

MODELOS ATÔMICOS, REPRESENTAÇÕES SOCIAIS E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UMA PROPOSTA DIDÁTICA DESENVOLVIDA NO ESTÁGIO EM ENSINO DE QUÍMICA.

Atomic models, social representations and problem solving: a didactic proposal developed in the chemistry teaching stage.

Mariana Ferrari Bach [ferrari.mariana32@gmail.com]
*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha
Campus Alegrete*

Carlos Ventura Fonseca [carlos.fonseca@ufrgs.br]
Faculdade de Educação - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Recebido em: 04/04/2019

Aceito em: 08/11/2019

Resumo

Este artigo analisa as ações docentes desenvolvidas pelo período de seis semanas, em uma turma de 2ª série do ensino médio integrado à educação profissional, oriunda de uma instituição pública federal da região metropolitana de Porto Alegre / Rio Grande do Sul. Os eventos investigados foram registrados por uma professora estagiária, estudante do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em diversos documentos que serviram como fonte de dados. O objetivo principal deste trabalho é relatar e problematizar os procedimentos de pesquisa (sobre a própria prática profissional) adotados pela docente em formação citada, que acabaram permitindo a esta: identificar e analisar as representações sociais de estudantes em relação à constituição da matéria, assim como em relação aos temas conexos que emergiram (eletricidade e radioatividade); investigar elementos de avaliação potencialmente indicadores da aprendizagem dos estudantes (respostas dos estudantes à avaliação escrita aplicada e observações feitas pela docente sobre o trabalho desenvolvido), ao utilizar a estratégia didática denominada resolução de problemas. Os resultados sugerem que a abordagem de ensino proposta (de articulação entre pressupostos da Teoria das Representações Sociais e da resolução de problemas), no contexto da Educação Básica, pode contribuir para o ensino de conceitos científicos, aproximando os sujeitos das discussões que permeiam as aulas de Química e potencializando o protagonismo destes em relação à sua aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino de química; Modelos atômicos; Representações sociais; Resolução de problemas.

Abstract

This paper analyzes the teaching activities developed over a six-week period in a high school 2nd grade class integrated with professional education from a federal public institution in the metropolitan region of Porto Alegre - Rio Grande do Sul - Brazil. The events investigated were registered by a trainee professor, student of the Academic Program in Chemistry

Teacher Education of the Federal University of Rio Grande do Sul in multiple documents that served as a data source. The main objective of this paper is to report and problematize the research procedures (about their own professional practice) adopted by the teacher in the aforementioned formation, which ended up allowing her to: identify and analyze the social representations of students in relation to the constitution of the matter, as well as in relation to the related themes that emerged (electricity and radioactivity); to investigate evaluation elements potentially indicative of student learning (student responses to the applied written assessment and observations made by the teacher about the work developed), using the didactic strategy called problem solving. The results suggest that the proposed teaching approach in the context of Basic Education (of articulation between assumptions of Social Representation Theory and problem solving) may contribute to the teaching of scientific concepts, bringing students closer to the discussions that permeate the Chemistry classes and enhancing their role in their learning.

Keywords: Chemistry teaching; Atomic Models; Social Representations; Problem Solving.

Introdução

De uma forma geral, a disciplina de Química é considerada de difícil compreensão por parte dos estudantes e, muitas vezes, pouco interessante (Pozo & Crespo, 2009). Dentre as maiores dificuldades no processo de ensino e aprendizagem, figuram a constituição da matéria e os modelos atômicos (Pozo & Crespo, 2009; Melo, Gomes & Neto, 2013). Esses conteúdos, se trabalhados de forma totalmente tradicional e não contextualizada, parecem muito distantes da realidade, fazendo com que os estudantes não consigam criar conexões entre o estudo da Química e suas vidas.

A metodologia de ensino conhecida como resolução de problemas tem se mostrado uma ferramenta útil e eficiente nas salas de aula, uma vez que vai além do ensino tradicional (Pozo, 1998). Ao utilizar essa estratégia, o professor faz com que os estudantes passem do papel de mero receptores de conhecimentos já consolidados, para atuantes na construção do seu próprio conhecimento, o que caracteriza uma concepção construtivista para a sala de aula (Fernandes & Megid-Neto, 2012). Nesse contexto, também é importante que as ideias e representações sociais (RS) sejam consideradas nas discussões do ambiente escolar, como fator que mobilize o diálogo entre os sujeitos.

