

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FAE – Faculdade de Educação
CECIMIG – Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais
ENCI – Especialização em Ciências por Investigação

Cláudio Manoel Maciel

**Construção de Conceitos Sobre a Radioatividade por alunos do
Ensino Médio a partir de seus conhecimentos prévios**

Belo Horizonte
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FAE – Faculdade de Educação
CECIMIG – Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais
ENCI – Especialização em Ciências por Investigação

Cláudio Manoel Maciel

**Monografia apresentada ao Curso de
Especialização do CECIMIG/FAE/UFMG
como requisito parcial à obtenção do título
de Especialista em Ensino de Ciências por
Investigação, modalidade Física**

Orientador:

Prof. Ivo de Jesus Ramos

Belo Horizonte
2010

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, que sem Ele nada é possível, a minha esposa, que me apoiou em todos os momentos, aos meus filhos, que foram o incentivo para continuar e a todos que me ajudaram a realizá-lo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Mãe Dele e nossa a Virgem Santíssima por ter-me dado força e sabedoria para superar as dificuldades e paciência para não desistir.

A minha esposa Gláucia, que me incentivou e esteve ao meu lado em todos os momentos. Muito obrigado.

Aos meus filhos que compartilham desta etapa em minha vida.

Aos meus amigos, todos tão importantes e aos alunos que participaram. Enfim, a tantos que sempre demonstraram amizade.

E ao professor Ivo que se dedicou, me incentivou e me ajudou a não desistir. Muito Obrigado. Deus o abençoe e a sua família.

RESUMO

Este estudo tem por objetivo verificar a possibilidade da construção de conceitos sobre a Radioatividade por alunos do Ensino Médio de uma Escola Estadual de Minas Gerais a partir de seus conhecimentos prévios e as possibilidades de aplicação no processo de construção do seu conhecimento no ambiente escolar, no ensino da Física. O ensino da Física no Ensino Médio, com a utilização do método de pesquisa-ação, sustentada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, permite a expectativa de que, através de situações-problema, possa favorecer uma aprendizagem significativa dos alunos sobre conceitos de Radioatividade. A metodologia utilizada visa proporcionar aos alunos a construção de conceitos sobre a radioatividade a partir dos seus conhecimentos prévios. Foi possível relacionar as concepções prévias com os novos conceitos adquiridos e perceber como essa relação pôde contribuir para a construção de uma aprendizagem significativa para esses alunos.

Palavras-chave: Ensino de Física, Radioatividade, Conhecimentos Prévios e Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

This study aims to verify the possibility of building on the concepts of radioactivity by high school students in a State School of Minas Gerais, from their own prior knowledge and the application possibilities in the building process of their knowledge at school environment in Physics teaching. Physics teaching at high school using the method of action research based on meaningful learning theory of Ausubel, allows to expect that it is possible to foster meaningful learning of students on concepts of radioactivity through problem situations. This methodology aims to make possible for students to construct radioactivity concept from their prior knowledge. It was possible to relate prior knowledge and new concepts learned. It was also possible to realize how this relationship was important for the construction of a meaningful learning for these students.

Keywords: Physics Teaching, Radioactivity, prior knowledge and Meaningful Learning.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	7
REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
DIRETRIZES DE UM PROJETO DE PESQUISA, FUNDAMENTADA NO INTERESSE, COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DO ALUNO	10
METODOLOGIA	14
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	16
COLETA E ANÁLISE DE DADOS.....	19
CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	28
APÊNDICES	30

INTRODUÇÃO

Este estudo tem por objetivo verificar a possibilidade da construção de conceitos sobre a Radioatividade por alunos do Ensino Médio a partir de seus conhecimentos prévios e suas possibilidades de aplicação no processo de construção do conhecimento no ambiente escolar, tomando-se como referência cursos de ciências no ensino médio, focalizando-se, em particular, o ensino de Física em uma Escola Estadual localizada em Belo Horizonte, Minas Gerais.

A forma de abordar o tema radioatividade como feita normalmente em livros didáticos do Ensino Médio em relação ao tema mostra-se aparentemente distante da realidade dos estudantes, pois, os conceitos são colocados de forma pronta, sem considerar os aspectos contextuais e problematizadores em que estão envolvidos esses mesmos conceitos.

Busca-se propiciar ao aluno do Ensino Médio construir conhecimento sobre a Radioatividade a partir de uma abordagem qualitativa com viés de pesquisa-ação, tendo como princípio o ensino por investigação. O aluno poderá construir novos conceitos fazendo uso de seus conhecimentos prévios.

O uso da metodologia investigativa através de situações-problema possibilita despertar a curiosidade do aluno e incentivar o mesmo a questionar, refletir, interpretar, levantar hipóteses, analisar os fenômenos investigados, construindo um conhecimento mais significativo pela correspondência entre o novo e as concepções prévias que eles têm do cotidiano. O professor tem um papel de orientar esse processo, criando um ambiente propício e recursos para que ele aconteça.

Alguns questionamentos devem ser colocados: o entendimento e a compreensão dos conceitos sobre Radioatividade no Ensino Médio pode ser construído pelos alunos a partir de suas pré-concepções? Os conceitos que estão relacionados com a radioatividade, como Ondas Eletromagnéticas Emissões e Decaimentos Radioativos, podem ser discutidos com o propósito de estimular a construção de conhecimento pelos alunos a partir de seus conhecimentos prévios? Essa metodologia facilitaria a formação de cidadãos mais conscientes, críticos e participativos?

O ensino da Física, em particular no Ensino Médio, com a utilização da metodologia investigativa, sustentada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, traz uma expectativa de que através de situações-problema poderá favorecer uma aprendizagem dos conceitos sobre a Radioatividade. Para tanto, procurar-se-á fazer uso dos conhecimentos prévios dos alunos para potencializar sua capacidade de interpretar e analisar situações que envolvam esses conceitos.

