

**Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Ciências
Licenciatura Plena em Química**

Monografia de Conclusão de Curso

**Ensino do conceito de radioatividade utilizando a biografia de
Marie Curie**

Cainã Alves Jacob Simões

**Bauru
Abril de 2015**

Ensino do conceito de radioatividade utilizando a biografia de Marie Curie

Cainã Alves Jacob Simões

Monografia de conclusão de curso apresentada à Faculdade de Ciências, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP - como parte dos requisitos para obtenção de graduação em Licenciatura Plena em Química.

Orientador: Prof. Mestre Erik Ceschini Panighel Benedicto

Autorizo a reprodução deste material parcial ou integral desde que guardados os devidos fins autorais

Dedico este trabalho a Deus, Criador de todos os seres, a Jesus e ao Espiritismo, que me aceitaram como o “Filho Pródigo”, e me ajudaram a voltar razão.

À minha mãe Marinês, pelo amor, por me sustentar a vida inteira e por garantir a minha vitória nesta graduação.
Ao meu falecido pai Carlos pelo amor e pela educação.
Ao meu irmão Vinícius pelo apoio constante e pelo carinho e amor mútuos.
A toda a minha família que sempre me apoiou.

À minha professora Sabrina, que com oito anos me fez descobrir o que eu realmente queria para a minha vida, que era “ser cientista”.
À Prof.^a Sílvia R. Q. A. Zuliani, por me ouvir nos debates em aula, e também nas horas boas e nas horas ruins.
Ao Erik C. P. Benedicto, meu amigo e orientador, pela força nesta última etapa da minha graduação.
A todos os meus professores, que me instruíram e me possibilitaram chegar até aqui.

Agradecimentos

A Deus pela vida que me deu e por tudo que me proporcionou, tanto ao amparo que nunca me faltou, como às provas que colocou no meu caminho para o meu crescimento. Agradeço a Deus, também, pela maravilha da sua criação, por todas as belezas da Natureza. A Jesus, por ouvir os meus apelos e por me orientar nesta vida. Ao Espiritismo por me resgatar da ingratidão e da impiedade, por me proporcionar o conhecimento das verdades espirituais, da razão e do sentimento.

À minha mãe, pelo seu amor, pelos seus sacrifícios, pelo seu empenho em cuidar de mim e do meu irmão. Agradeço a ela, pois sem ela eu não estaria neste mundo, agradeço por me amar e sustentar a vida inteira, por lutar por mim e por me ajudar a realizar o meu sonho de “ser um cientista”, como eu dizia deis de criança.

Ao meu falecido pai Carlos, por seu amor, por me educar, e por me sustentar, e por me inspirar a ser um cientista. Ele era professor de biologia e me inspirou a gostar de ciência e voltar minha vida para o conhecimento.

Ao meu irmão por sempre me apoiar e me ouvir, por estar sempre torcendo por mim e por ser meu irmão, a quem eu tanto amo.

Aos meus padrinhos Iraci e Adail pelo amor, pelo apoio e por me inspirarem a sonhar. A minha prima Adriane que cuidava de mim, brincava comigo e que me ajudou a vir para Bauru no meu primeiro ano de curso.

A minha tia Edite e minhas primas-irmãs Débora e Fabiana pelo amor e por me criarem quando criança, pelas orações e pelo apoio. Ao meu “tiozão” Antônio, que brincava comigo quando eu era criança.

Ao meu avô José Alexandre pelas conversas, pelo carinho e pela torcida. Ao meu tio Ariosvaldo, minha tia Sandra e meu primo Leandro, por me apoiarem no início do curso.

Aos avós que eu não conheci: a mãe do meu pai Clotilde, aos meus avós maternos Luiz e Eridiana, já que sem eles eu não estaria aqui.

À minha tia Luiza, que cuidava de mim e do meu irmão quando crianças, pelo amor, pela fé e pelas orações.

A toda a minha família, pelo amor, pelo carinho, pela torcida e por todos os momentos bons deis da minha infância.

Ao Erik C. P. Benedicto, meu orientador, que encontrou um tempo para poder me ajudar, no meio de todas as suas tarefas. Agradeço por me ajudar com as minhas dificuldades, meu nervosismo, minha “correria” do dia a dia e por me incentivar nesta última etapa da graduação.

Agradeço aos professores que participaram da banca examinadora, a Prof.^a Sílvia Zuliani, pelo apoio constante durante o curso, por conversar comigo, me ouvir e me ajudar a me esclarecer e permanecer no caminho que eu escolhi para mim. Ao Prof. Mário Galhiane por podermos nos entender como seres humanos, como filhos de Deus e como admiradores da Natureza. Aos convidades que assistiram à apresentação da monografia, a Viviane, a Cristina e o Urias.

Aos professores do curso de química da UNESP Bauru que me instruíram no decorrer desses anos de estudo e que possibilitaram a minha formação, como profissional e como pessoa. Agradeço muito a todos, pois de cada um eu pude acrescentar uma luz ao meu conhecimento e à minha vida. Ao pessoal do curso de química, principalmente aos meus amigos Lucas, Gustavo e Fábio, pelo apoio, pelas conversas e pelos estudos.

Ao pessoal das escolas públicas onde trabalhei durante estes três anos de docência. Em especial à Maria Tereza Pasquarelli Macedo, que me ajudou nos estudos para preparar minhas aulas.

Ao Colégio Sedes Sapientiae por me proporcionar a formação que eu necessitava para ingressar num curso superior. Aos meus amigos de escola que me acompanharam por sete anos da minha vida, aos quais eu guardo um grande carinho. Em especial preciso agradecer a Maria Regina, que me apoio em vários momentos, e a turma do “CRASHED”, meus amigos Daniel, Pablo, Víctor e Raphael, por todas as brincadeiras e por todas as conversas, além dessa amizade duradoura que temos. Sem esquecer do Douglas, amigo meu e do meu irmão, por se juntar a turma.

Agradeço muitíssimo ao pessoal da República “Pirataria”, moradores e frequentadores, que me proporcionaram alguns dos melhores momentos da minha graduação. Agradeço pelas conversas, pelas boas ideias, pelo crescimento como pessoa, pela amizade e pelas horas construtivas falando sobre a vida, filosofia, religião, física, química, psicologia, política, arte entre outros assuntos, dos mais variados. Obrigado! Ao Felipe, ao Celso, ao Jorge, ao Alisson Bueno, ao Marcelo Santana, à Telma, à Thalita, ao Wallace, ao Erick, ao Guilherme, à Aline Simão, à Maria e muitos outros amigos que passaram pela minha vida nessa fase.

Ao pessoal que me ajudou a conseguir lugar para morar aqui em Bauru, ao Prof. João Roberto (o Beto), à Marília Villela, a Bia Rangan, ao Marcelo Paixão, a Bruna Machado e ao Anderson Gavino. Ao pessoal das repúblicas onde eu morei ou me alojei.

Ao pessoal do movimento estudantil da UNESP Bauru e da UNESP em geral, ao pessoal do DACEL, e aos funcionários e professores da UNESP que me ensinaram a pensar mais e ser uma pessoa

mais politizada e crítica.

Enfim agradeço a todos os amigos que contribuíram para a minha formação acadêmica e profissional, assim como para o meu crescimento como pessoa. Infelizmente não é possível colocar aqui, neste curto agradecimento o nome de cada pessoa que contribuiu para estes anos de graduação, mas espero que todas essas possam vencer nas escolhas nas suas escolhas.

A todos que passaram pela minha vida e me marcaram de alguma maneira nesses anos de graduação, eu digo obrigado!

Resumo

Como objetivo de pesquisa esta monografia buscou coletar dados descritivos que permitissem esclarecer as possibilidades educativas para o ensino de química em uma abordagem contextual utilizando história e filosofia da química e da ciência. Esta monografia trata de uma intervenção feita dentro do cronograma de aulas de uma escola pública de Bauru, em que se buscou levar informações que possibilitassem uma abertura na perspectiva de vida de alunos que estudam e/ou vivem em meio a violência social e doméstica. A intervenção consistiu no estudo da história da descoberta da radioatividade, ensinada através da biografia de Marie Curie, a mulher que denominou o fenômeno “dos raios invisíveis” de radioatividade, em sua tese de doutorado. Ela também descobriu, por meio da mesma pesquisa que fundamentou a referida tese, dois elementos radioativos, o polônio e o rádio. Para o planejamento da pesquisa e a análise dos dados se utilizou a metodologia qualitativa de pesquisa, com enfoque na pesquisa-ação e técnicas de análise de conteúdo. Para a aplicação dessa aula foi elaborada uma atividade envolvendo história da química e das ciências naturais dentro de uma atividade de leitura. Utilizou-se o livro “GÊNIO OBSESSIVO: O MUNDO INTERIOR DE MARIE CURIE” de Bárbara Goldsmith como base para os textos utilizados em aula. Foi utilizado o livro “MARIE CURIE E A BUSCA PELO RÁDIO” de Beverly Birch, como fonte de ilustrações. Essas ilustrações, assim como outras imagens extraídas da internet, foram utilizadas para relacionar os fatos ocorridos durante a pesquisa de Marie, realizada com o auxílio do marido Pierre Curie, que era professor e pesquisador em física e trabalhava com fenômenos relacionados a piezeletricidade, entre outros fenômenos eletromagnéticos. A aula consistiu na aplicação de um questionário inicial para averiguar as ideias prévias que os alunos apresentavam sobre a radioatividade e o contexto de sua descoberta. Em seguida a aula foi realizada através da leitura do texto que narra a pesquisa efetuada por Marie. Ao final da atividade se aplicou um segundo questionário com perguntas acerca dos conteúdos ministrados, na forma de lista de exercícios. E por fim foi aplicado um questionário final na forma de afirmativas utilizando a escala likert para análise da opinião dos alunos sobre a aula e sobre os conteúdos ministrados. Juntamente com os questionários foram feitas anotações das observações realizadas pelo pesquisador que atuou também como professor durante a aula. As observações e as respostas dadas pelos alunos foram analisadas para a elaboração de categorias que possibilitassem a elucidação de aspectos relevantes sobre a aula aplicada. Os resultados consistiram em manifestações positivas dos alunos, na medida em que se pode observar uma maior participação de alguns alunos que participavam pouco durante as aulas transcorridas durante o ano. Além disso, houve manifestações escritas relevantes e um grupo de alunos respondeu as questões da lista de exercícios utilizando informações diretamente extraídas do texto, inclusive com citações dentro das respostas. A avaliação dos alunos sobre os aspectos principais da aula e dos conteúdos foi regular, apontando os aspectos como forma de apresentação e motivação como positivos, mas sem um contentamento expressivo. Os dados e as categorias analisados foram comparados com outros trabalhos na área de ensino de química voltados para a aplicação de aulas que utilizassem biografias de cientistas na área da química. Esta pesquisa possuía como objetivos de aprendizagem o esclarecimento aos alunos sobre o processo de investigação científica, assim como valores e conceitos envolvidos no trabalho científico.

Palavras-chave: Ensino de química, História da ciência, Pesquisa-ação.

Índice

1. Introdução.....	9
1.1. Sobre o amor pela ciência e os questionamentos iniciais	9
1.2. A educação e o ensino de ciências.....	10
1.3. História e filosofia da química e das ciências.....	12
1.4. Leitura no ensino de química.....	13
2. Objetivos de pesquisa e justificativa.....	15
2.1. Objetivos gerais.....	15
2.2. Objetivos específicos.....	15
3. Método.....	16
3.1. Metodologia qualitativa e pesquisa-ação.....	16
3.2. Objeto de pesquisa.....	17
3.3. Proposta de atividade.....	17
3.4. Coleta de dados.....	17
3.4.1. Observação e anotações.....	17
3.4.2. Questionários.....	18
3.4.3. Análise dos resultados.....	18
3.5. Descrição das aulas.....	18
3.5.1. Primeira turma.....	19
3.5.2. Segunda turma.....	19
4. Análise e discussão dos resultados.....	20
4.1. Observações preliminares sobre as classes.....	20
4.2. Início da aula: concepções prévias sobre a radioatividade e o método científico.....	20
4.2.1. Ideias prévias sobre as concepções científicas.....	21
4.2.2. Ideias prévias sobre a influência da ciência sobre a vida do ser humano.....	21
4.3. Desenvolvimento da aula: respostas dos alunos e observações pertinentes.....	21
4.4. Conclusão da aula: mudanças detectadas nas ideias dos alunos sobre radioatividade.....	22
4.4.1. Observações.....	22
4.4.2. Questionário final.....	23
4.4.3. Considerações sobre as respostas dos alunos.....	24
4.5. Visão crítica sobre os resultados.....	26
4.6. Comparação com outros trabalhos sobre aulas baseadas no uso de biografias.....	27
5. Considerações finais.....	28
6. Referências.....	29
Apêndice A – Plano de Aula.....	32
Apêndice B – Questionário inicial.....	34
Apêndice C – Questionário: lista de exercícios.....	35
Apêndice D – Questionário final.....	36
Apêndice E – Imagens utilizadas ao início da aula.....	37
Apêndice F – Trechos do livro “Gênio obsessivo: o mundo interior de Marie Curie”	38
Apêndice G – Ilustrações do livro “Marie Curie e a busca pelo rádio”	39

1. Introdução

1.1. Sobre o amor pela ciência e os questionamentos iniciais

O intuito dessa monografia é registrar e mostrar uma intervenção dentro do ensino de ciências realizada em uma escola pública do município de Bauru, elaborada para promover uma melhora na aprendizagem e motivação de alunos que vivem em condições sociais por vezes problemáticas, sob eventos de violência social e doméstica. Além disso, também se buscou mostrar, por uma atividade de leitura, que o amor pela ciência pode promover grandes mudanças e grandes descobertas, mesmo dentre pessoas que vivem em condição social pouco favorecida. Nesta monografia se apresentará um estudo sobre as formas de contextualizar os conceitos científicos envolvidos no ensino de química dentro de suas **dimensões sociais** (MORTIMER & SANTOS, 1999), de promover a aprendizagem de habilidades e competências referentes à leitura, escrita e interpretação de textos e motivar os alunos, direcionando e ampliando seu interesse e sua atenção para a química e as ciências.

