

A incorporação da História da Ciência no Ensino para a discussão dos raios-x na Educação Básica

Lucas Peres Guimarães

Resumo

Esse trabalho tem como principal objetivo incorporar a abordagem da história da ciência no ensino dos raios-x no 8º ano do ensino fundamental, em uma escola municipal de Volta Redonda (RJ). Para isso, foi construída uma estratégia didática que foi dividida em dois momentos, totalizando duas aulas de cinquenta minutos. O primeiro momento tem como principal objetivo incorporar aspectos da história da ciência, como fio condutor do ensino dos raios-x, ressaltando aspectos sociais e culturais que a inserção dessa descoberta resultou para a sociedade da época e também para a atual. No segundo momento foi trabalhado no laboratório de ciências, com o modelo anatômico do esqueleto, um "raio-x" com papel de seda preto e a câmera do celular dos alunos, e em seguida eles fizeram uma legenda para a foto, e divulgaram em suas redes sociais. Durante a estratégia com os discentes foram colhidas as ideias prévias que estes possuíam sobre o raios-x demonstrado o contexto e as pessoas envolvidas. O uso dessa proposta didática demonstrou ser favorável a um ambiente para proporcionar a criação de hipóteses e de questionamento por parte dos educandos, demonstrando ser possível a incorporação da História da Ciência no Ensino resultando em aulas de ciências com uma maior criticidade na escola pública.

Palavras-chave: Raios-x. História da Ciência. Ensino de Ciências.

Abstract

The main objective of this work is to incorporate the approach to the history of science in the teaching of X-rays in the 8th grade of elementary school in a municipal school in Volta Redonda (RJ). For this, a didactic strategy was built that was divided in two moments, totaling two classes of fifty minutes. The first moment has as main objective to incorporate aspects of the history of science as a conductor thread of the teaching of X-rays, highlighting social and cultural aspects that the insertion of this "discovery" resulted for the society of the time and also for today. In the second moment, a "x-ray" with black silk paper and the camera of the students' cell phones was worked on in the science laboratory, and then they made a subtitle for the photo, and disseminated it in their social networks. During the strategy with the students the previous ideas they had about the x-ray demonstrated the context and the people involved. The use of this didactic proposal proved to be favorable to an environment to provide the creation of hypotheses and questioning on the part of the students, demonstrating that it is possible to incorporate the History of Science in Education resulting in science classes with greater criticality in public school.

Keywords: X-rays. History of Science. Teaching of Science.

INTRODUÇÃO

Quando pensamos no Ensino de Ciências na Educação Básica, logo vem a nossa mente um ensino baseado na memorização em que a ciência é levada aos educandos como uma verdade absoluta. Ou seja, uma ciência que é apresentada como um produto acabado e não se preocupa em discutir o seu processo de construção e o contexto em que estava inserido¹. Uma ciência apresentada de maneira acabada, é desinteressante para os alunos e além disso, é pouco envolvente no que diz respeito a participação dos educandos em seu processo, ou seja, não há espaço para a participação.

Nós professores devemos buscar superar essa falta de perspectiva², e uma das alternativas é a incorporação da dimensão da História da Ciência no Ensino nos diferentes níveis educativos. Existem várias temáticas no Ensino de Ciências que quando incorporam discussões do processo histórico, podem acrescentar muito ao processo de ensino e aprendizagem dos educandos. Por exemplo, as teorias atômicas, se o professor preocupar-se em dimensionar o contexto histórico, social e cultural da época, a aprendizagem será muito mais eficaz no que diz respeito a criticidade dos educandos envolvidos ao processo de construção do conceito científico³.

Dentre vários temas que podem ser trabalhados pela abordagem da História da Ciência no Ensino, esse trabalho irá abordar os raios-x em relação a sua descoberta, fascínio e medo provocado nas pessoas. Também promoverá uma discussão em relação aos protocolos de proteção utilizados na radiografia, visando uma postura mais atenta dos alunos quando realizarem esses exames.

O início da descoberta desse fenômeno começou com Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923), procurando detectar a radiação eletromagnética de alta frequência que tinha sido prevista por Hertz (1857-1894). Ele reproduziu novamente o experimento de Thomson (1856-1940) em seu laboratório, na Universidade de Wurzburg, Alemanha⁴. Com um tubo de Crookes, *"Roentgen tentou observar um estranho fenômeno descrito pelo físico Philipp Lenard [1862-1947]: os raios catódicos que escapavam do tubo termiônico iluminavam uma superfície a uma certa distância do tubo, que tinha recebido uma camada de material fosforescente"*⁵.

