



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
Licenciatura em Química**

**Usando a História da Química para o  
Ensino da Radioatividade**

**Leandro Henrique Fantini**

**Belo Horizonte  
Dezembro de 2010**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)  
DE LICENCIATURA EM QUÍMICA.**

**LEANDRO HENRIQUE FANTINI**

**USANDO A HISTÓRIA DA QUÍMICA PARA O ENSINO  
DA RADIOATIVIDADE.**

**Belo Horizonte**

**2010**

**LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**TCC DE LICENCIATURA**

**LEANDRO HENRIQUE FANTINI**

**USANDO A HISTÓRIA DA QUÍMICA PARA O ENSINO DA  
RADIOATIVIDADE**

TCC elaborado como parte da disciplina, trabalho de conclusão do curso de licenciatura I e II, obrigatória para obtenção do título de Licenciado em Química

Orientador: Professor Dr. Alfredo Luis Mateus  
Professor do Colégio Técnico da UFMG (COLTEC)

## **Agradecimentos:**

É um momento especial, chegar aqui, agora posso dizer que estou finalizando o curso...ufa! Poucos sabem o árduo caminho que trilhei até aqui. Mas cheguei. E sem dúvida, algumas pessoas foram determinantes para eu estar aqui hoje.

Agradeço aos meus pais, que me apoiaram nessa jornada, com paciência, carinho e incentivos.

Agradeço à Flávia Andrezza, que me apoiou durante boa parte do curso.

Agradeço a minha avó, Zélia, que sempre me ajudou imensamente, em todos os momentos que precisei, e não foram poucos.

Agradeço aos colegas que ingressaram comigo neste desafio em 2006 pela amizade que tornou possível o enfrentamento de tantas dificuldades, que todos nós sabemos, foram muitas, em especial ao Rafael (Coxa), pelos trabalhos realizados juntos, ao Jésus (J) por seu carinho, competência e organização, à Paula (Paulinha) relações públicas da turma e a Girlaine pela ajuda em relatórios.

Agradeço aos amigos que conheci dentro da universidade durante esse tempo, principalmente a todos os integrantes do Pontociência, em especial ao Marcos Giovanni (Marcão), Pedro Célio (PC) e Hamilton por terem contribuído na edição deste material.

E sem dúvida, um agradecimento todo especial ao Alfredo Luis Mateus, professor do Coltec, que foi a pessoa que acreditou em mim, me proporcionou belíssimas oportunidades, não só acadêmicas, mas que levo como lição de vida. A ele a quem eu aprendi a gostar, respeitar e admirar, não só profissionalmente, mas pessoalmente e que sempre me apoiou, principalmente nos momentos difíceis, muito obrigado. Se ele não fosse essa pessoa incrível que é, este trabalho não seria possível. Não tenho palavras suficiente para dizer quão grato sou ao Alfredo por esses quatro belos e inesquecíveis anos de convivência.

## Sumário:

1 Resumo -----	-5-
2 Introdução -----	-5-
2.1 Porque história da química -----	-7-
2.2 Porque radioatividade -----	-10-
2.3 Porque fenômenos -----	-13-
2.4 Porque Pontociência -----	-16-
3 Os vídeos -----	-20-
3.1 O experimento de Becquerel -----	-22-
descrição do vídeo -----	-22-
uso em sala de aula-----	-25-
Comentários sobre as respostas dos alunos-----	-27-
3.2 O mistério de Rutherford -----	-39-
Descrição do vídeo -----	-39-
Uso em sala de aula -----	-40-
Comentários sobre as respostas dos alunos -----	-40-
3.3 Radioatividade e Rutherford -----	-43-
Descrição do vídeo -----	-43-
Uso em sala de aula -----	-44-
Comentários sobre as respostas dos alunos -----	-44-
4 Trabalhos além da sala -----	-48-
5 Considerações finais -----	-50-
6 Referências bibliográficas -----	-53-

# **1 – Resumo- USANDO A HISTÓRIA DA QUÍMICA PARA O ENSINO DA RADIOATIVIDADE**

Este trabalho focaliza e comenta a evolução histórica do fenômeno da radioatividade dentro da química e apresenta um material desenvolvido recentemente, a partir de pesquisas e estudos feitos na área. Apresentamos também o trabalho realizado junto aos alunos de duas turmas de primeiro ano do ensino médio utilizando este material, e mostramos alguns resultados obtidos com eles. Colocou-se a disposição no Pontociência os vídeos e animações que poderão ser utilizados em salas de aula com a finalidade de ampliar e clarificar esse campo que é tão superficialmente abordado nos livros didáticos. O link para se acessar este material se encontra em: <http://www.pontociencia.org.br/radioatividade.htm>

## **2 – Introdução**

A falta de interesse dos alunos sobre ciências naturais, especialmente a química, pode estar ligado ao clássico e tradicional método de ensinar. Ou tratar a química como uma matéria fragmentada que não possui nenhuma contextualização com o cotidiano.

Este trabalho de conclusão de curso, de agora em diante chamado apenas de tcc, mostra um material novo e alternativo para ser usado em aulas de química, dentro de uma abordagem histórica que mostra um pouco da evolução de um modelo científico. A abordagem histórica pode permitir que os alunos compreendam melhor os conceitos ao entender a evolução do modelo.

Nesse sentido outro objetivo desse trabalho é contribuir para a formação do estudante como um cidadão que pensa.

Este trabalho tem como público alvo os professores de química ou física do ensino médio. No qual deverá ler os textos, ver os vídeos e adaptá-los caso ache necessário para um melhor nível de aprendizado dos seus alunos. Caso o professor queira usar os questionário das atividades diretamente como estão propostos aqui, não será problema, pois eles foram pensados mesmo para serem usados em aula.

Dividimos este tcc em vários blocos. Mas a parte que vai direto às atividades e sugestões de como usá-las em aula, estão postas a partir do tópico, 6 – sugestões de uso do material em sala de aula. Lembre-se, são apenas sugestões. Cabe ao professor saber se quer utilizar todo o material, quando utilizar e como utilizar.

## 2.1 – Porque história da química.

Falar de história da química, não é simplesmente falar de química. Falar da história da química é falar da história da física, da ciência, da humanidade, é abordar essa maravilhosa construção da mente humana e do saber. É falar de uma ciência que está sempre a procura de novas descobertas.

A química se estrutura hoje como uma ciência teórica e experimental que nos dá suporte a um melhor entendimento da natureza. Ela reagrupa a multiplicidade das observações e das experiências envolvendo as transformações da matéria, cujos elementos são unidos por leis. As teorias orientam as pesquisas para novas descobertas nesta área. Sendo assim faz-se necessário o acompanhamento da evolução do conhecimento ao longo dos tempos.

Conhecer a ciência pode ser comparado a participar de uma aventura, conhecer sua história constitui em alguns casos, procurar de forma cabal nos “rascunhos” do passado por algo que possa nos fazer sentido frente às inúmeras “ferramentas” que graças ao desenvolver de cada civilização nos proporcionam uma vida mais confortável.

As atuais diretrizes curriculares nacionais, tanto para o ensino médio, como para o superior, sugerem a inclusão da história da ciência para o ensino de química (PCNEM(Brasil 1999, 2001, 2002)).

[...] o conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim uma construção da mente humana, em contínua mudança. A história da Química, como parte do conhecimento socialmente produzido, deve permear todo o ensino de Química, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos .

(PCNEM (Brasil, 1999, Parte III, p. 66)).



Como justificativa, aponta-se que a história da ciência pode auxiliar a construção de conceitos científicos por parte dos estudantes; mas, principalmente, aponta-se que ela pode ajudar na construção de ideias a respeito da natureza da ciência que estejam mais de acordo com o pensamento contemporâneo sobre o tema. No Brasil o emprego da história no ensino de química já fora recomendado em 1931 pela Reforma Francisco Campos (SANTOS, 2010). Recomendações para inclusão da história da ciência nos currículos de ciência, em particular para os voltados à formação de professores não é exclusividade brasileira. Na verdade as sugestões de inclusão da história da ciência podem ser observadas em diversos países, alguns já por várias décadas, enquanto em outros o tema é mais recente (SANTOS, 2010). Assim como as concepções da ciência mudam ao longo dos tempos, os objetivos educacionais não são os mesmos de alguns anos atrás.

Devemos nos lembrar que já por volta do ano de 1930 achava-se que o ensino de química não deveria se constituir apenas no ensino de conteúdos. Havia a preocupação com o ensino de valores relativos à ciência e aos aspectos de sua produção histórica. Naquela época a forma como essa produção era entendida, caracterizava uma ciência linear, acumulativa, apontando para o progresso e feita por gênios. Sabemos que esse pensamento não é coerente com o entendimento que temos do processo de "fazer" ciência na atualidade (SANTOS 2010).