REFERENCIAL TEÓRICO

Aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, esse processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel, segundo Moreira e Masini (2008), define como conceito subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Para Ausubel

A aprendizagem significativa é aquela em que o significado do novo conhecimento é adquirido, atribuído, construído, por meio da interação com algum conhecimento prévio, especificamente relevante, existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Interação é palavra chave: interação entre conhecimentos novos e conhecimentos prévios. Se não há interação não há aprendizagem significativa. Havendo interação, ambos os conhecimentos se modificam: o novo passa a ter significados para o indivíduo, e o prévio adquire novos significados, fica mais diferenciado, mais elaborado. (Apud MOREIRA e MASINI, 2008, p. 15-16).

Os conhecimentos prévios do sujeito que aprende são fundamentais para se construírem novos conhecimentos. Ausubel chama esses conhecimentos de subsunçores (conhecimento âncora) e que pode ser uma imagem, um símbolo, um conceito ou qualquer tipo de informação que já esteja de alguma forma estabilizada em sua mente.

Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, novas idéias e informações podem ser aprendidas e apreendidas, na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem às novas idéias e conceitos. Entretanto, a experiência cognitiva não se restringe à influência direta dos conceitos já aprendidos sobre componentes da nova aprendizagem, mas abrange também modificações relevantes nos atributos da estrutura cognitiva pela influência do novo material.

Há, pois, um processo de interação, por meio dos quais conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material, funcionando como ancoradouro, isto é, abrangendo e integrando este material e, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem. O conceito central da Teoria de Ausubel é o da aprendizagem significativa.

Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimentos são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos. Estrutura cognitiva significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo.

Na proposta de um projeto segundo Silva (2009), um ou mais professores propõem um respectivo tema, traçam etapas a percorrer envolvendo os alunos como pesquisadores, e o professor age como um facilitador desse processo. Geralmente são projetos que iniciam de iniciativas externas ao ambiente escolar, envolvendo toda a comunidade escolar, culminando com a socialização dos resultados obtidos nessa pesquisa. Promovendo conscientização e prováveis mudanças. Os pressupostos fundamentais segundo Silva na metodologia dos projetos são:

- a) Número de alunos definidos para cada experiência.
- b) Tempo determinado para realização do projeto.
- c) Liberdade na escolha dos temas.
- d) Sentido de finalidade do projeto para prática na vida real
- e) Utilizar dos mais variados recursos disponíveis na comunidade.
- f) Socialização dos resultados do projeto, divulgação na comunidade

Para Silva (2009) as atividades orientadas pela metodologia de projetos têm como característica: Renovar os antigos moldes educacionais, promovendo melhorias no processo de ensino aprendizagem e na relação professor-aluno.

A metodologia de projetos permite entender melhor o processo de ensino. A aprendizagem muda o foco de mera memorização ou de conceitos prontos para uma forma mais significativa. Os alunos passam a ter uma atitude ativa no processo e juntamente com os professores tornam-se responsáveis em transformar informações e questões em aprendizagens e conhecimentos, indo além da mera transmissão de informações.

Através da investigação, os alunos buscarão descobrir e reconstruir novos conhecimentos sustentados em seus conhecimentos prévios, permitindo, assim, uma aprendizagem prazerosa e eficaz, criando valores e atitudes de interesse coletivo e, conseqüentemente, formando cidadãos conscientes, críticos e participativos em prol de uma sociedade mais justa.

DIRETRIZES DE UM PROJETO DE PESQUISA, FUNDAMENTADA NO INTERESSE, COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DO ALUNO

Tomou-se como base o referencial teórico apresentado anteriormente para a sustentação das múltiplas possibilidades de se viabilizar a implementação da *aprendizagem significativa* em sala de aula, em particular no que se refere ao ensino da Física.

Conforme Ausubel, segundo Moreira e Masini (2008), o ato de aprender só irá acontecer se houver uma ação de forma participativa e ativa por parte do sujeito que aprende. Essa ação a que se refere não se restringe a uma ação física, mas também no campo da atividade mental, na forma de reflexão. Se o educador agir como um mediador entre o meio e o educando, criando situações que facilitem a compreensão e o entendimento sobre as coisas, a aprendizagem por parte do sujeito será significativa.

No ato de mediar, nem sempre os instrumentos lógicos do educador coincidem com a lógica possível da maioria dos educandos; portanto, as explicações dadas pelo professor a respeito de um conteúdo abstrato não estariam ao alcance de alguns alunos. Para que haja uma relação mais coerente com o pensar e o fazer do professor e dos alunos, aquele deverá trabalhar com o objetivo de aproximar essas duas lógicas. É nesse sentido que pensamos que o educador deverá ser um agente de mediação e ao mesmo tempo um elemento que desafie a capacidade do aluno em buscar novos conhecimentos e novos entendimentos das coisas para se tornar uma pessoa capaz de fazer e mudar história, ou seja, ser autônomo, independente e capaz de *aprender significativamente*, de acordo com Ausubel, segundo Moreira e Masini (2008).

Com a finalidade de seguir com implicações metodológicas gerais, a proposta é sugerir uma investigação com princípio educativo em sala de aula, realizada pelos alunos, fundamentada no incentivo do interesse e curiosidade e em concordância com os conteúdos a serem estudados no decorrer do ano letivo.

Trata-se de dar ao aluno a oportunidade de realizar uma atividade em que os conhecimentos prévios possam ser base para que o objetivo não seja o de uma simples manipulação de um saber externo, mas sim de levá-lo a exercer seu pensamento sobre as coisas com autonomia, independência, para que ele seja o construtor de seus novos conhecimentos.