Roentgen assim descreve algumas propriedades da radiação que acabara de descobrir:

¹ Mercé Izquierdo Aymerich; Álvaro Garcia Martínez; Mario Quintanilla Gatica; Agustín Adúriz Bravo. **Historia, filosofía y didáctica de las ciencias : aportes para la formación del profesorado de ciencias**. Bogotá : Universidad Distrital Francisco José de Caldas(2016).

² Lucas Peres Guimarães; Denise Leal de Castro. Lavoisier na sala de aula: A abordagem da história para o ensino da lei de conservação das massas. **História da Ciência no Ensino: Construindo Interfaces**. Volume 20 (2019) – pp. 63-72

³ Lucas Peres Guimarães, Denise Leal de Castro. Método Jigsaw e modelos atômicos: utilização da aprendizagem cooperativa para a inserção da História da Química, **Educacion Quimica en Punto de Vista**. v.2,n.2 (2018)

⁴ Otto Glasser; **William Conrad Roentgen and the Early Story of the Roentgen Rays**, Charles C. Thomas: Springfield, (1934)

⁵ Ibid – p. 358

Ela produzia luminescência em certos materiais fluorescentes, sensibilizava chapas fotográficas, mas em si era invisível ao olho humano, não parecia sofrer refração, nem reflexão, nem polarização. Não se tratava de luz (por ser invisível e atravessar grandes espessuras, não era igual aos raios catódicos⁶).

Com base nessas observações, Roentgen chegou à conclusão de que se tratava de um novo raio invisível com poder de penetração ainda desconhecido, capaz de atravessar materiais opacos à luz e a outras radiações conhecidas.

Esse fenômeno observado por Roentgen aguçou tanto a sua curiosidade que ele continuou estudando intensamente suas propriedades e características. Ele expôs diversos materiais de diferentes características a fim de observar seu poder de penetração. E com auxílio de um detector fluorescente, fez uma importante observação: segurando um disco de chumbo com a mão na intenção de verificar o poder de penetração dos raios naquele metal, viu que, além da sombra do disco, apareceu a sombra dos ossos da sua mão⁷. Tal observação levou à aplicação desses raios na área médica com o desenvolvimento da técnica de obtenção de radiografias.

“Embora a reação em geral tenha sido de deslumbramento com aquela nova radiação, outras posturas foram observadas, mostrando uma relação de repulsa ou de medo/insegurança pessoais”.⁸

O contexto histórico em que os raios-x foram descritos inicialmente, muito nos ensina. Essa descoberta encantou ou desagradou as pessoas, e a sua inserção ocultava os perigos advindos de sua manipulação indevida. *“Foi preciso um acúmulo de erros e tragédias para que se despertasse nas pessoas a necessidade do estabelecimento de protocolos de proteção radiológica”*⁹. Foi necessário o cancelamento de muitas das aplicações baseado na experiência no cotidiano que eram feitas no início do século XX.

Portanto, esse trabalho apresenta uma estratégia didática que propõe a discussão dos raios-x em uma turma de 8º ano do Ensino Fundamental nas aulas de Ciências. Cabe ressaltar que essa será discutida de acordo com a abordagem da História da Ciência no Ensino. O ensino do fenômeno dos raios-x acontecerá, mas também discutirá a fascinação e o medo por trás da ciência na época de sua descoberta. O principal objetivo dos educandos relacionarem de forma crítica toda vez que forem realizar a radiografias, adquirindo uma postura mais atenta aos protocolos de proteção radiológica.

A HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM SALA DE AULA: CAMINHOS POSSÍVEIS

⁶ Otto Glasser; **William Conrad Roentgen and the Early Story of the Roentgen Rays**, Charles C. Thomas: Springfield, (1934), p. 346

⁷ Ibid

⁸ Rodrigo da Silva Lima; Júlio Carlos Afonso; Luiz Cláudio Ferreira Pimentel. Raios-x: fascinação, medo e ciência **Quím. Nova** vol.32 no.1 São Paulo (2009), p.265.

⁹ Ibid

Muitos autores como Matthews¹⁰ e Alchin¹¹ defendem a História da Ciência como uma alternativa para compreensão da construção do conhecimento científico se for incorporada ao Ensino Básico, principalmente se isso acontecer na Educação Básica.

Assim, a História da Ciência é capaz de: a) promove a humanização da ciência, associando o seu desenvolvimento às questões éticas, culturais, sociais, políticas e econômicas segundo o contexto de cada época e lugar. Essa associação motiva aqueles discentes que não se interessam pelas estratégias de ensino “tradicionais”¹², b) contribui para o tratamento interdisciplinar dos conteúdos¹³; c) mostra a importância intrínseca da história ciência como “herança cultural da humanidade”¹⁴, d) auxilia a compreensão dos conteúdos científicos¹⁵.

