

Análise de uma Proposta Didática sobre radioatividade a partir da História e Filosofia da Ciência

Analysis of a Proposed Teaching on radioactivity from the History and Philosophy of Science

Patrícia S. Costa¹, Alessandra A. Cunha², Joanez A. Ares³.

¹ptrc.slvst@gmail.com, ²alecunha@gmail.com, ³joanez@ufpr.br

^{1,2,3}Universidade Federal do Paraná, Dep. de Química (DQ/UFPR) e ³Núcleo de Educação em Química – Centro Politécnico, jardim das Américas, CEP 81531-990, Curitiba, PR, Brasil.

Resumo

O presente trabalho apresenta e analisa os resultados da aplicação de uma proposta de utilização da História e Filosofia da Ciência (HFC) no Ensino de Química a partir da temática radioatividade, para alunos do ensino médio. A HFC é um fator facilitador do processo de ensino-aprendizagem sobre ciência, porque aborda seus aspectos históricos e sociais, (CHASSOT, 2001) dando uma visão de ciência como sendo uma construção humana e um processo não linear, onde não há espaço para a existência de verdades definitivas e irrevogáveis, sendo, portanto o conhecimento científico passível de rupturas. Para a análise dos resultados, elaboramos dois questionários que foram aplicados aos alunos participantes, com isto, percebeu-se que o uso da HFC facilitou na introdução do tema e contribuiu para desmistificar a ciência e o cientista à visão dos alunos.

Palavras chaves: História e Filosofia da Ciência, Radioatividade, Ensino de Ciência.

Abstract

This paper presents and analyzes the results of a proposal use of History and Philosophy of Science (HSP) in the teaching of chemistry based on the radioactivity theme, for high school students. The HSP is a facilitator of the process of teaching-learning about science, because it addresses aspects of social and historical, showing a view of science as a human construction and a non-linear process that has no space for the existence of final truths and irrevocable, therefore scientific knowledge is subject to change. To analyze the results, two questionnaires were administered to students involved, it was noticed, that the use of HSP facilitated the introduction of the subject and helped to demystify the science and the scientist the of view of students.

Key Word: History and Philosophy of Science, Radioactivity, Teaching of Chemistry.

INTRODUÇÃO

A preocupação com a qualidade do ensino de ciências e com a formação científica dos estudantes está cada vez mais recorrente. Autores como Paixão e Cachapuz (2003); Freire Junior (2002); Leite,(2002); Wang e Marsh, (2002); Niaz, (2001); Solbes e Traves, (1996), defendem que o uso da HFC pode contribuir significativamente com essa melhora. A UFPR por meio do programa PIBID- Bolsa de Iniciação e Incentivo à Docência tem oferecido aos seus graduandos de licenciatura em química a oportunidade de estarem em contato com as pesquisas relacionadas a utilização da História e Filosofia da Ciência no ensino de química. Neste trabalho são apresentados os resultados da aplicação de uma proposta de utilização da HFC para o ensino de radioatividade, a qual foi aplicada em uma escola pública de Curitiba da rede de ensino do Paraná, no final do ano letivo de 2010, para uma turma com alunos de 1º e 2º série do Ensino Médio.¹

Fundamentação Teórica

O principal objetivo da educação em química é ajudar os estudantes a construir um entendimento significativo da natureza e das transformações da matéria. Sendo assim, o conhecimento de onde estas idéias vêm e como elas foram construídas através do tempo poderão ser úteis aos estudantes na construção desse entendimento. Os estudantes poderão assim, ter a habilidade de conectar os conhecimentos químicos recentemente aprendidos com os seus conhecimentos anteriores e com o conhecimento histórico coletivo da comunidade química global (MARTOTANO apud WANDERSEE & GRIFFARD, 2002. p.29-4.)

