma de uma palestra e/ou relatório escrito.

Uma cópia desta solicitação, constando telefone e endereço do pesquisador principal, lhe será entregue, podendo tirar dúvidas sobre este projeto e sua participação. A qualquer momento você também poderá solicitar informações ao Comitê de ética em pesquisa - CEP/UFMS, pelo telefone (67) 3345-7187.

Marcio Watanabe
Pesquisador - PPEC/UFMS
Cidade Universitária s/n CG/MS
Contato:
watanabequim@gmail.com

Maria Celina Piazza Recena
Pesquisadora - DQI / UFMS
Cidade Universitária s/n CG/MS
Contato: (67) 3345-3545
mcrecena@nin.ufms.br

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação como representante legal do **Colégio Militar de Campo Grande**, na pesquisa e concordo em participar.

Nome: Eduardo Scalzilli Pantoja – Cel (Comandante do CMCG) Data : _____



(assinatura)

APÊNDICE A

“O questionário respondido pelos professores”

(Aplicado ao longo do primeiro semestre/2009)

Formulário de pesquisa para professores da disciplina de Química

1) Formação profissional.

- () Química Licenciatura () Engenharia () Pedagogia
() Química Bacharelado () Física () Magistério
() Matemática () Técnico em Química
() Outros. Qual? _____
() Não possui graduação () Graduação em andamento

2) Data de obtenção do título. ____/____/_____

3) Qual instituição de ensino você se formou.

- () UFMS () UEMS () Outro. Qual? _____

4) Possui pós-graduação?

- () Especialização () Em andamento
() Mestrado () Em andamento
() Doutorado () Em andamento

5) Qual(is) instituição(ões) você trabalha?

() Ensino Fundamental	() Público
	() Particular
() Ensino Médio	() Público
	() Particular
() Cursinho	() Público
	() Particular
() Curso Técnico	
() Outros.	

6) Qual a carga horária de sala de aula por semana?

- () 20 horas () 40 horas () 60 horas () Outros. _____ horas

7) Há quanto tempo você trabalha no ensino médio público?

- () 1 ano () 3 anos () 5 anos () Outros. _____ anos

8) Você trabalha o conteúdo de Radioatividade em sala de aula?

- () Sim () Não

9) Se você não trabalha o assunto Radioatividade, qual(is) o(s) motivo(s)?

- () Não está previsto no planejamento.
() Carga horária reduzida da disciplina de Química, ou seja, falta de tempo hábil para trabalhar o assunto.
() O assunto está no fim do livro, portanto é deixado de lado por motivos de falta de tempo.
() O assunto é complexo e difícil de ser explicado para os alunos.
() O assunto requer outros conceitos que a maioria dos alunos não apresentam, tornando inviável trabalhar o tema.
() Outros. _____

10) Qual(is) o(s) meio(s) que você utiliza para ministrar o assunto radioatividade:

- () Aula tradicional (giz, lousa e exposição do assunto);

- Trabalho escolar (tarefa, trabalho por escrito, apresentação do assunto por parte dos alunos);
 Pesquisas na internet sobre o assunto;
 Uso de material multimídia (data show, computador, vídeo, filmes)
 Outro(s). _____

11) Se você trabalha o assunto radioatividade, qual(is) o(s) período(s)?

- Manhã Tarde Noite

12) Quantas turmas você trabalha o assunto Radioatividade?

- 1 turma 2 turmas 3 turmas Outros. ____ turmas

13) Ao longo de sua formação acadêmica, você aprendeu o assunto radioatividade, em disciplinas regulares do curso?

- Sim Não

14) Enumere os tópicos que você julga "importante" abordar em ordem decrescente de prioridade.

- Características das alfa (α), beta (β) e radiação gama (δ);
 Radiação ionizante e não ionizante;
 Fontes de energia (usina nuclear);
 Aplicações da radioatividade na medicina;
 Tempo de meia-vida ou semi-desintegração;
 Classificação das reações nucleares;
 Estrutura do átomo (prótons, nêutrons, núcleo, isóbaro, isótono, isótopo e outros conceitos)
 Definir radioatividade e radiação;
 Acidentes com isótopos radioativos.

15) Ao longo das aulas sobre Radioatividade, você introduz o assunto, relatando a história da Radioatividade?