Após a descrição das vantagens do uso da História da Ciência no Ensino, poderá surgir a seguinte dúvida: “Como conduzir o aluno em um processo de ensino e aprendizagem para fazê-lo compreender a ciência como construção humana e reconhecer a importância da história da ciência para sua alfabetização científica?”

Uma maneira de auxiliar o professor que tenha essa dúvida são as estratégias didáticas descritas por McComas¹⁶ que propõe aliar a História da Ciência e a educação científica. As abordagens que o autor propõe são diversas, como o uso de fontes originais, dramatizações, experimentos históricos, biografias, a História da Ciência em livros didáticos, estudos de caso e uso de imagens históricas. Mc Comas¹⁷ propôs essa classificação com duas finalidades: a primeira foi de mostrar as diversas estratégias e possibilidades que pode envolver a História da Ciência no Ensino em diferentes níveis de escolaridade.

As fontes originais correspondem a abordagem da história da ciência em que os alunos estudam conceitos vigentes da época a partir dos escritos dos próprios cientistas e então participam de discussão sobre o que eles estudaram¹⁸. Segundo

¹⁰ Michael Matthews. História e Filosofia da Ciência: a tendência atual de reaproximação. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 12, n. 3, p. 164-214 (1995).

¹¹ Douglas Allchin. Values in Science: An Educational Perspective. **Science & Education**, v. 8, n. 1, p. 1-12, (1999).

¹² João Zanetic. **Física também é cultura**. 252 f. Teses (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, USP, São Paulo (1989)

¹³ Ibid

¹⁴ Anabel Raiciki; Luiz Peduzzi. Potencialidades e limitações de um módulo de ensino: uma discussão histórico-filosófica dos estudos de Gray e Du Fay. **Investigações em Ensino de Ciências**, 20(2), 138–160 (2015).

¹⁵ Luiz Peduzzi. **Evolução dos conceitos da Física**. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2011. 129p.

¹⁶William McComas Uma proposta de classificação para os tipos de aplicação da história da ciência na formação científica: implicações para a pesquisa e desenvolvimento. In: SILVA, C.C.; PRESTES, M. E. (Orgs.). **Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas**. 1. ed. São Carlos, SP: Tipografia Editora, 2013. cap. 4, p. 425-448.

¹⁷ Ibid

¹⁸ William McComas Uma proposta de classificação para os tipos de aplicação da história da ciência na formação científica: implicações para a pesquisa e desenvolvimento. In: SILVA, C.C.; PRESTES,

McComas a interação didática com os trabalhos originais pode ser classificada em: a) trabalhos originais completos (podem incluir comentários originais) e trabalhos originais resumidos (podem incluir comentários adicionais).

A dramatização é uma estratégia didática em que os alunos interpretam personagens históricos da ciência com a finalidade de agir, debater ou responder como se fossem essas pessoas, sendo atores de um momento que interprete um episódio histórico da Ciência¹⁹. Uma encenação dos debates entre Lavoisier (defensor da Lei de conservação das massas) e Priestley (defensor da teoria do flogisto) poderia ser um bom exemplo de dramaturgia, abordando aspectos que vão além dos conceitos científicos.

Os Experimentos históricos consistem na reprodução de experimentos e outras abordagens práticas para o engajamento com alguns aspectos históricos da ciência²⁰.

A biografia de cientistas é o relato da vida ou de pesquisa de um determinado cientista. McComas²¹ relata alguns exemplos de biografias que podem ser explorados em sala de aula, como de Charles Darwin, James Watson, Richard Feynman, Einstein e Isaac Newton. Além disso, ele cita alguns produtos de mídia que podem ser utilizados, como, por exemplo, a série MindWorks contendo oito vídeos envolvendo os trabalhos de Galileo, na cinemática; de Duchalletelet e Voltaire, na dinâmica; do Conde Rumford, na termodinâmica; de Curie e Huggins sobre átomos e matéria; entre outros.

O estudo de caso histórico se caracteriza por princípios gerais que possibilitem o resgate do contexto evitando possíveis anacronismos que possam vir a ocorrer. O caso selecionado precisa ser de um contexto marcante em dado episódio histórico²². Esse contexto histórico revela os motivos pelos quais certos aspectos do desenvolvimento da ciência e da tecnologia foram construídos. Estes aspectos incluem as questões pessoais do cientista bem como seu envolvimento com questões éticas, sociológicas, políticas, econômicas e religiosas.