O Parecer 1303/2001, da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (CNE/CES), regulamentou as "Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química", abrangendo tanto os cursos de Bacharelado como os de Licenciatura. Nesse documento observa-se a preocupação com a dimensão histórica do conhecimento no processo de formação dos profissionais da área de Química. Em seu subtítulo 2, "competências e habilidades" no que tange ao Licenciado em Química, subitem "Com relação à formação pessoal", o Parecer 1.303/2001 prevê que esse profissional deve "ter uma visão crítica com relação ao papel social da Ciência e à sua natureza epistemológica, compreendendo o processo histórico-social de sua construção". Finalmente, no subitem "Com relação ao ensino de Química", consta que o docente deve ser capaz de "compreender e avaliar

criticamente os aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade" (BRASIL, 2001).

Desta forma achamos que seria importante contribuir para o ensino de química, produzindo materiais a serem utilizados em sala de aula que tivessem como ponto de partida a história da química. Propusemos atividades que abordam um pouco da evolução do conhecimento científico dando condições para que, especialmente o professor, possa ampliar seu entendimento e ser capaz de avaliar criticamente os aspectos que envolvem a química na sociedade.

## 2.2 – Porque Radioatividade.

O tema radioatividade foi selecionado por sua relevância dentro do mundo contemporâneo e no estudo dos modelos atômicos. Além disso, este é um assunto trabalhado de maneira superficial em muitos materiais didáticos do ensino médio. As ideias e sugestões apresentadas dentro do próprio CBC (conteúdos básicos curriculares) de química foram elaboradas considerando a filosofia dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+) (BRASIL, Ministério da Educação, 1999, 2002, 2006). No PCN+ de 2006 no quadro Contextualização sócio cultural da página 92, diz que a química como atividade científica deve fornecer:

“Reconhecimento e compreensão da ciência e da tecnologia químicas como criação humana, inseridas, portanto, na história e na sociedade em diferentes épocas”.

“Perceber o papel desempenhado pela Química no desenvolvimento tecnológico e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história”.

E certamente não podemos falar do desenvolvimento histórico-científico e tecnológico da humanidade sem abordarmos a radioatividade e com ela a evolução dos modelos atômicos. Podemos perceber, no entanto, que alguns materiais didáticos usam a radioatividade apenas como algo que deve ser informado ao aluno, por ser necessário para a compreensão do experimento da folha de ouro de Rutherford. Ou seja, como o aluno precisa saber o que são as partículas alfa usadas no experimento, ele tem de saber o mínimo a respeito da radioatividade. A nossa proposta é de que a abordagem da radioatividade deve ser mais profunda para ser significativa.

Mais três pontos merecem destaque no PCN+ que estão diretamente relacionados à radioatividade. São os subitens:

<b>Subitens do PCN+</b>	<b>Temas sugeridos para desenvolvimento em sala da aula</b>
<p><b>“Produção e consumo de energia nuclear:</b> processos de fusão e fissão nucleares; transformações nucleares como fonte de energia”, pág.98. (1)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender os processos de fusão e fissão nucleares e a produção de energia neles envolvida.</li> <li>• Reconhecer transformações nucleares como fonte de energia.</li> <li>• Buscar fontes de informação sobre geração e uso de energia nuclear.</li> <li>• Avaliar os riscos e benefícios dos diferentes usos da energia nuclear.</li> </ul>
<p><b>“Radiações e modelos quânticos de átomo:</b> radiações eletromagnéticas e quantização da energia”, pág. 106. (2)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Associar a luz emitida por gases de substâncias aquecidas (espectro descontínuo) com transições entre seus níveis quânticos de energia.</li> <li>• Conhecer os modelos atômicos quânticos propostos para explicar a constituição e propriedades da matéria.</li> </ul>
<p><b>“Constituição nuclear e propriedades físico-químicas:</b> núcleo atômico; interações nucleares; isótopos; radiações e energia nuclear”, pág. 106 (3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer os modelos de núcleo, constituídos de nêutrons e prótons, identificando suas principais forças de interação.</li> <li>• Interpretar a radiação gama como resultante de transições entre níveis quânticos da energia do núcleo.</li> <li>• Relacionar número de nêutrons e prótons com massa isotópica e com sua eventual instabilidade, assim como relacionar sua</li> </ul>

	<p>composição isotópica natural com a massa usualmente atribuída ao elemento.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Interpretar processos nucleares em usinas de produção de energia elétrica na indústria, agricultura, medicina, ou em artefatos bélicos, em função das interações e radiações nucleares, comparando riscos e benefícios do uso da tecnologia nuclear.</li></ul>
--	--

Frente a isso, torna-se evidente a relevância do ensino da radioatividade, no ensino médio. Neste trabalho optamos por utilizar uma abordagem da História da Química. À medida que descrevemos a história do desenvolvimento da radioatividade iremos perceber a sua importância no desenvolvimento dos modelos atômicos e da química como um todo.

## 2-3 Porque fenômenos.

Embora não seja nenhuma novidade as sugestões de se fazer experimentação no ensino de ciências no Brasil, ainda observamos uma carência de experimentos dentro das salas de aula. No Brasil a introdução de trabalhos em laboratórios é atribuída aos portugueses por necessidades socioeconômicas do século XIX. Logo no início do século XX, foi recomendado por órgãos oficiais brasileiros que as instituições de ensino possuíssem laboratórios preparados para aulas de ciências. Na década de 30 o ensino de ciência buscava valorizar o fazer por parte dos alunos. Esperava-se que a escola substituísse os métodos tradicionais como memorizações, muitos livros, muita teoria, por uma metodologia ativa que incluísse atividades experimentais (SANTOS, 2010).

Na primeira metade do século XX surgiram alguns institutos brasileiros com o intuito de melhorar o ensino de ciência no Brasil. Foram criados assim o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (Ibccc), da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (Funbec) e do Programa de Expansão e Melhoria do Ensino de Ciências (Premen), que não passaram do final da década de 1970 (SANTOS, 2010).

Durante as décadas de 1960 e 1970 ainda tivemos a criação de diversos centros de ciências dentro de alguns estados brasileiros, foram eles: Cecine (Região Nordeste), Cecisp (São Paulo), Cecirs (Rio Grande do Sul) e o Cecimig (Minas Gerais). A proposta desses centros era induzir o desenvolvimento de novos projetos através da preparação pelo Ministério da Educação de novos materiais de laboratório e ainda:

“Dentre seus objetivos o centro visa estimular a pesquisa e a extensão, contribuindo para a melhoria do ensino de Ciências e Matemática. Neste sentido é responsável pela organização de cursos de aperfeiçoamento e especialização,

assessoria a diversas instituições, promoção de seminários, congressos e encontros na área, realização e divulgação de pesquisas e contribuição de acervo bibliográfico e de materiais para atividades experimentais em Ciências e Matemática." (CECIMIG, 2010)

Propusemos neste trabalho, ensinar os conceitos a partir da observação e discussão dos fenômenos ligados à radioatividade. A apresentação dos fenômenos, por si só, não é suficiente para a aprendizagem de um tema tão abstrato que muitas vezes se torna para o aluno algo tão incomum, que ele julga nunca ter conhecido nada referente a algum produto ou material que emita algum tipo de radioatividade. Tive a oportunidade de trabalhar ao lado de meu orientador essa questão com alunos do primeiro ano do ensino médio. E dados sobre este trabalho estarão explicitados mais adiante.

Tomar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de ciências... (GIORDAN, 1999)

Outro motivo para se realizar experimentos, é que o processo de construção e posterior fixação do conhecimento, é hoje uma necessidade da sociedade como um todo, e a atividade experimental quando bem conduzida, pode ser bem valiosa dentro desse processo. Não queremos dizer com isso que a experimentação tem o objetivo de concretizar a teoria. Inclusive, sobre a experimentação em sala de aula, o livro Ensino de química em foco traz um parágrafo que diz:

Empregá-la [a experimentação] como meio de motivar os alunos a facilitar sua aprendizagem pelo suposto fato de que

permite concretizar a teoria, seria, pois um equívoco. Além disso, como atividade, ela possui uma finalidade em si mesma, a saber, permite, por sua estrutura e dinâmica, a formação e o desenvolvimento do pensamento analítico, teoricamente orientado. (SANTOS 2010)

O experimento pode ainda ser usado para auxiliar na construção de modelos a partir da observação do fenômeno. Sobre isso, minha experiência de três anos em desenvolver experimentos baseados em fenômenos científicos, para o Pontociência, foi de grande valia. Neste trabalho iremos propor algumas atividades nas quais os alunos irão construir um modelo para o fenômeno da radioatividade se colocando na posição do cientista (Rutherford) e tendo como desafio interpretar os resultados obtidos na época.



## 2-4 Porque Pontociência

O pontociência é um site na internet com uma proposta pioneira na criação de uma comunidade virtual de professores, alunos e entusiastas da ciência. Nele encontramos instruções passo-a-passo, com fotos e vídeos, de experimentos de Química, Física e Biologia. Dentro do pontociência há uma preocupação de que a ciência por trás dos fenômenos seja explicada em uma linguagem simples e com grande cuidado e precisão nas informações fornecidas. O site é um ponto de encontro onde pessoas podem discutir a criação e utilização de experimentos no ensino e na divulgação da ciência, bem como tirar suas dúvidas a respeito de um determinado experimento e de como usá-lo em sala de aula.