Há dificuldades inerentes a qualquer tipo de trabalho, mas existem exemplos de empenho e de superação de obstáculos e as realizações dos grandes cientistas da história refletem essa superação (GOLDSMITH, 2005). No processo de ensino e aprendizagem de química e ciências que ocorre nas escolas formais existe uma série de dificuldades. Essas dificuldades correspondem a natureza do público com o qual se trabalha, ou objeto trabalho, que são os alunos (TARDIF & LESSARD, 2005), ao papel do professor de química e de ciências, assim como às cobranças institucionais (CUNHA, 2012), ao método de ensino e às formas de aprendizagem (OKI & MORADILLO, 2008; FRANCISCO JUNIOR, 2010), e ainda existem os fatores próprios do conteúdo como o contexto histórico e social no qual determinados conhecimentos científicos foram produzidos (MORTIMER & SANTOS, 1999; OKI & MORADILLO 2008; WARTHA, SILVA & BEJARANO, 2013).

Há também o fato de que os grandes cientistas só se tornaram grandes após, e não antes, as suas realizações. E um desses grandes exemplos é o de uma mulher: Marie Curie (1867-1934), a cientista que descobriu e nomeou a radioatividade, foi um exemplo de amor e esforço e uma pessoa com histórico de fortes lutas na vida. Incentivada pelo pai, Wladyslaw Sklodowski, e pela mãe, Bronislava Boguski, Marya Salomee Sklodowska se voltou para o trabalho científico e uma carreira que enriqueceu o mundo com conhecimento e também a sua própria vida com realizações dignas de grandes seres humanos. Se tornou um exemplo de pessoa que enfrenta as adversidades da vida, como a pobreza, a doença e o preconceito. (GOLDSMITH, 2005) Muitos são os exemplos desse tipo de superação, e eles aumentam cada vez mais pois a humanidade, que faz parte da Natureza criada por Deus, evolui com o tempo, tanto nos grandes fenômenos sociais, quanto nas pequenas coisas do cotidiano.

O trabalho e a dedicação, como no exemplo de Marie Curie, são a expressão do esforço dos seres humanos que promovem melhorias para toda a humanidade. Este tipo de trabalho faz parte do Universo que se transforma incessantemente. Tanto as ciências exatas e da natureza, como as ciências sociais e humanas, observam os padrões presentes nas formas e movimentos característicos de fenômenos referentes à natureza da matéria ou referentes à humanidade. Tanto umas quanto outras são necessárias para elucidar a verdade e a racionalidade presentes em cada fenômeno da realidade. Essa verdade e essa racionalidade podem ser referentes aos grandes fenômenos do universo, ou a observação da simplicidade de pais que criam os filhos na indigência e modéstia de um lar (ROSA, 2012; GOLDSMITH, 2005). As ciências, num sentido amplo, são obras humanas orientadas por Deus, como considera Leon H. D. Rivail, sob o pseudônimo de Allan Kardec (1992), no livro "A GÊNESE", no capítulo 01, em especial os itens 2, 4 e 5, nos quais explora as relações das ciências da natureza com a religião e a filosofia.

Basta alcançar pelo pensamento o *átomo*, objeto de estudo da química, que por ser infinitamente pequeno não desperta menos a atenção dos cientistas do que Júpiter, o Sol, a Via Láctia ou mesmo a criação do Universo (ROSA, 2012; KARDEC, 1992).

Muitas pessoas possuem a própria consciência imbuída das ideias explicadas acima, concebendo a ciência como uma pluralidade de visões de mundo que se interligam, e mesmo que não externem essas ideias de forma direta, mas podem externá-las através do trabalho científico, do estudo espontâneo, ou de alguma outra forma. As pessoas imbuídas do amor pelas ciências acabam por demonstrar esse sentimento e essa atenção pelas ciências através do entusiasmo ou pela seriedade com que levam sua atenção para os assuntos científicos (LEMOV, 2012; TARDIF & LESSARD, 2005).

E onde começou essa atenção? Ou melhor quando começou essa atenção? Foi por acaso? Mas o acaso não existe. **Uma questão inicial é: o que faz um ser humano, seja do gênero que for, da idade que for, da raça, povo ou religião que for; o que faz um ser humano despertar a atenção para as ciências, para a verdade e para o conhecimento?** (GOLDSMITH, 2005). Apenas a elucidação dessa questão abre uma infinidade de discussões.

Um recorte dessa questão é: **o que faz um ser humano despertar o interesse e a atenção à química, e sobre seus objetos de estudo? Sendo alguns desses objetos: as leis das afinidades, de atração e repulsão dos corpos materiais, as transformações e propriedades da matéria, o mundo**

microscópico das partículas infinitamente pequenas.

Outra questão importante que vem de uma observação genérica da realidade: o que faz tantas pessoas dizerem “eu odeio química”? Existem cientistas em todo o mundo que enxergam nesta ciência a beleza do conhecimento que ela promove. Por que então tantos indivíduos se manifestam refratários aos conhecimentos que a química pode proporcionar? Se tantos jovens tem curiosidade em saber “o que é o átomo?” ou “para que serve a química?”, por que existe uma maioria relativa de jovens que simplesmente não se detem em mesmo estudar sobre química? Evidentemente que esse tipo de resistência não é uma peculiaridade da química, mas ocorre também com relação a física, a matemática, assim como à língua portuguesa, e muito com a história, que muitos alunos dizem que “dá sono”. Sendo assim há um problema: **as disciplinas convencionalmente ensinadas nas escolas provocam um tipo de resistência em crianças, jovens e adultos**, sendo que esta resistência esta diretamente associada às características individuais de cada aluno, às dificuldades de aprendizagem que os mesmos podem apresentar (BARP, 2013; TARDIF & LESSARD, 2005), assim como o método de ensino que é utilizado (OKI & MORADILLO, 2008). Essa resistência é relativa, mas as situações que demonstram esse tipo de comportamento são muito diversificadas e se apresentam em vários graus.

O estudo dessa dissertação gira em torno da contradição entre: a) a atenção que a Química pode despertar nos indivíduos e os benefícios que ela promove sobre a cultura dos indivíduos e sobre a sociedade, contra b) a resistência apresentada pelos próprios indivíduos que podem se beneficiar dessa ciência. (TARDIF & LESSARD, 2005; OKI & MORADILLO, 2008; BARP, 2013; BENEDICTO, 2013). Contradição, que pode não ser verdadeira para o ensino de química como um todo, mas existe em muitos casos. Sendo assim se entra naturalmente no campo do Ensino de Química e Ciências, já que é por meio da Educação e do Ensino que se promove o conhecimento, a atenção e a motivação pelas ciências.

1.2. A educação e o ensino de ciências

A educação envolve o conjunto de aprendizados que o aluno deve adquirir, para utilizar na vida de maneira geral: na atividade profissional, na própria vida, no cuidado com a própria saúde, no cuidado com a família ou com qualquer grupo a que pertença. A educação também envolve responsabilidade social, tanto de quem educa, como do educando que se prepara para realizar diversas atividades e ser um cidadão (TARDIF & LESSARD, 2005). Já o ensino de ciências, que está inserido no processo de educação, foca nas formas de entendimento e aplicação sobre fenômenos materiais como as transformações e propriedades da matéria, assim como suas utilizações nas áreas da ciência e da tecnologia (MORTIMER & SANTOS, 1999).

Exposta essa visão geral da educação se inicia a definição da discussão que se pretende elucidar. A discussão é sobre a tarefa da educação em levar a cada indivíduo a atenção sobre as ciências e motivá-los, promovendo uma aprendizagem efetiva. O ideal em aprender ciências é que as pessoas enxerguem no mundo o movimento que existe por trás da realidade visível, a racionalidade por trás dos fenômenos que tocam os sentidos, sendo que este movimento e esta racionalidade muitas vezes não são óbvias para o observador. Alguns aspectos sobre o fascínio e o entusiasmo que a ciência provoca podem ser encontrados na obra de GOLDSMITH (2005).

Uma visão científica verdadeira leva o indivíduo que a possui a se tornar mais independente e poder fazer escolhas de forma mais consciente, tanto nos aspectos pessoais da vida como profissionais. Os estudiosos das ciências (técnicos, professores, pesquisadores, divulgadores etc) possuem diferentes focos de entendimento sobre o conhecimento científico. Alguns focam nos aspectos tecnológicos, alguns nos aspectos matemáticos, outros nos aspectos filosóficos e outros nos aspectos sociais, entre outros aspectos possíveis (TARDIF & LESSARD, 2005). O entendimento de cada estudioso das ciências também envolve graus no sentido da independência que determinado estudioso possui para julgar e raciocinar sobre os diversos aspectos da vida. Estes aspectos podem ser mais bem julgados, ou racionalizados, conforme o maior entendimento sobre as ciências. Não há nesta monografia a pretensão de quantificar essa independência, seja de estudiosos, ou de alunos, mas sim considerar que esses graus de independência de julgamento e raciocínio existem, são reais e interferem nos processos de educação, de ensino e de aprendizagem.

Tradicionalmente se considerava e, em parte, ainda se considera o professor um mestre, um iluminado. Sem insistir, nesta monografia, em polêmicas acerca do caráter profissional do professor, se pode ainda entender que o professor é um mestre e um iluminado, se estes adjetivos forem considerados no sentido relativo e observados com realismo. Pode-se entender o professor de modo simples, como **um ser humano que possui uma forma científica de enxergar o mundo e dialogar com os alunos**, ou ainda alguém dotado de uma certa experiência que pode auxiliar ou beneficiar um aprendiz. Neste sentido o professor se assemelha com um narrador de histórias ou alguém que relata uma viagem impressionante. Esta consideração acerca da natureza do profissional professor está ligada a natureza humana e global do professor e também dos alunos. De certa maneira é uma consideração do aspecto espiritual, ou seja, o

aspecto de valores, conhecimentos e emoções envolvidos na relação professor-aluno. Segundo Cunha (2012):

“A forma de ser do professor é um todo e depende certamente, da cosmovisão que ele possui. Não sei até que ponto é importante ou possível classificar as atitudes dos professores. Até porque também elas, como fruto da contradição social, nem sempre apresentam formas lineares e totalmente coerentes com uma corrente filosófica. É inegável, porém, que a forma de ser e agir do professor revela um compromisso. E é esta forma de ser que demonstra mais uma vez a não neutralidade do ato pedagógico.

Continuando e aprofundando a análise dos depoimentos, consegui perceber que as atitudes e os valores dos professores que estabelecem relações afetivas e os valores dos professores que estabelecem relações afetivas com os alunos se repetem e se intrincam na forma como eles tratam o conteúdo e nas habilidades de ensino que desenvolvem.

Para mim está muito claro nesses depoimentos que a relação professor-aluno passa pelo trato do conteúdo de ensino. A forma como o professor se relaciona com a sua própria área de conhecimento é fundamental, assim como sua percepção de ciência e de produção do conhecimento. E isto é passado para o aluno e interfere na relação professor-aluno; é parte desta relação.” (CUNHA, 2012, p. 62)

René Descartes em sua obra “Discurso sobre o método” (1960) considerava que a filosofia consistia na busca pela verdade, e que era apropriado ao filósofo construir sua própria forma de pensar. Ele descreve o método que utilizou para construir seu pensamento e alcançar a verdade referida por ele. A metodologia e os critérios que utilizou formam a obra referida, a qual tocam a educação no ponto em que o autor esclarece sobre as condições necessárias para construir sua própria maneira de pensar, como no trecho a seguir:

[...] e os que, tendo bastante critério ou modéstia para julgar-se menos capazes de distinguir o verdadeiro do falso do que alguns outros pelos quais podem ser instruídos, devem contentar-se, ao contrário, em seguir as opiniões destes, procurando entre elas as melhores.

Quanto a mim, deveria estar, sem dúvida, no número destes últimos, se nunca tivesse mais do que um professor e nada tivesse conhecido sobre as diferenças existentes, em todos os tempos entre as opiniões dos doutos. Tendo apreendido porém, desde os tempos escolares, que não se poderia imaginar nada tão pouco verossímil que não tivesse sido dito por algum filósofo; tendo reconhecido, ao viajar, que todos aqueles que possuem sentimentos muito contrários aos nossos nem por isso são bárbaros ou selvagens, pois que muitos, tanto ou mais do que nós, fazem uso da razão; tendo considerado quanto um mesmo homem com a sua mesma mentalidade, educado desde a infância entre alemães e franceses, se torna diferente do que teria sido se vivesse entre chineses ou canibais; finalmente, tendo visto como, até nas modas da nossa roupa, a mesma coisa que nos agradou dez anos atrás e tornará, talvez, a agradar-nos antes de dez anos, nos parece agora extravagante e ridícula, de maneira que são muito mais o costume e o exemplo que nos persuadem do que qualquer conhecimento exato, assim como a pluralidade dos votos não é prova que valha alguma coisa para as verdades um pouco difíceis de descobrir, sendo muito mais verossímil que um só homem as encontre do que um povo inteiro, - não podia escolher nenhuma pessoa cujas opiniões me parecessem tais que devessem ser preferidas às dos outros, e fui assim constrangido a empreender por mim mesmo a tarefa de me orientar.” (DESCARTES, 1960, p. 25 e 26, grifo meu)

Como é colocado pelas considerações dos autores citados a capacidade e a responsabilidade de se instruir condiz com o convívio com alguém que sirva ao mesmo tempo de instrutor e exemplo de conduta, juntamente com o esforço individual. Na escola os alunos encontram esses elementos educativos de forma organizada e institucionalizada, para a realização, individual e coletiva, da instrução, do estudo, do ensino e da aprendizagem (CUNHA, 2012; LEMOV, 2012).

Apesar do caráter filosófico das colocações acima, o entendimento sobre a natureza da profissão docente está ligada diretamente com as metodologias inovadoras, que buscam contextualizar os conceitos científicos em sala de aula, assim como tornar os alunos mais participativos e melhorar o diálogo entre professores e alunos. Conforme as considerações sobre o entendimento da natureza da profissão docente evidencia-se a necessidade tanto da transmissão, quanto da construção coletiva dos conceitos científicos em sala de aula. Assim sendo os métodos tradicionais ou inovadores podem se complementar, conforme a relação entre alunos e professor.