Poucos são os autores que categorizam as estratégias didáticas mais utilizadas no uso da História da Ciência no ensino. McComas, é o mais reconhecido na área. Contudo, sua categorização não deve ser seguida como sendo única. Uma estratégia didática que não foi mencionada por esse autor em sua classificação, mas com elevado potencial didático são as imagens científicas.

No ensino de ciências podemos destacar a importância do uso de imagens uma vez que,

a representação iconográfica ainda é muito utilizada pelos cientistas atuais para comunicar os resultados de suas pesquisas científicas em eventos, livros e artigos científicos, fazendo-se constantemente presente na construção do conhecimento científico. Todavia ainda é pouco explorada no ensino de ciências, apesar de ser uma opção

M. E. (Orgs.). **Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas**. 1. ed. São Carlos, SP: Tipografia Editora (2013). cap. 4, p. 425-448.

¹⁹ Ibid

²⁰ Ibid

²¹ Ibid

²² Arthur Stinner; Barbara McMillan; Don Metz; Jana Jilek; Stephen Klassen. The renewal of case studies in Science Education. **Science & Education**, v. 12, n. 7, p. 617-643(2003).

metodológica diferenciada para se inserir discussões acerca da natureza da ciência no contexto escolar. Pode-se, por exemplo, discutir na sala de aula o caráter evolucionário e revolucionário das Ciências a partir de imagens das indústrias no período da revolução industrial²³

É importante ressaltar que essas estratégias não são estanques, uma pode complementar a outra. Por exemplo, pode-se utilizar a biografia de um cientista inicialmente e em seguida reproduzir um experimento histórico ou realizar uma dramatização.

Cabe ressaltar que apesar de destacarmos o trabalho do autor McComas, suas estratégias didáticas não podem ter um fim em si mesmo. Elas necessitam ser ampliadas, ou seja, aproximar entre os trabalhos dos historiadores da ciência e dos professores e as estratégias de ensino para a explicação da história da ciência na educação científica, faz-se necessário que a História da Ciência e Ensino esteja sempre aberta a criatividade do pesquisador e acima de tudo, do professor da educação básica, que sempre vem inovando em sala de aula.

ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DA ESTRATÉGIA DIDÁTICA

Ao longo do segundo semestre de 2019 procuramos abordar, em uma classe composta por trinta alunos do 8º ano do Ensino Fundamental, diversos temas, buscando adotar uma postura docente baseada nos conceitos de Pedro Demo²⁴, que enfatiza que a razão da educação está na habilidade de motivar os alunos, tornando as aulas interessantes e capazes de propiciar nos alunos a capacidade de reconstrução do seu próprio saber, aumentando a sua criticidade.

Em seu conjunto, as atividades da estratégia didática fizeram parte de uma pesquisa qualitativa com contornos de pesquisa participante²⁵, sendo a prática pedagógica vivenciada nesse processo pelo professor-pesquisador.

Desse modo, procuramos realizar a pesquisa por meio de uma série de atividades empregando diferentes recursos, usando como coleta de dados o diário de bordo e a gravação de áudio e vídeo para posterior análise, seguindo as recomendações do Comitê de Ética na Pesquisa.

Visando introduzir tópicos de História da Ciência no Ensino, com destaque para a produção dos raios X e a radioproteção, tema recorrente no cotidiano dos alunos, foi realizada uma estratégia didática com uma turma de 8º ano de uma escola municipal de Volta Redonda- RJ.

²³Laís Jubini Callegario; Edmundo Rodrigues Junior; Fernando José Luna Oliveira; Isabel Malaquias. Imagens Científicas como Estratégia para a Integração da História da Ciência no Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. 17(3), 835–852. Dezembro, (2017), p.846.

²⁴ Pedro Demo. **Educar pela Pesquisa**. 6. ed. Campinas: Editora Autores Associados, (2003). 130 p.

²⁵ Pedro Demo. **Pesquisa participante: saber pensar e intervir juntos**. 2ª ed. Vol. 8. Brasília: Liber livro, (2009).

PRIMEIRO MOMENTO: A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO E OS RAIOS X NA EDUCAÇÃO BÁSICA

No planejamento da atividade, inicialmente foi selecionado o conceito da ciência (raios-x), cabe ressaltar que, não é esperado no ensino de ciências mais tradicional, que os alunos do 8º ano aprendam sobre esse fenômeno nesse nível de escolaridade. Nessa etapa, é pedido que os alunos estudem o sistema esquelético humano, e o que estava nos objetivos da Rede Municipal de Educação de Volta Redonda, é que eles memorizassem os principais ossos do corpo, o que não iria despertar o interesse nos alunos e por consequência, não iria ser significativo para os educandos.