O atual estágio da Internet permite aos seus usuários o acesso a muitos recursos revolucionários, facultando aos usuários vantagens até então inexistentes. Precisamos acompanhar esta evolução imediatamente, a risco de perder oportunidades de sucesso ou de fazermos algo interessante que não se limite ao campus de uma universidade. Faz-se necessário abrir o horizonte em tempos de um mundo coletivizado e dinâmico no qual estamos vivendo.

Atualmente existem no mundo vários bilhões de computadores funcionando (MELLO, 2009). E este grande desenvolvimento teve como uma de suas consequências o seu barateamento e popularização.

O computador pessoal está chegando ao status de eletrodoméstico. Em pouco tempo cada família de classe média terá ao menos um computador em sua casa conectado a Internet.

Só no Brasil em 2009, 67,9 milhões de pessoas com 10 ou mais anos de idade declararam ter usado a internet. (SERPRO, 2010)

Neste novo mundo a primeira barreira que se quebra é a da geografia. Não somente podemos transmitir e receber informações na forma de textos, imagens e vídeo de forma instantânea como também operar sistemas, dirigir negócios, de qualquer lugar do planeta.

A mudança da forma como a informação é distribuída está produzindo uma transformação na estrutura das comunicações. Com o espaço da Internet as pessoas não apenas possuem um relacionamento interativo e personalizado com os outros, mas ainda divulgam seus feitos, pesquisas e descobertas para o resto do mundo.

Sabemos do grande salto que a educação a distância experimentou nos últimos anos com a chegada da internet, que certamente instaurou um novo marco na sua história. Graças à facilidade de edição de texto, vídeo e áudio a internet se configura como um dos meios mais adequados e promissores dentro dessa modalidade educacional.

Atualmente o que a internet nos proporciona é a superação das limitações das distâncias física, temporal e interativa, para a qual escolas e sobretudo universidades são chamadas a resolver, desenvolvendo novas estratégias de ensino que sustentem e aperfeiçoem os processos de aprendizagem.

Nesses aspectos os recursos interativos, baseados em computação gráfica, multimídia e outros recursos que o computador e a internet oferecem, são meios de minimizar as distâncias físicas e temporais entre professor-aluno, aluno-aluno, etc., e apresentam-se como possibilidades reais no processo de ensino aprendizagem.

Sobre essas questões, Irene Cristina de Mello destacou em seu livro, *Ensino de Química em Ambientes Virtuais*, que:

O emprego das tecnologias interativas na educação, independentemente de sua modalidade, é hoje tão necessário quanto foram a lousa e o giz em tempos passados. (MELLO, 2009)

Além de ter acesso gratuito aos experimentos criados pela equipe do projeto, quem desejar poderá criar uma conta e publicar seus próprios experimentos, relatando atividades feitas com seus alunos, em casa, ou em seu laboratório.

Os experimentos são classificados em termos de sua dificuldade de execução, tempo de preparo, custo dos materiais, etc., permitindo uma pesquisa que contemple o tipo de atividade mais compatível com a realidade do usuário e da sua escola.

Se o usuário se identificar com o trabalho de algum outro usuário, poderá acompanhar o seu progresso, ou seja, você receberá um recado em sua página sempre que ele colocar algum experimento novo.

Existe também uma sessão dentro do site chamada, coleções, onde pode-se encontrar vários experimentos sobre um mesmo tema. Inclusive este material se encontra dentro da parte coleções cujo link direto é:

<http://www.pontociencia.org.br/radioatividade.htm>

Desta forma, deixando o experimento no Pontociência, ele estará disponível como forma de divulgação desse material no qual as pessoas poderão não só vê-los, mas também dar sugestões, relatar sua experiência ao utilizá-lo em sala de aula e até mostrar alguma outra aplicação para o mesmo.

O pontociência realizou uma parceria com a Secretaria de Educação à Distância (SEED) do Ministério da Educação, disponibilizando seu acervo no BIOE (Banco Internacional de Objetos Educacionais).

O Banco Internacional de Objetos Educacionais é um repositório criado em 2008 pelo Ministério da Educação, em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia, Rede Latinoamericana de Portais Educacionais - RELPE, Organização dos Estados Ibero-americanos - OEI e outros. Esse Banco Internacional tem o propósito de manter e compartilhar recursos educacionais digitais de livre acesso, mais elaborados e em diferentes formatos - como áudio, vídeo, animação, simulação, software educacional - além de imagem, mapa, hipertexto considerados relevantes e adequados à realidade da comunidade

educacional local, respeitando-se as diferenças de língua e culturas regionais. Este repositório está integrado ao Portal do Professor, também do Ministério da Educação. (BIOE)

Juntamente com o BIOE o conteúdo do Pontociência pode ser acessado no Portal do Professor. O Portal, lançado em 2008 em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia, tem como objetivo apoiar os processos de formação dos professores brasileiros e enriquecer a sua prática pedagógica. É um espaço público e pode ser acessado por todos os interessados. (Portal do Professor).

Os vídeos e a discussão sobre como utilizá-los estão disponíveis em uma coleção sobre radioatividade, no endereço:

<http://www.pontociencia.org.br/radioatividade.htm>.

Sendo assim, os vídeos produzidos neste trabalho, estarão disponíveis no Pontociência, BIOE e no Portal do Professor.

### 3. Os Vídeos

Foram produzidos clipes de vídeo e sugestões de atividades para o seu uso em sala de aula. Para cada conjunto de vídeos, iremos descrever o seu roteiro, como utilizamos o material em sala de aula e comentar as respostas dos alunos às questões propostas, de modo que outras pessoas possam aproveitar da nossa experiência.

Abordamos o tema durante 3 aulas duplas (100 minutos de duração cada) em duas turmas de primeiro ano do ensino médio no Coltec – UFMG. Os alunos desenvolvem as aulas em grupos, numa sala ambiente e estão acostumados a presenciarem demonstrações de experimentos e a realizarem atividades experimentais.

Além das exibições dos vídeos e da problematização verbal do tema, elaborou-se algumas atividades para os alunos no intuito de recebermos um retorno por parte dos alunos sobre todo esse material que foi produzido. Para isso, elaboramos três atividades escritas baseando-nos nos vídeos e animações mostradas, bem como no que fora dito demonstrado e explicado em sala de aula. Está atividade foi pensada para que tivéssemos uma base, para nos posicionarmos até de maneira quantitativa sobre o conhecimento que eles foram capazes de construir durante e após as aulas que foram dadas com o material produzido. Para isso dividimos as atividades em três sub-temas:

Primeiro: O experimento de Becquerel.

Segundo: O mistério de Rutherford.

Terceiro: Radioatividade e Rutherford.

É importante que o professor liste seus objetivos para a atividade e que estes fiquem claros para os alunos. Os objetivos principais, listados por nós, para utilizar este material em aula foram:

- Entender o que moveu Becquerel a realizar os seus experimentos com o urânio.

- Discutir a idéia que surgem ao observar fenômenos científicos.
- Perceber as dificuldades associadas com trabalhar com fenômenos no nível microscópico aos quais nossos sentidos não percebem.
- Considerar apenas as propriedades comuns de um conjunto de objetos, na formação de modelos associados a um fato observado a partir de objetos até então desconhecidos.
- Perceber o nível de conhecimento dos alunos na área e se este conhecimento é relevante dentro da nossa sociedade atual.

## 3.1 O experimento de Becquerel

### Descrição do vídeo

O primeiro clipe busca responder a pergunta que levou Becquerel a realizar os seus experimentos com um sal de urânio e chapas fotográficas: existe uma relação entre a fluorescência e a emissão de raios-X?

Link para o primeiro clipe:

<http://pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=567&RADIOATIVIDADE+ATRAVES+DE+EXPERIMENTOS++O+EXPERIMENTO+DE+BECQUEREL>

Na primeira cena, o vídeo chama a atenção para o fato de que os materiais radioativos não apresentam nenhuma característica visível que os diferencie de compostos não radioativos. Um frasco contendo um sal de urânio é colocado junto de diversos frascos com outros reagentes químicos. Ao se passar um contador Geiger próximo a eles, percebe-se que o frasco contendo o sal de urânio é radioativo. Perceber a radiação se torna então, uma tarefa de conseguir detectar algo imperceptível para os nossos sentidos. Destacar esse ponto nos pareceu importante, para que os alunos pudessem perceber as dificuldades associadas com a interpretação dos resultados dos experimentos e mesmo para se pensar em maneiras experimentais de se detectar e medir a radiação.

Na cena seguinte, um panorama do final do século XIX é traçado, mostrando alguns fatos que estavam ocorrendo em diferentes locais, como as pesquisas com aplicações da eletricidade por Edison e Tesla nos EUA, os estudos dos raios catódicos por Thomson na Inglaterra e as pesquisas com os raios-X de Roentgen na Alemanha.