O presente trabalho investigativo relata e interpreta o que foi desenvolvido no período de seis semanas de trabalho docente (durante o ano letivo de 2018), em uma turma de 2ª série do curso Técnico Integrado ao Ensino Médio de Desenvolvimento de Sistemas, oriundo de uma instituição pública federal da região metropolitana de Porto Alegre. Os documentos analisados foram produzidos por uma professora estagiária, junto à atividade de ensino denominada “Estágio de Docência em Ensino de Química III-B” (curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS). Posteriormente, os resultados obtidos foram também sistematizados em um trabalho de conclusão de curso de graduação.

No âmbito do trabalho da professora estagiária, surgiram dados que resultaram dos procedimentos planejados para investigação e intervenção na sala de aula (com o apoio do professor orientador do estágio), que foram organizados e interpretados devido à postura investigativa adotada pela licencianda. Assim, o objetivo principal deste trabalho é relatar e

problematizar os procedimentos de pesquisa (sobre a própria prática profissional) adotados pela professora estagiária, que acabaram permitindo a esta: a) Identificar e analisar as RS de estudantes da 2ª série do Ensino Médio em relação à constituição da matéria, assim como em relação aos temas conexos que emergiram: eletricidade e radioatividade; b) Propor sequência de atividades que considerou os saberes de senso comum dos sujeitos como pontos relevantes; c) Investigar elementos de avaliação potencialmente indicadores da aprendizagem dos estudantes, ao utilizar a metodologia didática denominada resolução de problemas.

Ensino de Modelos Atômicos e Representações Sociais

Um dos principais objetivos do estudo da Química, na escola, é que os estudantes consigam entender, pelo menos, parte das características do mundo em que vivem (Pozo & Crespo, 2009). Porém, nesse ambiente, podem surgir diferentes entraves ao cumprimento desse fim, que estão relacionados, por exemplo, à profusão de conceitos abstratos e sua conexão com diferentes fenômenos (Pozo & Crespo, 2009, p. 140). Dentre os conteúdos que apresentam a característica citada, está o estudo da estrutura do átomo. Como não é possível enxergar esse sistema, sendo uma ideia muito distante do mundo real dos sujeitos, torna-se necessária a utilização de modelos (França, Marcondes & Carmo, 2009).

Por outro lado, os autores citados também sublinham a importância de se levar em consideração que o conhecimento é uma construção social e histórica, podendo ser prejudicial, para a aprendizagem dos estudantes, que o professor apresente conceitos como verdades inertes (França, Marcondes & Carmo, 2009). É importante, partindo dessa perspectiva, que os estudantes construam a ideia de que a ciência pode ser modificada constantemente e que os modelos criados são uma alternativa para compreendê-la.

O entendimento a respeito da existência de espaços vazios entre as partículas que constituem a matéria deve ser considerado como uma questão didática relevante, devendo-se refletir no planejamento docente (Melo, Gomes & Neto, 2013). Ressalta-se, conforme Pozo & Crespo (2009), que a descontinuidade da matéria é uma das noções mais difíceis na aprendizagem de Química.

Nesse contexto de trabalho do professor de Química, torna-se importante identificar, em cada turma, quais são as ideias discentes a respeito de temas relacionados às Ciências da Natureza, sendo que essa identificação pode facilitar a produção de um plano de aula adequado às necessidades de cada grupo de aprendizes. Recolher dados a respeito das RS dos sujeitos pode auxiliar nesse processo, principalmente se a análise for orientada pela chamada Teoria das Representações Sociais (TRS).

A teoria mencionada foi desenvolvida por Serge Moscovici, no âmbito da Psicologia Social (Moscovici, 2007). O autor citado buscava estudar a forma e a razão pelas quais as pessoas partilham o conhecimento (Fonseca & Loguercio, 2013), bem como a compreensão da influência dessa produção de conhecimentos e significados na identidade dos grupos sociais (Oliveira, 2004).