- Sim Não

16) Você julga importante ensinar a história da Radioatividade?

- Sim Não

Por quê? _____

17) Ao longo de sua experiência profissional, ministrando o assunto radioatividade, qual impressão você tem a respeito das concepções da maioria dos alunos acerca do tema?

- A maioria vincula o tema a algo maléfico (negativo)
 A maioria vincula o tema a algo benéfico (positivo)

Comentários adicionais.

18) Qual o livro didático de Química adotado pelo colégio?

- 1- Título: Química; Autor: Ricardo Feltre; Editor: Moderna.
 2- Título: Química e Sociedade; Autores: Wildson Luiz Pereira dos Santos, Gerson de Souza Mól, et al. Editora: Nova Geração.
 3- Título: Química na abordagem do cotidiano; Autores: Eduardo Leite do Canto e Francisco Miragaia Peruzzo; Editora: Moderna.

() 4- Título: Química; Autores: Olímpio Salgado da Nóbrega, Eduardo Roberto da Silva, *et al.* Editora: Ática.

() 5- Título: Universo da Química; Autores: José Carlos de Azambuja Bianchi; Carlos Henrique Abrecht e Daltamir Justino Mais; Editora: FTD.

() 6- Título: Química; Autores: Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado; Editora: Scipione.

19) Você participou, junto à direção da escola, na escolha do livro didático de Química?

() Sim () Não

20) Você está satisfeito com o livro didático de Química adotado pela escola?

() Sim () Não

21) Qual(is) o(s) livro(s) didático(s) de Química, na sua opinião, melhor se enquadra as necessidades pedagógicas e conceituais de professores e alunos? (Consulte os livros relacionados na questão 18)

() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6

() Outro(s). Qual(is). _____

22) Na sua opinião é importante utilizar, no âmbito escolar, os recursos didáticos que utilizam o computador para o ensino de Química?

<p>() Sim, motivo(s):</p> <p>() É uma maneira eficaz de ensinar química, pois o aluno apresenta afetividade com o computador.</p> <p>() É um recurso indispensável para inserção do aluno na sociedade.</p> <p>() Facilita o aprendizado do aluno, pois é um meio que o mesmo apresenta facilidade em manusear.</p> <p>() Auxilia o professor nas aulas, em função dos vários recursos audiovisuais possíveis.</p> <p>() Vale a pena, pois os alunos saem da rotina das aulas tradicionais.</p> <p>() O ensino a nível microscópico é facilitado, quando utilizadas ferramentas digitais adequadas.</p> <p>() Outros.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>() Não, motivo(s):</p> <p>() A melhor forma é o ensino tradicional.</p> <p>() Muitos alunos não apresentam conhecimentos básicos de informática.</p> <p>() Os alunos geram "tumulto" quando se utiliza de aulas com o computador.</p> <p>() Falta tempo para preparar aulas como esse recurso.</p> <p>() Falta apoio e curso de capacitação para tornar possível aulas com o computador.</p> <p>() Outros.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
---	--

APÊNDICE B

“O questionário respondido pelos alunos (pré-teste etapas I e II)”

(Aplicado na primeira semana de setembro)

Formulário de pesquisa – ETAPA I

Nome: _____ N° _____

1) Quando você ouviu falar em **radioatividade**, sua primeira impressão é:

- () Negativa () Nem positiva e nem negativa
() Positiva () Negativa, porém com algumas exceções

2) Quais os motivos que levam você a concluir que a **radioatividade** está relacionada a algo negativo ou positivo?

Resposta: _____

3) Você sabe o que significa **radioatividade**? () Sim () Não

Em caso afirmativo, explique e dê exemplos.

Resposta: _____

4) Você já ouviu falar em **radiação**? () Sim () Não

Em caso afirmativo, explique e dê exemplos.

Resposta: _____

5) Podemos sentir a **radiação**? () Sim () Não

6) Você sabe a diferença entre a **radiação ionizante** e **não-ionizante**?

() Sim () Não

Em caso afirmativo, explique.

Resposta: _____

7) Você acha que a **radioatividade** pode trazer benefícios para sociedade?

() Sim () Não

Em caso afirmativo, dê exemplos.