O conceito escolhido foi o dos raios-x (especificamente pelo fato da vivência que os educandos possuíam com exames radiográficos). Em relação à escolha do episódio histórico, foi selecionado o contexto de sua descoberta por Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923), para construir a narrativa. Optamos por abordar o tema sobre o sistema esquelético a partir das discussões do uso do raio-x para visualizar essa estrutura de forma mais dinâmica e relacionando com o cotidiano.

Para promover a incorporação da História da Ciência foram elaborados dois objetivos específicos para esse momento: apresentar, de maneira histórica, a descoberta dos raios-x (tendo como pano de fundo a inserção na sociedade desse fenômeno).

Para a elaboração dessa aula, os educadores, autores desse trabalho, estabeleceram um diálogo com os historiadores da ciência²⁶ no que se refere à utilização da história da ciência no ensino. Queremos deixar claro que nosso trabalho se configura no terreno da transposição didática, nesse sentido, o que fizemos foi nos apropriar de um trabalho historiográfico para produzir o texto destinado aos estudantes. Daí a necessidade de haver referenciais já existentes no tema a ser estudado.

Foi realizada uma aula expositiva dialogada da seguinte maneira:

- Concepções iniciais de como eram feitos os exames radiográficos;
- Roentgen e seu percurso de trabalho para a observação do fenômeno dos raios-x;
- fascínio pelos raios-x e sua inserção na sociedade no final do século XIX, na época dos trabalhos do Roentgen;
- o perigo e o medo, redefinindo a inserção dos raios-x na sociedade do final do século XIX e a continuidade dos estudos da radioatividade.

Antes de começar a exposição dos aspectos historiográficos dos raios-x, a aula iniciou-se com uma questão central. Inicialmente, os alunos teriam que responder “*Como os exames radiográficos são feitos?*” Outras questões como, por exemplo: *por*

²⁶ Otto Glasser; **William Conrad Roentgen and the Early Story of the Roentgen Rays**, Charles C. Thomas: Springfield, (1934)

que temos que usar proteção? O que acontece se não usarmos? Quem descobriu os raios-x? foram recebendo diferentes explicações ao longo do tempo.

Após essas concepções iniciais, foi realizado um momento de incorporação do episódio histórico da descoberta dos raios-x, principalmente no que diz respeito ao início da pesquisa do cientista, e dois meses depois na divulgação que Roentgen fez de suas observações, em seguida, foi enfatizado a inserção dos raios-x na sociedade e por fim, o medo e o perigo que o uso desse fenômeno sem os devidos cuidados causou²⁷. Todos esses momentos foram dialogados com os alunos, que participaram com mais perguntas e dúvidas com relação ao processo de construção do conhecimento científico.

SEGUNDO MOMENTO: SIMULAÇÃO DE UM EXPERIMENTO HISTÓRICO – A RADIOGRAFIA DA MÃO DA ESPOSA DE ROENTGEN

Uma das maneiras de trabalhar a História da Ciência no Ensino é através da reconstrução de experimentos históricos²⁸. Pode-se achar inicialmente estranho a proposta de reproduzirmos uma radiografia em sala de aula, mas utilizamos recursos como a câmera do celular e o papel sulfite preto para que a radiografia da mão do professor Alfred von Koelliker, fosse reproduzida com os alunos.

Desse modo, o experimento foi reproduzido de acordo com os seguintes passos:

1. Foi utilizado um esqueleto humano de silicone, que media cerca de 1,70 metros, para representar a mão da provável radiografia da mão de Alfred von Koelliker.
2. A mão do esqueleto foi colocada abaixo do papel sulfite preto e iluminada com a lanterna de um celular, um outro celular tirou uma foto.
3. Por fim, os alunos divulgaram a foto dessa suposta radiografia em uma de suas redes sociais, nessa imagem, foi descrito uma pequena legenda que tinha como principal objetivo a divulgação científica do fenômeno estudado.

Figura 1: Provável radiografia da mão do professor Alfred von Koelliker, tirada em 1896 por Wilhelm Roentgen, descobridor dos raios-X

²⁷ Rodrigo da Silva Lima; Júlio Carlos Afonso; Luiz Cláudio Ferreira Pimentel. Raios-x: fascinação, medo e ciência **Quím. Nova** vol.32 no.1 São Paulo (2009).