As RS podem ser compreendidas como o conhecimento de senso comum, incluindo mitos e crenças, construídos a partir de interações entre indivíduos, no âmbito de grupos sociais aos quais esses indivíduos pertencem (Pereira & Rezende, 2016). Segundo Fonseca & Loguercio (2013), autores que adotaram a teoria em tela no âmbito da pesquisa em ensino de

Química, as RS são uma forma de conhecimento com lógica própria e estruturalmente delimitada. Por essa característica, são múltiplos os temas que são pesquisados por investigações dessa natureza, tais como: nutrição, aquecimento global, poluição da água, química ambiental, conhecimento científico, dentre outros tópicos que são igualmente úteis ao ensino de Ciências da Natureza (Fonseca, 2019).

Fonseca (2016) realizou uma análise documental que demonstra o perfil de pesquisas da área de Educação em Ciências da Natureza que envolvem a TRS. As atas derivadas de algumas edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências foram utilizadas como fontes de dados. Os resultados obtidos mostraram que há predomínio do enfoque qualitativo; é comum que os sujeitos pesquisados sejam grupos de estudantes (do ensino básico ou do ensino superior) ou de professores (com predominância de atuação no ensino básico); os questionários são o tipo de instrumento de coleta de dados mais utilizado; são variados os objetos de representação investigados (normalmente relacionados a temas ambientais, químicos ou biológicos, sendo que a área de Física é menos frequente). Segundo o autor citado, há potencial para que a TRS ofereça “suporte teórico versátil para investigações que enfocam crenças, valores e imagens enraizadas no cotidiano dos diferentes sujeitos que participam dos processos educacionais” (Fonseca, 2016, p.1).

Aprendizagem Baseada em Problemas

A aprendizagem baseada em problemas, também conhecida como resolução de problemas ou solução de problemas (Pozo & Crespo, 2009), apresenta-se como uma boa alternativa para integrar diferentes momentos, espaços e experiências de aprendizagem que envolvem os conteúdos de Química (em todos os níveis educacionais), como é o caso dos modelos atômicos. No campo do ensino de Química, especificamente, é crescente o número de publicações que divulgam esse enfoque, principalmente discutindo atividades de ensino e aprendizagem envolvendo conteúdos conceituais atrelados às subáreas “Química Geral” e “Físico-Química” (Fernandes & Campos, 2017). Em geral, as dinâmicas de trabalho relacionadas à resolução de problemas possibilitam uma forma de trabalho construtivista, que exige a participação ativa dos estudantes, sendo que o professor assume a posição de orientar e mediar às ações de ensino e aprendizagem (Fernandes & Megid-Neto, 2012).

Os conceitos de “problema” e “exercício” normalmente apresentam-se indiferenciados no âmbito das escolas contemporâneas (Pozo & Crespo, 2009). Porém, estes não traduzem a mesma ideia, uma vez que exercício deve ser entendido como “situação em que o aluno dispõe de respostas, utilizando de mecanismos automatizados que levam à solução de forma imediata, priorizando a memorização” de regras e algoritmos próprios de cada tipo de questão (Batinga & Teixeira, 2009, p.4). Por outro lado, um problema tem caráter investigativo, ou seja, os estudantes não possuem todas as ferramentas para a sua resolução, sendo necessária a realização de pesquisas e a criação de hipóteses (Pozo & Crespo, 2009). As situações problemáticas são, frequentemente, estruturadas com características que as tornam semiabertas e sugestivas, exigindo dos estudantes um conjunto mais complexo (em comparação com os exercícios) de esforços, no sentido de buscar suas próprias respostas aos problemas (Goi & Santos, 2009).

Pozo & Crespo (2009) classificam os problemas em três categorias: qualitativos, quantitativos e pequenas pesquisas. Os problemas qualitativos, em geral, não exigem cálculos

ou experimentos para que seja efetivada sua resolução; são úteis para que os sujeitos realizem conexões entre fenômenos observáveis, cotidiano e modelos científicos; favorecem o trabalho em grupo e a construção de diálogos profícuos.