Porque Becquerel resolveu realizar os experimentos que o tornariam famoso? Esta é uma questão que tradicionalmente não é colocada e que é fundamental para a compreensão dos acontecimentos. Após a publicação por Roentgen de seus estudos com os raios-X, muitos cientistas na Europa começaram a reproduzir seus experimentos e a realizar novas investigações.

Henri Poincaré, físico francês, observou que, de acordo com Roentgen, a região do tubo de raios catódicos que emite os raios-X é aquela onde o vidro se torna fluorescente, emitindo luz. Ele levantou a hipótese de que a fluorescência do vidro e a emissão de luz podem estar relacionadas.



Imagem(1).

Tubo de raios Catódicos emitindo fluorescência. Dentro dele há um placa em forma de cruz bloqueando a passagem dos elétrons naquela região.

Ao realizar seus experimentos, Becquerel está tentando verificar se esta hipótese é verdadeira. Para isso ele escolhe trabalhar com compostos de urânio, que são fluorescentes e com os quais já havia trabalhado.

No vídeo, a conexão entre a descoberta dos raios-X e os experimentos de Becquerel é explicitada, e demonstra a fluorescência de um composto de urânio na luz ultravioleta. Para mostrar que o fenômeno da fluorescência não é algo incomum, a fluorescência de materiais do cotidiano é demonstrada, usando como exemplos a água tônica, uma caneta marca-texto e o sabão em pó.

Fez-se uma animação que mostra como foi realizado o primeiro experimento de Becquerel. Uma chapa fotográfica foi colocada em um envelope de papel preto espesso. Cristais de um sal de urânio em forma de lâminas foram colocados sobre o envelope e o conjunto foi exposto ao sol durante várias horas. Ao revelar o filme Becquerel percebeu que ele havia ficado marcado exatamente na forma dos cristais de urânio. Parecia que algo associado à fluorescência do urânio havia mesmo, de maneira semelhante aos raios-X, atravessado o papel preto e marcado o filme. Becquerel iria repetir



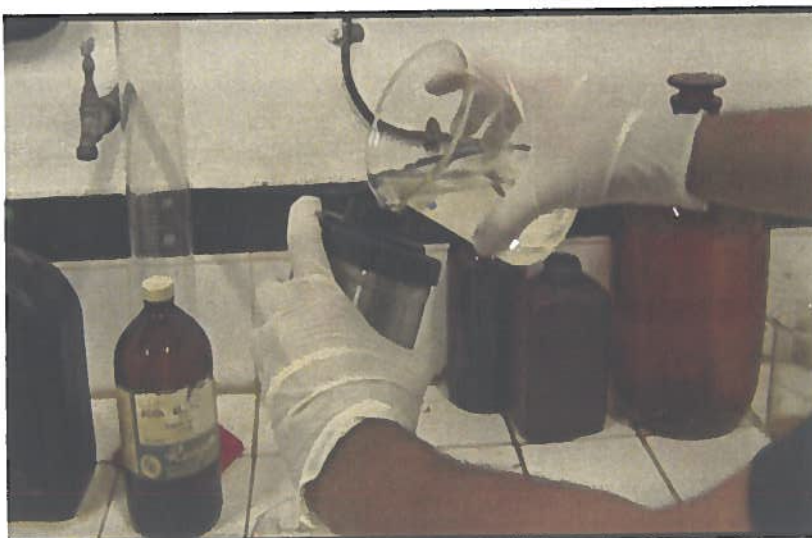
estes experimentos nos dias seguintes, mas como o dia se encontrava nublado, resolveu guardar o conjunto com o filme no envelope de papel e cristais do sal de urânio em uma gaveta. Após alguns dias, resolveu revelar o filme, esperando que poderiam haver marcas muito fracas. O que ele observou foi que as marcas estavam ainda mais fortes.( BECQUEREL, 1946).

Reproduzimos o experimento de Becquerel no escuro em um laboratório no Coltec/MG, usando um filme fotográfico preto e branco e diversas fontes radioativas. Colocamos uma chapa de alumínio entre o material radioativo e o filme e, após o filme ter sido exposto por 24 h, ele foi revelado e pudemos perceber uma mancha no local que ficou logo abaixo do frasco. A parte que ficou protegida pela placa de alumínio apresentou uma mancha menos intensa. O vídeo mostra este experimento, acelerando a parte que corresponde à revelação do filme.



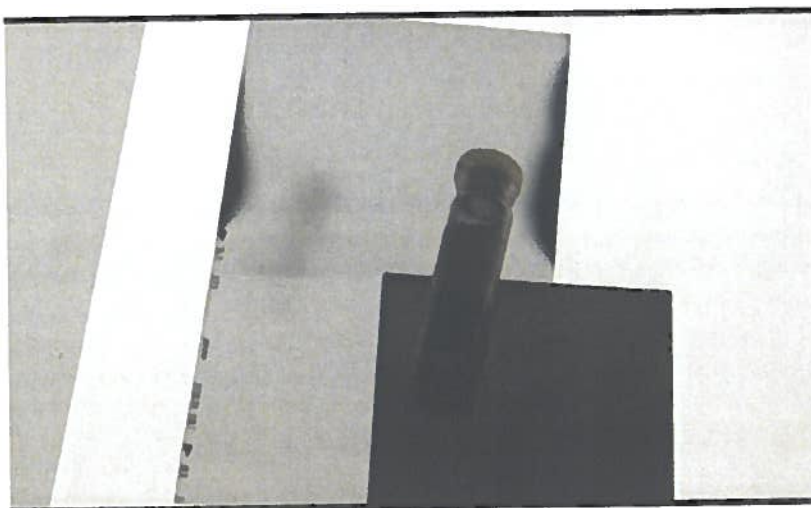
**Imagem(2)**

Foto tirada no momento em que o composto de urânio foi posto sobre um filme fotográfico com uma lâmina de metal cobrindo apenas a metade do frasco.



**Imagem (3).**

Momento em que o filme estava sendo revelado após exposição de 24 horas ao composto de urânio.



**Imagem (4).**

Após a revelação, percebemos a marca que a radiação deixou no lado esquerdo do filme. O lado direito mostra como ficou o frasco que continha urânio sobre o filme.

### **O uso em sala de aula**

Na primeira aula, falamos um pouco sobre o tubo de raios catódicos. Logo após os alunos respondem algumas questões preliminares, antes da exibição do vídeo. Estas questões se encontram abaixo na seção "Comentários sobre as respostas dos alunos".

A ideia destas questões foi colocar os alunos pensando sobre o tema radioatividade e já avançar em alguns tópicos que seriam vistos mais tarde, como o espectro eletromagnético.

Durante a exibição do material, optamos por exibir o clipe, "O experimento de Becquerel", inicialmente por inteiro e depois repeti-lo, parando após cada parte para discutir o conteúdo com os alunos e chamar a atenção para alguns aspectos do que havia sido exibido.

Link para os clipes: <http://www.pontociencia.org.br/radioatividade.htm>

O clipe intitulado: O experimento de Becquerel pode, ser dividido da seguinte forma:

- qual é o radioativo?

Mostra que nós não percebemos a radioatividade com os nossos sentidos. Compostos contendo urânio eram usados há muito tempo para colorir

vidro, sem ninguém perceber que eles emitiam radiação. Um frasco contendo um composto de urânio é colocado no meio de vários outros reagentes não-radioativos. Um contador Geiger detecta a radiação do frasco contendo o sal de urânio.

- final do século XIX

Esta parte mostra um pouco do que estava acontecendo no final do século XIX. Os experimentos de JJ Thomson e muitos outros com os tubos de raios catódicos levaram à descoberta dos raios-X. Os raios-X de Roentgen podiam atravessar uma sala e causar a fosforescência de uma placa coberta com platinocianeto de bário. Os raios catódicos não conseguem se propagar no ar por mais de alguns centímetros. A radiação ultravioleta não consegue atravessar o papel preto que ele usou para cobrir o tubo. Roentgen percebeu que estava diante de algo novo. Ele usou os raios-X para produzir fotografias e descobriu que os raios permitiam se visualizar os ossos dentro do corpo. Esta aplicação foi utilizada imediatamente.

A ideia é mostrar que a ciência é uma atividade coletiva e que a história da ciência não é linear, mas algo complexo. O vídeo mostra também que Becquerel estava seguindo a proposta de Poincaré de se investigar a fluorescência como a origem dos raios-X. Hoje sabemos que a fluorescência de compostos de urânio não está relacionada com a emissão de raios-X. Mas foi graças a esta busca que Becquerel encontrou a radioatividade do urânio.

- fluorescência do urânio

Os compostos de urânio foram escolhidos por Becquerel por serem fluorescentes. Esta parte do vídeo mostra a fluorescência de um composto de urânio e também de outros compostos encontrados em casa. É muito importante que o professor tome cuidado para mostrar, na discussão, que a fluorescência não tem nenhuma relação com a radioatividade.