Moreira (1999) descreve a visão de Ausubel quanto a esse aspecto:

“(…) ao procurar evidência de compreensão significativa, a melhor maneira de evitar a ‘simulação da aprendizagem significativa’ é formular questões e problemas de uma maneira nova e não familiar, que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido. Testes de compreensão, por exemplo, devem, no mínimo, ser fraseados de maneira diferente e apresentados em um contexto de alguma forma diferente daquele originalmente encontrado no material instrucional”. (MOREIRA, 1999, p. 156)

Assim, torna-se fundamental que a atividade de investigação seja realizada pelo próprio aluno e com a possibilidade de variar as situações, em função de suas concepções sobre o fenômeno em estudo e de acordo com aspectos éticos e sociais, buscando estimular suas reflexões.

Como uma estratégia de ensino, nesta proposta metodológica, considera-se como sendo o mais adequado possibilitar ao aluno a construção de novos conhecimentos a partir de seus conhecimentos prévios por meio da investigação e a busca de soluções de situações-problema que sejam consoantes com suas concepções prévias a respeito do tema em pauta com a mediação do professor-orientador. Campbell, Campbell e Dickinson (2000), consideram que as atividades em equipe (grupo) possuem um papel preponderante, tanto para o estabelecimento de limites em relação à liberdade do aluno durante as atividades, como para o ajuste das dificuldades a serem superadas pelo grupo, de modo que a classe, como um todo, consiga chegar a um entendimento satisfatório do tema pesquisado.

Além disso, a atividade de pesquisa, sendo realizada por equipes de trabalho, ou seja, por equipes heterogêneas, propicia uma maior chance de aprendizagem para aquele aluno que ainda não está apto para dar solução por si só a uma determinada tarefa, mas já tem um conhecimento prévio do assunto, conforme afirma Vygotsky (2004) na sua teoria sobre zona de desenvolvimento proximal. Numa situação como essa, a ajuda de um colega mais capaz ou experiente em uma determinada atividade proporciona ou facilita a socialização tanto do sujeito quanto do conhecimento, pois se tem nesse fazer a oportunidade de desenvolver habilidades como a cooperação, a conversação, o diálogo, o companheirismo, a afetividade, a ética e o respeito pelas limitações individuais, entre outras.

A zona de desenvolvimento proximal segundo Vygotsky (2004) refere-se, assim, ao caminho que o indivíduo vai percorrer para desenvolver funções que estão em processo de amadurecimento e que se tornarão funções consolidadas, estabelecidas no seu nível de desenvolvimento real. A zona de desenvolvimento proximal é, pois, um domínio psicológico em constante transformação: aquilo que uma criança é capaz de fazer com a ajuda de alguém hoje, ela conseguirá fazer sozinha amanhã. É como se o processo de desenvolvimento

progredisse mais lentamente que o processo de aprendizado; o aprendizado desperta processos de desenvolvimento que, aos poucos, vai se tornar parte das funções psicológicas consolidadas do indivíduo. Interferindo constantemente na zona de desenvolvimento proximal das crianças, os adultos e as crianças mais experientes contribuem para movimentar os processos de desenvolvimento dos membros imaturos da cultura.

É na zona de desenvolvimento proximal que a interferência de outros indivíduos é a mais transformadora. Processos já consolidados, por um lado, não necessitam da ação externa para serem desencadeados; processos ainda nem iniciados, por um lado, não se beneficiam dessa ação externa. Para uma criança que já sabe amarrar sapatos, por exemplo, o ensino dessa habilidade seria completamente sem efeito, para um bebê, por outro lado, a ação de um adulto que tenta ensiná-lo a amarrar um sapato é também sem efeito, pelo fato de que essa habilidade está muito distante do horizonte de desenvolvimento de suas funções psicológicas. Só se beneficiaria do auxílio na tarefa de amarrar sapatos a criança que ainda não aprendeu bem a fazê-lo, mas já desencadeou o processo de desenvolvimento dessa habilidade.

A implicação dessa concepção de Vygotsky (2004) para o ensino escolar é imediata. Se o aprendizado impulsiona o desenvolvimento, então a escola tem um papel essencial na construção do ser psicológico adulto dos indivíduos que vivem em sociedades escolarizadas. Mas o desempenho desse papel só se dará adequadamente quando, conhecendo o nível de desenvolvimento dos alunos, a escola dirigir o ensino não para etapas intelectuais já alcançadas, mas sim para estágios de desenvolvimento ainda não incorporados pelos alunos.

Para Campbell, Campbell e Dickinson (2000) à medida que as habilidades de cooperação se desenvolvem, os alunos tornam-se capazes de trabalhar em equipes maiores e, por esse motivo, optamos pela formação de grupos com quatro ou cinco elementos. O trabalho com equipes maiores só poderá ocorrer se os alunos criarem e dominarem hábitos de relacionamento e de respeito pelo ponto de vista alheio, e isso só poderá advir de atividades em que o aluno possa exercitar tais habilidades em pequenas equipes, por ser mais fácil o entrosamento inicial. Se alunos com pouca ou nenhuma experiência em trabalhos de equipe se puserem a trabalhar inicialmente em um grande grupo, poderão ter grande dificuldade.

De experiência do pesquisador como professor em sala de aula, parece que esse agrupamento é o que apresenta melhores resultados conforme proposto por Campbell, Campbell e Dickinson (2000). Acredita-se que equipes com número de participantes muito além desse trarão a oportunidade para alguns dos integrantes se tornarem meros espectadores passivos nas atividades desenvolvidas pelos outros membros da equipe, o que, acredita-se, será

prejudicial ao desenvolvimento de cada aluno e do grupo. Pensa-se que a aprendizagem só será desenvolvida com a participação ativa do sujeito que aprende, responsabilizando-se por sua aprendizagem. (RAMOS, 2001)

Os trabalhos de pesquisa, quando realizados de acordo com os interesses, as motivações, aptidões, competências, habilidades, entre outras prerrogativas ligadas às condições pessoais do educando, possivelmente trarão melhores resultados de aprendizagem por parte do aluno. (RAMOS, 2001)

Segundo Silva (2009) há várias tipologias de projetos:

- **Projetos de Ensino:** São projetos educacionais que visam promover melhorias no processo de ensino aprendizagem, envolvendo uma ou mais disciplinas. Temas são escolhidos pelos professores.
- **Projetos de Aprendizagem ou de Trabalho:** São projetos realizados por alunos no âmbito escolar com a finalidade de desenvolver-se em determinados pontos de uma disciplina. Os temas são de livre escolha dos alunos

Ambos os projetos segundo Silva (2009) promovem melhorias no processo de ensino aprendizagem e na relação professor-aluno.