Em artigo referente a uma pesquisa realizada com professores de química do ensino médio do Distrito Federal, MORTIMER & SANTOS (1999) consideram “que para [o exercício da cidadania] é fundamental que sejam discutidos em sala de aula aspectos tecnológicos, econômicos, ambientais, políticos, éticos e sociais relacionados à temas científicos presentes na sociedade”, ou, em síntese, que sejam discutidas **as dimensões sociais da química e do ensino de química**. No trecho a seguir fica evidente o caráter do ensino inovador, como é assim referido e entendido pelos autores:

“Outro dado relevante obtido nas entrevistas mostra que nove professores que descreveram práticas que envolvem dimensões sociais, tecnológicas e ambientais do ensino de química, comentam que adotar essa postura implicou em uma grande mudança em suas aulas. A principal está relacionada ao aumento da participação dos alunos nas aulas. Esses professores afirmam que, antes, os alunos participavam muito pouco e que agora são desenvolvidas diversas atividades em que eles são

requisitados a manifestarem a sua opinião. Como disse um entrevistado: 'as aulas hoje são muito mais dinâmicas'. Quatro desses professores relataram que as experiências de formação continuada contribuíram significativamente para mudança de sua prática pedagógica.

Esse último dado evidencia uma outra importante função do processo de discussão das dimensões sociais do ensino de ciências, que é a facilitação da aprendizagem. Tal função também foi reconhecida por quase todos os professores, principalmente relacionada ao aumento da motivação dos alunos propiciada pela discussão das dimensões sociais da química. Consideramos, no entanto, que essa dimensão pode contribuir para facilitar a aprendizagem da química também ao propiciar uma maior interação professor-aluno e uma maior participação dos alunos, o que favorece o processo dialógico em sala de aula. Esses professores relataram que tinham, anteriormente, dificuldades em interagir com os seus alunos e que para introduzir essas questões sociais em suas aulas eles tiveram que desenvolver uma série de atividades não usuais nas aulas convencionais de química, as quais propiciaram uma maior participação e interesse dos alunos". (MORTIMER & SANTOS, 1999, p. 6)

A contextualização no ensino de química pode ser entendida como a relação dos conceitos científicos com fenômenos químicos e físicos do cotidiano. Já a contextualização numa abordagem que envolva história e filosofia das ciências se dá relacionando conceitos científicos com **as dimensões sociais da química e das ciências da natureza** (WARTHA, SILVA & BEJARANO, 2013; MORTIMER & SANTOS, 1999) podendo promover uma maior interação professor-aluno, o que faz com que muitos aspectos das metodologias tradicionais e inovadoras se entrelacem, ao contrário de se tornarem conflituosos ou polêmicos.

1.3. História e filosofia da química e das ciências

As metodologias inovadoras utilizadas no ensino de ciências tem entre os pressupostos, para aplicação e pesquisa, os conteúdos de história e filosofia das ciências, sendo estes conteúdos capazes de contextualizar os conceitos científicos, localizá-los no tempo, no espaço e na sociedade. Muitos professores utilizam esse recurso de forma oficial ou não oficial, como parte do currículo escolar ou como uma forma de complementar suas aulas e mostrar para os alunos a natureza da química e das ciências, promovendo discussões em sala ou outras atividades (OKI & MORADILLO, 2008; BARP, 2013; FABRICIO, GUIMARÃES & AIRES, 2012).

Para esclarecer com um pouco mais de profundidade e de forma breve alguns dos principais aspectos didáticos, curriculares, históricos e metodológicos, envolvidos na inserção do conteúdo de história das ciências nas disciplinas de química e ciências da natureza, além de seu surgimento como componente curricular na formação de professores Oki e Moradillo (2008) consideram o seguinte:

"A importância da História e Filosofia da Ciência para a educação científica tem sido amplamente reconhecida na literatura nas últimas décadas (PAIXÃO e CACHAPUZ, 2003; FREIRE JÚNIOR, 2002; WORTMANN, 1996; MATTHEWS, 1994, 1990; GAGLIARD, 1998). Como consequência, vêm acontecendo ações oficiais e não oficiais no sentido de buscar inserir a História da Ciência nos currículos que têm emergido de reestruturações curriculares mais recentes. No Brasil, de alguma forma esta tendência aparece explicitada em documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNs) e as Novas Diretrizes Curriculares para os cursos de graduação." (OKI & MORADILLO, 2008, p. 68).

Os autores citados ainda exploram uma das primeiras iniciativas da metodologia baseada na história e filosofia das ciências realizada pelo educador americano James Connant, no início do século XX, nos Estados Unidos, através do "estudo de certos episódios da História da Ciência, conhecidos como: *History of Science Cases*". Os autores se referem ainda a Gerald Holton que utilizou uma "abordagem conectiva" relacionando física com outras disciplinas. A dita **abordagem conectiva** também é denominada **abordagem contextual ou liberal**, sendo estes últimos termos utilizados por Michael Matthews, pesquisador que defende o ensino sobre história e filosofia das ciências no ensino de conceitos científicos.

A abordagem contextual é colocada, dependendo do caso, como contraposição ou abordagem complementar à abordagem tradicional, sempre focada no ensino de conceitos científicos e nas suas dimensões sociais. A abordagem contextual pode se apresentar de forma implícita ou explícita, como mais uma vez explicam os autores:

"Existem dois tipos de abordagem para introduzir conteúdos sobre a natureza da ciência no processo de ensino/aprendizagem: a implícita e a explícita. No primeiro, assume-se que na dinâmica adotada mensagens implícitas são comunicadas e que a construção do conhecimento acontece como consequência do engajamento no processo pedagógico. Os trabalhos devem possibilitar a inserção do aluno em atividades investigativas, incluindo instruções sobre a prática científica. Na abordagem explícita, os objetivos e materiais instrucionais são direcionados para aumentar a compreensão da natureza da ciência de forma a incluir a discussão dos conteúdos epistemológicos. As atividades planejadas incluem investigações e exemplos históricos que possibilitam discussões, reflexões guiadas e questionamentos específicos sobre o assunto (ABD-EL-KHALICK e LEDERMAN, 2000)." (OKI E

MORADILLO, 2008, p. 70 e 71)

Utilizar uma metodologia de ensino que promova uma abordagem explícita, é tido pelos autores como mais eficiente que as abordagens implícitas. Nesse caso a leitura de textos, tanto referentes às histórias de descobertas científicas e dos cientistas que as realizaram, se mostra como uma opção e um recurso didático que pode atingir diretamente os objetivos de aprendizagem no ensino de química e de ciências. Este recurso pode promover uma identificação dos alunos com as personagens envolvidas tanto em relação as expectativas de vida dessas personagens como suas dificuldades dentro do trabalho científico e seus dilemas pessoais (GOLDSMITH, 2005; BARP 2013; FABRICIO, GUIMARÃES & AIRES, 2012).

1.4. Leitura no ensino de química

A leitura, a interpretação e a produção de textos na escola envolve invariavelmente todas as disciplinas. No caso da química e das ciências da natureza as atividades envolvendo leitura tradicionalmente envolvem textos de caráter técnico e fortemente ligados com a linguagem matemática.

Para se atingir os objetivos de se contextualizar os conteúdos científicos evidenciando as dimensões sociais da química e das ciências o professor pode oferecer aos alunos textos que relacionem os conceitos científicos com as suas aplicações, a maneira como foram descobertos, as pessoas envolvidas na descoberta de determinado conceito, as condições sociais e históricas que levaram a essa descoberta (BARP 2013; FABRICIO, GUIMARÃES & AIRES, 2012). As alternativas de temas para uma aula que envolva as já mencionadas dimensões sociais e a contextualização são variadas nos assuntos que podem abordar, mas por regra utilizam textos inseridos e/ou produzidos na aula.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (os PCNs), é parte da disciplina de química oferecer aos alunos possibilidades para desenvolverem habilidades e competências referentes à leitura, escrita e interpretação de textos, como diz o autor Francisco Junior (2010). De acordo com o autor:

“Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (Brasil, 1999) apontam um conjunto de habilidades e competências relacionadas à representação e à comunicação a ser desenvolvido no âmbito da Química. Dentre tais habilidades e competências, algumas estão diretamente intrincadas à escrita e à leitura, tais quais: (i) descrever transformações químicas em linguagem discursiva; (ii) traduzir a linguagem química simbólica em discursiva e vice-versa; (iii) identificar fontes de informação e meios pelos quais novas informações importantes para o conhecimento químico podem ser obtidas. Similarmente, as Diretrizes Curriculares para os Cursos de Química (Zucco e cols., 1999) contêm um item referente à busca de informação, comunicação e expressão. (FRANCISCO JUNIOR, 2010, p. 220)

Por outro lado são visíveis a dificuldade que os alunos de ensino médio apresentam para realizar a leitura de qualquer tipo de texto. Isto pode ser verificado ao menos em algumas escolas públicas estaduais de São Paulo. Essas dificuldades também são apontadas pelo autor:

“Todavia não muito animadores são os resultados de alguns estudos os quais indicam cinco fatores preocupantes: (i) a baixa compreensão dos estudantes; (ii) a pouca valorização da atividade de leitura no ensino de Ciências; (iii) os obstáculos de domínio de tarefas metacognitivas relacionadas com leitura; (iv) a desmotivação dos alunos; e (v) as dificuldades por eles sentidas quando leem textos científicos (Teixeira Júnior e Silva, 2007).” (FRANCISCO JUNIOR, 2010, p. 221)

A leitura e a escrita são partes essenciais da vida e portanto envolvem todas as disciplinas escolares. A aprendizagem dos alunos sobre interpretação e produção de textos abrange todo o conhecimento que os alunos podem adquirir e utilizar na escola ou em outro ambiente qualquer. Por mais que a linguagem escrita não expresse de forma completa todas as possibilidades de aprendizagem dos alunos é uma das principais formas de comunicação presentes na realidade humana e conseqüentemente na realidade escolar. Diz ainda o autor Francisco Junior:

“Como aponta Freire (2006), a leitura deve promover no leitor, além da compreensão da palavra propriamente dita, um avanço acerca da inteligência do mundo.” (FRANCISCO JUNIOR, 2010, p. 221)

Qualquer pessoa, portanto, constrói a partir da interpretação do texto certo entendimento. Ela junta, em sua mente a mensagem do texto com os conhecimentos prévios que possui. É isso que gera as interpretações por vezes tão diferentes entre pessoas que leram o mesmo texto e mesmo as interpretações concordantes. Externar estas interpretações em aula é necessário para o processo de aprendizagem e construção da cidadania.

Evidencia-se através dos apontamentos acima que os principais objetivos da educação e do ensino

de química é axiliar os alunos a passarem da posição de aprendizes para a de cidadãos capazes de viver e compreender o mundo em que vivem, tanto com relação à natureza, quanto com a sociedade e a humanidade.

2. Objetivo de pesquisa e justificativa

2.1. Objetivos gerais

Nesta monografia se procurou estudar como melhorar a compreensão de alunos do ensino médio sobre conteúdos de química a partir de uma abordagem contextual que evidencie as dimensões sociais, históricas, éticas, ambientais, políticas etc., envolvidas na elaboração desses conteúdos, dando uma visão mais ampla e realista sobre a química, sobre a pesquisa científica e sobre os pesquisadores da área de ciências da natureza. As questões elencadas para direcionar esta pesquisa foram:

- Uma classe de alunos do ensino médio de escola pública aprende melhor conteúdos de química através de uma abordagem contextual explícita, em que se utilize fatos de história da química e das ciências?
- Como ensinar conteúdos de química e suas dimensões sociais de forma coerente e motivadora, que desperte a atenção dos alunos para a química e para as ciências?

2.2. Objetivos específicos

1. Coletar dados descritivos dentro de uma análise qualitativa que permitam esclarecer as possibilidades de uma abordagem contextual para o ensino de química, assim como os problemas e desafios que devem ser encarados nesse tipo de abordagem.
2. Elaborar e aplicar uma atividade didática utilizando como recurso uma biografia, junto com imagens e ilustrações, e inserir assim conteúdos de história das ciências numa aula de química baseada numa atividade de leitura.
3. Analisar o uso de uma biografia como recurso didático.
4. Avaliar a interação aluno-professor durante a aula e o que os alunos aprenderam, sobre radioatividade e outros conceitos químicos relacionados.
5. Avaliar o entendimento dos alunos sobre o trabalho científico e a pesquisa científica, além de aspectos humanísticos envolvendo as relações entre os conhecimentos da química com aspectos sociais que influenciam o trabalho científico.
6. Analisar o comportamento dos alunos de modo a verificar aspectos da atividade que funcionem como motivadores da aprendizagem.
7. Analisar a receptividade dos alunos em relação à aula.

2.3. Justificativa

A escolha pelo tipo de abordagem e pelos conteúdos de história das ciências foi feita no intuito de realizar uma aula que pudesse sensibilizar os alunos de modo a que eles enxergassem a influência da atividade humana existente na ciência. Um desses fatores é desejo de ajudar a humanidade, presente nas mentes de muitos cientistas da história. Esse fator por vezes pode passar despercebido em aulas muito focadas na abordagem tecnicista, tradicional na química, ou muito focadas nos aspectos matemáticos da química, mas mesmo em aulas tradicionais uma abordagem histórica e humanística pode ser encontrada.

A proposta de realizar a aplicação de uma aula com material elaborado especificamente para este fim foi o de efetuar uma pesquisa que não se prendesse à conceituação teórica, mas que também tivesse cunho prático e aplicável, gerando um material que poderia ser reproduzido em outras aulas de química, pelo professor-pesquisador.

3. Método

No intuito de aliar teoria e prática, se desenvolveu uma aula baseada na história de Marie Curie e em como ela descobriu a radioatividade. Utilizando-se a metodologia de pesquisa qualitativa, também chamada pesquisa de campo ou naturalística (GODOY, 1995), focando na abordagem da pesquisa-ação. Buscou-se uma forma de aplicar uma aula contextualizada sobre história das ciências com alunos do ensino médio de uma escola pública de Bauru, utilizando conceitos sobre a história do desenvolvimento da pesquisa de doutorado de Marie Curie. A aula foi efetuada pelo próprio pesquisador, **atuando como professor**.

Do ponto de vista mais prático ocorreu uma aula com recursos didáticos que possibilitaram uma maior participação dos alunos. Avaliou-se esta participação, através de observações e anotações. Aplicou-se uma lista de exercícios com questões abertas sobre o conteúdo da aula e dois questionários, um ao início e outro ao final da aula para analisar as concepções prévias dos alunos, bem como uma avaliação dos alunos sobre o que eles aprenderam na aula ministrada e algumas opiniões sobre a química e as ciências.