Em contrapartida, os problemas quantitativos estão relacionados à manipulação de dados numéricos, favorecendo o desenvolvimento da compreensão de linguagens matemáticas e algébricas (Pozo & Crespo, 2009). A quantificação é adotada como uma ferramenta para a compreensão do problema científico, não sendo, a sua utilização, o objetivo mais importante da proposta.

Sendo uma terceira alternativa, as pequenas pesquisas exigem a realização de algum experimento para que o sujeito possa chegar à sua resolução (Pozo & Crespo, 2009). Aqui, os estudantes terão oportunidade de desenvolver diferentes habilidades (como estratégias de pesquisa, análise e tratamento de dados, observação e interpretação de fenômenos, formulação de hipóteses), havendo aproximação conveniente do trabalho científico.

Outro critério de análise da estrutura dos problemas escolares é quanto à abertura das instruções fornecidas (Pozo, 1998). Há três possibilidades distintas, segundo o autor citado: problemas que fornecem poucas instruções e permitem interpretações variadas (problemas abertos); problemas que fornecem muitas instruções e, por isso, limitam a variedade de caminhos interpretativos (problemas fechados); problemas que fornecem algumas instruções, sem limitar ou expandir demasiadamente as vias para que os sujeitos possam interpretar as perguntas relacionadas e resolver os desafios subjacentes à proposta (problemas semiabertos).

Metodologia adotada pela professora estagiária

Buscando investigar e problematizar os conhecimentos escolares e RS no processo de ensino e aprendizagem, a professora estagiária utilizou ferramentas investigativas dentro do paradigma da pesquisa qualitativa, ainda que dados quantitativos tenham sido explorados. Nesse paradigma, o pesquisador tem contato direto com o ambiente a ser estudado, tendo acesso àquilo que as pessoas pensam e suas experiências (Esteban, 2010). Importante que seja mencionado o fato de que todos os procedimentos de pesquisa relativos à turma investigada, inicialmente, tinham sido planejados como movimentos restritos à prática profissional no estágio, não havendo intenção de utilização dos resultados obtidos em produção acadêmica. Assim, os dados foram obtidos de forma espontânea e utilizados como parte das práticas profissionais em tela.

Este artigo, então, relata, sistematiza, aprofunda e analisa o trabalho realizado pela docente em formação. Foram adotadas as seguintes fontes de informação documental: diário de campo da professora estagiária, relatório final do estágio (este contendo respostas dos estudantes a três questionários avaliativos aplicados durante o período de estágio, contendo questões abertas e fechadas) e demais produções escritas dos estudantes. Foram aplicados e registrados pela docente, no total, três questionários: o primeiro questionário explorava dados de perfil sociocultural e interesses sobre a área de Química; o segundo questionário explorava as RS dos sujeitos a respeito de objetos de representação relacionados ao conteúdo conceitual a ser desenvolvido; o terceiro questionário envolveu questões de avaliação e autoavaliação a respeito do trabalho com resolução de problemas. Dados derivados dos três questionários serão discutidos em seções posteriores deste artigo.

As informações coletadas pela professora estagiária, que foram consideradas pertinentes, foram analisadas com base em categorias emergentes a partir dos dados (Bardin, 2010). Vários dados obtidos foram quantificados (em termos de sua frequência, frequência relativa e média aritmética ponderada), a fim de subsidiar empiricamente o trabalho docente.

A análise de conteúdo foi a principal técnica adotada pela estagiária para o tratamento de dados, possibilitando o estudo e descrição das informações levantadas (Bardin, 2010). Ao utilizar a análise de conteúdo, o pesquisador (neste caso, a própria professora em formação) deve ler a comunicação em estudo como um leitor comum e também com um olhar que busca significações implícitas (Câmara, 2013). Em um primeiro momento, o pesquisador deve realizar uma leitura flutuante dos documentos estudados, realizando uma pré-análise (Bardin, 2010). O segundo momento é caracterizado pela categorização dos dados, onde eles são agrupados segundo critérios definidos (Franco, 2008).