A colocação de temas para pesquisa atendendo os interesses, as necessidades e os sonhos dos educandos podem produzir resultados satisfatórios em termos de construção do conhecimento do sujeito que aprende, pois a dedicação e o compromisso com a atividade a ser realizada poderá trazer maior intensidade, por parte dos alunos. (RAMOS, 2001)

A exposição do tema sobre a Radioatividade foi de forma dialógica, o professor orientou e considerou o interesse dos alunos através de questionamentos que envolvessem os riscos e as vantagens da radiação sobre a humanidade. Assim, os temas baseados no assunto Radioatividade procuraram despertar a curiosidade geral da turma e serviram de ponto de partida para a investigação.

METODOLOGIA

Neste trabalho optou-se pela metodologia de pesquisa-ação. Segundo Oliveira (2008) esse tipo de pesquisa implica na realização de um estudo junto a grupos sociais. Segundo Barbier (1985), a pesquisa-ação “é uma atividade de compreensão e de explicação da práxis dos grupos sociais por eles mesmos, com ou sem especialistas em ciências humanas e sociais práticas, com o fim de melhorar essa práxis” (p. 136).

É interessante observar que, para Thiollent (1998), a pesquisa-ação implica a efetiva participação do pesquisador, o que não corresponde à citação anterior de Barbier. O conceito de Thiollent (1998) nos parece mais amplo e bem sistematizado. Para constar isso, coloca-se o trecho a seguir:

A pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo, e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (p. 15)

A partir dessa definição podemos constatar que a pesquisa-ação requer o compromisso do pesquisador com a população pesquisada a fim de buscar coletivamente alternativas para resolução dos problemas que afligem essas pessoas ou mais precisamente, com a comunidade pesquisada.

Os principais objetivos da pedagogia de projetos segundo Nérice (1992) são:

- I. Levar o educando a passar por uma situação de vivência e experiência do cotidiano;
- II. Levar a formular propósitos definidos e práticos;
- III. Estimular o pensamento criativo;
- IV. Desenvolver a capacidade de observação para melhor utilizar informes e instrumentos;
- V. Apreciar mais concretamente a necessidade da cooperação;
- VI. Dar oportunidade para comprovação de idéias, por meio da aplicação das mesmas;
- VII “Convencer o educando de que ele pode fazer parte ativa na construção do conhecimento desde que raciocine e atue adequadamente; estimular a iniciativa, a autoconfiança e o senso de responsabilidade”

Será realizada uma análise qualitativa com viés de pesquisa-ação de todo o processo de ensino e aprendizagem que os alunos empreenderem para o estudo dos conceitos da radioatividade a partir de seus conhecimentos prévios. Os dados serão coletados em um diário de bordo para posteriores estudos e análises comparativas. Será realizado um diagnóstico e análise dos questionários aplicados com o objetivo de se verificar a construção em grupo e individual dos conceitos e confrontar os resultados bem como possíveis divergências entre os participantes do mesmo grupo e entre os mesmos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O projeto será aplicado em uma turma de 2º ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual localizada em Belo Horizonte, Minas Gerais, classificada como “Escola Referência”, segundo Secretaria da Educação de Minas Gerais são 223 escolas escolhidas entre as maiores e mais tradicionais de Minas em 106 municípios. O processo de seleção foi concorrencial e venceram as escolas que apresentaram os melhores projetos e maior percentual de envolvimento dos educadores. Projeto implantado a partir de 2004 contribuiu para a melhoria da qualidade do ensino das escolas participantes.

A turma é composta por 42 alunos, na faixa etária de 15 e 16 anos, que serão distribuídos em 6 grupos com 5 componentes e 3 grupos de 4 componentes. Pode-se perceber que os alunos não são carentes. Mas também não se pode dizer que são abastados, pois os pais arcam com as despesas de transporte para se deslocarem do bairro onde moram até a escola.

A escola atende somente a alunos do Ensino Médio e apresenta recursos tais como: laboratórios de Informática (inclusive para treinamento de professores e de alunos) e de Química. Porém o laboratório de Física deixa muito a desejar por estar incompleto e praticamente sem utilização, boa biblioteca, um excelente auditório, salas amplas e conservadas, apesar do prédio ser de construção antiga, reformado e bem cuidado, quadra coberta, refeitório amplo onde se serve refeições no horário do almoço, bom estacionamento. São oferecidos vários cursos de treinamento como montagem de computadores, 3D, Photo shop, entre outros e também projetos de aprofundamentos de estudo para os alunos que se interessarem.

As etapas desta pesquisa, com previsão de nove aulas de cinquenta minutos cada, serão:

1ª Etapa: apresentação do projeto pelo professor-orientador à turma. Nesta aula, de cinquenta minutos, o professor-orientador, através de diálogo com a turma, observa e registra as concepções prévias dos alunos em um “diário de bordo”.

2ª Etapa: A turma será dividida em nove grupos de no mínimo quatro e no máximo cinco componentes. A formação dos grupos será definida pelos próprios alunos por afinidade e sem a interferência do professor-orientador.

3ª Etapa: Definição do tema e dos casos a serem pesquisados pelos grupos. Os três casos estão listados abaixo. Por serem nove grupos, em comum acordo dos alunos e do professor-orientador, três grupos trabalharão com um mesmo caso, porém de forma independente.

1º Caso: - Radiação ionizante provoca leucemia?

2º Caso: - O uso de telefones celulares implica riscos para a saúde de seus usuários?