3.1. Metodologia qualitativa e pesquisa-ação

A escolha do tema de aula e da abordagem didática que se pretendia utilizar foi o primeiro passo da pesquisa. O segundo passo foi a escolha do objeto de estudo baseada nas possibilidades de tempo de realização das atividades previstas e também no acesso a alunos que poderiam se beneficiar com uma aula de abordagem mais ampla e contextualizadora.

Assim o terceiro passo foi a definição na metodologia que seria utilizada. A escolha se deu pela própria natureza do objeto de estudo e da abordagem de ação. Pelas características dinâmicas do objeto de pesquisa – uma classe de alunos – se escolheu a metodologia qualitativa, no enfoque da metodologia da pesquisa-ação, no sentido de promover uma intervenção didática num meio social em que se pôde detectar necessidades de aprendizagem e motivação. Estas necessidades podem ser sanadas pela inserção de conceitos de história e filosofia da química, e das ciências da natureza, em aulas de química (OKI & MORADILLO, 2008; BARP, 2013; FABRÍCIO, GUIMARÃES & AIRES 2012).

A pesquisa qualitativa se caracteriza então por ser voltada para “focos de interesses amplos, que vão se definindo a medida que o estudo se desenvolve” (GODOY, 1995). É uma metodologia utilizada principalmente pelas ciências sociais, incluindo as pesquisas na área de educação. Esse tipo de pesquisa se dá no sentido da obtenção de dados descritivos, preferencialmente a dados quantitativos, estatísticos, ou de medições (GODOY, 1995). Seus objetos de estudo possuem muitas variáveis dentro das condições e ações de pesquisa estabelecidas, dentro de uma sala de aula por exemplo, onde muitos eventos acontecem simultaneamente, fato que pode levar a omissão de fatos ou dados importantes, ainda mais quando o foco fosse muito delimitado com determinadas variáveis escolhidas previamente, como nas pesquisas quantitativas, podendo ocasionar o descarte de observações relevantes para o entendimento do fenômeno social estudado.

As pesquisas quantitativas em ciências sociais investigam seus objetos através de levantamento de dados, ou através de delineamentos experimentais, utilizando métodos e técnicas estatísticos (LUDKE & ANDRÉ, 1986), entre outras possíveis abordagens quantitativas, enquanto que as pesquisas qualitativas abordam não apenas dados gerais e certas variáveis pré-determinadas, mas todo o conjunto de descrições referentes a pessoas, relações, ações, lugares (LUDKE & ANDRÉ, 1986; GODOY, 1995). Na pesquisa qualitativa todo o processo e conjunto de microprocessos é considerado na análise (MARTINS, 2004).

Quando uma pesquisa qualitativa tem caráter participativo e é voltada para a solução de um problema de determinado grupo é considerada uma pesquisa-ação (THIOLLENT, 2007). Desenvolveu-se um trabalho de observação participante, dentro do modelo da pesquisa-ação, sem determinação prévia das variáveis analisadas, mas com determinação prévia dos pressupostos teóricos (LUDKE & ANDRÉ, 1986). Além destes ainda há um planejamento da ação que deve ser realizado antes da concretização da pesquisa (THIOLLENT, 2007). Planejamento que deve incluir objetivos de ação, formas de ação, discussão entre pesquisador e integrantes do grupo pesquisado, além da análise e avaliação dos resultados (THIOLLENT, 2007). O planejamento traçado nesta pesquisa focou na determinação dos objetivos de pesquisa, nos objetivos de aprendizagem das classes analisadas, no desenvolvimento do plano de aula e nos métodos de avaliação e coleta de dados.

Dentro da pesquisa-ação se procura entender os problemas no ambiente em que ocorrem, com os problemas reais que o grupo em estudo enfrenta, entendendo de forma naturalística as inter-relações envolvidas (LUDKE 1986), reduzindo o distanciamento entre a realização da pesquisa e a solução dos problemas reais enfrentados na prática docente e na aprendizagem dos alunos (ENGEL, 2000) . Nada disso impede o uso de recursos quantitativos, de medição ou estatísticos, mas na pesquisa-ação se busca critérios que possibilitem um rigor científico que permita a intervenção do pesquisador no meio, a interação e a troca de conhecimento entre pesquisador e pesquisados (BENEDICTO, 2013) e a análise ampla das

dimensões que interferem no processo estudado, como no caso de uma classe de alunos.

Promoveu-se então a busca de articulação entre conhecimentos teóricos do pesquisador com os conhecimentos do grupo em estudo, bem como soluções para os problemas imediatos de aprendizagem dos alunos.

3.2. Objeto de pesquisa

O objeto de pesquisa consistiu em duas salas de aula da 2ª série do Ensino Médio de uma escola estadual do município de Bauru, compostas por alunos de 15 a 18 anos. Escolheu-se uma escola pública por esta apresentar a possibilidade de evidenciar a capacidade intelectual e emocional de alunos que convivem cotidianamente com os aspectos mais duros da realidade, como, por exemplo, o contato com o uso e o tráfico de drogas, a violência doméstica, o bullying, entre outros aspectos da violência presente na sociedade.

Preocupou-se com a capacidade emocional das turmas, além da capacidade intelectual, pois a aula desenvolvida apresentava o direcionamento, de permitir que os alunos pudessem se identificar com a história de Marie Curie, para que se motivassem pela aula e despertassem sua atenção para as ciências. Pretendeu-se analisar como uma aula inovadora de abordagem contextual pudesse realizar essa motivação promovendo uma maior participação dos alunos em aula e um maior diálogo entre eles e o professor.

O professor permaneceu como responsável pelas aulas de química das referidas salas durante todo o ano de 2014. Houve um relativo desenvolvimento na relação interpessoal entre professor e alunos. Foi possível fazer uma análise qualitativa prévia das salas como um todo e dos alunos individualmente. Este acompanhamento foi importante, mas por limites práticos de ordem cotidiana o período de investigação foi curto não possibilitando uma exploração ampla e aprofundada das capacidades e competências das classes, além do que a observação foi realizada em dias anteriores ao recesso escolar relativo a atividades esportivas do município o que levou uma parte dos alunos a não comparecerem nas aulas, consequentemente diminuindo o número de alunos participantes na pesquisa.

A atividade contou com o total de 16 alunos, das duas salas pesquisadas, dos quais apenas 5 participaram até o fim. Os mesmos foram informados quanto a atividade que seria realizada no mês de novembro de 2014, para promover esta pesquisa além de ampliar os conhecimentos dos alunos. Se utilizou essa atividade como uma avaliação extra, valendo nota como uma atividade complementar para melhorar a nota do bimestre, tanto para haver um atrativo maior para uma parte dos alunos mais resistentes em realizar atividades extras, como para contribuir para o desempenho de todos que participassem. Esta escolha se realizou em discussão com os alunos de ambas as salas.

Houve também colaboração por parte da escola principalmente por parte das professoras de sociologia e de biologia uma em cada sala, que cederam suas aulas para a realização das atividades além de participar das discussões.

3.3. Proposta de atividade

A atividade foi elaborada com o intuito de atingir determinados objetivos de aprendizagem que possibilitassem uma intervenção efetiva na relação de ensino e aprendizagem entre alunos e professor. Para esta ação se elaborou um **Plano de aula** (Apêndice A) que nortearia a aplicação da atividade, seus métodos e os conteúdos abordados (BARP, 2013).

A abordagem focava em elucidar conteúdos que os alunos já vêm normalmente nas aulas de química do Ensino Médio, ou seja, os conteúdos sobre modelos atômicos, de forma a aprofundar algumas informações. Além disso a proposta era de abordar um assunto interessante e que por vezes os alunos não vêm em aula.

3.4. Coleta de dados

3.4.1. Observação e anotações

A observação é o mais imediato instrumento de análise no caso de pesquisas qualitativas. É o principal meio de coleta de dados nesse tipo de investigação e traz para a elaboração teórica fatos reais, que podem ser descritos com maior ou menor objetividade. Segundo LUDKE & ANDRÉ (1986):

“A observação constitui um dos principais instrumentos de coleta de dados nas abordagens qualitativas. A experiência direta é o melhor teste de verificação da ocorrência de um determinado assunto. O observador pode recorrer aos conhecimentos e experiências pessoais como complemento no processo de compreensão e interpretação do fenômeno estudado. A observação permitiu também que o observador chegue mais perto da **perspectiva dos sujeitos** e se revela de extrema utilidade na **descoberta** de aspectos novos de um problema [destaques dos autores].” (p. 45)

Sendo assim se procurou observar, durante a aplicação da atividade, alguns aspectos sobre o comportamento dos alunos como, por exemplo: como os alunos interagiam com os recursos utilizados, se eles apresentavam comportamento diferente do comportamento normal apresentado em sala de aula, as demonstrações de interesse pelo assunto e pela abordagem utilizada, perguntas e comentários pertinentes realizadas no decorrer da atividade, como cada um se concentrava, como cada um eventualmente se distraía, a disciplina em sala, as respostas dadas a questionamentos realizados pelo professor, as conversas entre os próprios alunos, possíveis mudanças de atitude em relação ao entendimento sobre o conteúdo ministrado e demonstrações de melhor entendimento sobre a química ou sobre a ciência de um modo geral.

Pôde-se então interagir com os alunos promovendo as atividades planejadas, dentro dos pressupostos teóricos elencados, como também das possíveis observações que seriam realizadas, tendo em vista o conhecimento prévio do professor-pesquisador.

3.4.2. Questionários

Questionários são instrumentos de pesquisa comumente utilizados para detectar as ideias de indivíduos de determinada população-alvo sobre um objeto escolhido (GÜNTHER, 2003), neste caso as ideias dos alunos sobre conceitos científicos referentes à radioatividade e sobre a aplicação da atividade de leitura. Os questionários são utilizados como forma de captar diferentes ideias e opiniões para agrupá-las em categorias condizentes com referências teóricas pré-estabelecidas que possibilitem a elucidação das causas de determinado fato ou ação (BARDIN, 2009) (Apêndices B, C e D).

Foram realizados dois questionários de pesquisa e um questionário sobre os conteúdos vistos na aplicação da atividade. O intuito do primeiro questionário de pesquisa era registrar algumas das ideias prévias trazidas pelos alunos sobre radioatividade e ciências naturais, além da interligação do conteúdo com outras disciplinas e aspectos sociais que envolvem a pesquisa científica. O segundo questionário trazia perguntas relacionadas ao que os alunos entenderam da explicação dada sobre radioatividade e a pesquisa realizada por Marie Curie, com a ajuda do marido Pierre, na forma de uma lista de exercícios. O terceiro e último questionário, foi realizado dentro do modelo de *escala likert* (GÜNTHER, 2003), e buscou captar as ideias das turmas após a aplicação da atividade e comparar as respostas dadas ao início e ao final da atividade para detectar possíveis, e esperadas, mudanças no entendimento dos alunos. O questionário final também possuía como finalidade levar os alunos a identificarem os objetivos de aprendizagem da atividade, aumentar a clareza da avaliação dos alunos sobre os conteúdos de aula e a forma que estes conteúdos foram apresentados, como também completar as informações obtidas a partir das questões diretamente dirigidas sobre o conteúdo no segundo questionário. A atividade contou com 16 alunos, mas apenas 5 preencheram todos os questionários e 1 não respondeu os questionários (Apêndices B, C e D).

3.4.3. Análise dos resultados

A análise dos dados foi feita através da comparação entre as observações realizadas pelo professor-pesquisador e as respostas dadas pelos alunos nos questionários aplicados, bem como a comparação entre as respostas dadas ao início e ao final da aplicação da atividade.

Utilizou-se o método de análise de conteúdo para comparar os resultados e as observações. “A análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações”, em que se buscam os significados de termos, temas, palavras, frases presentes em determinado conjunto de textos e documentos de origens diversas (BARDIN, 2009). No caso desta investigação se produziu um conjunto de documentos na forma de questionários, que em conjunto com as observações anotadas durante a aula constituíram dados para análise. Para a categorização das respostas dadas pelos alunos se utilizou categorias epistemológicas (OKI & MORADILLO, 2008) elaboradas de acordo com os referências teóricas apresentados anteriormente. As respostas foram comparadas com as observações anotadas sobre as aulas e com outros trabalhos semelhantes utilizados como referência (BARDIN, 2009; LUDKE & ANDRÉ, 1986).

3.5. Descrição das aulas

Na aplicação da atividade se iniciou com um diálogo para apresentar as propostas de aula e de pesquisa. Os alunos foram esclarecidos quanto ao papel da aula que seria dada como embasamento para a pesquisa deste estudo, focado na descrição qualitativa da recepção dos alunos em relação à atividade e aos conceitos sobre radioatividade.

Primeiramente os alunos foram questionados sobre o papel social de um cientista e da ciência, assim como o entendimento que eles traziam sobre radioatividade. Foram mostradas imagens relacionadas ao tema proposto (Apêndice E) de modo que os alunos indicassem aquelas que fossem conhecidas por eles. Algumas imagens eram reais e outras eram montagens ou desenhos satíricos, usados para que os

alunos pudessem distinguir as imagens reais das fictícias, assim como motivá-los. Um dos alunos disse reconhecer o símbolo de risco radioativo presente em um equipamento de raio-x, em um hospital. Outros brincaram dizendo que o desenho de pessoas vestidas com roupas isolantes e dançando com material radioativo nas mãos era uma imagem verdadeira. Mostrou-se também imagens de Albert Einstein e fotografias de raios-x.

Após a discussão inicial se entregou o primeiro questionário para detectar as ideias prévias dos jovens. Alguns ficaram perguntando sobre o valor do questionário na nota, enquanto outros solicitavam aos colegas do lado para “passar as respostas das perguntas”. O professor explicou com mais clareza que as respostas podiam ser dadas com o máximo de sinceridade e para os alunos as considerarem como se fosse uma entrevista na qual eles poderiam expor suas opiniões. Quanto às manifestações sobre as próprias opiniões as duas turmas possuíam comportamentos muito diferentes, sendo que os alunos da Primeira turma evitavam manifestar suas opiniões, enquanto a Segunda turma precisava ser contida, em certos momentos. Em nível de disciplina se evidenciava o inverso, sendo a Primeira turma mais dispersa e indisciplinada do que a Segunda turma.