Neste prisma, a HFC pode ser uma importante aliada pois se baseia em uma abordagem do contexto histórico no qual se deram as descobertas científicas, sendo assim, há uma maior compreensão dos impactos sociais e culturais dessas descobertas. Além disso, a inclusão da HFC no ensino possibilita desenvolver nos estudantes habilidades que os permitam compreender: a importância da utilização de modelos para a ciência, levando os a um entendimento de que esses são representações do real e não o real; perceber que a ciência é uma construção humana; dar a noção de provisoriedade da ciência, mostrando que esta não é imutável, não se desenvolve linearmente, mas sim por meio de rupturas, desmistificar a visão estereotipada de que cientistas são seres malucos, iluminados, etc.; desmistificar a concepção de que o método empírico-indutivista é o único meio de se alcançar a “verdade”; relacionar o fato científico/lei/teoria com as questões éticas, sociais, políticas, econômicas, filosóficas e históricas da época em que daquele fato/lei/teoria foram gerados. Para melhor entender os conceitos da ciência atual defende-se que conhecer a história da ciência faz-se necessário, pois esta

Pode mostrar em detalhe alguns momentos de transformação profunda da ciência e indicar quais foram as relações sociais, econômicas e políticas que entraram em jogo, quais foram as resistências à transformação e que setores trataram de impedir a mudança. Essa análise pode dar as ferramentas conceituais para que os alunos compreendam a situação atual da ciência, sua ideologia dominante e os setores que a controlam e que se beneficiam da atividade científica. (GAGLIARDI & GIORDAN, 1986, p. 254 apud BASTOS, 1998, p. 34).

A visão estereotipada do cientista tem sido corroborada pela mídia que frequentemente o apresenta como louco. (VÁZQUEZ ALONSO e MANASSERO MAS, 1999; PÉREZ et al, 2001; FERNÁNDEZ et al, 2002; KOMINSKY e GIORDAN, 2002; REIS, RODRIGUES e

¹ As aulas foram aplicadas no período de contraturno, a turma foi composta por alunos do 1º e 2º ano do ensino médio.

SANTOS, 2006; REIS e GALVÃO, 2006; PECHULA, 2007). Alguns pesquisadores como Chassot (2001) defendem o uso da HFC para desmistificar essa visão de ciência e cientista, já que facilita a alfabetização científica de um indivíduo. Chassot ressalta que o conteúdo deve contribuir com o entendimento e a construção dos conhecimentos de química, enfatiza a busca de um ensino mais histórico, que mostre a natureza do conhecimento químico e como essa ciência pactua e fixa esse conhecimento. A inclusão da HFC no ensino é vantajosa, pois pode: Humanizar as Ciências e aproxima-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; Podem tornar as aulas de Ciências mais desafiadoras e reflexivas, incentivando o pensamento crítico; Contribuem para o entendimento mais integral da matéria científica, tornando-a mais significativa para o sujeito. (AYRES apud MATTHEW, 1995) Porém o uso da HFC enfrenta alguns obstáculos, os livros didáticos que são uma das principais ferramentas para a disseminação do conhecimento, apresentam os acontecimentos científicos de forma distorcida, sem uma continuidade entre o passado e o presente, sendo a abordagem indutivista a predominante (BORGES, 2007) o que contribui para que muitos estudantes compartilhem o pensamento de que a ciência resume-se a apenas a cálculos (WHITAKER, 1979). Problemas de distorção e simplificação da história devido à presença de uma abordagem indutivista, levam à crença de que as teorias são construídas somente a partir de um experimento (SILVA e MOURA, 2008; OKI e MORADILLO, 2008). Brush (1974) afirma que a atividade experimental é reconhecida como sendo a autoridade devido à grande ênfase dada pelos livros-texto ao caráter experimental das ciências. É comum a ciência fazer uso de modelos como representação do real. Conforme novos estudos surgem, determinados modelos são modificados ou até mesmo abandonados, por isso é importante que os alunos sejam capazes de relacionar os diferentes modelos existentes com o contexto histórico em que se deu o progresso da ciência, desta forma entenderão que o progresso científico ocorre via debates e controvérsias, sendo estes os motivos que levaram alguns modelos a serem abandonados e outros modificados. A educação científica deve garantir que os estudantes adquiriram uma visão adequada do que envolve a natureza da ciência (PETRUCCI; DIBAR URE, 2001). Para isto, o ensino de ciências deve proporcionar uma maior compreensão de como se constrói o conhecimento produzido pela ciência, os métodos por ela utilizados para consolidar este conhecimento, sua intimidade com a tecnologia, bem como as relações ciência-sociedade e sua contribuição para o progresso de um povo (ACEVEDO DÍAZ ET AL, 2005).