3º Caso:- Viver próximo a estações de alta tensão constitui um risco à saúde das pessoas?

Esses casos foram sugeridos pelo pesquisador após a discussão com os alunos levando em consideração os interesses dos alunos. O professor-orientador distribuirá dois artigos para turma no sentido de servir como referência inicial. Artigos esses abordando os assuntos e os conceitos envolvidos nas situações-problema acima descritos. Os Artigos são:

- Artigo I - Radioatividade¹;
- Artigo II – Riscos da Radiação².

Depois da formação dos grupos, de comum acordo entre o professor-orientador e a turma, a ordem de apresentação dos trabalhos nos seminários ficará assim distribuída: em cada aula será apresentado um grupo de cada caso. Os conteúdos sobre “Eletromagnetismo (Ondas Eletromagnéticas)” que servirão de âncora para se desenvolver a atividade sobre Radioatividade serão revisados.

4ª Etapa: A apresentação dos trabalhos será realizada pelos grupos em forma de Seminários, com o propósito de analisar a integração dos interesses dos alunos com o assunto investigado. Estes com previsão para serem desenvolvidos em três aulas. Cada grupo terá o tempo de quinze minutos para expor e debater com a platéia seu trabalho.

5ª Etapa: Aplicação de questionário (APÊNDICE A) para ser respondido por cada grupo. Esta etapa com previsão de desenvolvimento em duas aulas.

6ª Etapa: Aplicação de questionário (APÊNDICE B) para ser respondido individualmente com o objetivo de verificar a construção individual de conceitos sobre o tema, bem como, identificar possíveis divergências entre os participantes sobre a posição do grupo em relação aos temas estudados. Esta etapa com previsão de desenvolvimento em uma aula.

A previsão do desenvolvimento do trabalho, em todas as etapas, em nove aulas, ficará assim distribuída:

¹ Extraído e adaptado de AS Science for Public Understanding (HUNT e MILLAR, 2000), Traduzido por George Uemura (CDTN). Revisto por Helder de F. e Paula

² Extraído e adaptado de AS Science for Public Understanding (HUNT e MILLAR, 2000). Traduzido por George Uemura (CDTN) e revisto por Helder de F. e Paula (Coltec/UFMG)

- 1ª e 2ª Etapas – duas aulas – Apresentação do projeto à turma, captação das concepções prévias dos alunos e formação dos grupos;
- 3ª Etapa – uma aula – Definição do tema e revisão do conteúdo;
- 4ª Etapa – três aulas – Apresentação dos casos pelos grupos em seminário;
- 5ª Etapa – duas aulas – Responder ao questionário dos grupos;
- 6ª Etapa – uma aula – Responder ao questionário individual;

COLETA E ANÁLISE DE DADOS

As atividades tiveram como base situações-problema e questões propostas pelo professor-orientador para que os alunos pudessem se aprofundar nos novos conceitos sobre radioatividade a partir de seus conhecimentos prévios sobre o tema e, assim, fundamentar melhor sua compreensão.

O professor-orientador, com o intuito de manter o processo de motivação da turma para a realização da pesquisa, iniciou um debate em sala com questionamentos visando incentivar um entendimento mais aprofundado do tema a partir de conceitos relacionados com a radioatividade.

Assim, durante o desenvolvimento dos trabalhos, foi possível acompanhar negociações e diálogos realizados pelos alunos que demonstraram, na sua maioria, interesse, motivação, comprometimento e participação com responsabilidade em suas equipes.

Durante a realização da pesquisa, observaram-se trocas de informações e ajuda mútua não só entre os elementos de uma mesma equipe, mas também entre as outras equipes, ou seja, a colaboração e a cooperação, em sala de aula, tornaram-se elementos presentes nas atividades realizadas pelos alunos. Essas observações ficam demonstradas através das falas que foram registradas no diário de bordo pelo pesquisador em sala de aula e nos corredores durante os intervalos:

- *“Será que a dor de cabeça que estou tendo é por causa de meu celular?”*
- *“Não irei mais queimar no horário em que o sol estiver muito forte.”*
- *“Você acha que a energia das torres perto de casa fazem mal?”*
- *“Não acredito que o uso de celular possa causar câncer.”*
- *“Será que as doses de radiação podem se acumular?”*
- *“Que dose poderá fazer mal?”*

Para viabilizar a construção do conhecimento, as equipes trocavam idéias e informações com o objetivo de ficarem mais seguras em seus argumentos durante as apresentações. À medida que as dificuldades surgiam, os alunos procuravam o professor-orientador para obter orientações, objetivando desenvolver as atividades com melhor aproveitamento de tempo, de material e de informação. Na percepção do pesquisador, o obstáculo inicial foi de interpretar os conceitos científicos e suas aplicações no cotidiano.

Diante das dificuldades apresentadas pelas equipes, o papel do professor-orientador foi de orientar e motivar. Não se dava respostas prontas e nem se entregava o material em mãos. Questionava-se, procurando levar os próprios alunos a encontrarem soluções para cada situação-problema experimentada no decorrer das atividades.

É importante frisar a atuação do professor-orientador junto às equipes como facilitador, deixando as mesmas com liberdade para atuarem com autonomia. Sempre que havia necessidade de incentivo ou auxílio, o professor-orientador o fazia com o objetivo de organizar e administrar o tempo e as tarefas.

Assim, durante o processo de preparação para o seminário, os alunos trocaram idéias e opiniões, proporcionando participação ativa do sujeito, o que supõe a participação pessoal do aluno na aquisição de novos conhecimentos, de maneira que não seja repetição, mas uma reelaboração pessoal com base em seus conhecimentos prévios. Para organizar esse processo, foram reservadas três aulas de cinquenta minutos cada para discussões entre os alunos para estruturação das apresentações de cada grupo no seminário. Para as apresentações, foram reservadas também de três aulas de cinquenta minutos. Na etapa de apresentação, como tinha sido acerto, em cada aula seria apresentado um trabalho de cada caso.