²⁸ William McComas Uma proposta de classificação para os tipos de aplicação da história da ciência na formação científica: implicações para a pesquisa e desenvolvimento. In: SILVA, C.C.; PRESTES, M. E. (Orgs.). **Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas**. 1. ed. São Carlos, SP: Tipografia Editora (2013). cap. 4, p. 425-448.



Fonte: European Organization for Nuclear Research, disponível em: <http://cienciahoje.org.br/coluna/a-computacao-chega-a-tomografia/> Acesso em 28 de dezembro de 2019

No segundo momento foi feita a seguinte pergunta: “Por que na fotografia a mão está com um anel e nas radiografias atuais, pedem para retirarmos todo tipo de metal?” Os alunos responderam essa pergunta final divididos em três grupos e foram analisadas as suas respostas através do diário de bordo, das gravações de áudio e vídeo nas discussões de cada grupo.

APLICAÇÃO DA ESTRATÉGIA DIDÁTICA

Ao início da atividade, os alunos receberam códigos de A1 a A30, objetivando sua identificação nos registros das participações e garantindo um ambiente receptivo à formulação de hipóteses, já que, assim, o professor não teria como identificá-los, deixando um ambiente mais favorável.

Os momentos dessa atividade foram preparados para que o aluno se sentisse protagonista no processo de construção do conhecimento, e se envolvesse em todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento da estratégia didática.

A atividade proposta contemplou aspectos relativos à incorporação da História da Ciência no Ensino, levando-se em conta uma participação que levasse a um maior protagonismo dos estudantes, e suas percepções com relação ao fenômeno dos raios-x, devido ao cotidiano dos alunos por realizarem exames radiográficos.

O momento inicial da atividade, preocupou-se em perceber as concepções iniciais dos estudantes que participavam da atividade, foram realizadas as seguintes perguntas: “Como os exames radiográficos eram feitos?” Essa questão inicial não gerou na turma motivação inicial para a resposta, a maioria dos alunos não se interessaram pela questão e essa percepção ficou clara com a fala de A09: “Eu nem lembro quando eu fiz a última radiografia, sei que quem faz, é porque quebra alguma coisa, e tem que ter plano de saúde para tirar isso sempre, no posto de saúde do bairro, faltam médicos”. O relato desse aluno provocou uma discussão longa e acalorada na turma sobre a situação da saúde, no bairro e na cidade.

Essa situação não estava prevista em um primeiro momento, até que a retomada aos estudos do fenômeno dos raios-x aconteceu quando A13 afirmou: *“Uma vez eu quebrei o pé jogando bola e estava doendo muito, e acabei indo no hospital e fazendo raios-x, e eu estava de cordão e anel, me fizeram tirar tudo e o cara que estava tirando a radiografia vestiu um colete que era muito pesado, pra que tudo isso?”*, um outro aluno (A24) complementou: *“também aconteceu comigo quando eu quebrei o braço”*; até que uma estudante (A04) mencionou: *“Quando o meu dente estava doendo muito, tive que tirar raios-x e não tinha tanta proteção”*.

Diante dessa fala, foram levantadas as seguintes questões: *“Por que temos que usar proteções?”*; *“O que acontece se não usarmos?”*; *“Vocês sabem quem descobriu os raios-x?”* Esses questionamentos encerram o momento inicial dos alunos falarem sobre o que sabiam. O que era uma indiferença sobre o que seria ensinado para a maioria da turma, passou para um interesse por grande parte dos estudantes tendo em vista, que viram os conceitos científicos ganhando significado através de situações do cotidiano.

Nos momentos seguintes, como já foi mencionado anteriormente, foi utilizado a História da Ciência no Ensino como fio condutor da estratégia didática. Nesse momento foi utilizado a estratégia didática citada por McComas no que diz respeito ao uso de biografias²⁹, utilizamos trabalhos da área da história da ciência estabelecendo sua interface com o ensino.

A História da Ciência no ensino foi incorporada tendo em vista que o fenômeno científico foi construído, de acordo com o episódio histórico da descoberta de Willem Roentgen (1845-1923), os estudantes ficaram envolvidos com a apresentação de slides com trechos retirados da referência: *“Roentgen tentou observar um estranho fenômeno descrito pelo físico Philipp Lenard [1862-1947]: os raios catódicos que escapavam do tubo termiônico iluminavam uma superfície a uma certa distância do tubo, que tinha recebido uma camada de material fosforescente”*³⁰; e mencionaram algumas curiosidades relatadas durante a aula como algo inimaginável; A09 relatou: *“Nossa, eu achava que o cientista quando tinha a ideia, ela já estava pronta”*; um outro aluno A13 complementou: *“ Os cientistas não são tão gênios quanto eu pensava”*; A04 emendou: *“Agora eles parecem seres humanos”*.