Convém ressaltar que o terceiro questionário, aplicado pela professora estagiária, foi baseado no trabalho de Goi (2004). Os gráficos obtidos, que serão discutidos em seção posterior deste artigo, fornecem uma ideia do grau de concordância dos estudantes em relação a afirmativas que aparecem nos seus eixos verticais.

O instrumento citado foi estruturado de forma que o grau de concordância fosse expresso por itens de uma escala de cinco pontos do tipo Likert (1976). A cada item de resposta é atribuído um número que reflete a direção do grau de concordância dos respondentes em relação a cada afirmação. Aos itens, foi atribuída uma escala qualitativa e outra quantitativa: concordo plenamente (5), concordo (4), não tenho opinião (3), discordo (2) e discordo plenamente (1). Os valores atribuídos a cada item foram utilizados para o cálculo da média aritmética ponderada (Figura 1), que constitui o eixo horizontal dos gráficos. Quanto mais próxima do valor 5 estiver a média, maior o grau de concordância dos estudantes em relação àquela afirmação. O questionário foi respondido por 29 estudantes.

$$\text{Média Aritmética Ponderada} = \frac{\sum (F_i \cdot V_i)}{NT}$$

Onde F_i = Frequência observada
 V_i = Valor atribuído a cada resposta
 NT = Número total de respondentes

Figura 1 – Fórmula para o cálculo da média aritmética ponderada.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A investigação sobre as representações sociais: base para o trabalho docente

A estrutura e as salas de aula da instituição de ensino na qual o presente trabalho foi desenvolvido apresentavam boas condições e equipamentos (informação obtida no diário de campo). Antes de iniciar seu período de regência, a professora estagiária solicitou aos estudantes que respondessem a um questionário de perfil sociocultural (primeiro questionário aplicado), também contendo questionamentos sobre seus interesses no estudo da Química. A turma era composta por 32 estudantes, sendo que 30 responderam ao documento citado.

Os estudantes possuíam idades variando de 15 a 18 anos, sendo que a maior parte (17 estudantes) estava na faixa dos 16 anos. Pelos dados coletados, ficou constatado que os seguintes assuntos despertavam maior interesse dos estudantes (N= número de respostas): “radioatividade” (N= 22), “eletricidade” (N= 19) e “energia” (N= 18). Considerando os objetivos propostos e o programa escolar previsto para a turma (os assuntos citados mostraram-se convergentes com os conteúdos a serem trabalhados), os dois primeiros itens foram escolhidos pela professora estagiária como temas a serem explorados para a aprendizagem de modelos atômicos através da utilização da metodologia de resolução de problemas.

Em um segundo momento, a fim de reunir dados que permitissem constatar as RS dos estudantes sobre os assuntos a serem trabalhados, foi solicitado que os estudantes respondessem a questões do segundo questionário, que versavam sobre a constituição dos materiais, eletricidade e radioatividade (segundo questionário aplicado, mostrado no Quadro 1). O Quadro 2 apresenta o resultado da categorização dos desenhos feitos pelos estudantes como resposta ao segundo item do referido questionário, que é uma forma de analisar as RS dos estudantes (Fonseca, 2015). Em acordo com as respostas comentadas anteriormente, poucos estudantes elaboraram desenhos com representações de elementos macroscópicos. A maior parte dos estudantes utilizou, em seus desenhos, pequenas esferas para representar átomos ou moléculas, porém, uma parte dos estudantes demonstrou possuir o conhecimento de que os átomos são formados pelo núcleo e pela eletrosfera (exemplos de desenhos estão dispostos na Figura 2).

Quadro 1 – Perguntas presentes no segundo questionário aplicado.

Código	Questões
1	Do que os materiais existentes no nosso cotidiano são constituídos?
2	Faça um desenho ilustrando a sua ideia sobre a constituição desses materiais.
3	Quando se fala em “eletricidade”, do que você lembra? O que você sabe sobre este tema? A eletricidade é um fenômeno natural ou foi criado pelos seres humanos?
4	Quando você escuta a palavra “radioatividade”, do que você lembra?
Instrução geral: Responda as questões com base nos seus conhecimentos e pensamentos, mesmo que não tenha estudado ainda esses conteúdos.	