O professor-orientador procurou observar os seguintes critérios para a análise qualitativa do processo de ensino e aprendizagem:

- Vivência e experiência dos alunos relativa aos temas e questões abordadas;
- Consistência das argumentações apresentadas;
- Se as informações levantadas no processo foram bem utilizadas para o entendimento das situações-problema;
- Verificação da capacidade de relacionamento entre os componentes do grupo e entre os grupos;
- Verificação das capacidades de refletir, criar, formular, demonstrar e comprovar idéias durante todo o processo de preparação e apresentação do seminário;

Esses critérios foram avaliados através da consistência das argumentações baseadas nos novos conhecimentos construídos a partir de seus conhecimentos prévios.

Durante a preparação do seminário, foi possível ao professor-orientador identificar dificuldades em todos os grupos em assimilar os novos conceitos sobre a radioatividade. De acordo com falas de alguns alunos registradas no diário de bordo, esses acreditavam que uma pessoa exposta à radiação sem contato direto com material radioativo poderia contaminar outras simplesmente chegando perto delas. Percebeu-se nos alunos uma posição negativa diante da utilização de substâncias radioativas, especialmente, no caso de usinas nucleares.

Por outro lado, quanto ao emprego na medicina, percebe-se uma posição mais favorável pelos alunos. No entanto, sua utilização na indústria alimentícia também gerava certo receio. Diante dessa situação, o pesquisador deu início a alguns questionamentos para que os alunos, baseados em suas concepções prévias, discutissem o assunto e aprofundassem em seus conhecimentos e em argumentações mais consistentes.

Segue as seguintes falas dos alunos sobre suas posições e dificuldades:

- *“Não tenho coragem de chegar perto de alguém que tenha sido contaminado”*
- *“Eu nem encosto o dedo em cobaias radioativas”*
- *“É um absurdo construir usinas como as de Angra dos Reis”*
- *“Não passo nem a cem quilômetros de distância de uma usina nuclear”*
- *“Não como alimentos irradiados”*
- *“Pra que irradiar os alimentos?”*
- *“Conheço pessoas que tinham tumores que foram diminuídos com doses de radiação”*
- *“Valeu muito a radiografia para meu tratamento de canal”*

Uma discussão surgiu em aula em torno da questão: *O receio ao uso dos materiais radioativos tinha fundamento? Como os perigos poderiam ser balanceados pelos benefícios? Qual o risco para saúde da população causado pela exposição à radiação? Os riscos poderiam ser reduzidos ou eliminados?*

Para ter uma idéia mais bem elaborada dos conceitos, os alunos expuseram o que entendiam sobre radiação:

- Como ela acontece, quais são os tipos (ionizante e não ionizante), dentre as ionizantes (as partículas alfa e beta e as emissões gama);
- Como age a radiação no corpo humano, dosagem de radiação, consensos e divergências entre as dosagens prejudiciais para o corpo humano dentro também da comunidade científica, estudo de casos e análises das pesquisas;
- Como promover estudos mais conclusivos sobre os efeitos da radiação ionizante em células e sobre as divergências na utilização de cobaias nas pesquisas.

Esses tópicos foram abordados nos estudos dos três casos e, através da orientação dada pelo professor-orientador, os alunos, tendo também como referência os dois artigos fornecidos, conseguiram expor de forma satisfatória. O professor-orientador atuou no sentido de estimular a construção de novos conceitos, aprofundando e englobando no debate as ondas eletromagnéticas e emissões e decaimentos radioativos, bem como, criando sustentação e argumentação para suas posições.

Na 4ª etapa, referente à apresentação do seminário em sala de aula, nas apresentações com o projetor de imagens, os grupos demonstraram coerência em suas posições, apesar de não serem as mesmas entre os grupos, havendo respeito à opinião contrária dos colegas sobre o uso da radiação nos diversos campos.

Na 5ª etapa, referentes ao questionário a ser respondido pelos grupos às posições se mostraram coerentes com as apresentadas no seminário e as respostas demonstraram que os conteúdos foram bem assimilados e tiveram preocupações sociais embora os grupos tivessem apresentado posições diferentes sobre os estudos dos casos. Essas posições e preocupações ficaram bem evidentes nas falas dos alunos registradas no diário de bordo e confrontadas com as respostas do questionário. Segue falas dos alunos coerentes com as respostas do questionário:

- *“Chegamos à conclusão de que a exposição à radiação aliada há uma série de fatores: tempo, quantidade, propensão e sensibilidade de certas partes do corpo aumentam a probabilidade de causar câncer.”*

- *“Não se pode ter certeza sobre a questão de baixos níveis de radiação aumentar o risco de causar câncer, pois precisaríamos de mais informações através de estudos e pesquisas para chegarmos a uma posição mais concreta sobre o assunto.”*

- *“Os benefícios do uso do celular são concretos e os malefícios não passam de hipóteses teóricas não comprovadas cientificamente.”*

- *“Concluimos que o uso de telefones celulares não implica em riscos à saúde, pois a faixa de frequência e energia são muito pequenas.”*

- *“Ficamos preocupados com o resultado de certas pesquisas sobre morar perto das linhas de alta tensão, então devemos agir com cautela até que se tenham respostas mais conclusivas sobre os riscos.”*

- *“Com base nas investigações concluimos que morar muito próximo das linhas de alta tensão pode constituir um risco à saúde. Porém se mantermos certa distância esse risco diminui muito.”*

- *“Os estudos e pesquisas sobre radioatividade deveriam ser mais bem divulgados à sociedade pelos meios de comunicação de massa.”*

- *“O governo deveria distribuir cartilhas sobre os riscos da radiação a população.”*