Terminados os questionários se iniciou a leitura do capítulo seis do livro “Gênio obsessivo”, contanto a biografia de Marie Curie e, em especial, a descoberta feita por ela da radioatividade. Explicaram-se alguns antecedentes, como as descobertas de Röntgen e de Becquerel. Realizou-se a leitura pontuando a breve passagem da vida de recém-casados de Marie e Pierre, a escolha do tema de doutorado de Marie, que foi sugestão de Pierre, pela pesquisa dos raios Becquerel ao invés dos raios-x de Röntgen, a realização da pesquisa, o equipamento utilizado durante a pesquisa e os conceitos químicos e físicos envolvidos (GOLDSMITH, 2006).

Para a realização da leitura do capítulo seis apenas a Segunda Turma participou até o fim, respondendo também as perguntas sobre o conteúdo e o questionário final, realizado para sondar a impressão dos alunos sobre a aula.

As turmas ainda apresentaram alguns comportamentos distintos entre si, característicos do perfil de comportamento que as salas apresentaram durante o decorrer do ano.

3.5.1. Primeira turma

A Primeira turma demonstrou as seguintes características próprias, tendo em vista ainda que nos dias em que foram realizadas as atividades os alunos estavam comparecendo na escola em menor número devido a proximidade do recesso escolar que aconteceria em data posterior aos dias da pesquisa, O professor se procurou antecipar a esta possibilidade ao menos alertando aos alunos quanto a atividade. As características demonstradas por essa classe foram:

8. No início todos os alunos presentes procuraram participar respondendo as perguntas colocadas pelo professor.
9. Timidez em responder perguntas e dar opiniões.
10. Interesse e motivação no início, mas uma grande falta de concentração e falta de disciplina, sendo muito difícil de manter a ordem.
11. Um pouco de resistência e receio em responder o questionário inicial.
12. Dos 5 alunos que participaram do início da atividade, apenas 2 permaneceram até o fim, mas não concluíram a atividade.
13. Houve a contribuição e a participação da professora de sociologia da sala.
14. Um dos alunos que permaneceu durante atividade é portador de certo grau de deficiência intelectual e raramente participou das aulas durante o ano, mas nesta atividade participou da leitura e de algumas discussões.

3.5.2. Segunda turma

No caso da segunda turma também houve uma redução do número de alunos devido a proximidade do recesso, mas contou com um maior número de alunos iniciando a atividade com 11 participantes. Nesta sala os alunos inclusive se prestaram em atender o aviso do professor em comparecer, ao menos para realização da atividade. As características demonstradas por essa classe foram:

- Maior atenção e preocupação com a realização de todas as ações contidas na atividade, maior participação e até certo entusiasmo de alguns alunos.
- Maior quantidade de alunos usando celulares.
- Os alunos desta classe pareciam mais preocupados em participar do que se ater ao conteúdo científico apresentado.
- A aula nesta classe contou com a participação da professora de biologia

4. Análise e discussão dos dados

4.1. Observações preliminares sobre as classes

As duas turmas foram acompanhadas pelo professor pesquisador durante o ano em que foi realizada a aplicação da atividade. Ambas apresentaram nas primeiras aulas um relativo interesse e atenção pelas aulas de química. Esse interesse não foi investigado detalhadamente para se determinar o fator que o provocava. A principal impressão deixada foi que os alunos, inicialmente, demonstravam curiosidade pelo que seria apresentado na disciplina de química. Não houve fortes resistências, mas sim questionamentos por parte dos alunos e certa dispersão em função de conversas fora de assunto, mas que são normais durante qualquer aula. Durante o ano os alunos mantiveram muita oscilação de comportamento, causado principalmente pelo clima de violência que atinge a escola. As aulas foram ministradas, de modo geral dentro do padrão tradicional de aula expositiva, mas utilizando também material de conteúdo inovador, o que possibilitou certa abertura em algumas aulas.

A **Primeira Turma** apresentou durante o ano uma aptidão boa para operações matemáticas básicas e muita manifestação durante os momentos destinados a resolução de dúvidas dos alunos. Na verdade a classe demonstrou um comportamento muito ativo. Porém a mesma energia que eles apresentavam para conversar sobre os assuntos referentes a disciplina, também apresentavam para se distrair e certas aulas foram aplicadas com muita dificuldade. Houve alguns desentendimentos entre alguns alunos e o professor que foram sanados rapidamente, evitando discussões impertinentes. Ao final do ano a relação geral entre a turma e o professor era de entendimento. Essa turma também apresentava uma homogeneidade relativa, na qual todos se conversavam principalmente sobre as brincadeiras e piadas realizadas entre eles.

Um fato importante a relatar é que esta turma reagiu muito bem quando o professor procurou utilizar questões de vestibular nas atividades comuns das aulas. Alguns dos alunos mais falantes, foram chamados a realizar atividade utilizando a lousa e junto com o professor. Outros debatiam as respostas possíveis, quanto as alternativas das questões e a aula melhorou muito depois da aplicação dessa maneira de dar aula e foi a partir daí que os alunos reagiram melhor aos estímulos de ensino e aprendizagem realizados pelo professor. Isso se deveu em grande parte à orientação dada pela coordenação da escola, quanto a necessidade do professor em estudar o material disponibilizado pela rede pública. A possível explicação para a reação dos alunos se dá a partir da perspectiva de que esta classe estava mais acostumada com aulas tradicionais.

Já na **Segunda Turma** o comportamento demonstrado apresentava algumas características distintas. A classe também era muito ativa e falante, mas diferente da Primeira Turma, porque se dedicava mais na realização das atividades propostas do que em prestar atenção na parte expositiva das aulas, e havia uma delimitação mais clara entre os grupos dentro da sala. Enquanto alguns grupos se mostravam mais entusiasmados pelo assunto de ciências, outros grupos demonstravam uma atenção mínima e pouco realizavam perguntas. Nesta sala houve desentendimentos também, mas entre os alunos. Em certos momentos o professor procurou intervir realizando uma espécie de jogo de perguntas e respostas onde fazia a mesma pergunta para grupos diferentes e comparava suas respostas, no intuito de tornar as aulas mais dinâmicas e de promover um diálogo mínimo entre os “grupinhos”.

Esta classe reagia da mesma maneira para todos os estímulos propostos pelo professor, manifestando um entusiasmo próprio do grupo. Houve debates muito positivos onde o potencial comunicativo da turma se mostrou uma qualidade. Até as brincadeiras estimularam os alunos a aprender. As abordagens que mais mobilizaram os alunos a participarem das aulas foram as inovadoras, com as quais eles se davam melhor, como leitura em roda e discussões. As aulas mais tradicionais e expositivas, por mais que funcionassem, não permitiam um desenvolvimento tão bom do assunto quanto os debates e as leituras conjuntas, que, de certa forma, dissolviam a sala dentro de um entendimento recíproco. As boas aulas dessa sala também são devidas a orientação dada pela coordenação da escola.

4.2. Início da aula: concepções prévias sobre a radioatividade e o método científico

Aplicou-se a atividade ao final do ano letivo. A aplicação se deu em dois dias, um para a Primeira Turma e outro para a Segunda Turma. O início da aula para as duas turmas se deu através de uma discussão prévia, seguida da apresentação de imagens sobre radiação (reais e fictícias) e a aplicação de um questionário utilizado para detectar as concepções prévias dos alunos com relação a alguns aspectos científicos e sociais referentes à radioatividade. Cada aluno respondeu um questionário individual. 16 alunos participaram, 15 responderam ao questionário inicial e apenas 5 responderam ao questionário final. Para a resolução do primeiro questionário algumas imagens foram apresentadas aos alunos para que despertassem sua atenção para ao conteúdo que seria trabalhado durante a aula e assim se orientarem melhor, tanto para preencher o questionário, quanto para se integrar no assunto proposto.

4.2.1. Ideias prévias sobre as concepções científicas

Para a elaboração de categorias das ideias dos alunos sobre o fenômeno radioativo foram utilizadas categorias epistemológicas (OKI & MORADILLO, 2008), sendo estas categorias definidas em: 1) ideias apresentadas pelos alunos que correspondiam às concepções científicas aceitas, 2) ideias que apresentavam concepções alternativas, e 3) repostas que demonstravam dúvida, como respostas onde se lia “não sei” e questões em branco.

Quanto as ideias dos alunos, que se enquadravam nas **concepções aceitas pelas ciências da natureza** sobre a radioatividade, 5 alunos demonstraram já haver captado estas concepções. As repostas apresentaram as informações que se segue: 1ª) 2 responderam de forma direta que a radioatividade estava ligada a produção de energia. 2ª) 1 aluno respondeu que a radioatividade teria alguma ligação com “fábricas”, o que pode indicar que o aluno entendeu que há alguma relação entre a radioatividade e a transformação de energia, dentro do processo econômico, mas não compreendeu o conceito devidamente, ou não soube se expressar. 3ª) 1 aluno citou a utilidade da radioatividade na medicina, mas junto respondeu que a radioatividade também fazia parte do setor de radialismo, o que pode indicar que ele não compreendeu, dentro das concepções científicas, as ideias referentes aos fenômenos ondulatórios. 4ª) 1 aluno citou a “bomba nuclear”.

Quanto as ideias que apresentavam a **concepções alternativas** também 5 alunos apresentaram respostas dentro desta categoria. Misturando conceitos sobre fenômenos elétricos e mecânicos aos processos referentes a produção de energia através de radioatividade. Dentre as repostas, houveram as seguintes: 1ª) 1 aluno disse que a radioatividade seria utilizada “na nossa própria casa”, mas não explicou como; 2ª) 1 aluno disse que há radioatividade no celular dizendo que este “possui muita radiação entre outros aparelhos; 3ª) 1 aluno disse haver radioatividade no processo de produção de energia eólica; 4ª) 2 alunos se referiram a radioatividade como algo ligado a comunicação social, sendo que um deles respondeu que a radioatividade estaria ligada a “medicina, radialismo” e o outro escreveu apenas “jornal”. E, por fim, a última categoria apresenta 3 alunos que responderam “não sei” e 2 que não responderam.

Em resumo, 1/3 (um terço) dos alunos apresentavam ideias condizentes com as concepções científicas, antes do início da aplicação da atividade.

4.2.2. Ideias prévias sobre a influência da ciência sobre a vida do ser humano

Ainda como parte do questionário inicial, os alunos foram solicitados a expor suas opiniões sobre as influências que o processo de produção científica exerce sobre a vida do ser humano e seus aspectos sociais. As categorias foram definidas em três grupos: 1) o dos alunos que se manifestaram coerentemente com relação às influências do processo de produção científica sobre os aspectos sociais da vida humana. 2) Os alunos que responderam as questões de forma incompleta. Alguns exemplos, como um aluno que disse que “a influência na vida do ser, é muitas vezes boa e outras ruins”, ou apenas respondendo “muito”, ou “ajuda bastante”, mostram a ausência de argumentação sobre as afirmações realizadas e explicitam o conteúdo referente a esta categoria. 3) E os que não responderam ou escreveram “não sei”.

Sendo assim, 1) 3 alunos disseram que a ciência influencia a vida do ser humano e colocaram que esta se dá tanto de forma positiva quanto negativa. Os alunos consideraram que a radioatividade possui como aspectos positivos o uso para produção de energia e que ela facilita a “descobrir coisas do nosso dia”. Como aspecto negativo 1 aluno considerou que a radioatividade provoca doenças 2) Outros 5 alunos procuraram entrar nas mesmas considerações feitas pelos alunos do primeiro grupo, mas não elaboraram respostas coerentes, expressando suas ideias de forma confusa, ou fugindo do assunto, sem justificar suas respostas. 3) Por fim, 7 alunos não souberam responder sobre a influência da ciência na sociedade, sendo que 4 disseram “não sei”, um destes completou a resposta dizendo “mas tenho interesse de aprender, e 1 respondeu “nada”, e ainda, os outros 2 não responderem.

Percebeu-se que parte da incompreensão dos alunos sobre o tema em questão, se deu por insegurança nas próprias assertivas e nos próprios raciocínios, mas este seria apenas um dos fatores envolvidos. Detectou-se que 1/5 (um quinto) dos alunos possuíam, antes da aplicação da atividade, compreensão, e capacidade de expressar, suas opiniões sobre a influência das ciências na vida humana.

4.3. Desenvolvimento da aula: respostas dos alunos e observações pertinentes

Após os alunos responderem o questionário a aula se iniciou. A proposta inicial apresentava a leitura de dois textos, os capítulos 06 e 18 do livro “Gênio obsessivo”, mas apenas o capítulo 06 foi lido. Em decorrência disso a quantia de perguntas da atividade foi reduzida a 4 ao invés das 9 perguntas previstas.

Dos 15 alunos que realizaram o primeiro questionário apenas 5 responderam ao segundo e ao terceiro.

A seguir estão organizadas as perguntas que os alunos responderam sobre o conteúdo, a descrição

resumida de suas respostas e algumas observações complementares referentes ao comportamento e às manifestações dos alunos durante a realização do questionário:

Questão 1: *Quais as semelhanças e as diferenças entre a vida de um cientista, como Pierre ou Marie, para a vida de uma pessoa qualquer?*

Os alunos comentaram sobre a vida pessoal de Marie e Pierre, demonstrando interesse na forma obsessiva com que ambos se dedicavam ao trabalho, e comentaram nas respostas a despreocupação de Pierre com o jantar. Assim, 3 responderam, de acordo com o texto, explicitando a relação do casal Curie como trabalho e citando “que Pierre muitas vezes não se lembrava do que comeria no jantar ou mesmo se havia jantado”. Ainda 2 alunos explicaram que o casal apresentava uma vida comum, mas com o diferencial de que persistiam em seus estudos e em suas pesquisas em química e física.