Metodologia

Com base na escolha do texto clássico intitulado *The Nature of the α Particle from Radioactive Substances* (A natureza das partículas alfa nas substâncias radioativas) de Rutherford e Roys (1909), elaborou-se uma unidade didática (UD) a qual foi aplicada em uma sequência de 08 aulas comtempalhando a temática Radioatividade, que objetivaram não só tratar dos conteúdos químicos específicos presentes no artigo, mas também fazer os alunos refletirem sobre como se dá o processo de construção do conhecimento científico desmitificando a visão do senso comum sobre o cientista. A UD foi aplicada no Colégio Estadual Jardim Esperança, situado no município de Colombo, região metropolitana de Curitiba/PR, para uma turma com alunos de 1º e 2º série do Ensino Médio no final do ano letivo de 2010. A análise da proposta foi realizada mediante a aplicação de dois questionários que abordam a concepção de ciência, cientista, aspectos sobre a construção do conhecimento científico e conceitos específicos sobre a radioatividade. No início das atividades aplicou-se o questionário inicial do qual participaram 21 alunos, tinha por objetivo levantar as concepções prévias dos estudantes sobre ciência, sua visão do cientista e conhecimentos prévios sobre a temática radioatividade. No último dia de atividades, os alunos responderam o questionário final que compunha questões específicas sobre o tema da UD e as mesmas questões iniciais do

primeiro questionário, o que possibilitou avaliar se houve mudança de conceitos sobre ciência e cientista.²

Análise dos resultados

Para a análise dos resultados montou-se um quadro com a quantidade de respostas e exemplos destas para os questionários inicial e final. As primeiras quatro questões dos dois questionários tinham por objetivo perceber qual a visão os alunos possuem de ciência e cientista conforme pode ser observado nos quadros abaixo.

Questionario inicial			Questionário final		
1º questão: Você gostaria de ser um cientista? Justifique.			1º questão: Você gostaria de ser um cientista? Justifique.		
Respostas	Quant	Exemplos	Respostas	Quant	Exemplos
Não	15	“... não tem interesse...” A1; “... não gosta...” A2; “... não gosta de cálculo...”A3.	Não	08	“... profissão que exige muita responsabilidade...”A1; “... não se interessa pela forma trabalho...”A2; “... se interessa por outra profissão...”A3.
Sim	04	“... ajudar no cotidiano...”A1; “... aprender sobre os elementos químicos...”A2; “...criar coisas novas...”A3,	Sim	05	“... fazer novas descobertas...”; “... é uma profissão normal, como qualquer outra...”; “... adquirir conhecimentos que ajudem no cotidiano...”
Não sei	02				

2º questão: Em sua opinião os cientistas colaboram uns com os outros, trocam informações ou trabalham sozinhos isolados?		2º questão: Em sua opinião os cientistas colaboram uns com os outros, trocam informações ou trabalham sozinhos isolados?		
Quant	Exemplos	Respostas	Quant	Exemplos
10	“... Colaboram uns com os outros e trocam informações...”A1	“... Trocam informações...”A1	11	“... trabalham em equipe colaboram uns com os outros...”A1
06	“... Trabalham sozinhos...”A2	“... Nem todos trocam informações...”A2	01	“... Alguns trabalham sozinhos, outros em conjunto...”A2
04	“... Depende do cientista...”A3	“... Não trocam informações...”A3	01	“... São egoístas e querem todo mérito para

² As aulas ocorreram no período de contraturno, é provável que devido a esse fato no questionário final participaram apenas 13 estudantes.