No momento seguinte, foi relatado com o auxílio de imagens e através de uma roda de conversa, o fascínio que os raios-x causaram na sociedade da época. A descoberta causou grande alarde, e foi levado o seguinte fragmento de um jornal da época para discussão:

²⁹ William McComas Uma proposta de classificação para os tipos de aplicação da história da ciência na formação científica: implicações para a pesquisa e desenvolvimento. In: SILVA, C.C.; PRESTES, M. E. (Orgs.). **Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas**. 1. ed. São Carlos, SP: Tipografia Editora (2013). cap. 4, p. 425-448.

³⁰ Otto Glasser; **William Conrad Roentgen and the Early Story of the Roentgen Rays**, Charles C. Thomas: Springfield, (1934)

O ruído de alarmes de guerra não deve desviar nossa atenção do maravilhoso triunfo da ciência que foi noticiado em Viena. Foi anunciado que o Professor Roentgen, da Universidade de Wurzburg, descobriu uma luz que, para as finalidades de fotografia, pode penetrar através de madeira, carne e a maioria das substâncias orgânicas. O professor fotografou com sucesso objetos maciços de metal que se encontravam dentro de uma caixa de madeira; também a mão de um homem, que mostrava apenas os ossos, a carne sendo invisível.

Este texto reproduz parte de uma notícia publicada pelo jornal *Daily Chronicle* de Londres, em 6/1/1896³¹.

Além dessa notícia, foi discutido a presença dos raios-x na sociedade em geral, para exemplificar, foi mostrado aos alunos o fluoroscópio (figura 2) empregado nas grandes sapatarias, foi empregado no início (ou nas primeiras décadas) do século XX): o cliente podia experimentar seus sapatos vendo a imagem dos pés e o contorno do calçado na tela fluorescente³².

Figura 2: Fluoroscópio usado em sapatarias



Fonte: <https://m.forocoches.com/foro/showthread.php?t=1318486> Acesso em 29 de dezembro de 2019

Os alunos se mostraram surpresos e interessados no fluoroscópio e alguns comentários e questionamentos surgiram, A04: “Ué? Mas não precisa de proteção?”; A13: “As pessoas morriam na mesma hora?”; A22: “Tinham que vestir aquelas roupas pesadas?” A curiosidade e o interesse estavam cada vez maiores conforme os relatos do episódio histórico que envolvia Roentgen eram relatados em sala de aula, e, como respostas a esses questionamentos, foram relatados o perigo e o medo que os raios-x causaram após esse momento de fascínio da sociedade.

³¹ Rodrigo da Silva Lima; Júlio Carlos Afonso; Luiz Cláudio Ferreira Pimentel. Raios-x: fascinação, medo e ciência **Quím. Nova** vol.32 no.1 São Paulo (2009).

³² Ibid

Para encerrar esse primeiro momento, iniciamos a discussão sobre o perigo e o medo que envolveu a sociedade da época a partir do seguinte relato: “No final do século XIX e início do XX emitiam enormes doses de radiação e sem controle. Álvaro Alvim morreu acometido de grave radiodermite, que levou à amputação de suas mãos e antebraço. Mihran Kassabian (1870-1910) documentou fotograficamente as horríveis amputações³³”.

Nesse momento os alunos ficaram assustados com o relato e a fala do A13 pode resumir bem esse momento: “Ah, então é por isso que temos que utilizar proteção, porque senão ficamos sem braços”. Após essa fala, os alunos foram orientados para irem ao laboratório de Ciências para simular a radiografia da mão que foi mostrada para eles. Houve certo desconforto da sala que por ingenuidade achou que fosse feito uma radiografia, isso foi externado através da fala de A04: “Mas professor... vai ter proteção? Eu não quero perder meu braço.” Com esse relato, o professor explicou que a atividade seria para a divulgação científica que aprenderam e que não teria como reproduzir uma radiografia no laboratório.

No laboratório de Ciências da escola, os alunos reproduziram a foto que viram com o auxílio do esqueleto de silicone, papel sulfite preto e dois celulares. Eles foram divididos em três grupos, com dez alunos, cada um desses grupos planejou a melhor maneira de reproduzir o experimento histórico (figura 3).

Figura 3: Alunos reproduzindo o experimento histórico



Fonte: Foto do autor

³³ Luís Ribeiro; **Pelos Caminhos da Medicina**, Editora Vete: Rio de Janeiro, (1976).