Questão 2: *Qual foi o tema da pesquisa realizada por Marie Curie? Qual era seu objetivo no início da pesquisa?*

Sobre a questão a cerca da pesquisa realizada por Marie em seu doutorado 3 alunos responderam em conformidade com o texto dizendo que o objetivo de pesquisa eram os raios Becquerel ou “os raios abandonados”. Já 2 alunos responderam que o interesse da pesquisa estava sobre os raios-x e não sobre os raios de Becquerel, demonstrando concepções alternativas e argumentação independente do texto. Obviamente esses últimos não compreenderam os objetivos de Marie ao início da pesquisa, mas não se sabe se o conceito foi mal interpretado, ou se houve apenas um erro na denominação do objeto de pesquisa de Marie, sem haver um uma distorção no entendimento do fenômeno radioativo que culminaria em concepções alternativas. Apenas pelas respostas dadas por esses 2 alunos não é possível chegar em um consideração mais precisa das concepções adquiridas.

Questão 3: *O que ela descobriu nessa investigação? O que havia de comum, ou de especial, em Marie, ou nos materiais, equipamentos e procedimentos por ela utilizados? Qual a importância das descobertas de Marie para a ciência?*

A terceira questão dizia respeito a descoberta realizada por Marie e as suas características pessoais e profissionais que a levaram a desenvolver a sua pesquisa da forma que foi feita. Além de solicitar que os alunos comentassem sobre a aparelhagem por ela utilizada, que havia sido desenvolvida pelo marido, Pierre, especialmente para a investigação conduzida por ela. Sendo assim, 3 que já haviam respondido as questões anteriores de forma coerente com o texto, disseram que a descoberta foi uma outra substância radioativa presente nos “minérios de urânio”, e que apresentava “mais forte radioatividade que o urânio e o tório”. Esses últimos não citaram a descoberta da própria radioatividade, que foi o assunto principal da tese de doutorado de Marie, ou sua descoberta de que a radioatividade independia das condições da amostra o que evidenciou a radioatividade como um fenômeno inerente ao átomo, ou seja, uma propriedade de certos elementos químicos e, portanto, uma forma de detectar elementos radioativos e analisá-los qualitativamente. Também não foi citado por nenhum dos alunos o desenvolvimento de um padrão de medição de radioatividade estabelecido por Marie. Os outros 2 alunos citaram os raios Becquerel, de forma desconexa, ou seja, colocaram que Marie pesquisou sobre os raios Becquerel, mas não era essa a questão.

Questão 4: *O trabalho de Marie foi aceito pelos cientistas da época? O fato dela ser mulher influenciava a relevância de suas descobertas?*

Na quarta questão as respostas foram dadas por somente 3 alunos, sendo que 2 colocaram o fato de Marie ter sido a primeira mulher formada em química e física na época. Não houve, contudo, uma contextualização, mas houve coerência com visão da realidade enfrentada por Marie e com a concepção histórica verdadeira. E 1 aluno colocou que “ela era estrangeira num país onde só homem podia trampa [trabalhar]”.

Aspecto geral: Os alunos procuraram se referenciar diretamente pelo texto e puderam alcançar concepções dentro dos fatos reais evidenciados pela biografia dos Curie. Houve dificuldades na compreensão dos fenômenos estudados por Marie e se verificou que um melhor desenvolvimento do tema radioatividade seria necessário para fundamentar melhor as concepções apresentadas pelos alunos.

4.4. Conclusão da aula: mudanças detectadas nas ideias dos alunos sobre radioatividade

4.4.1. Observações

Concluindo-se a atividade e a coleta de dados, o professor se ateve em explicitar os fatores humanísticos dos conteúdos estudados. Os fatores como: a persistência e a meticulosidade de Marie em seu trabalho, o uso e a obtenção de recursos e equipamentos de pesquisa, os preconceitos enfrentados pelo casal Curie no meio científico, a necessidade de buscar contatos para encontrar os recursos que seriam utilizados (GOLDSMITH, 2006), todos estes são fatores explorados no fechamento da atividade.

Aplicou-se o questionário final em conjunto com as perguntas referentes ao conteúdo. Os alunos foram orientados a responder o questionário final de acordo com o entendimento que obtiveram sobre os

conteúdos propostos e a opinar quanto a maneira que a aula transcorreu. Se optou por utilizar um questionário do tipo likert (GÜNTHER, 2003) para obter mais clareza na avaliação que os alunos fizeram sobre a aula, focando em certos aspectos, além de procurar auxiliar os alunos a identificar os objetivos de aprendizagem.

Aplicou-se o questionário final em conjunto com o questionário sobre o conteúdo. Um dos objetivos do questionário final era de completar as informações expressas pelos alunos sobre o entendimento dos mesmos quanto aos conteúdos. Assim, as três primeiras perguntas procuraram captar as impressões dos alunos sobre aspectos científicos e sociais sobre o tema radioatividade. A intenção era de perceber, de forma indireta, se os alunos haviam compreendido a ligação do conteúdo em questão com as outras disciplinas, como história, português, sociologia, física e biologia além da ligação com aspectos da vida cotidiana. Também se procurou algum indício que revelasse a percepção desenvolvida referente à forma do trabalho científico. Com certeza não seria possível, apenas através dos instrumentos utilizados, esclarecer definitivamente as concepções que os alunos conseguiram alcançar em algumas horas de aula, mas possibilitaram uma avaliação mais abrangente dessas concepções.

As outras três questões envolveram mais diretamente os aspectos referentes ao formato da aula e o quanto este alcançou os objetivos, ou seja, se os recursos foram bem utilizados, se a forma de apresentação dos conteúdos melhorou o processo individual de aprendizagem, se houve motivação por parte dos alunos pela maneira que a aula e a atividade foram realizadas.

Todos esses aspectos, foram levantados previamente como necessários para uma análise eficiente, mas não foi possível concretizar todo o processo. Como a proposta era de direcionar e concentrar as opiniões finais dos alunos não foi colocada uma questão aberta, para que os alunos discorressem individualmente sobre suas opiniões. Mas ainda assim o professor durante o momento em que os alunos respondiam aos questionários, os orientou para que colocassem suas opiniões de forma escrita se houvesse, sendo que nenhum deles se dispôs, naquele momento específico, a escrever as possíveis opiniões. Não foi possível relacionar todas as manifestações faladas dos alunos, tanto suas dúvidas, quanto opiniões e também as conversas entre eles mesmos. As observações e interações entre professor e alunos que poderiam se relacionar com os dados e conteúdos produzidos pelos alunos através dos questionários não puderam ser captadas de forma precisa. Muitos dados em potencial escaparam de uma análise mais profunda, mas ainda assim o trabalho foi desenvolvido com observações indicativas daquilo que pode ser realizado em sala de aula, mesmo quando os fatores reais e cotidianos surgem em sentido contrário às propostas de aprendizado.

4.4.2. Questionário final

O questionário consistiu em afirmativas que possuíam uma escala de 1 a 5, em que 1 significava discordância total e 5 concordância total, com relação a cada afirmativa proposta. Havia também a opção “Não sei” para o caso de algum aluno não ter conseguido atingir certo entendimento mais concreto quanto alguma das afirmativas.

As repostas dadas estão organizadas a baixo na forma de tabelas, sendo uma para cada questão, bem como as afirmativas que os alunos foram solicitados a manifestar seu grau de concordância e suas repostas:

a) O estudo da radioatividade pode ser explorado por outras disciplinas além da química, por envolver inúmeras questões éticas, ambientais ou referentes a saúde humana, entre outros temas.

Tabela 1. Questão (a)

Escala da resposta	1	2	3	4	5	Não sei
Número de alunos	0	0	2	2	1	0

b) A radioatividade é uma das descobertas mais importantes da ciência moderna.

Tabela 2. Questão (b)

Escala da resposta	1	2	3	4	5	Não sei
Número de alunos	0	0	1	1	3	0

c) A radioatividade foi descoberta por Marie Curie, mas não na forma de um trabalho isolado, mas sim com o auxílio de outras pessoas, assim como a influência dos trabalhos de outros cientistas da época.

Tabela 3. Questão (c)

Escala da resposta	1	2	3	4	5	Não sei
Número de alunos	0	0	0	4	1	0

d) Os recursos (textos, imagens e outros) utilizados no desenvolvimento desta aula auxiliaram o meu entendimento sobre radioatividade e sobre como se realiza uma pesquisa científica.

Tabela 4. Questão (d)

Escala da resposta	1	2	3	4	5	Não sei
Número de alunos	0	0	1	3	1	0

e) O desenvolvimento da aula permitiu que eu reconhece que em um processo científico há mais que as teorias da química, da física e da matemática, mas também influências sociais, psicológicas, políticas entre outras.

Tabela 5. Questão (e)

Escala da resposta	1	2	3	4	5	Não sei
Número de alunos	0	0	0	1	4	0

f) Entrar em contato com a biografia de Marie Curie foi interessante para mim, por entender o trabalho de um cientista e por me motivar a persistir nos meus objetivos de vida (como praticar uma profissão do meu interesse, ingressar num curso superior que eu goste, aprender música ou um esporte etc.).

Tabela 6. Questão (f)

Escala da resposta	1	2	3	4	5	Não sei
Número de alunos	0	0	1	1	2	1

4.4.3. Considerações sobre as respostas dos alunos

A partir dos resultados expostos a cima se pode discutir como os alunos entenderam os objetivos propostos, contidos na atividade, e que expressaram suas opiniões de forma direcionada. Considerou-se que as opiniões sobre cada um dos assuntos principais demonstraria, de forma relativa, qual o grau de compreensão dos alunos sobre a aula, além de ser um índice do contentamento dos alunos sobre a aula e sobre a atividade aplicada, sem, no entanto, especificar quais fatores foram determinantes para o contentamento, ou descontentamento, a cerca da forma da aula. Sem, ainda, especificar os fatores que influenciaram a opinião dos alunos sobre as afirmativas apresentadas ao final da atividade, se pode, ainda assim, discorrer sobre as possíveis causas que levaram os alunos a responderem concordando, ou

discordando, dessas afirmativas. Mas tudo isso tendo em vista que certas discussões são elucidadas a partir do material obtido.

O que se pode considerar sobre as respostas ao questionário final:

a) Houve uma concordância não acentuada, dos alunos em relação a afirmativa. Se o intuito era de que os participantes encontrassem por si mesmos as relações entre a química, a radioatividade, e as outras disciplinas, se nota que os alunos não se convenceram por completo quanto a estas relações. Considerando as observações anotadas se percebe que os alunos se mantiveram na dúvida contando sempre com o professor para orientar as respostas. O que os alunos mais manifestaram foi dúvida. Quando questionados verbalmente sobre o que achavam da relação entre a química e a radioatividade a resposta frequente era “deve ser”. Não se pode concluir qual o real motivo dessa dúvida, como, por exemplo, falta de motivação, falta de conteúdos necessários, algum problema na didática do professor, ou na maneira que a atividade foi aplicada.

A inferência mais plausível seria a de que a atividade despertou um interesse, que fez os alunos prestarem atenção, para ouvir e refletir sobre os assuntos propostos, mas não concluíram o processo de entendimento a ponto de expressar as relações que eles conseguiram assimilar e assim as dúvidas persistiram, tanto as dos alunos, quanto a problemática sobre as causas dessas dúvidas.

b) Os alunos se envolveram com a ideia de que a radioatividade é uma das mais importantes descobertas da ciência moderna. Isso pode estar relacionado com a forma abrangente como o assunto é tratado, nas diversas mídias, bem como na escola e outros meios de se relacionar com conhecimentos científicos. O que leva a crer que a opinião dos alunos se sustenta pela quantidade de vezes que o assunto é tratado e por ele aparecer numa frequência relativamente grande nos meios de comunicação. Isso junto com o nível de periculosidade inerente a utilização bélica da radioatividade e da energia nuclear.

Pode-se colocar também o interesse próprio dos alunos e o fascínio gerado pelo tema, o que evidencia que a manifestação positiva dos alunos quanto a importância da radioatividade para a ciência moderna, não está apenas centrada no fator quantitativo da ocorrência do tema nas diversas mídias.

Certamente que o entendimento sobre a natureza do átomo e as concepções de modelos atômicos aceitos pelo meio científico gera naturalmente um interesse e os alunos se deixaram levar por esse interesse, essa atenção, procurando compreender o trabalho de Marie, ao menos nesse aspecto da relevância da pesquisa por ela encabeçada para o desenvolvimento da ciência

c) Os alunos demonstraram grande concordância com a afirmativa sobre Marie ser auxiliada por outros cientistas, o que indica que houve uma compreensão maior sobre este tópico. Assim os alunos adquiriram sobre este fator da ciência, que é o trabalho coletivo, uma noção mais realista.

Isto deve primeiramente a atenção dos alunos, que mesmo não sendo completa, conseguiu atingir objetivos de aprendizagem. Aqui vale um reconhecimento daquilo que foi discutido em aula, durante a atividade. Sendo assim o papel do professor foi realizado em relação a este ponto dos assuntos tratados.

Outras considerações dizem respeito às condições na qual este processo se deu, o qual já foi esclarecido anteriormente. Pôde-se discutir com os alunos de ambas as salas a realidade do trabalho coletivo, fundamental na elaboração de qualquer trabalho científico. Houve respostas verbais dos alunos e um foco no convívio, pessoal e profissional, entre Pierre e Marie. Assim se conclui que este objetivo de aprendizagem foi alcançado, por se ater a um fator determinante na realização do trabalho científico e em qualquer tipo de trabalho, ou empreendimento.

d) Nota-se que os alunos apresentaram concordância acentuada, porém menor do que a apresentada na questão anterior. Os dados apresentados no questionário, concordam com a manifestação dos alunos, principalmente com relação as imagens apresentadas ao início e ao final da atividade.

Houve uma interação mais visível entre os alunos e o professor através da utilização de imagens em conjunto com o texto o que facilitou a comunicação e ampliou o repertório de linguagens para o ensino dos conteúdos apresentados. As imagens motivaram a participação dos alunos e trouxeram elementos a mais tanto para elucidar a narração do livro “GÊNIO OBSESSIVO” como para demonstrar aquilo que se faz em pesquisas em laboratórios de química e física melhorando a noção dos alunos.

Ainda é possível que o motivo de não haver uma concordância maior com a afirmativa se deva em parte pela dificuldade natural de relacionar imagem com texto de forma direta e imediata. Nem sempre é possível esperar de uma pessoa essa habilidade mental, que é desenvolvida pelo exercício, sendo que uma das propostas implícitas nesta atividade era justamente provocar este exercício. As respostas dos alunos podem ser interpretadas como coerentes com seu estágio de aprendizagem em desenvolvimento. Uma continuidade na utilização de recursos variadas e em diferentes linguagens poderia ampliar a concordância dos alunos com esta afirmativa e promover uma maior competência na interpretação relacionada entre textos e imagens.