				si..."A3
01	"... Trabalham sozinhos, mas trocam informações se precisar..."A4			

O objetivo dessas duas questões é perceber qual a concepção que os alunos possuem do trabalho do cientista. No questionário inicial, a maioria dos estudantes responderam que não gostariam de ser um cientista por compartilharem uma visão de que a ciência se resume a cálculos. Isso pode ser consequência da forma como a ciência tem sido expostas nos livros didáticos, em que o método empírico-indutivista trás a idéia de que a observação culmina na obtenção de uma nova lei ou teoria científica puramente de maneira mecânica. (WHITAKER, 1979). Os que desejam serem cientistas o fazem por curiosidade em descobrir coisas novas demonstrando assim uma visão invencionista da ciência. Com relação a forma como um cientista trabalha, a maior parte dos alunos tem a noção de que os cientistas não trabalham sozinhos, mas de que a ciência se dá com a colaboração entre os cientistas evidenciando assim a ciência como uma construção humana. Comparando as respostas inicial com as do questionário final, percebe-se que os alunos mudaram um pouco a sua visão sobre o trabalho dos cientistas, 05 dos estudantes responderam que querem se tornar um cientista, e justificam sua resposta relacionando a ciência não apenas a cálculos, mas como algo importante para a sociedade. Os alunos que responderam não ter interesse em ser cientista, justificaram sua resposta baseando-se na responsabilidade associada à profissão demonstrando assim, que compreendem a importância que o cientista tem na sociedade. Outros manifestaram o desejo de seguir outra profissão por isso ser um cientista não lhes agradariam.

3º questão: O Fato de um produto ser cientificamente comprovado interfere na sua decisão de compra?			3º questão: O Fato de um produto ser cientificamente comprovado interfere na sua decisão de compra?		
Respostas	Quant	Exemplos	Respostas	Quant	Exemplos
Sim	11	"... está comprovado por especialistas..."A1; "... se não for comprovado pode fazer mal..."A2; "... só se for algum alimento ou produto de higiene pessoal..."A3; "assim poderemos saber se o produto funciona..."A4	Não interfere	07	"... não se importa se é ou não cientificamente comprovado..." A1"... depende da qualidade do produto"... A2
Não	08	"... compro porque preciso e não porque é comprovado cientificamente..."A1; "... posso estar comprando um produto com falsas informações..."A2	Sim, interfere	03	"... segue as recomendações do fabricante..."A1; "na compra de produtos de higiene pessoal..."A2
Talvez/nem sempre	02	Não citaram	Nem sempre interfere	03	"depende o tipo de produto..."A1

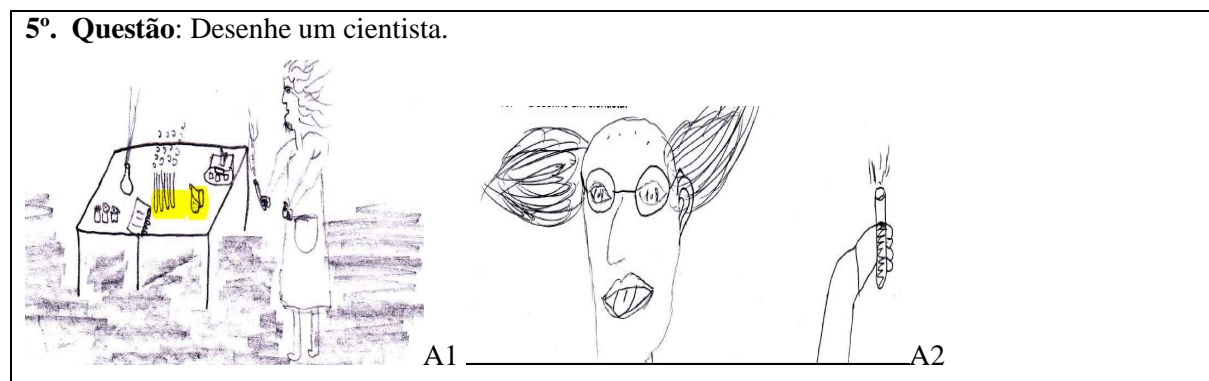
Inicialmente 11 dos estudantes demonstraram confiar em produtos que são cientificamente comprovados, isso é evidenciado nos exemplos de respostas tais como: "... está comprovado

por especialistas"... "A1;"..assim poderemos saber se o produto funciona..."A4. Essas respostas também evidenciam que alguns estudantes não reconhecem métodos não-experimentais como cientificamente válidos. Uma razão forte que apóia essa linha de pensamento dos estudantes é o fato da atividade experimental exercer uma reconhecida autoridade devido à ênfase dada pelos livros-texto ao caráter experimental das ciências (Brush, 1974). No questionário final observa-se nas respostas apresentadas no quadro acima, que a maioria dos alunos afirmaram não levar em consideração na hora de escolher um produto se este é comprovado cientificamente.