Resposta: _____

Formulário de pesquisa – ETAPA II

Nome: _____ N° _____

8) A partir das proposições citadas, julgue e responda se existe(m) relação(ões) com as alternativas propostas. (**Marque somente com um X se existir relação**)

Proposições	Alternativas				
	Radioatividade	Radiação	Radioatividade e Radiação	Nem radioatividade nem radiação	Não sei Responder
Aparelho doméstico de microondas.					
Bomba nuclear.					
Aparelhos de TV.					
Infravermelho.					
Tratamento contra o câncer (radioterapia).					
Ondas de rádio AM e FM.					
Usinas de energia nuclear.					
Raios-X.					
Sol e estrelas.					
Ultravioleta.					
Diagnóstico de algumas doenças, como por exemplo, problemas com a glândula tireóide.					
Luz de lâmpadas incandescentes e fluorescentes.					
Sistema de transmissão de dados de telefonia celular.					
Acidente de Goiânia com Césio-137.					
Conservação de alimentos por irradiação.					
Acidente de Chernobyl.					
Radiografia.					
Controle remoto de TV, rádio, portão e outros.					
Determinação da idade de fósseis.					
Tempo de meia-vida ou semidesintegração.					

9) A emissão de partículas e ondas eletromagnéticas por um determinado elemento radioativo ocorre devido à instabilidade do núcleo?

() Sim () Não () Prefiro não opinar

10) O átomo é formado por partículas subatômicas, sendo elas, prótons, nêutrons e elétrons?

() Sim () Não () Prefiro não opinar

11) O núcleo de um átomo é formado por elétrons e prótons?

() Sim () Não () Prefiro não opinar

12) Reação química envolve a transformação do núcleo dos átomos dos elementos envolvidos na reação?

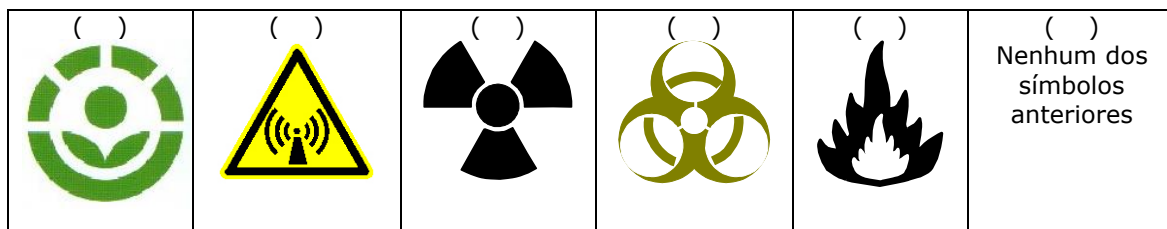
() Sim () Não () Prefiro não opinar

Nome: _____ Nº _____

13) As reações que envolvem o núcleo de átomos instáveis são processos acompanhados de baixa energia?

() Sim () Não () Prefiro não opinar

14) Os símbolos abaixo são muito utilizados para alertar sobre alguns riscos que a pessoa pode estar submetida. Qual delas representa o risco quanto à radioatividade?



15) Qual(is) o(s) **meio(s) de comunicação** que você mais utilizou para se informar a respeito da radioatividade e da radiação?

() Televisão () Rádio () Livros () Revista () Internet

Em caso afirmativo, cite exemplos de assuntos que você aprendeu com estes meios de comunicação sobre o tema radioatividade e radiação?

Resposta: _____

16) Você tem acesso à **internet**? () Sim () Não

17) Em caso de resposta afirmativa para questão anterior, responda. Você utiliza a internet quantas horas por dia.

() 1 a 2 horas () 2 a 3 horas () 3 a 4 horas () acima de 4 horas

18) Você possui *site* e/ou *blog* na internet? () Sim () Não

19) Você já teve aulas na escola utilizando a internet como suporte e/ou *sites*, *softwares*, *blogs*, *webquests* e outros recursos digitais de comunicação? () Sim () Não

20) Em caso de resposta afirmativa para questão anterior, responda. O(s) suporte(s) empregado(s): () *Sites* () Programas (*Softwares*) () *Blogs* () *Webquests*

() Outros. Quais? _____

21) Você gosta(ria) de aulas que utilizam a internet e/ou outros meios digitais de comunicação?

() Sim () Não () Prefiro não opinar

22) Você se sente motivado diante da internet e/ ou outros meio digitais de comunicação para aprender determinado assunto da química.