- *“Deveria se discutir mais nas escolas sobre os riscos da radiação.”*

Na 6ª etapa, referente ao questionário individual, verificou-se que alguns componentes não concordavam com a posição do grupo, mas concordaram, em princípio, com a maioria para não haver divergências ou discrepâncias no grupo durante apresentação do seminário. Essa posição discrepante dentro dos grupos apareceu em quatro dos nove grupos. De modo geral, pode-se entender que as respostas dadas no questionário sobre os conteúdos mostraram que os novos conceitos sobre Radioatividade foram bem assimilados. Essas divergências ficam demonstradas através das respostas individuais relatadas no questionário individual. Segue alguns relatos:

- *“Ao começarmos o nosso trabalho percebi que esse assunto seria polêmico, pois nossas opiniões eram contrárias, mas chegamos a uma posição comum.”*

- *“No início minha impressão era toda contrária, mas depois chegamos a um consenso.”*

- *“Fiquei preocupado com as divergências, pois tínhamos que apresentar uma posição que fosse comum.”*

- *“A princípio achei difícil a discussão, pois minha opinião era contrária a dos outros componentes do grupo.”*

O pesquisador considera que o resultado foi satisfatório, pois os alunos deram correspondência entre os novos conceitos adquiridos na investigação com seus conhecimentos prévios. Percebeu-se que um tema complexo e importante como o uso da Radiação nos vários campos da ciência estudado através da investigação a partir dos conhecimentos prévios dos alunos atrai e aguça a curiosidade dos adolescentes.

As situações listadas abaixo mostram que a posição do professor-orientador foi a de motivar e auxiliar o debate e os questionamentos entre os alunos:

- Abrir espaço para questionamentos entre os participantes dos debates acontecidos em sala de aula;
- Assumir uma postura de neutralidade no sentido de se evitar comentários avaliativos bem como de sintonia com relação aos participantes;
- Estimular os estudantes a apresentar seus pontos de vista, formular questões, comparar diferentes posições, aceitar trocas de idéias com os colegas;
- Permitir que os alunos apresentassem suas dúvidas e pontos de vista e procurassem compreender o ponto de vista dos outros colegas.

As evidências de que o professor assumiu a posição acima relacionada está representada nas falas e questionamentos dos alunos descritos neste projeto.

A turma não chegou a ter uma posição definitiva a respeito de qual seria a dose de radiação que pudesse ser prejudicial aos seres vivos principalmente com relação aos casos estudados, pois as evidências levantadas não foram conclusivas ou não levavam em considerações variáveis que também poderiam ter influenciado os grupos que estudaram os casos (uso de substâncias químicas, propensão, tabaco, nutrição, entre outras).

Os alunos foram unânimes em estabelecer que, para os casos estudados, devesse ser utilizado o princípio da cautela e evitar a exposição à radiação como: morar perto de usinas nucleares, exposição solar em horários de muita radiação e durante muito tempo, uso excessivo de celulares e morar perto de torres ou estações de alta voltagem. Porém, ao responder as questões que envolviam conceitos físicos sobre o assunto Radioatividade, eles demonstraram ter diminuído a ansiedade por “decorar” esses conceitos e passaram a buscar uma significação mais consistente dos mesmos. Puderam, principalmente, desenvolver suas potencialidades e

autonomia na busca de novos conhecimentos através da investigação a partir de seus conhecimentos prévios dando correspondência com os mesmos.

De acordo com Ausubel (apud MOREIRA, 1999), na aprendizagem por descoberta o aluno deve aprender sozinho, deve descobrir algum princípio, relação, lei, como pode acontecer na solução de um problema. A compreensão genuína de um conceito ou proposição implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis. Então, ao procurar evidência de compreensão significativa, a melhor maneira de evitar a “simulação da aprendizagem significativa” é formular questões e problemas de uma maneira nova e não familiar, que requeira máxima transformação do conhecimento construído.

Portanto, o pesquisador entende que este trabalho atendeu à proposta, que era estimular a busca do conhecimento científico através da investigação, propiciando ao aluno apropriar-se de novos conceitos de forma significativa, dando correspondência com seus conhecimentos prévios de acordo com a teoria ausubeliana.

CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho partiu de um estudo sobre as concepções e fundamentos da proposta da aprendizagem significativa de Ausubel e suas possibilidades de aplicação no processo de construção do conhecimento por alunos do Ensino Médio. Este estudo propiciou a aplicação e análise, no âmbito do Ensino da Física com o tema Radioatividade, da teoria de Ausubel, que trata da Aprendizagem Significativa.

A teoria serviu de base para fundamentar uma proposta metodológica que pudesse ser implementada em sala de aula, com o objetivo de contribuir para a melhoria no processo de ensino e aprendizagem. As atividades realizadas propiciaram entender que essa proposta metodológica é favorável ao desenvolvimento da aprendizagem significativa. O ensino por investigação em sala de aula, com concepção mais flexível, ajustada às novas propostas sociais que se refletem no âmbito da educação, favorece a formação de um sujeito autônomo e crítico. Nesse processo de construção dialógica do conhecimento os interlocutores têm funções ativas e procuram em conjunto desenvolver e aumentar a compreensão sobre os temas abordados, por isso essa metodologia desenvolve as capacidades dos alunos de forma mais efetiva e inovadora, criando um ensino mais reflexivo, interativo e motivador.

Nesse estudo foi possível perceber o relacionamento de conhecimentos prévios com novos conceitos apropriados pelos alunos, na procura por respostas relativas à construção do conhecimento e ao desenvolvimento da aprendizagem significativa por alunos em sala de aula.

Durante a preparação para o seminário foi possível identificar e registrar alguns conhecimentos prévios que ainda não estavam bem estruturados conforme relatos das falas já transcritos neste projeto, ou seja, os conceitos que os alunos traziam consigo estavam distorcidos, mas após as pesquisas realizadas pelos alunos e discussões realizadas em sala de aula esses conceitos foram reorganizados e reestruturados.