4º questão: Por que você acha que existem diferentes modelos atômicos?			4º questão: Por que você acha que existem diferentes modelos atômicos?		
Respostas	Quant	Exemplos	Respostas	Quant	Exemplos
Não respondeu/ não sabe	12		Individualidade	06	"... cada cientista tem um raciocínio diferente, por isso cada um tem um modelo atômico..."A1; "... cada um tinha seu modelo atômico..."A2; "... porque foram criados por diferentes pessoas..." A3; "... cada átomo foi criado por tipos diferentes de cientistas..."A4; "... cada cientista estuda do seu jeito..."A5
Cientistas com diferentes opiniões	05	"... existem vários cientistas, pode ser que cada um deles tenham inventado um modelo..."A1; "... cada cientista pensava que o átomo era de um jeito..."	Avanço tecnológico ou época da descoberta	03	"... com novas pesquisas foram descobertos novos modelos..."A1 "... evoluíram com o decorrer do tempo..." A2; "... surgiram outros modelos para simplificar e melhorar o antigo..."A3; "... a tecnologia melhorava e as pesquisas melhoravam..."A4
Modelos precisam ser melhorados/ avanço da tecnologia	02	"... os estudos hoje em dia são muito avançados..."A1; "... foram surgindo outros melhores..."A2	Evasiva	02	"sim vários" "porque o átomo é divisível"
Facilita a compreensão	01	"... com dois tipos de explicação fica mais fácil de compreender..."A1	Diferentes funções	01	"... cada modelo serve para alguma coisa diferente..."A1
Os modelos atômicos não são iguais	01	"... modelos atômicos são totalmente diferentes..."A1	Interesse do cientista	01	"... quem inventou o primeiro modelo não quis aprofundar as pesquisas..."A1

Inicialmente mais da metade dos participantes (12) não responderam a esta questão ou informaram não saber o motivo da existência de vários modelos atômicos. 05 alunos atribuem a existência de diferentes modelos atômicos ao pensamento individualista de cada cientista, 02 estudantes associaram ao avanço do conhecimento científico. Observa-se que os

alunos não conseguem relacionar os diferentes modelos atômicos existentes com o contexto histórico em que se deu o progresso da ciência, e nem relacionar que o progresso científico ocorre via debates e controvérsias, sendo estes os motivos que levaram alguns modelos serem abandonados e outros modificados. (SALGADO, *apud* NIAZ, 2005)



A questão 5 foi organizada para identificar a imagem que os estudantes têm dos cientistas. Fica fácil identificar pelo desenho feito pelos estudantes a visão estereotipada dos cientistas (aqui representados apenas duas imagens, mas todas as imagens feitas pelos alunos contemplam essa visão).Esta percepção de que a ciência é feita somente nos laboratórios por pessoas de jaleco com vidrarias e elementos coloridos nas mãos é muitas vezes corroborada pela mídia através de filmes, desenhos e novelas. Essa visão mostra a relação que os estudantes mantêm com a ciência, como a entendem e sua utilidade. Nota-se que os estudantes caracterizaram o cientista como sendo alguém do sexo masculino, com cabelos desarrumados dando um aspecto de cientista “maluco” que trabalha em um laboratório (VÁZQUEZ ALONSO e MANASSERO MAS, 1999; PÉREZ et al, 2001; FERNÁNDEZ et al, 2002; KOMINSKY e GIORDAN, 2002; REIS, RODRIGUES e SANTOS, 2006; REIS e GALVÃO, 2006; PECHULA, 2007).