Com o intuito dos alunos divulgarem o que apreendem na escola e assim, valorizar o espaço dentro da comunidade em que a instituição de ensino está envolvida foi pedido que a foto reproduzida fosse divulgada em sua rede social (figura 4) com uma legenda, que destacasse o que mais foi importante durante a estratégia didática.

Após o planejamento da legenda para as imagens, foi feito o seguinte questionamento para que os alunos discutissem em grupo: “Por que temos que tirar o anel para a radiografia?” Essa pergunta foi formulada pelo fato de que o experimento histórico reproduzido, tinha um anel. O aluno (A13) que havia mencionado inicialmente que quando teve que tirar uma radiografia teve que tirar os objetos metálicos afirmou: *“Professor, esse experimento é de uma época que os perigos dos raios-x não eram conhecidos como hoje”*; a aluna (A27) complementou: *“Com certeza ele teve problemas de saúde assim como outras tiveram na época”* e por fim, destacamos A07 que afirmou: *“Temos que ficar atentos a proteção na hora de tirar raios-x”*.

Com a percepção da atenção e interesse dos alunos, foi mencionado os protocolos de proteção para exames radiográficos, foi enfatizado em hospitais e no dentista, tendo em vista que uma das estudantes relatou que estranhou a falta de proteção quando foi a esse profissional. Nessa última parte foi só feita uma exposição dos principais protocolos pelo fato da necessidade vista nas concepções iniciais dos alunos, sendo assim, não foi feita nenhuma atividade para essa fase final, tendo em vista que outras estratégias didáticas iriam contemplar essa e outras necessidades dos alunos.

Ressaltou-se que a necessidade de tirar o anel não está relacionada com os riscos da técnica e sim com a qualidade da imagem, já que o metal impede a visualização da estrutura sob ele. Isso é diferente da necessidade de usar avental de chumbo para evitar que a radiação penetre em outros trechos do corpo que não seja necessário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A descoberta dos raios-x representou uma grande movimentação do meio científico e da sociedade de um modo geral, no final do século XIX, sendo usada de forma desenfreada e inconsciente em todo o mundo. Embora a reação em geral tenha sido de deslumbramento com aquele novo fenômeno científico, outras posturas foram observadas, mostrando uma relação de repulsa ou de medo/insegurança pessoais, devido a alguns fatos que vinham acontecendo por falta da reflexão que esse fenômeno poderia causar nas pessoas. As propriedades dos raios-x, quer tenham encantado ou desagradado as pessoas, ocultavam os perigos advindos de sua manipulação indevida. Foi preciso um acúmulo de erros e tragédias para que se despertasse nas pessoas a necessidade do estabelecimento de protocolos de proteção radiológica.

Os fenômenos científicos devem ter uma discussão ampla e contextualizada historicamente ao longo da Educação Básica. Isso contribui substancialmente para

uma formação mais completa do estudante, não somente em relação ao entendimento sobre os avanços tecnológicos e benefícios produzidos por determinado conhecimento, como também sobre a própria natureza do conhecimento e suas formas de produção. Adotar medidas no sentido de promoção e difusão das discussões sobre esse tema, nas escolas de nível básico, é um caminho seguramente útil, no que tange a uma formação geral pautada no fortalecimento da Ciência, no desenvolvimento do país e, sobretudo das pessoas.

Portanto, a aplicação dessa estratégia didática construída a partir de referenciais como McComas, no processo de ensino aprendizagem, mostrou-se eficiente na inserção e discussão de conceitos a partir do estudo da teoria da Radiação X. Sua aplicação foi capaz de promover o interesse dos estudantes, relacionar as etapas do processo de ensino e aprendizagem, por meio dos objetos de aprendizagem, no âmbito da sala de aula.

Outra importante conclusão deste trabalho revelou que as contribuições educacionais decorrentes das intervenções realizadas em sala de aula, como as aqui descritas, abram novos focos de discussão e sinalizem outros caminhos de investigação que permitam oferecer aos professores da Educação Básica oportunidades para utilizarem a História da Ciência no Ensino básico. Com isso, acreditamos que os alunos poderão vivenciar um processo enriquecedor de aprendizagem, capaz de contribuir para um sujeito compreensivo na área das ciências que estão em seu cotidiano.

Sobre o Autor:

Lucas Peres Guimarães

Doutorando em Ensino de Ciências pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (Campus Nilópolis)

Articulador de Ciências da Secretaria Municipal de Barra Mansa

Professor de educação básica do município de Barra Mansa e Volta Redonda – RJ

lucaspegui@hotmail.com

Artigo recebido em 07 de abril de 2020

Aceito para publicação em 29 de outubro de 2020