A proposta metodológica desenvolvida para a construção de novos conceitos a respeito da radioatividade apresentou pontos fundamentais como: reduzir as aulas expositivas em favor de aulas de orientação; utilizar o trabalho de pesquisa como princípio educativo em sala de aula; capacitar os alunos a transferir o que foi aprendido na escola para a vida na comunidade; aproximar teoria e prática na sala de aula com base na teoria ausubeliana, desenvolver a cooperação entre os alunos e a autonomia do aluno, além da construção do conhecimento significativo. Essas atitudes dos alunos ficaram evidentes em suas falas transcritas em trechos

deste projeto, nas respostas dos questionários e em suas posições durante a preparação e apresentação dos casos pelos grupos no seminário. Assim, acredita-se que atividades como essa também possam ser aplicadas em outros temas do curso de Física, bem como em outras disciplinas.

Durante as apresentações, puderam-se observar e registrar os seguintes elementos que constituíram a coleta de dados: a dinâmica do processo, as falas dos alunos, a participação dos mesmos no processo de construção de seu conhecimento em sua investigação. Percebe-se através das falas, algumas transcritas neste projeto, e posições registradas no diário de bordo bem como durante a preparação e apresentação dos casos no seminário que os alunos estavam comprometidos e interessados. A curiosidade e as indagações envolvidas no processo motivaram os alunos a assumirem um comprometimento com as atividades que executavam. Observou-se também, um comportamento de equipe nos alunos, apesar de alguns poucos não terem se envolvido inteiramente com o trabalho. O diálogo, a colaboração, a cooperação, a socialização das informações e do conhecimento por parte dos alunos durante as apresentações pareceu uma forma dos alunos exporem os conceitos apreendidos, envolvendo-os na construção de novos conceitos sobre a Radioatividade.

Ao final dessa experiência, aplicou-se questionário individual e outro coletivo (grupo), conforme anexo, com o objetivo de verificar se os conceitos foram assimilados de forma significativa pelos alunos. Nesse mesmo questionário, procurou-se verificar se as atividades realizadas foram significativas para os estudantes. As respostas do questionário de grupo, algumas transcritas neste projeto, demonstraram que os novos conceitos sobre a radioatividade foram bem assimilados pelos alunos e tiveram uma significação facilitada a partir dos conhecimentos prévios dos mesmos. As respostas do questionário individual, algumas transcritas neste projeto, demonstraram que a princípio havia divergências nas posições sobre os casos, mas as mesmas foram acertadas em virtude de se ter coerência na apresentação do seminário. Essa atitude não prejudicou a construção dos novos conceitos conforme as falas, já transcritas no projeto, e demonstrou a capacidade de cooperação dos alunos no trabalho em equipe.

Acredita-se que este trabalho contribuiu para uma educação mais significativa e consciente, a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, que desenvolveram a capacidade de construir e reconstruir conceitos físicos com propostas sociais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CAMPBELL, L.; CAMPBELL, B.; DICKINSON, D. Ensino e aprendizagem por meio das inteligências múltiplas: inteligências múltiplas na sala de aula. Tradução: Magda França Lopes. 2ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

MOREIRA, M. A., Teorias da Aprendizagem. EPU, cap. 10, p.151-164, 1999.

MOREIRA, M. A., MASINI, E. A. F. S. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo, Moraes, 1982. 112 p. (No texto você coloca 2008, afinal, que ano é?)

NÉRICI, IMÍDIO G. Metodologia do ensino: uma introdução. 4ª Ed. São Paulo: Atlas, 1992

OLIVEIRA, MARIA MARLY DE, Como fazer pesquisa qualitativa/Maria Marly de Oliveira. 2ª Ed. – Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

RAMOS, I. J. Concepções sobre o aprender a aprender e suas possibilidades de aplicação na educação escolar. 2001. 139p. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – CEFET-MG, Belo Horizonte.

SITES PESQUISADOS

BRASIL. Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/seb/index.php?option=content&task=view&id=265&Itemid=25>

Acesso em: 23 abr. 2010.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura - Secretaria de Educação Básica. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, 2000. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf> Acesso em: 23 abr. 2010.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura - Secretaria de Educação Básica. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, 2002.

Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> Acesso em: 23 abr.2010.

SILVA, Nilma. Disponível em: <http://professoranilma.blogspot.com/2009/04/metodologia-de-projetos.html> Acesso em 28 dez.2010.

VYGOTSKY, Lev. A transformação socialista do homem. Trad. Nilson Dória. 2004.

Disponível em: <http://www.marxists.org/portugues/vygotsky/1930/mes/transformacao>. Acesso em: 10 ago. 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário aplicado aos grupos

ESCOLA ESTADUAL

Avaliação da Aprendizagem:

Estudo do Caso:

Componentes:

Questionário dos Grupos

- 1) Explique com suas palavras o que é radiação e radioatividade?
- 2) Quais os tipos de radiação?
- 3) O que é radiação ionizante?
- 4) Como age a radiação ionizante nos átomos e no corpo humano?
- 5) Quais as unidades de radiação mais utilizadas pela comunidade científica? Explique cada uma delas.
- 6) Explique o que é dosagem de radiação e qual é a dosagem prejudicial aos seres vivos?
- 7) Explique como a população pode se proteger dos riscos da radiação?
- 8) Explique como a radiação é utilizada na medicina?
- 9) Explique como a radiação é utilizada pela indústria de alimentos?
- 10) Qual é a opinião do grupo quanto ao estudo de seu caso?

APÊNDICE B - Questionário aplicado ao aluno a ser respondido individualmente.

ESCOLA ESTADUAL

Questionário Individual

Nome:

- 1) Como foi sua participação no grupo?
- 2) Você concordou com a opinião do grupo? Descreva a sua opinião?
- 3) Como o trabalho em grupo contribuiu para o seu desenvolvimento no assunto?
- 4) Quais foram os pontos positivos e negativos em sua opinião a respeito do trabalho?
- 5) Você considera satisfatórias as informações apresentadas nos estudos científicos pesquisados?
- 6) Descreva sua opinião sobre o estudo dos três casos abordados no seminário?