As questões 6 a 10 tem por objetivo levantar as concepções prévias dos estudantes sobre o tema abordado, visto que a formação do conhecimento pode ser baseada na construção desse partindo sempre da realidade do jovem, do conhecimento prévio de cada um, da confrontação desses com o saber científico. Os conhecimentos prévios apresentados pelos alunos se deve ao fato dos estudantes possuírem uma bagagem de conhecimentos adquiridos na vivência do dia-a-dia. A maioria dos alunos conhecem algum tipo de radiação (quadro referente à questão seis), grande parte deles são da opinião de que a radioatividade é algo ruim que pode deformar e até mesmo matar o ser humano (quadro referente à questão 7) 10 dos 21 estudantes não conhecem uma aplicação para a radioatividade no cotidiano (quadro referente à questão 8) sendo que 04 deles fizeram referência ao uso da radioatividade na fabricação de bombas atômicas.

6º questão: Quais os tipos de radiação que você conhece?	
Respostas	Quant
Radiação solar/ nuclear/infravermelho/raios X	10
Não conhece/não lembra	08

Não existe	01	
Mercúrio	01	
7º questão: O que você entende por radioatividade?		
Radioatividade é algo perigoso, pode matar ou causar mutações	“...é perigosa, pode matar, deformar...”; “...entendo que é algo sério e que pode até matar...”; “... pode danificar as células dos animais, plantas e em seres humanos causar algum tipo de mutação genética...”	10
Não sabem	“...não sei...”; “... não entendo nada...”	10
Tem noção do que é a radioatividade mas não sabe explicar	“...não entendo muito, mas não sei explicar...”	01
8º questão: Conhece alguma aplicação para a radioatividade no dia-a-dia? Cite exemplos.		
Desconhece a aplicabilidade da radioatividade no dia-a-dia	“...não conheço...”	10
Aplicação da radioatividade na medicina	Não exemplificou	04
Aplicação da radioatividade na fabricação de bombas	“... a bomba atômica...”; “... o Iraque vive em constante guerra e fábrica bombas atômicas...”	04
Aplicabilidade da radioatividade associada com os avanços tecnológicos	“... rádio,TV,celular, etc...”	01
Aplicação da radioatividade pela natureza	“...a chuva, raios de sol e trovão...”	01
9º questão: A radioatividade é um fenômeno natural, artificial ou pode existir das duas formas?		
Respostas	Quantidade	
Das duas formas	17	
Não respondeu	03	
Acho que são as ondas sonoras ou algo parecido	01	
10º questão: Em sua opinião, a radioatividade é maléfica ou benéfica?		
Respostas	Quantidade	
Maléfica	07	
A radioatividade pode ser maléfica ou benéfica	07	
Benéfica	04	
Não respondeu	02	

Não sei	01
---------	----

Dados das questões 5 a 10 do questionário final

5º questão: Por que ao emitir radiação beta ou alfa ocorre a transmutação do átomo?		
Não compreenderam	"muda o número de massa e o número atômico" A1 "para serem bloqueadas requer uma espessura maior de matéria" A2 "mudam os prótons e os nêutrons" "diminuem o número de massa" A3	06
Acertos parciais	"porque essas emissões alteram os números de massa e atômico"	05
Acertos	"elas alteram o número atômico do elemento" A1 "se mudar o número atômico do elemento, ele muda de átomo" A2	02
6º questão: Cite algumas aplicações da radioatividade		
Aplicação: Medicina/Saúde	Raios-X; Radioterapia;	04 respostas
Aplicação: Segurança	Alarmes com sensores luminosos	03 respostas
Aplicação: Meio ambiente	Geologia; agricultura	02 respostas
Não souberam responder		02 respostas
Aplicação: História/Cultural	Carbono 14 - Arqueologia e Paleontologia - Determinar a idade de fósseis	01 resposta
7º questão: O que é tempo de meia-vida ou período de semidesintegração?		
As partículas β são elétrons emitidos pelo núcleo de um átomo instável.		10 resposta
As partículas α são constituídas por dois prótons e dois elétrons.		03 resposta
As partículas β são constituídas por 2 prótons e 2 nêutrons.		0 resposta
As partículas α são constituídas apenas por 2 prótons.		0 resposta
As partículas β são constituídas por 2 elétrons, 2 prótons e 2 nêutrons		0 resposta
9º questão: Uma amostra de 64g de uma substância radioativa apresenta um período de semidesintegração de 20h. Qual o tempo necessário para a amostra ficar reduzida a 2g?		
Corretas	"tempo que a massa inicial de um elemento demorada para cair pela metade" "tempo que qualquer isótopo radioativo leva para perder a metade de sua massa" "tempo em que um elemento divide sua massa"	08 resposta
Incorretas	"é composta em cada 10h15min" "processo usado para descobrir a	04 resposta