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

Quadro 2 – Respostas dos estudantes ao item 2 do segundo questionário aplicado.

Categoria	Elementos	Número de respostas
1. Átomo como Esfera	Representação de átomos (como pequenas esferas) ligados entre si ou próximos.	11
2. Visão Macroscópica	Objetos macroscópicos.	6
3. Átomo Nuclear sem Cargas	Representação de um átomo, com núcleo e eletrosfera, sem indicar cargas ou elétrons e prótons.	4
4. Átomo Nuclear com Cargas	Representação de um átomo, com núcleo e eletrosfera, indicando cargas ou elétrons e prótons.	2
5. Tabela Periódica	Representação da Tabela Periódica	1

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

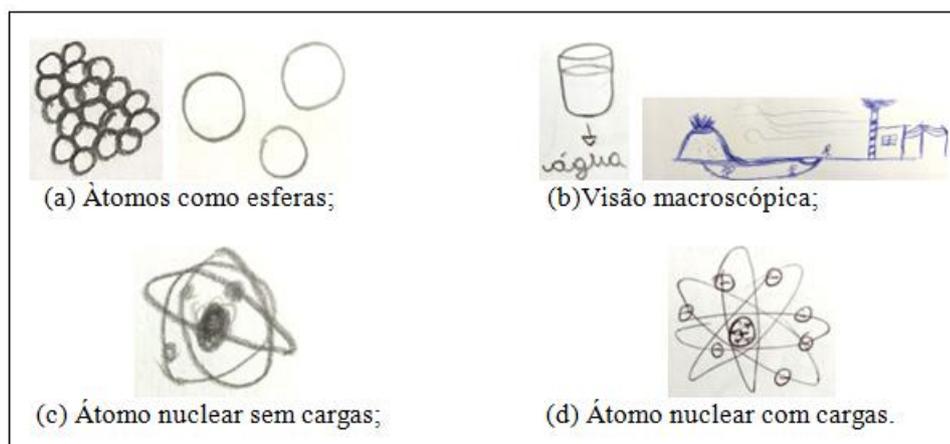


Figura 2 – Exemplos de desenhos produzidos pelos estudantes ilustrando a sua ideia sobre a constituição dos materiais.

Fonte: Dados coletados pelos autores.

O Quadro 3 apresenta os elementos que foram encontrados nas respostas dos estudantes ao item 3 do questionário (que versava sobre eletricidade). O somatório do número de respostas ultrapassa o número de respondentes, uma vez que alguns estudantes evocaram mais de um termo nas suas respostas. Alguns estudantes demonstraram possuir RS nas quais a eletricidade estaria ligada aos fenômenos que envolvem cargas elétricas e aos átomos (Categoria 2), mas também parecem ser bastante presentes elementos que lembrem os aspectos macroscópicos do cotidiano (Categorias 3 e 4). Também parece ser preponderante a relação da eletricidade com a produção/ uso de energia elétrica (Categoria 1).

Quadro 3 – Termos encontrados nas respostas dos estudantes ao item 3 do segundo questionário aplicado (com relação à eletricidade).

Categoria	Termos encontrados	Número de respostas
1. Energia	Energia/ Energia elétrica	9
2. Visão Microscópica	Átomos/ Elétrons/ Corrente elétrica	8
3. Visão Cotidiana	Fios/ Postes de luz/ Lâmpada/ Conta de luz/ Tomadas/ Condutores/ Choque	7
4. Fenômenos Naturais	Raios/Relâmpagos	4
5. Unidade de Medida	Tesla	2

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

Ainda com relação ao item 3 (que também indagava sobre a origem da eletricidade: natural ou artificial), a maior parte da turma (20 estudantes) afirmou se tratar de um fenômeno natural, sendo que 2 estudantes não responderam à questão. Em conjunto, os dados mostrados acima parecem constituir, em boa medida, o conteúdo das RS dos estudantes sobre o fenômeno tratado (um fenômeno natural, relacionado à energia e explicado por elementos microscópicos).