A fluorescência é um fenômeno onde um material recebe energia de uma fonte luminosa (por ex. uma lâmpada que emite radiação ultravioleta) e emite parte desta energia na forma de luz visível. Na ausência de uma fonte de luz, a fluorescência termina imediatamente.

- o experimento de Becquerel: animação

Esta animação mostra o primeiro experimento de Becquerel, no qual ele coloca a chapa fotográfica em um envelope de papel preto e coloca um cristal de um sal de urânio sobre o envelope. O conjunto foi exposto ao Sol para que a fluorescência do urânio pudesse ocorrer. A luz do Sol apresenta a radiação ultravioleta, que causa a fluorescência. A chapa foi revelada e mostrou os contornos do cristal.

- o experimento de Becquerel: no escuro

Colocamos um composto de urânio sobre um pedaço de filme preto e branco. O sistema foi mantido no escuro por 24 horas. Pudemos notar marcas no filme no local onde o frasco contendo urânio foi colocado.

### **Comentários sobre as respostas dos alunos**

Para esta atividade foram pensadas cinco perguntas iniciais, a serem feitas antes da demonstração do material produzido. Posteriormente foram feitas mais quatro perguntas, que nós chamamos de, "questões para discussão". Foram elas:

- 1- O que é radiação para você?
- 2- Que tipos de radiação você conhece?
- 3- O que é radioatividade para você?
- 4- Os materiais radioativos ocorrem naturalmente? Dê exemplos.
- 5- Eles podem ser produzidos pelo homem? Dê exemplos.

Na parte que chamamos de, "questões para discussão", primeiramente passamos o vídeo por inteiro, e depois passamo-lo novamente pausando a cada trecho pertinente à pergunta da discussão. Nessa parte encontravam-se as seguintes perguntas:

- 1 – Descreva os experimentos realizados por Becquerel.
- 2 – Você viu no vídeo que alguns compostos de urânio são fluorescentes. A fluorescência ocorre quando um material recebe energia na

forma de luz e, logo em seguida, emite parte desta energia também na forma de luz. Quando o experimento de Becquerel foi realizado no escuro, ainda assim a chapa fotográfica ficou marcada. A fluorescência está relacionada com a emissão de radiações capazes de marcar o filme fotográfico? Justifique.

3 – Você acha que seria possível para Becquerel, com os conhecimentos da sua época, relacionar o fato da chapa fotográfica ficar marcada com o que hoje chamamos de radioatividade?

4 – É comum se ler em livros que Becquerel descobriu a radioatividade. Diga se você concorda ou não com essa afirmação e justifique.

5 – Os cientistas realizam experimentos e investigações para tentar encontrar respostas para as perguntas que eles formulam. Os cientistas usam a sua criatividade e imaginação durante as investigações?

- se você respondeu sim, em que estágios da investigação eles usam a criatividade:

planejamento do experimento, coleta de dados, análise dos dados. Explique por que eles usam a criatividade e a imaginação e forneça exemplos.

- se você respondeu não, explique porque e dê exemplos.

6 – Após os cientistas desenvolverem uma teoria (por exemplo, a teoria atômica, teoria da evolução), esta teoria pode mudar com o tempo?

- se você acha que a teoria não pode mudar, explique porque e forneça exemplos para defender a sua posição.

- se você acha que a teoria muda com o tempo, explique: (1) por que ela muda? (2) se ela vai mudar, porque nós temos todo este trabalho para aprendê-las? Defenda sua posição com exemplos.

Após os alunos terem respondido as perguntas, nós recolhemos as atividades e analisamos com detalhe a cada item respondido. Abaixo segue em forma de tabela as respostas dadas durante esta atividade.

Todos os nomes dos alunos foram alterados.

Sobre o “Experimento de Becquerel”, as respostas mais freqüentes foram:

1 – O QUE É RADIAÇÃO PARA VOCÊ?

RESPOSTA	QUANTAS VEZES A RESPOSTA APARECE	PERCENTUAL DESSA RESPOSTA
Emissão de energia / elétrons	11	27,5%
Algum tipo de energia	11	27,5%
Ondas / algum tipo de luz	9	22,5%
Transferência de energia	5	12,5%
Algo que faz mal	4	10,0%

2 – QUE TIPOS DE RADIAÇÃO VOCÊ CONHECE?

RESPOSTA	QUANTAS VEZES A RESPOSTA APARECE	PERCENTUAL DESSA RESPOSTA
Raios X	24	18,2%
Solar	21	15,9%
U.V	19	14,4%
I.V	16	12,1%
Gama	11	8,3%
Atômica/Nuclear	9	6,8%
Luz	9	6,8%
Microondas	6	4,5%
Alfa	5	3,8%
Rádio	4	3,0%
Beta	4	3,0%
Telefone	3	2,3%
Som	1	0,8%

### 3 – O QUE É RADIOATIVIDADE PARA VOCÊ?

RESPOSTA	QUANTAS VEZES A RESPOSTA APARECE	PERCENTUAL DESSA RESPOSTA
Emissão de energia/ radiação	13	36,1%
Radiação dos átomos	7	19,4%
Propriedade de ser radioativo	6	16,7%
Atividade dos raios	5	13,9%
Causa alteração no material que incide	3	8,3%
Liberação de energia	1	2,8%
Algo prejudicial	1	2,8%



4 – OS MATERIAIS RADIOATIVOS OCORREM NATURALMENTE? DE EXEMPLOS.

RESPOSTA	QUANTAS VEZES A RESPOSTA APARECE	PERCENTUAL DESSA RESPOSTA
Não	5	10,6%
Sim	42	89,4%

QUAIS

Urânio	26	51,0%
Plutônio	6	11,8%
Sol	5	9,8%
Rádio	4	7,8%
Césio	4	7,8%
Astato	1	2,0%
Promécio	1	2,0%
Radônio	1	2,0%
Frâncio	1	2,0%
Luz	1	2,0%
Som	1	2,0%

5- eles podem ser produzidos pelo homem? Dê exemplos

Não	4	11,8%
Sim	30	88,2%
RaioX	10	38,5%
Bomba Atômica	5	19,2%
Césio	4	15,4%
Urânio enriquecido	2	7,7%
Televisão	1	3,8%
Celular	1	3,8%
Computador	1	3,8%
Microondas	1	3,8%
Laser	1	3,8%

Questões para discussão.

A primeira questão pede para eles descreverem o experimento realizado por Becquerel, após assistirem ao vídeo. Nosso objetivo com esta parte era saber se o vídeo é suficiente para os alunos entenderem o porque, Becquerel realizou seus experimentos.

Resolvemos dividir as respostas em três partes, pois após lê-las percebi que haviam respostas bem coerentes, respostas que continha alguma coerência e respostas incoerentes.

Tipo de resposta	QUANTOS RESPONDERAM	PERCENTUAL DESSA RESPOSTA
Coerente	28	75,0%
Pouco coerente	6	13,9%
Incoerente	5	11,1%

2 – Você viu no vídeo que alguns compostos de urânio são fluorescentes. A fluorescência ocorre quando um material recebe energia na forma de luz e, logo em seguida, emite parte desta energia também na forma de luz. Quando o experimento de Becquerel foi realizado foi realizado no escuro, ainda sim a chapa ficou marcada.

A fluorescência está relacionada com a emissão de radiações capazes de marcar o filme fotográfico? Justifique.

RESPOSTA	QUANTAS VEZES A RESPOSTA APARECE	PERCENTUAL DESSA RESPOSTA
Sim	1	3%
Não	32	97%

Apenas um aluno respondeu "sim", e analisando sua resposta, pode-se dizer que ele se equivocou ao marcar sua resposta. A justificativa desse único aluno que disse "sim" a essa pergunta esta transcrita literalmente abaixo.

"Se a fluorescência dependesse somente de receber e emitir luz, o filme fotográfico não ficaria marcado quando ficou totalmente no escuro" (aluno que disse sim).

3- Você acha que seria possível para Becquerel, com os conhecimentos da sua época, relacionar o fato da chapa fotográfica ficar marcada com o que hoje chamamos de radioatividade? Justifique.

RESPOSTA	QUANTAS VEZES A RESPOSTA APARECE	PERCENTUAL DESSA RESPOSTA
Sim	4	12,1%
Não	29	87,9%

Nesta parte as justificativas foram muito heterogêneas, pois continham alto grau de subjetividade, o que torna desnecessário e a colocação de todas elas aqui. Por isso escrevi aqui apenas três respostas. Duas "Não" e uma "Sim".

"Não. Pois ele não tinha tecnologia suficiente para elaborar o que comprovasse sua tese, ou mostrar isso" (Mário)

"Não. Ele tinha conhecimento dessa chapa fotográfica, mas ainda não sabia que poderia ter começado a descobrir sobre o que chamamos de radioatividade". (Priscila)

"Sim. Porém acho que ele não tinha capacidade de aprofundar nesse estudo. Se mesmo no escuro a chapa ficou marcada, há alguma coisa que faz com que isso aconteça (a radioatividade talvez)". (Marta)

4 – É comum se ler em livros que Becquerel descobriu a radioatividade. Diga se você concorda ou não com essa afirmação e justifique.