	idade de fósseis" "diminui a cada dez horas"	
Não respondeu	Resposta em branco	01 resposta
Correta/Sem cálculo	Não desenvolveu cálculo, porém acertou a resposta da questão	08 resposta
Correta/Com cálculo	Desenvolveu esquema apresentado em sala de aula e acertou a resposta da questão	04 resposta
Não respondeu	Não desenvolveu cálculo e não houve resposta para a questão	01 resposta
10º questão: Escolha a alternativa na qual é apresentada uma correta associação entre o nome do cientista e a contribuição que deu para a ciência no campo de estudos da radioatividade.		
Becquerel/descoberta da radioatividade		13 resposta
Marie Curie/descoberta do nêutron		0 resposta
Chaewick/descoberta dos raios X		0 resposta
Roentgen/descoberta do polônio		0 resposta

As questões 5 a 10 foram elaboradas para avaliar o aprendizado dos alunos sobre o tema abordado, no caso a radioatividade. Observa-se que os alunos assimilaram o conteúdo trabalhado e conseguiram desenvolver as habilidades necessárias para a resolução dos exercícios propostos.

Considerações finais

Em uma análise qualitativa percebeu-se que embora os alunos fossem de séries diferentes, alguns do primeiro e outros da segunda série do ensino médio, isso não afetou a compreensão desses, pois nas respostas dadas as questões específicas sobre a radioatividade, nota-se que a quantidade de acertos foi alta, demonstrando assim a compreensão dos alunos sobre o tema. É interessante fazer mais estudos utilizando a HFC para verificar sua eficácia no ensino de química. Neste trabalho percebemos que a utilização desta facilitou na introdução de um tema difícil de ser trabalhado com alunos do primeiro ano, visto que esses estão recém em contato com a química. Ao apresentarmos aos alunos os diversos modelos atômicos existentes, foi possível demonstrar que a ciência não acontece de forma linear e que determinado conhecimento científico pode ser modificado ou até mesmo descartado.

Bibliografia

AYRES Moreira, A.; DORVILLÉ Marques, L. **Efeito de um programa de ensino de História e Filosofia da Ciência nas concepções de ciência de licenciandos em biologia.** *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2263-2266

ACEVEDO-DÍAZ, José Antonio; VÁZQUEZ-ALONSO, Ángel; MARTÍN, Mariano; OLIVA, José Maria; ACEVEDO-ROMERO, Pilar; PAIXÃO, Maria Fátima; MANASSERO-MAS, Maria Antonia. **“Naturaleza de la ciencia y la educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica”.** *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, v. 02, n. 02, 2005a, p. 121-140.

BASTOS, F. **História da Ciência e Ensino de Biologia: a perspectiva médica sobre a febre amarela (1881-1903).** São Paulo, 1998, p. 32-56. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo

BORGES, R. M. R. Em Debate: **Cientificidade e Educação em Ciências** 2ed. rev. ampl. Porto Alegre, EDIPUCRS, 2007.

BRUSH, S. G. **Should the History of Science Be Rated X?** Science, Vol. 183, 1974, p. 1164-1172.

CHASSOT, A. **Inserindo a história da ciência no fazer educação com a ciência.** In CHASSOT, A. e OLIVEIRA J. R. (orgs) *Ciência, ética e cultura na educação.* São Leopoldo: UNISINOS, 1998

E. RUTHERFORD AND T. ROYDS. **The Nature of the α Particle from Radioactive Substances**, 1909. Disponível em <http://web.lemoyne.edu/~giunta/royds.html>. Acessado em setembro de 2010.