As considerações a cima encontram respaldo nas técnicas compiladas por Doug Lemov (2012) que considera a estrutura das aulas e a cultura em sala de aula como ferramentas de ensino e de bons resultados na aprendizagem dos alunos. As técnicas “Proporção” e “Mais uma vez”, apresentadas pelo referido autor explicam que os alunos devem desenvolver capacidades cognitivas cada vez maiores, no decorrer de suas aulas e que as capacidades individuais podem ser desenvolvidas com exercícios. O autor

ainda considera sobre “a importância das rotinas” e que “rotinas firmes são o principal suporte de uma sala de aula eficiente e os alunos têm orgulho de saber que fazem as coisas corretamente” (LEMOV, 2012).

e) Sobre a afirmação de que a ciência não possui apenas influências baseadas nas ciências da natureza, mas também influências do âmbito das ciências sociais, os alunos demonstraram grande concordância e puderam expor o seu entendimento de forma clara, já que a maioria dos alunos disse através do questionário “concordar totalmente”.

Relacionando estas respostas com as respostas do segundo questionário, sobre os conteúdos da atividade, se pôde notar que os estudantes se mantiveram atentos principalmente às referências presentes no texto o que fez com que a compreensão dos fatores reais existentes na pesquisa científica, sendo esta exemplificada pela pesquisa de Marie Curie, se concretizasse.

Através das discussões também se pode notar essa compreensão dos alunos, manifesta por comentários dos alunos dizendo, em certos termos, como Marie Curie era determinada e inteligente para conseguir ser a primeira mulher a se graduar em química e física pela Sorbone, enfrentando preconceitos por ela ser uma mulher ocupando um papel social que, até então, apenas homens ocupavam. Ela enfrentou também a pobreza e a distância da família (GOLDSMITH, 2006) e os alunos consideraram todas estas questões assim como também o professor procurou ressaltar essas problemáticas para poder contextualizar o trabalho de Marie.

Apesar das dificuldades de atenção dos alunos, bem como as dificuldades de comunicação enfrentadas durante as discussões. Em certos casos houve ausência de comportamentos dos alunos que demonstrassem seu interesse pelo assunto em pauta durante as discussões, o que pode simplesmente refletir uma dificuldade em se expressar (LEMOV, 2012).

Mas enfim, o grupo demonstrou ter alcançado um dos objetivos de aprendizagem da atividade o que é um indicativo de que os outros objetivos podem ser alcançados, na medida em que se promovam as ações e condições para uma boa comunicação entre alunos e professor, no sentido de superar dificuldades e ampliar interações entre professor e alunos em aula (LEMOV, 2012. CUNHA 2012).

f) No aspecto da motivação os estudantes, enquanto grupo, não apresentaram coesão, mas sim repostas discrepantes. Não houve uma concordância do grupo quanto a atividade promover algum tipo de motivação. Evidente que apenas uma atividade não pode conter os elementos necessários para levar a reflexões importantes como profissão, família, mas mesmo não havendo, nesta atividade, nada que determine o rumo das decisões que os alunos levarão para suas vidas, ainda existe a influência exercida pelo processo de ensino e aprendizagem (CUNHA, 2012).

Enquanto 2 alunos demonstraram concordância máxima com a alternativa os outros 3 se mostraram menos motivados. Talvez uma melhor condução das discussões por parte do professor poderia ter sanado as dúvidas ia cerca dos aspectos do objetivo de aprendizagem ligados a esta questão. Outros aspectos a serem discutidos sobre esta afirmativa dizem respeito àquilo que o texto estudado mostrava como relevante em uma carreira profissional como determinação, persistência, trabalho em equipe, entre outros fatores. O que o texto mostrava pode ter sido compreendido pelos alunos, mas de uma forma ainda distante da realidade que eles veem como alunos adolescentes.

4.5. Visão crítica sobre os resultados

A ação promovida no intuito de diversificar a forma da aula com alguns métodos simples, no caso os já referidos textos e imagens, se mostrou útil e fez todos os alunos participantes apresentarem algum tipo de reação, mais ou menos ativa e perceptível. Alunos de personalidades e características diferentes se mostraram receptivos aos métodos apresentados. O que se ressalva é que os instrumentos de pesquisa poderiam ter sido melhor empregados com a realização de entrevistas, o uso de um questionário com perguntas dissertativas ao final da atividade, semelhante ao questionário inicial, para construir um melhor critério de comparação entre as ideias dos alunos antes e após a atividade. Um melhor planejamento das observações, juntamente com uma análise mais precisa, também são ressalvas a se fazer. Ainda assim foram percebidas mudanças de comportamento, como trocas de ideias dos alunos com o professor e manifestações de interesse espontâneo na realização das atividades. Os comportamentos apresentados pelos estudantes deram mostras de interesse e atenção por parte dos alunos sobre os conteúdos e sobre os diálogos com o professor.

Como exemplo vale lembrar que um dos alunos possui certo grau de deficiência intelectual e nunca participava das aulas, mas durante a atividade acompanhou a leitura realizada pelo professor e respondeu algumas perguntas feitas durante as discussões. Assim os alunos de um modo geral procuraram se integrar nos assuntos. Aqueles que não se concentravam procuraram ouvir e falar, mesmo que expressando ideias alternativas. Os mais ativos, porém dispersos, se concentraram por um pequeno espaço de tempo e fizeram muitas perguntas nesse intervalo. Aqueles que sempre procuram fazer as atividades em aula demonstraram um comportamento excelente recorrendo ao texto para embasar suas respostas. Assim se vê que as manifestações ocorreram e de forma relevante, dentro de uma abordagem qualitativa focada em obter dados descritivos e complementados pelos parâmetros esboçados pelas respostas dos questionários.

Além da visão sobre os resultados foi possível notar certos aspectos relevantes, que estão diretamente relacionados com a interação aluno-professor, mas que não estavam no foco desta pesquisa. Segundo Ludke e André (1986):

“Outro ponto importante nesta etapa [de análise dos dados] é a consideração tanto do conteúdo manifestado quanto do conteúdo latente do material. É preciso que a análise não se restrinja ao que está explícito no material, mas procure ir mais ao fundo, desvelando mensagens implícitas, dimensões contraditórias e temas sistematicamente ‘silenciados.’” (LUDKE & ANDRÉ, 1986, p. 48)

Como considerado a cima, na pesquisa qualitativa se pode notar certo “conteúdo latente” e um aspecto pode ser observado nesta investigação. No comportamento dos alunos participantes, o que se pode notar, foi a visão deles de que as realizações materiais e espirituais da vida estão, de alguma maneira, fora da realidade deles e que, portanto, não há motivos reais para se esforçar em sair dessa realidade. Ao mesmo tempo, refletindo sobre as dificuldades que eles enfrentam em seu cotidiano é de se pensar que eles já são pessoas que buscam algo melhor, pois, podendo desistir da escola eles vão, ainda que por vezes obrigados. A visão que muitos apresentam se liga com uma falta de perspectiva e de orientação quanto as possibilidades de mudança que eles podem realizar em si mesmos e no meio em que vivem. Mas as intervenções que os professores podem fazer, mesmo nas aulas rotineiras, são caminhos para abrir a visão dos alunos para as possibilidades que eles possuem em relação ao potencial de cada um.

4.6. Comparação com outros trabalhos sobre aulas baseadas no uso de biografias

Segundo Barp (2013) e Fabrício, Guimarães e Aires (2012), alguns aspectos relevantes sobre uma abordagem de aula que utilize história e biografia das ciências é a abertura de espaço para que professores de química enriquecerem suas aulas, tornando os conceitos químicos mais familiares aos alunos, trazendo elementos que despertem o interesse de turmas, como por exemplo as relações pessoais e profissionais entre Marie e Pierre (GOLDSMITH, 2006), ou entre Antoine Lavoisier e sua esposa (FABRÍCIO, GUIMARÃES & AIRES, 2012). Em todos os casos em que se utiliza a história e filosofia das ciências se encontra uma maior participação e interesse dos alunos, o que já é um motivo de maior estudo e aplicação desse tipo de abordagem.

Ainda é possível notar segundo Oki e Moradillo (2008) que “concepções ingênuas” dos alunos sobre alguns modelos, como o modelo atômico, ou sobre algumas abordagens históricas, como os estudos realizados pelos alquimistas, podem ser melhor evidenciados quando se utiliza uma abordagem explícita de conceitos de história e filosofia das ciências. O trabalho que se pode fazer em sala de aula sobre as “controvérsias científicas” é estimulado e positivo quando possibilita o reconhecimento da ciência como “atividade humana”.

5. Considerações finais

Esta pesquisa teve como ponto de partida a ideia de aplicar conceitos e concepções de ensino e de aprendizagem que foram estudadas pelo pesquisador durante o período de graduação. Todas as discussões e estudos que levaram a esta monografia se mesclam num conjunto de mudanças, de atitudes e de concepções, pessoais. Muitas pessoas influenciaram a elaboração desse trabalho. A principal influência foi o esclarecimento da necessidade de se fazer um trabalho aplicável em sala de aula, sem se deter numa perspectiva exclusivamente teórica, mas de alguma maneira contribuir para uma concepção de educação em química que una teoria e prática (THIOLLENT, 2007) .

Inicialmente os objetivos de pesquisa focavam na aplicação de conceitos de educação voltados para o ensino de história da química e das ciências e em promover ações que motivassem a participação em aula e a aprendizagem de alunos que estão envolvidos numa realidade escolar de carência social e econômica. Mas com o desenrolar de todo o processo de pesquisa se pode perceber que o verdadeiro objeto de análise não é a ação, ou o método, da aula, mas o perfil psicológico dos alunos, assim como o perfil sociológico das classes, ou seja, como as classes reagem ao tipo de atividade realizada em aula, de acordo com suas características intelectuais e emocionais. Se ao início da atividade se buscava promover uma motivação para que os alunos manifestassem suas capacidades de aprendizagem e de participação em aula, ao final se pode notar que essas manifestação ocorreram naturalmente e que a preocupação maior na aplicação de determinado modelo de aula é a reação dos alunos, a interação entre eles e o professor. Como esta preocupação esteve presente durante todo o desenrolar da pesquisa, o fato é que se pode notar que este aspecto da análise é a prioridade, o foco de observação.

Os alunos, já possuindo sua própria vivência, sempre manifestarão, das mais diversas formas, suas experiências e aptidões e o desafio da pesquisa no ensino é de esclarecer o que são e como ocorrem essas manifestações, contribuindo para elucidar o perfil dos alunos e das classes objetos de estudo. Juntamente com estas considerações vem a necessidade de conhecer o perfil do professor sua forma de ação, suas concepções de ensino e sua visão sobre as pessoas (LEMOV, 2012; CUNHA 2012) . No caso, uma análise sobre o perfil e ação do professor não pôde ser feita de forma aprofundada devido ao pesquisador atuar também como professor nesta investigação.

Uma escolha voltada para a análise da aula de um segundo professor, sendo o pesquisador um auxiliar na aplicação da atividade (THIOLLENT, 2007) teria dado mais base para esta investigação e para os dados coletados, além de ampliar o nível de organização tanto do planejamento, quanto da aplicação, quanto da análise final. Ainda assim vale rever os motivos da escolha do método utilizado: a disponibilidade de tempo, tanto do pesquisador quanto dos participantes, os recursos disponíveis, as dificuldades apresentadas diante de uma possível pesquisa mais aprofundada. Uma consideração importante é que sem os estudos, ações e resultados promovidos por esta pesquisa estas considerações não surgiriam e não haveria qualquer ponderação daquilo que foi realizado, daquilo que não foi realizado e das dificuldades reais do método de pesquisa escolhido. Resultados positivos e negativos, possibilidades e dificuldades apresentadas pelo método de investigação, pelo pesquisador e pelo objeto de estudo, são os aspectos necessários para o exercício de estudo, pesquisa e aprimoramento referentes aos conhecimentos sobre educação em química e ciências.

O uso da biografia de Marie possibilitou a interação de conceitos e fatos históricos, além da discussão dos fatores sociais envolvidos, como o preconceito contra a mulher e os preconceitos sociais. Os alunos e o professor puderam relacionar de forma verbal várias ideias a partir dos fatos apresentados pelo texto, e os conceitos científicos foram apresentados em sua perspectiva contextualizada e histórica com os fatos que possibilitaram o seu surgimento. As comparações entre a realidade enfrentada pelos alunos com a infância de Marie não despertou muitas manifestações diferentes daquilo que os alunos comentam normalmente em aula, mas se pode notar pelo interesse demonstrado na forma de pequenas atitudes que houve algum tipo de identificação.

Por fim, esta pesquisa se mostrou útil e proveitosa, na medida em que possibilitou uma ação de intervenção direta na realidade de alunos que poderiam permanecer distantes das ideias colocadas em aula, e aplicadas através da atividade efetuada. O uso de recursos da própria escola foi de grande valor, sobretudo o livro "GÊNIO OBSESSIVO" que possibilitou uma visão mais ampla da química e das ciências da natureza para os alunos e também para o professor-pesquisador.

Por fim, a análise do "conteúdo latente" (LUDKE & ANDRÉ, 1986) referente às possíveis aspirações dos alunos participantes se mostrou como um dos maiores ganhos, tanto do ponto de vista do conhecimento prático referente ao ensino e educação em química e ciências como do ponto de vista humano e interpessoal, pois evidenciou o potencial humano que se pode encontrar em escolas onde as dificuldades sociais existem, mas não são barreiras definitivas para a promoção da educação. Ao contrário,

a educação se mostra com todo o seu potencial de realização e dentro de uma visão que une teoria e prática educativas, numa perspectiva realista sobre o desenvolvimento dos alunos como sujeitos sociais.