() Sim () Não () Prefiro não opinar

APÊNDICE C

“O questionário respondido pelos alunos (pós-teste etapas I, II e III)”

(Aplicado na quarta semana de setembro)

Pesquisa de satisfação – ETAPA I

Nome: _____ Nº _____

Assinale as afirmativas abaixo, com um único **X**, conforme o seu grau de satisfação.

1. Concordo plenamente	2. Concordo	3. Indiferente	4. Discordo	5. Discordo plenamente
-------------------------------	--------------------	-----------------------	--------------------	-------------------------------

Afirmativas	1	2	3	4	5
1) A forma com que foi trabalhado o assunto radioatividade , utilizando a hipermídia, proporcionou motivação para o estudo.					
2) A hipermídia – “Radioatividade” podem funcionar como material auxiliar nas aulas de caráter tradicional (giz, lousa e professor).					
3) A manipulação da hipermídia permitiu maior afinidade (interação, contato) com o assunto radioatividade .					
4) As aulas tradicionais (giz, lousa e professor) sobre radioatividade seriam mais eficientes e motivadoras que as aulas que utilizam a hipermídia como ferramenta de ensino.					
5) A hipermídia – “Radioatividade” permiti que o aluno aprenda o assunto na ausência do professor (aula tradicional).					
6) As informações práticas (contextualizadas) do assunto radioatividade aumentaram o meu interesse sobre o assunto.					
7) O único material que serve de auxílio para as aulas de caráter tradicional é o livro .					
8) O uso da hipermídia reduziu o meu interesse sobre o assunto radioatividade .					
9) A manipulação da hipermídia – “Radioatividade” é fácil e simples .					
10) Fica muito difícil aprender o assunto radioatividade na ausência do professor, mesmo utilizando a hipermídia – “Radioatividade” .					
11) As animações gráficas (dinâmicas) presentes na hipermídia proporcionaram maior facilidade em entender o assunto radioatividade .					
12) Estudar a descoberta da radioatividade é desnecessário , visto que o passado nada interfere no conhecimento científico atual do assunto.					
13) Ao longo da hipermídia – “Radioatividade” muita das informações aplicáveis no cotidiano (dia-a-dia) das pessoas são irrelevantes (sem importância) pra mim.					

<p>14) O assunto radioatividade é muito difícil; pois mesmo com o auxílio das animações gráficas (dinâmicas) contidas na hipermídia, foram insuficientes para entender o assunto.</p>					
<p>15) O uso da hipermídia – “Radioatividade” requer maior esclarecimento por parte dos autores, visto a dificuldade de navegação do usuário (aluno) ao manipular o material didático.</p>					
<p>16) A história da radioatividade presente na hipermídia permitiu entender a forma que a radioatividade foi descoberta, bem como valorizou os cientistas que a descobriram.</p>					

Formulário de pesquisa – ETAPA II

Nome: _____ Nº _____

Para compreensão plena dos assuntos que compõe a disciplina de química, é de fundamental importância que os alunos consigam trabalhar com diferentes formas de representação, tais como:

Simbólico – Uso de símbolos para representar os elementos, íons e moléculas.

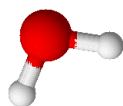
Exemplo: C (carbono), Fe (ferro), CO₂ (dióxido de carbono), Na⁺ (cátion sódio), SO₄²⁻ (ânion sulfato), entre outros.

Nível Macroscópico – Fenômenos e transformações que o aluno pode enxergar em nível macroscópico.

Exemplo: combustão, transformação da massa (farinha, ovo, leite e fermento) em bolo, fusão do gelo, entre outros.

Nível Microscópico – Como o próprio nome já diz, são interações, explicações daquilo que o ser humano não enxerga, nem mesmo com o uso de microscópios potentes. Portanto, são hipóteses daquilo que se confirma na prática. Logo, requer abstração do aluno para o pleno entendimento.

Exemplo: (modelo de Dalton) representação microscópica da água. (observe figura abaixo)



Responda:

1) As animações interativas (dinâmicas) vistas na hiperímia, em sua opinião, permitem que você consiga entender em nível microscópico os fenômenos radioativos.

Resposta: () Sim () Não

Justifique: _____

2) As animações interativas (dinâmicas) permitem melhor compreensão dos fenômenos comparada às figuras estáticas do livro.