FREIRE JUNIOR, O. **A relevância da filosofia e da historia da ciência para o ensino de ciência,** *apud* OKI, M.C.M.; MORDILLO, E.F. O ensino de história da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. *Ciência e Educação*, v.14,n. 1, p. 67-88, 2008

KRAPAS, S.; SILVA, M. C. **O conceito de campo: polissemia nos manuais, significados na física do passado e da atualidade** *Ciência e Educação*, v.14,n. 1, p. 15 - 33, 2008.

LEITE, L. **history of Science in Science Education: development and validation of checklist for analyzing the historical content of science textbooks.** Science & Education, Holanda, v. 11, n. 4, p.333-359, 2002 *apud* OKI, M.C.M.; MORDILLO, E.F. O ensino de história da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. *Ciência e Educação*, v.14,n. 1, p. 67-88, 2008.

MARTINS R. A., in *A História das ciências e seus usos na educação*, organizado por C.C.Silva, *Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios par Aplicação no Ensino* (Editora Livraria da Física, São Paulo, 2006).

MARTORANO, A.A.S.; MARIA Eunice R. Marcondes, R.E.M.; CARMO, P.M. **A Reconstrução Histórica da Cinética Química: Elaboração e aplicação de um instrumento para investigar as idéias dos alunos sobre esse tema.** In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2011 *apud* WANDERSEE, J.H.; Griffard, B.; **The History of Chemistry: Potential and Actual Contributions to Chemical Education.** Chemical education: Towards Research-based practice. Kluwer Academic Publishers. 2002. p.29-4.

NIAZ, M. **How important are the laws of definitive and multiple proportions in chemistry and teaching chemistry? A history and philosophy of science perspective.** Science & Education, Holanda, n. 10, p. 243-266, 2001 *apud* OKI, M. C. M.; MORDILLO, E. F. **O ensino de história da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência** *Revista Ciência e Educação*, v.14,n. 1, p. 67-88, 2008.

OKI, M.C.M.; MORADILLO, E. F. O ensino da História da Química: contribuindo para a compreensão da história da ciência *Revista Ciência e Educação*, v.14, n.1, p. 67-88, 2008

PAIXÃO, F.; CACHAPUZ, A. **Mudança na prática de ensino de Química pela formação dos professores em História e filosofia das ciências.** *Química Nova na Escola*, Belo Horizonte, n.18, p. 31-36, 2003

REIS, P.; GALVÃO, C. **O diagnóstico de concepções sobre os cientistas através da análise e discussão de histórias de ficção científica redigidas pelos alunos.** *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Pontevedra, Volume 5, Número 2; 213-234, 2006.

RUIZ, A. R. Ciência e sua iniciação: anotações para reflexão. *Ciência e Educação*, Bauru, Volume 11, Número 2, 319-326, 2005.

SOLBES, J.; TRAVERS, M. La utilización de la Historia de las Ciencias en la Enseñanza de la Física e la Química. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 14, n1, p. 103-112, 1996 apud OKI, M.C.M.; MORDILLO, E.F. **O ensino de história da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência.** *Ciência e Educação*, v.14,n. 1, p. 67-88, 2008.

VÁZQUEZ ALONSO, A.; MANASSERO MAS, M. A. Características Del conocimiento científico: creencias de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, Volume 17, Número 3, 377-395, 1999.

VIDAL, P. H. O. ; CHELONI, F. O. ; PORTO, P. A. **O Lavoisier que Não Está Presente nos Livros Didáticos Química Nova na Escola**, n.26, p.29 – 32, 2007.

WANG, H. A.; MARSH, D.D. **Science instruction with a humanistic twist: teachers perception and practice in using the History of Science in their classrooms.** *Science & Education*, Holanda, n 11, p. 169-189, 2002 apud OKI, M.C.M.; MORDILLO, E.F. **O ensino de história da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência** *Revista Ciência e Educação*, v.14,n. 1, p. 67-88, 2008.