6. Referências bibliográficas

- BALDISSERA, A., Pesquisa-ação: uma metodologia do “conhecer” e do “agir” coletivo, **Sociedade em debate Pelotas**, v. 7, n. 2, P. 1 A 25, 2001.
- GODOY, A. S., Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades, **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.
- MORTIMER E. F., Santos W. L. P., A Dimensão social do ensino de química - Um estudo exploratório da visão de professores, In: II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 1999.
- BARP, E., Contribuições da História da ciência para o ensino da química: Uma Proposta para Trabalhar o Tópico Radioatividade, IV JORNADA DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E ENSINO, 2013.
- OKI, M. C. M., MORADILLO, E. F., O ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência, **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 67-68, 2008.
- FABRÍCIO, C. M., GUIMARÃES, L. M., AIRES, J. A., Abordagem de história e filosofia da ciência no ensino de química por meio da biografia de Lavoisier, XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA e X ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA, 2012.
- ENGEL, G. I., Pesquisa-ação, **Educar em revista**, n. 16, p. 181-191, 2000.
- WARTHA., E., SILVA, E. L., BEJARANO, N. R. R., Cotidiano e contextualização no ensino de química, **Química Nova na escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.
- ROSA, C. A. R., **História da ciência – volume II – tomo II: O pensamento científico e a ciência no século XIX**, Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 375 p., 2012.
- FRANCISCO JUNIOR, W. E., Estratégias de leitura e educação química: que relações?, **Química nova na escola**, v. 32, n. 4, 2010.
- GÜNTHER, H., Como elaborar um questionário (série: planejamento de pesquisa nas ciências sociais, n. 1), Brasília: **Laboratório de psicologia ambiental**, 2003. URL: www.psi-ambiental.net/pdf/01Questionario.pdf
- LUDKE, M., ANDRÉ, M. E. D. A., **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**, Rio de Janeiro: E. P. U. - Editora Pedagógica e Universitária, selo do GEN – Grupo Editorial Nacional, 99 p., 1986.
- CUNHA, M. I., **O bom professor e sua prática**, Campinas: Papyrus Editora, 159 p., 2012.
- TARDIF, M., LESSARD, C., **O trabalho docente – elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas**, Petrópolis: Editora Vozes, 317 p., 2005.
- THIOLLENT, M., **Metodologia da pesquisa-ação**, São Paulo: Cortez Editora, 132 p., 2007.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**, 3 ed. Lisboa: Edições 70, 225 p., 1977.
- BENEDICTO, E. P. C., **Humor no ensino de química**, 2013. 114 f., Dissertação (Mestrado em química analítica e inorgânica) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.
- GOLDSMITH, B., **Gênio obsessivo: O mundo interior de Marie Curie**, São Paulo: Companhia das Letras, 222 p., 2006.
- BIRCH, B., **Marie Curie e a busca pelo rádio**, Blumenau: Editora Eko, 46 p., 1994.
- DESCARTES, R., **Discursos sobre o método**, São Paulo: Atena Editora, 95 p., 1960.
- KARDEC, A., **A gênese: os milagres e as predições segundo o espiritismo**, Araras: Instituto de Difusão Espírita, 277 p., 1992.

LEMOV, D., **Aula nota 10**, São Paulo: Editora Boa Prosa, 446 p., 2013.

MARTINS, H. H. T. S., Metodologia qualitativa de pesquisa, **Educação e Pesquisa**, São paulo, v. 30, n. 2, p. 289-300, maio/agosto, 2004.

Sítios acessados:

<http://novomundoradiologico.blogspot.com.br/2012_11_01_archive.html> acessado em 14/10/2014

<<http://www.saatini.com/view/29562/Mengekspos+yang+tak+terlihat>> acessado em 14/10/2014

Apêndice A – Plano de Aula

A radioatividade e a biografia de Marie Curie

1. Objetivos

1.1. Objetivos gerais

- Aprofundamento dos conhecimentos relativos à radioatividade e aos elementos químicos radioativos abordando o processo histórico da descoberta material desses fenômenos e do contexto humano e social que envolveu esse processo.
- Elucidação de conceitos químicos e físicos que envolveram a pesquisa referente aos raios-X e aos fenômenos da radiação.
- Abordagem sobre a evolução da Teoria Atômica e dos Modelos Atômicos do ponto de vista histórico e social a partir da história das personagens envolvidas como Pierre Curie, Rutherford, Thomson, mas principalmente focando em Marie Curie.

1.2. Objetivos específicos

- Ensino do conceito de radioatividade.
- Ensino do conceito de elemento químico radioativo.
- Ensino sobre os modelos atômicos de Rutherford e Bohr
- Elucidar o processo de trabalho científico.
- Esclarecer como a química é uma atividade humana e dependente das relações humanas.
- Esclarecer sobre os efeitos benéficos e maléficos dos fenômenos radioativos.
- Mostrar a química como um ramo do conhecimento humano e não uma “ciência do mal”.
- Mostrar o cientista como um pesquisador e um ser humano não isolado dos fenômenos sociais.

2. Desenvolvimento

Esta aula consiste na leitura de trechos da biografia de Marie Curie, intitulada “Gênio obsessivo: O mundo interior de Marie Curie”, com utilização de imagens da biografia ilustrada “Marie Curie e a busca pelo rádio”.

As etapas de desenvolvimento da atividade serão as seguintes:

1ª) Inicialmente será explicado aos alunos quais os motivos da realização da atividade e quais os conteúdos que deverão ser abordados durante a aula, bem como a apresentação de imagens que remetam os alunos ao tema de radioatividade.

2ª) Então será dado aos alunos um questionário para saber as ideias prévias dos mesmos referentes aos conhecimentos sobre radioatividade e as influências que a mídia, a escola, entre outras possíveis instituições, exercem sobre o conhecimento dos participantes.

3ª) Após isso será realizada a entrega dos textos para estudo, a saber: os capítulos 06 e 18 do livro “Gênio Obsessivo” que tratam, respectivamente, sobre a descoberta da radioatividade e do elemento rádio, e a utilidade do rádio e dos aparelhos de raios-X na Primeira Guerra mundial.

4ª) Será explicado o contexto da Primeira Guerra Mundial e quais foram as influências do momento histórico no desenvolvimento da ciência.

5ª) Em seguida a leitura de cada texto serão realizadas atividades com questões para avaliação sobre o que os alunos apreenderam dos textos lidos. Também haverá uma atividade com algumas ilustrações do livro “Marie Curie e a busca pelo rádio” para que os alunos relacionem estas ilustrações com os respectivos trechos dos textos biográficos.

6ª) Será realizada uma atividade final com uma história em quadrinho para saber se os alunos conseguiram compreender os conceitos de radioatividade e elemento químico radioativo, finalizando com um questionário voltado para demonstrar a mudança que houve nas concepções dos alunos em comparação com suas ideias prévias analisadas anteriormente.

3. Recursos

- Textos retirados da biografia “Gênio obsessivo: O mundo interior de Marie Curie”
- Imagens, incluindo ilustrações de livros

4. Avaliação

4.1. Atividade: A descoberta da radioatividade por Marie e Pierre Curie

- 1) Quais as semelhanças e as diferenças entre a vida de um cientista, como Pierre ou Marie, para a vida de uma pessoa qualquer?
- 2) Qual foi o tema da pesquisa realizada por Marie Curie? Qual era seu objetivo no início da pesquisa?
- 3) Qual foi a metodologia adotada por Marie para realizar sua pesquisa? Quais equipamentos e materiais ela usou? Como você descreveria estes equipamentos?
- 4) O que ela descobriu nessa investigação? O que havia de comum, ou de especial, em Marie, ou nos materiais, equipamentos e procedimentos por ela utilizados? Qual a importância das descobertas de Marie para a ciência?
- 5) Como o átomo era entendido pelos cientistas até a descoberta da radioatividade e do elétron, descoberto por J. J. Thomson?
- 6) O trabalho de Marie foi aceito pelos cientistas da época? O fato dela ser mulher influenciava a relevância de suas descobertas?

4.2. Atividade: O rádio e a participação de Marie Curie na Primeira Guerra Mundial

- 1) Por que o composto de rádio transportado por Marie foi armazenado em chumbo? Por que o estoque de rádio da Sr.^a Curie era de brometo de rádio (RaBr_2 , uma substância composta) e não de rádio puro? Qual propriedade da matéria regula a relação entre a massa e o volume de chumbo? Esta propriedade serve para qualquer substância?
- 2) Qual a importância do rádio para a França na época da Primeira Grande Guerra? Por que este país não queria que a Alemanha se apossasse do rádio?
- 3) Como a guerra interferiu nos trabalhos científicos europeus e nas relações entre os pesquisadores dos diferentes países?
- 4) Descreva a opinião da Sr.^a Curie sobre a guerra e a evolução humana? Qual a sua opinião sobre estes dois assuntos?
- 5) Qual a maior contribuição de Marie Curie e sua filha Irène no esforço de guerra francês? Explique como funciona o aparelho por elas desenvolvido e como elas realizavam o auxílio em campo?
- 6) Qual foi a contribuição das mulheres no esforço de guerra? Essa contribuição alterou a situação das mulheres na França, ou na Europa?
- 7) Qual outra invenção foi concebida durante a Primeira Grande Guerra e quem a inventou?

4.3. Atividade: Relacionar ilustrações da vida e pesquisa de Marie Curie com trechos de sua biografia

Serão copiadas algumas ilustrações do livro “Marie Curie e a busca pelo rádio” para que os alunos relacionem com trechos da biografia “Gênio obsessivo”.

4.4. Questionário

Questionário para comparar as ideias dos alunos sobre os conceitos e conteúdos compreendidos pelos alunos após a aula e em comparação com suas ideias prévias.

5. Referências bibliográficas

- Barbara Goldsmith, “Gênio obsessivo: O mundo interior de Marie Curie”;
- Beverly Birch, “Marie Curie e a busca pelo rádio”

Apêndice B – Questionário Inicial

Idéias prévios sobre radioatividade e a atividade científica

- 1) Qual seu primeiro contato com o termo radioatividade? Na escola, na televisão, no cinema, em história em quadrinhos ou por outro meio?

- 2) O que você entende sobre radiação, ou radioatividade? Esta é um tipo de energia?

- 3) A radioatividade é uma matéria estudada somente em química, ou também está ligada a outras disciplinas? Se sim, quais são essas disciplinas? Explique como a radioatividade está ligada com estas disciplinas.

- 4) Qual, ou quais, as utilidades da radioatividade na sociedade humana?

- 5) Quem descobriu a radioatividade e por que meio?

- 6) Explique as características principais de uma pesquisa (investigação) científica e como se defini um trabalho como pesquisa científica?

- 7) Como a Ciência e a pesquisa científica interferem na vida do ser humano?

- 8) Como as relações sociais determinam o tipo, os destinos e a utilidade das pesquisas científicas?

- 9) Como os preconceitos sociais e as divergências políticas podem prejudicar ou beneficiar de algum modo a Ciência?

Apêndice C – Questionário: lista de exercícios**Atividade: A descoberta da radioatividade por Marie e Pierre Curie; O rádio e a participação de Marie Curie na Primeira Guerra Mundial**

- 1) Quais as semelhanças e as diferenças entre a vida de um cientista, como Pierre ou Marie, para a vida de uma pessoa qualquer?

- 2) Qual foi o tema da pesquisa realizada por Marie Curie? Qual era seu objetivo no início da pesquisa?

- 3) O que ela descobriu nessa investigação? O que havia de comum, ou de especial, em Marie, ou nos materiais, equipamentos e procedimentos por ela utilizados? Qual a importância das descobertas de Marie para a ciência?

- 4) O trabalho de Marie foi aceito pelos cientistas da época? O fato dela ser mulher influenciava a relevância de suas descobertas?

- 5) Qual a importância do rádio para a França na época da Primeira Grande Guerra? Por que este país não queria que a Alemanha se apossasse do rádio?

- 6) Como a guerra interferiu nos trabalhos científicos europeus e nas relações entre os pesquisadores dos diferentes países?

- 7) Descreva a opinião da Sr.^a Curie sobre a guerra e a evolução humana? Qual a sua opinião sobre estes dois assuntos?

- 8) Explique como funciona o aparelho por elas desenvolvido e como elas realizavam o auxílio em campo?

- 9) Marque no texto o trecho que corresponde com as ilustrações apresentadas pelo professor.

Apêndice D – Questionário final**A descoberta da radioatividade e a biografia de Marie Curie****Questionário final: Avaliação da aprendizagem dos alunos e do desenvolvimento da aula**

Atribua um valor de 1 a 6 para as afirmativas a baixo de acordo com o seu grau de concordância, sendo que 1 significa “Descordo Totalmente” e 6 significa “Concordo Totalmente”:

a) O estudo da radioatividade pode ser exeporado por outras disciplinas além da química, por envolver enúmeras questões éticas, ambientais ou referentes a saúde humana, entre outros temas.

1() 2() 3() 4() 5() Não sei ()

b) A radioatividade é uma das descobertas mais importantes da ciência moderna.

1() 2() 3() 4() 5() Não sei ()

c) A radioatividade foi descoberta por Marie Curie, mas não na forma de um trabalho isolado, mas sim com o auxilio de outras pessoas, assim como a influência dos trabalhos de outros cientistas da época.

1() 2() 3() 4() 5() Não sei ()

d) Os recursos (textos, imagens e outros) utilizados no desenvolvimento desta aula auxiliaram o meu entendimento sobre radioatividade e sobre como se realiza uma pesquisa científica.

1() 2() 3() 4() 5() Não sei ()

e) O desenvolvimento da aula permitiu que eu reconhecesse que em um processo científico há mais que as teorias da química, da física e da matemática, mas também influências sociais, psicológicas, políticas entre outras.

1() 2() 3() 4() 5() Não sei ()

f) Entrar em contato com a biografia de Marie Curie foi interessante para mim, por entender o trabalho de um cientista e por me motivar a persistir nos meus objetivos de vida (como praticar uma profissão do meu interesse, ingressar num curso superior que eu goste, aprender música ou um esporte etc.)

1() 2() 3() 4() 5() Não sei ()

Apêndice E – Imagens utilizadas ao início da aula



Figura 01



Figura 02



Figura 03



Figura 04



Figura 05



Figura 06

Apêndice F – Trechos do livro “Gênio obsessivo: o mundo interior de Marie Curie”

Capítulos 06 e 18, arquivos capitulo 06.TIF e capitulo18.TIF

Apêndice G – Ilustrações do livro “Marie Curie e a busca pelo rádio”

Pasta APR-13-2015, imagens 080024, 080137, 080235, 080326, 080419, 080500.