Resposta: () Sim () Não

Justifique: _____

3) Após visto o assunto **radioatividade**, a partir de agora sua impressão sobre o assunto é:

() Negativa (maléfico) () Nem positiva (benéfico) e nem negativa (maléfico)

() Positiva (benéfico) () Negativa (maléfico), porém com algumas exceções

Justifique:

Formulário de pesquisa – ETAPA III

Nome: _____ Nº _____

Elaboração do mapa conceitual sobre Radioatividade

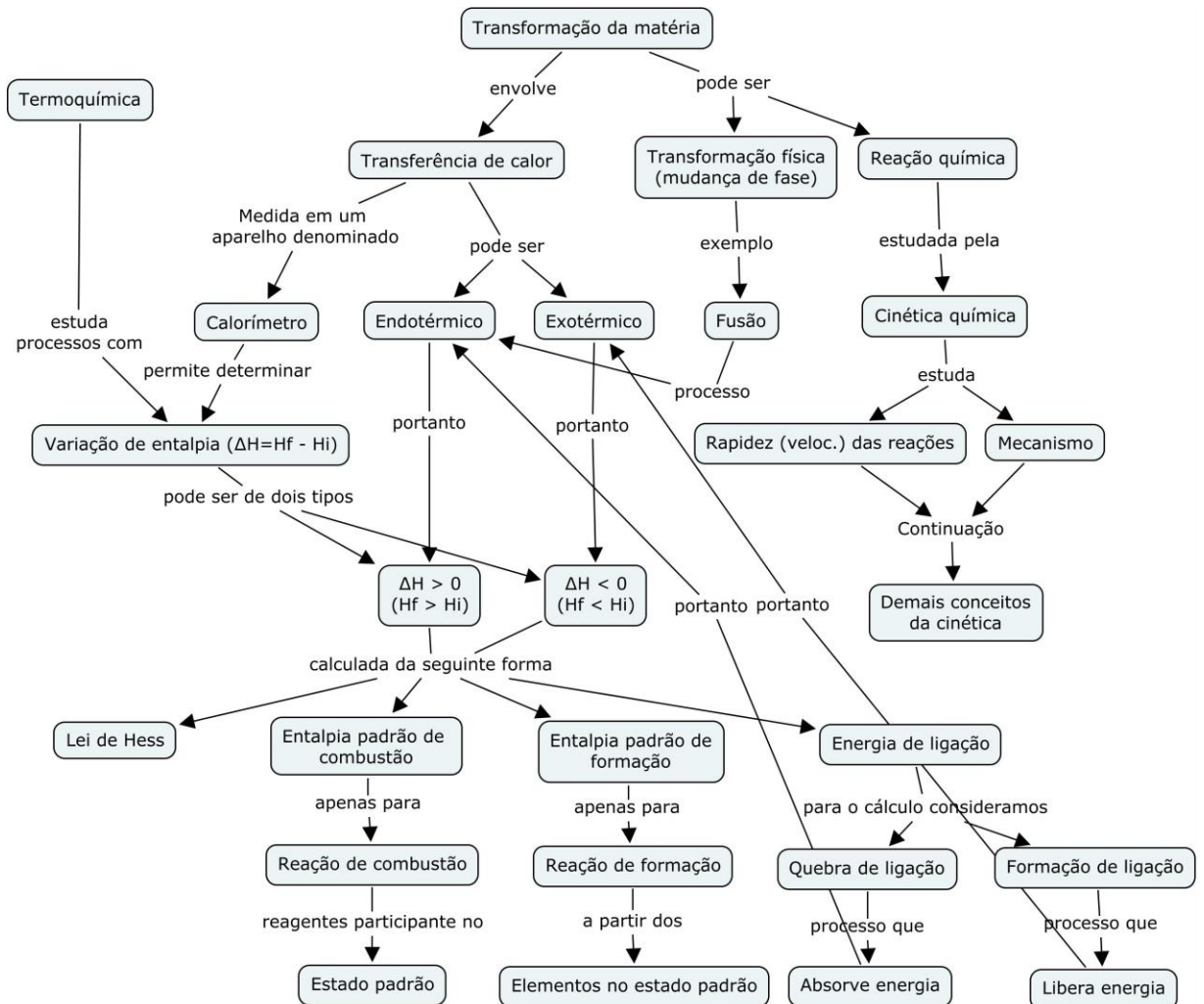
Com base no exemplo citado no verso da folha, prepare um mapa conceitual sobre o assunto **radioatividade**.