RESPOSTA	QUANTAS VEZES A RESPOSTA APARECE	PERCENTUAL DESSA RESPOSTA
Concordo	14	41,2%
Não Concordo	20	58,8%

Como aqui também as respostas foram bastante heterogêneas, colocarei apenas quatro das respostas obtidas. Duas que dizem "concordo" e duas "não concordo".

"Concordo. Pois ele deu os primeiros passos para que experimentos com radioatividade acontecessem." (Rubens)

“Concordo. Becquerel descobriu a radioatividade, porém, não concluiu seus estudos, pois os conhecimentos da sua época eram poucos para esse tipo de estudo.” (Vanessa)

“Não concordo. Ele fez o experimento que comprovou a radioatividade, entretanto deixou de lado a pesquisa. Outros cientistas que estudaram o experimento e conceituaram a radioatividade.” (José)

“Não concordo. Porque ele não soube o que aconteceu, ele não sabia explicar o que havia descoberto.” (Tânia)

5 – Os cientistas realizam experimentos e investigações para tentar encontrar respostas para as perguntas que eles formulam. Os cientistas usam a sua criatividade e imaginação durante as investigações?

- se você respondeu sim, em que estágios da investigação eles usam a criatividade:

Planejamento do experimento, coleta de dados, análise dos dados. Explique por que eles usam a criatividade e a imaginação e forneça exemplos.

- se você respondeu não, explique porque e dê exemplos.

RESPOSTA	QUANTAS VEZES A RESPOSTA APARECE	PERCENTUAL DESSA RESPOSTA
Sim	31	93,9%
Não	2	6,1%
Onde eles usaram a criatividade		
Planejamento	19	65,5%
Análise dos dados	6	20,7%
Coleta	4	13,8%

As duas resposta “não”, seguem transcritas logo abaixo.

“Não. Cientistas não podem apenas basear-se em sua criatividade, eles realizam sim coleta de dados, planejam e analisam, porem tudo isso baseado em pesquisas e fatos concretos.” (Zélia)

“Não. Tudo que o cientista conclui é em base de pesquisa sobre o assunto em questão. Sua imaginação deve ser usada para abrir portas, mas se ele quiser provar algum fato, ele tem que basear em pesquisas e estudos para validar cientificamente o seu trabalho”. (Antônio)

6 – Após os cientistas desenvolverem uma teoria (por ex. a teoria atômica, teoria da evolução), esta teoria pode mudar com o tempo?

- se você acha que a teoria não pode mudar, explique porque e forneça exemplos para defender a sua posição.

- se você acha que a teoria muda com o tempo, explique: (1) por que ela muda? (2) se ela vai mudar, porque nós temos todo este trabalho para aprendê-las? Defenda sua posição com exemplos.

RESPOSTA	QUANTAS VEZES A RESPOSTA APARECE	PERCENTUAL DESSA RESPOSTA
Sim, pode mudar	31	93,9%
Não, não pode mudar	2	6,1%

Como houve um certo consenso nessas resposta, não se faz necessário a explanação das trinta e três respostas. Coloquei 4 das respostas das respostas apresentadas, que caracterizam bem o pensamento geral da turma. Optei por colocar as duas respostas “não” e duas respostas “sim”.

“Sim, pode mudar. Com o passar do tempo, maiores conhecimentos sobre o assunto pode mudar as teorias. Por exemplo a teoria atômica, que sofreu mutações ao longo do anos, graças a estudos realizados ela foi se aperfeiçoando até se aproximar do modelo atômico que nós conhecemos proposto por Bohr.”(Maria)

“sim, pode mudar. Com o passar do tempo, a tecnologia e a ciência desenvolvem-se. Assim as teorias podem ser reformuladas. Um exemplo é a teoria atômica, da teoria de Dalton até a teoria de hoje, houve muitas mudanças.”(Jorge)

“Não, não pode mudar. Acho que não pode mudar porque não muda o tempo e sim o pensamento das pessoas que aceitam ou concordam com tal teoria.”

(Júlia)

“Não, não pode mudar. Acho que não pode mudar, porque não é sempre que está mudando, e o que muda é o modo das pessoas interpretarem. Mas se houver alguma alteração geral, acho certo sim mudar.” (Lia)

## 3.2 O mistério de Rutherford

### Descrição do vídeo

A segunda atividade mostra as investigações de Rutherford com as radiações do urânio.

O mais importante dentro desse campo foi Ernest Rutherford (1871 – 1937). Trabalhando em um laboratório em Cambridge no ano de 1898, ele demonstrou que existiam dois tipos de radiações, que ele chamou de raios Alfa e Beta. Os raios Beta eram tão penetrantes quanto raios-X, mas os raios Alfa eram barrados por uma fina folha de metal. (HUDSON, 1992).

Dividimos o vídeo que demonstra as pesquisas de Rutherford com a radioatividade em duas partes. Na primeira parte o experimento é mostrado, sem entretanto, revelar o que está ocorrendo. A segunda parte discute o que ocorre.

Link para o segundo e terceiro clipe:

<http://pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=540&O+MISTERIO+DE+RUTHERFORD#top>

Rutherford mediu a radioatividade de compostos de urânio usando um método elétrico, no qual a radiação emitida descarregava uma placa eletrificada. A velocidade com a qual a placa era descarregada era proporcional à radiação recebida. Ele percebeu que ao colocar uma folha de papel entre a fonte e o detector, ocorria uma queda grande na radiação. Ao colocar mais folhas, esta queda era imperceptível. Este resultado é demonstrado usando um contador Geiger no lugar do detector elétrico de Rutherford.

Após os alunos assistirem ao que chamamos de primeira parte, pediu-se a eles que elaborassem um modelo que explicasse o fenômeno



observado. As respostas à atividade serão comentadas na seção de Resultados, adiante.

Rutherford interpretou estes resultados considerando que a radiação emitida pelo urânio era complexa, consistindo de duas partes. A parte que era pouco penetrante e era barrada por apenas uma folha fina, ele deu o nome de radiação alfa. Já a parte mais penetrante, que só era barrada por folhas mais espessas de alumínio, ele chamou de radiação beta.

### **Uso em sala de aula**

Na segunda aula retomamos brevemente o que fora discutido na aula anterior e foi exibido o vídeo, "O mistério de Rutherford", que mostra como as partículas alfa são barradas quando colocamos a primeira placa de alumínio. Ainda falamos sobre os estudos da época que relacionavam a carga e a massa da partícula beta, comprovando que elas são elétrons, e que a relação carga massa da alfa é a mesma do núcleo de Hélio, conclusão que Rutherford chegou após observar esse fenômeno.

Link para os clipes: <http://www.pontociencia.org.br/radioatividade.htm>

Colocar mais uma placa não altera mais a medida, pois as partículas beta conseguem atravessar várias placas com facilidade. E passamos as questões das atividades.

### **Comentários sobre as respostas dos alunos**

No experimento que Rutherford fez em 1899 ele mediu a radiação liberada por um composto de urânio. O contador Geiger ainda não havia sido inventado nesta época e ele usou um método elétrico para detectar a radiação. Ele percebeu que, ao colocar placas de alumínio entre a fonte e o seu detector, parte da radiação era absorvida. Ele mediu a radiação que atravessava placas metálicas finas à medida que ele acrescentava mais placas. ( VINCENT, 1992)

Rutherford interpretou seus resultados com as seguintes palavras:

“Estes experimentos mostram que a radiação do urânio é complexa, e que estão presentes pelo menos dois tipos distintos de radiação – uma que é facilmente absorvida, que será chamada por conveniência de radiação alfa, e outra de caráter mais penetrante, que será chamada de radiação beta.” (HUDSON 1992).

Quando colocamos a primeira placa de alumínio, as partículas alfa não conseguem mais atravessar esta barreira. Colocar mais uma placa não altera mais a medida, pois as partículas beta conseguem atravessar várias placas com facilidade.

Dentro dessa atividade as questões foram:

1. Descreva o experimento de Rutherford com a radiação do urânio.
2. Como você explicaria o fato da radiação ter diminuído ao se colocar uma placa de alumínio, mas não ter diminuído mais ao se colocar uma segunda placa?

Na questão 1 foi pedido para que eles relatassem o que viram no vídeo, para sabermos se o material apresentado estava inteligível aos alunos.

A esta pergunta não houve nenhum problema, eles foram capazes de relatar, sem muito esforço, o que viram no vídeo. Alguns com mais detalhes, outros de forma bem sucinta, mas todos coerentes com o que foi mostrado.

O que se percebeu durante a aula foi uma grande atenção dos alunos durante a exibição dos cliques. Fato esse que se harmoniza com as respostas obtidas nas atividades. Podemos dizer que o vídeo teve sucesso em prender a atenção dos alunos e ajudou na compreensão de como o experimento ocorreu

As respostas da questão 2 são apresentadas na tabela abaixo.