No sentido de facilitar a elaboração do mapa, utilize os **conceitos** listados abaixo. Caso haja necessidade de acrescentar mais conceitos no mapa, fique a vontade. Exemplos práticos da aplicação de alguns conceitos também devem ser adicionados ao mapa conceitual.

Observação: utilize conectores (palavras) que vão estabelecer a ligação entre os **conceitos**, por exemplo: classificados em, portanto, divididos em, pode ser, etc.

Alfa – Beta - Elementos artificiais - Emissões radioativas - Radiação eletromagnética - Fissão nuclear - Fusão nuclear – Gama – Infravermelho – Ionização – Isóbaro – Isótono – Isótopo - Luz Visível – Microondas – Nêutron - Nuclídeo - Núcleo - Número atômico (Z) - Número de massa (A) - Ondas de Rádio – Próton - Radioatividade – Raios-X - Reações nucleares - Tempo de meia-vida ou semidesintegração - Transmutação nuclear – Ultravioleta

(Anexo do formulário de pesquisa – Etapa III)
 Exemplo – Mapa conceitual sobre o assunto **termoquímica**



APÊNDICE D

“Solicitação para aplicação do questionário (professores)”



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



Campo Grande, 20 de março de 2009

Ofício N°: s/n

Ilmo Sr.

Profa. Carla de Britto Ribeiro Carvalho

Coordenador de Educação Básica/COEB

Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso do Sul – SEED/MS

Campo Grande - MS

Senhor Professor

Venho, por meio desta, encaminhar documento para que seja tomada as devidas providências.

Para tal, encaminhamos em anexo, o seguinte documento:

1. Ofício de apresentação e convite para professores de Química da rede pública de ensino para participação em nosso trabalho de pesquisa.

Atenciosamente,

Prof. Marcio Watanabe
Pesquisador - PPEC/UFMS
Cidade Universitária s/n CG/MS
Contato: watanabequim@gmail.com

Profa. Maria Celina Piazza Recena
Pesquisadora - DQI / UFMS
Cidade Universitária s/n CG/MS
Contato: mcrecena@nin.ufms.br



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



Campo Grande, 20 de março de 2009

OF. Nº: s/n

De: Marcio Watanabe e Maria Celina Recena

Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências – PPEC/UFMS

Senhor(a) Professor(a)

Você está sendo convidado para participar da pesquisa “Desenvolvimento e avaliação de objeto de aprendizagem sobre o tema radioatividade visando à aprendizagem significativa”. Esta pesquisa objetiva cumprir os requisitos necessários para o desenvolvimento de dissertação no curso de mestrado junto ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPEC), da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS).

Os dados colhidos servirão de base para construção de um material didático na forma de um objeto de aprendizagem digital com suporte na internet. Este material visa exclusivamente o aprendizado significativo dos alunos. Serão utilizadas tão somente para esse fim.

Sua participação, nesta etapa da pesquisa, consiste em responder um questionário escrito sobre conceitos e metodologia de abordagem do tema Radioatividade no ensino médio.

Por princípio ético, as identidades dos sujeitos que participarem e colaborarem com o presente trabalho serão resguardadas, suas respostas ficarão anônimas.

Os dados obtidos serão reproduzidos apenas em publicações científicas, respeitando-se o sigilo em relação aos participantes.

O benefício relacionado a sua participação é contribuir para a implementação de novas ferramentas potencialmente didáticas que servirão de apoio instrucional para o professor no âmbito escolar.

O presente trabalho objetiva determinar as concepções dos alunos frente aos assuntos radioatividade e radiação, bem como os conceitos acerca dos temas.

Os resultados obtidos na pesquisa serão divulgados aos participantes na forma de uma palestra e/ou relatório escrito.

Agradecemos sua atenção e reiteramos a importância de sua participação nesse trabalho,

Atenciosamente,

Marcio Watanabe
Pesquisador - PPEC/UFMS
Cidade Universitária s/n CG/MS
Contato: watanabequim@gmail.com

Maria Celina Piazza Recena
Pesquisadora - DQI / UFMS
Cidade Universitária s/n CG/MS
Contato: mcrecena@nin.ufms.br