RESPOSTA	QUANTAS VEZES A RESPOSTA APARECE	PERCENTUAL DESSA RESPOSTA
É uma propriedade do alumínio	13	40,6%
O material utilizado emite mais de um tipo de partícula	13	40,6%
A segunda placa bloqueou tudo, da segunda em diante o que estava sendo captado era a radiação de fundo	4	12,5%
Tamanho da partícula	1	3,1%
Espessura da placa	1	3,1%

Como pode se observar no quadro acima, mais de 40% dos alunos conseguiram identificar após assistirem o vídeo que o material utilizado apresentava mais de um tipo de partícula, o que é um resultado extremamente positivo, considerando que os alunos não tinham nenhum conhecimento sobre as partículas alfa e beta e que se basearam apenas nos resultados observados no vídeo.

### 3.3. Radioatividade e Rutherford

#### Descrição do vídeo

O próximo clipe mostra as diferenças entre a radiação alfa e beta, utilizando fontes que emitem apenas partículas de um tipo. Ao se colocar uma folha de papel na frente da fonte de partículas alfa, podemos ver que estas não chegam mais ao detector do contador Geiger. Já ao se utilizar uma fonte de partículas beta, elas atravessam o papel sem nenhuma redução na radiação medida. Ao se colocar uma chapa de alumínio fina, a radiação cai pela metade e com uma chapa mais espessa, praticamente toda a radiação é absorvida.

Link para o quarto clipe:

<http://pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=671&RADIOATIVIDADE++PARTICULAS+ALFA+E+BETA#top>

O desvio sofrido por partículas beta (elétrons de alta energia) ao atravessarem um campo magnético é demonstrado. Para isso, uma fonte colimada de partículas beta (estrôncio-90) é alinhada com uma fenda e posicionada de modo que o feixe de partículas não atinja o detector do contador Geiger. Ao se aproximar um ímã do feixe de partículas beta, podemos observar que elas são desviadas e o contador Geiger passa a registrar a sua presença. Uma animação usando recursos de computação gráfica em 3D complementa o experimento. Na animação, podemos observar o feixe de elétrons, representados como esferas e acompanhar sua trajetória antes e depois da aproximação do campo magnético. Rutherford realizou este experimento com as partículas beta e, posteriormente, conseguiu observar o desvio das partículas alfa.

Link para o quinto e sexto clipe:

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=538&O+DESVIO+DA+PARTICULA+BETA>

Em 1899 Becquerel mostrou que os raios Betas poderiam ser desviados com um campo magnético em uma direção, mostrando que carregavam uma carga negativa... Em 1903 Rutherford conseguiu medir este desvio, usando o cálculo da taxa massa/carga. (HUDSON 1992)

Usando a relação massa/carga das partículas, conseguiu associar as partículas alfa ao núcleo de hélio e as partículas beta aos elétrons.

Os experimentos filmados são muito difíceis de serem reproduzidos em sala de aula, devido à dificuldade de acesso ao material radioativo e a questões de segurança relacionadas a estes. Além de radioativos, os compostos de urânio são extremamente tóxicos. Apresentando o vídeo aos estudantes, estes podem ter contato com os fenômenos de uma maneira muito mais próxima do que observando esquemas e diagramas, que podem facilmente ser interpretados de maneira errônea.

### **Uso em sala de aula**

Por fim, na terceira aula começamos novamente com uma breve revisão do que fora dito nas aulas passadas e falamos mais sobre partículas alfa e beta, suas penetrabilidades e mostramos os vídeos, "Desvios da partícula beta" e "Partículas alfa e beta", que demonstram como a partícula beta pode ser desviada quando atravessa um campo magnético e o qual penetrante são cada uma delas.

### **Comentários sobre as respostas dos alunos**

Dentro dessa terceira e última atividade, foram dadas as seguintes perguntas:

1 – Diversos modelos para o átomo foram propostos, por muitos cientistas. Muitos deles não são sequer mencionados nos cursos de Química atuais.

a) Como você acha que os cientistas chegaram aos modelos de átomo? Um dos modelos propõe que os átomos possuem um núcleo positivo formado por prótons e nêutrons e elétrons orbitando este núcleo. Que evidências você acha que foram utilizadas para se chegar neste modelo?

b) Quão certos estão os cientistas atualmente em relação à estrutura do átomo?

1 – completamente em dúvida

2 – existem dúvidas

3 – muito certos

4 – certeza absoluta

Marque um número e comente sua escolha.

1 – Diversos modelos para o átomo foram propostos, por muitos cientistas. Muitos deles não são sequer mencionados nos cursos de Química atuais.

a) Como você acha que os cientistas chegaram aos modelos de átomo? Um dos modelos propõe que os átomos possuem um núcleo positivo formado por prótons e nêutrons e elétrons orbitando este núcleo. Que evidências você acha que foram utilizadas para se chegar neste modelo?

RESPOSTA	QUANTAS VEZES A RESPOSTA APARECE	PERCENTUAL DESSA RESPOSTA
Desvio de partículas alfa na folha de ouro	5	26,3%
Desvio das partículas beta com um ímã	4	21,1%
Massa não era compatível com o n° de prótons	4	21,1%
Através da relação carga/massa	3	15,8%
Através das experiências entre carga negativa e positiva	3	15,8%

b) Quão certos estão os cientistas atualmente em relação à estrutura do átomo?

RESPOSTA	QUANTAS VEZES A RESPOSTA APARECE	PERCENTUAL DESSA RESPOSTA
2 - Existem dúvidas	11	57,9%
3 - Muito certos	8	42,1%
1 - Completamente em dúvida	0	0%
4 - Certeza absoluta	0	0%

Marque um número e comente sua escolha.

Alguns comentários referentes ao número 2, "existem dúvidas".

"Muitas correções no modelo já foram feitas antes, e o mundo atômico é muito incerto"(Roger)

"O modelo que nós usamos na escola é só para nós entendermos. Já descobriram um novo e complexo..."(Mauro)

"Porque durante vários anos, vários cientistas estudaram e tentaram propor modelos atômicos, mas ainda podem haver dúvidas e/ou coisas complementares que podem responder melhor a estrutura de um átomo."(Fernanda)

"Ainda existem dúvidas e acho que haverá dúvidas ainda por muito tempo. Os cientistas não sabem como realmente é, só publicam modelos que cada vez mais, pode ou não estarem perto do átomo real, através dos resultados das experiências."(Márcio)

Veja o que alguns escreveram sobre o número 3, "estarem muito certos".

"acho que pode se acreditar no que quiser, mas hoje os cientistas estão muito próximos de um modelo que consiga explicar e convencer a maioria das

pessoas de ser o certo. Esse modelo parece também abranger um grande numero de fenômenos." (João)

"Acho que eles estão muito certos, mas que ainda existem dúvidas quanto a certos aspectos do átomo, não conheço nenhuma dúvida, mas acho que existe." (Bernardo)

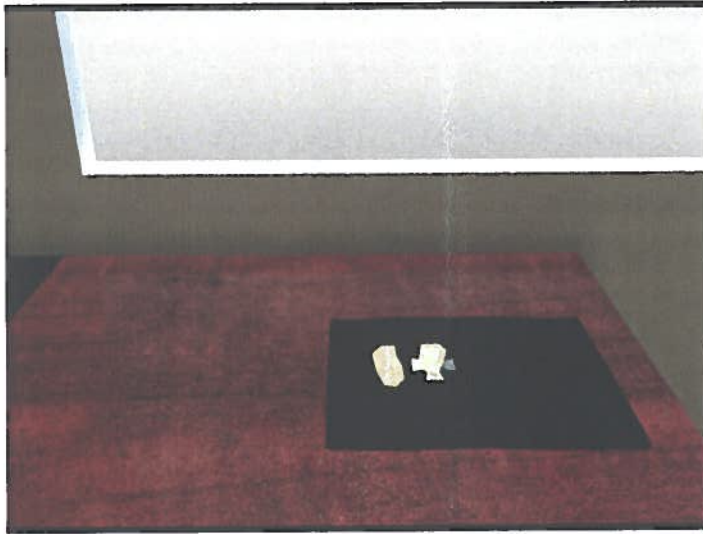
"Muito certos, pois hoje já temos comprovações de fotos tiradas por máquinas de alta tecnologia, mas nunca é possível ter toda certeza, pois nada é muito certo." (Patrick)



## 4 - Trabalhos além da sala

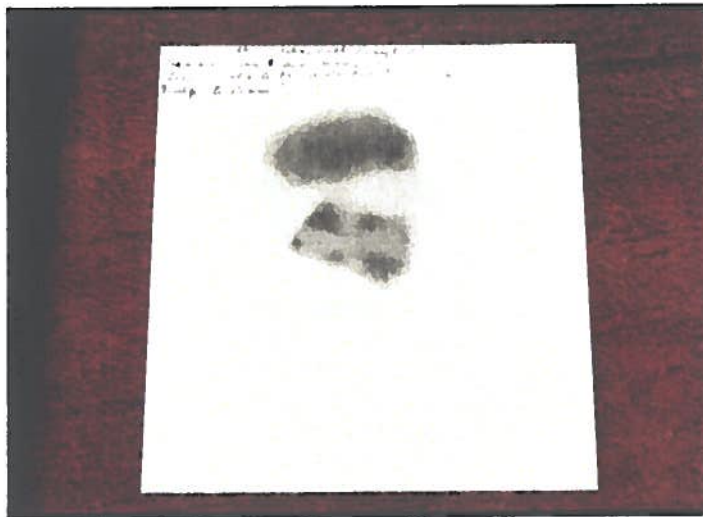
Sobre os experimentos feitos demonstrando o que Becquerel e Rutherford fizeram, resolvemos ir além da sala de aula e do pontociência. Sabendo das dificuldades em se achar os materiais, dos perigos em manusear material tóxico e aos cuidados extras que se fazem necessários ao lidar com fontes radioativas, principalmente na presença de muitos alunos, optamos por montar um painel que mostrasse todo o processo que já fora descrito anteriormente, envolvendo os passos que fizemos para conseguir reproduzir os experimentos feitos pelos dois cientistas mencionados acima de maneira a obtermos resultados coerentes com os feitos naquela época e expor este material no XV ENEQ (Encontro Nacional de Ensino de Química), que fora realizado nos dias 21 a 24 de Julho de 2010 na UnB em Brasília/DF. Nessa ocasião expôs-se o painel em local apropriado, que assim como os outros que lá estavam, obteve-se uma grande visualização, visto que circulavam no eventos milhares de pessoas todos os dias. Segundo a comissão organizadora do evento, houveram 1703 pessoas inscritas neste ENEQ. Quantidade esta que foi confirmada na plenária de encerramento. O que merece ser mencionado aqui, é que em um evento como este as pessoas que lá estão são pessoas ligadas diretamente à área de educação, seja ela professor ou estudante. E são estas pessoas o foco principal desse trabalho.

Neste painel estavam presentes algumas fotos dos experimentos realizados por nós com textos que descreviam o que Becquerel e Rutherford fizeram, e o que nós fizemos, para que conseguíssemos reproduzi-los afim de aplicarmos em sala de aula.



**Imagem(5)**

Ilustrando o material Radioativo sobre chapa fotográfica, como fez Becquerel.



**Imagem(6)**

Marcas após exposição do material radioativo sobre a chapa.



**Imagem(7)**

Primeira imagem feita com raios X. Podemos perceber que em um dos dedos havia um anel.

## 5 – Considerações finais

Este tcc foi um trabalho de dois semestres em que, não se propõe como fator primário, uma mudança curricular nas salas de aula referentes às disciplinas de ciências e química. Mas antes, nos propomos a apresentar uma importante “faceta” na construção do saber. Uma das lições que podemos tirar de todo esse material é de que para ser um bom professor, pesquisador ou cientista, não basta ter um diploma na área. Tão pouco se faz necessário ser um super gênio. Mas o mais importante é o empenho, a vontade, a perseverança e gostar do que faz. Pensar assim torna mais fácil enfrentar os desafios acadêmicos.

Podemos afirmar que, no espaço de tempo destinado a este projeto, pudemos dar os primeiros passos para desenvolver novas abordagens e metodologias, que poderão gerar muitos frutos. A abertura de uma colaboração com o professor Paulo Porto (historiador da USP) é algo importante, e que queremos expandir no futuro próximo para outros projetos. Esta colaboração entre historiadores e pesquisadores envolvidos na produção de material didático é muito importante para a elaboração de novos e corretos materiais didáticos.

Foram desenvolvidas atividades didáticas centradas em clipes de vídeo. As atividades desenvolvidas foram apresentadas a alunos do ensino médio, de modo a avaliar sua compreensão do conteúdo químico e percepção de aspectos da natureza da ciência.

Embora, não mencionamos anteriormente, mas os experimentos que realizamos durante a preparação desse material, em nenhum dos casos nós obtivemos sucesso na primeira tentativa. Certamente foram necessários várias tentativas até obtermos um resultado satisfatório, que pudesse ser levado à sala de aula. Durante a execução do experimento que comprovasse que material radioativo deixa marca em chapas fotográficas, que acabou sendo sem dúvida a parte mais difícil, foram realizados cinco testes mal sucedidos antes de conseguirmos o resultado desejado. Algo que demandou mais de um mês, só nesse experimento.

Propusemos uma forma de relacionar os saberes presentes em nosso cotidiano, e por que não dizer, o saber popular, com o escolar, procurando contextualizar o conhecimento químico com o cotidiano do aluno. Evidencia-se este fato dentro das atividades que propusemos.

Sobre as atividades propostas, são pertinentes algumas considerações. Com relação à primeira pergunta das questões para discussão no tema, "O Experimento de Becquerel", mais de 60% dos alunos mencionaram pontos chave em suas respostas. Como as palavras, Urânio, exposição ao sol e no escuro, e ainda, a palavra filme fotográfico. Na questão seis dessa mesma parte, pode-se perceber se os alunos fizeram distinção entre teoria e realidade ou teoria e palpite. Na última atividade, "Radioatividade e Rutherford", dentro da letra "b", queríamos deixar a ideia aos alunos de que ciência não é estática, ela se transforma, mesmo que eles ainda não saibam muito bem como isso se dá.

Talvez este trabalho não tenha aprofundado nas análises das respostas obtidas dentro das atividades. Mas deixamos aí as referências para maiores aprofundamentos aos que desejarem.

Podemos dizer que este trabalho permitiu produzir atividades que trabalham com os fenômenos relacionados com a radioatividade de forma contextualizada com a História da Química. Esta abordagem pode ser utilizada em outras partes do conteúdo de Química. O foco nos fenômenos relacionados à radioatividade permitiu contextualizar os conceitos, auxiliando os alunos na construção de modelos sobre o tema.

Ou seja, queremos fomentar uma reflexão com a certeza de que se agregássemos às nossas práticas de ensino, mais atividades que promovam a investigação e a busca por novas descobertas, através de exemplos históricos, como no caso da radioatividade, estimularemos com isso, a criatividade, e a capacidade de abstração eliminando o clássico pensamento de que ciência está muito longe de sua vida ou que precisa ser um gênio para descobrir ou propor algum modelo. Construiremos com isso um raciocínio pautado em bases que muitas vezes os próprios alunos, com o auxílio dos professores,

foram capazes de estruturar, elevando assim nossa “escada” que a cada dia procuramos montar nessa árdua, mas prazerosa arte da construção do conhecimento.

## 6 –Referências Bibliográficas

ALLCHIN, D. Pseudohistory and Pseudoscience. *Science & Education* v.13, p. 179 – 195, 2004.

BECQUEREL, Antoine Henri. El descubrimiento de la radioactividad. Buenos Aires: Espasa-Calpe, 1946.

BIOE (Banco internacional de Objetos Educacionais do MEC). <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/> Acesso em 21/09/2010.

CECIMIG. <http://www.cecimig.fae.ufmg.br/> Acesso em 20/08/2010.

CHASSOT, Aticco. A ciência através dos tempos. Editora Moderna, 2ª edição 2009.

CHEMSTEAM. <http://www.chemteam.info/Radioactivity/Radioactivity.html>

Acessado em 18/11/2010

CNE/CES.

[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12636&Itemid=866](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12636&Itemid=866) Acessado em 20/08/2010

HUDSON, John. The History of Chemistry. Anglia Polytechnic, Cambridge. Editora Macmillan, 1992

MARTINS, Roberto de Andrade. Como Becquerel não descobriu a radioatividade. Caderno catarinense de ensino de física 7. Páginas 27-45, 1990.

Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Parte I – Bases Legais. Disponível em Acesso em 07/09/2010.

PCN+ (Ensino Médio) Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Disponível em <HTTP://portal.mec.gov.br/> Acessado em 07/09/2010.

Portal do Professor do Ministério da Educação. <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/sobre.html>. Acessado em 21/09/2010

GIORDAN, Marcelo. Experimentação e Ensino de Ciências. Química Nova na Escola. N° 10, NOVEMBRO 1999.

SANTOS, W. L. P. DOS; MALDANER, O. A. Ensino de química em foco. IJUÍ: editora Unijuí, 2010, 159p.

SERPRO – Serviço Federal de Processamento de Dados.  
<http://serpro.gov.br/noticiasSERPRO/2010/setembro/cresce-o-acesso-a-internet-no-brasil>. Acessado em 06/11/2010

VIDAL, Bernard. História da Química. Edições 70 Ltda, Lisboa- Portugal, 1986. Distribuído no Brasil por Livraria Martins Fontes/SP.

VINCENT, Bernardette Bensaude e STENGERS, Isabelle. História da química. Instituto Piaget-Portugal, 1992.