Considerando-se os dados globais (em referência às respostas dadas ao segundo questionário aplicado), a maior parte das respostas apresentou apenas palavras soltas, sendo que diversos estudantes reportaram saber pouco sobre as definições científicas do assunto, caracterizando o saber de senso comum compartilhado pelos sujeitos (Moscovici, 2007). Unindo esses dados com o interesse demonstrado pela turma em estudar eletricidade, foi possível para a professora estagiária estabelecer, com segurança, um dos temas escolhidos para a contextualização dos problemas. Nessa abordagem, eletrização também foi um fenômeno escolhido devido à sua relação com a construção histórica dos saberes científicos atrelados à constituição da matéria.

Houve maior diversificação nas respostas referentes ao item 4 do questionário (mostradas no Quadro 4), que tratava sobre radioatividade, havendo nove categorias obtidas mediante análise de conteúdo (Bardin, 2010). Novamente, o somatório do número de respostas ultrapassa o número de respondentes. Em suas evocações mais frequentes, os estudantes tendem a relacionar o fenômeno da radioatividade a circunstâncias negativas (Categorias 1, 3 e 4) e a ocorrências deste em diferentes contextos da sociedade (Categorias 2, 3 e 5).

Quadro 4 – Termos encontrados nas respostas dos estudantes ao item 4 do segundo questionário aplicado.

Categoria	Termos encontrados	Número de respostas
1. Problemas de Saúde	Câncer/Doenças/Veneno/Morte/Tóxico	6
2. Energia	Usinas Nucleares/ Calor/ Energia	6
3. Bomba Atômica	Bomba atômica	5
4. Problemas Sociais	Acidentes Nucleares/Desastres/ Lixo radioativo	5
5. Técnicas Médicas	Raio-X/ Ressonância/ Radiografia	2
6. Radiação	Radiação	3
7. Visão Microscópica	Fusão/Fusão nuclear/Mudança na estrutura das átomos	4
8. Cientistas	Marie Curie/ Albert Einstein	3
9. Elementos Químicos	Elementos Radioativos (urânio, plutônio, rádio, cézio)	2

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

Tendo em vista as respostas obtidas (elaboradas, novamente, com palavras soltas e sem maiores argumentações), foi possível constatar que as RS dos informantes apresentavam pouca conexão com o universo microscópico (Categoria 7) ou com os elementos químicos normalmente relacionados ao fenômeno da radioatividade (Categoria 9). Assim, o tema radioatividade também se mostrou presente no universo consensual da turma investigada, com multiplicidade de ideias úteis para a contextualização dos problemas utilizados em aula, bem como ficou evidente (para a professora estagiária) a necessidade de articulá-lo de forma mais direta e inteligível a conhecimentos específicos da estrutura atômica.

Com base nos resultados descritos acima, a professora em formação organizou o planejamento de suas aulas. A análise das respostas mostrou para a professora em formação a possibilidade de propor os problemas sem trabalhar previamente e/ou com detalhes cada um dos modelos atômicos previstos no programa de Química da turma (Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr). Como os estudantes demonstraram possuir um conjunto de RS com uma base de conhecimentos sobre o assunto, foi possível realizar uma aula introdutória, onde as principais ideias sobre a constituição da matéria e sobre a forma com que os conhecimentos científicos são construídos historicamente foram discutidas. Na aula seguinte, foi possível iniciar o trabalho com os problemas, com os quais os estudantes tiveram maior autonomia na construção do seu conhecimento, caracterizando o estabelecimento de um ambiente construtivista (Fernandes & Megid-Neto, 2012). A sequência de atividades desenvolvidas está resumida no Quadro 5.

Quadro 5 – Resumo das atividades desenvolvidas.

Semana	Atividade
1	Etapa introdutória: constituição e descontinuidade da matéria; conceito de modelo científico e aspectos principais sobre modelo atômico de Dalton.
2	Etapa que inclui resolução de problemas: os estudantes recebem os problemas e os materiais de apoio fornecidos pela docente, sendo que a aula é realizada na biblioteca. Os estudantes entregam à professora o material escrito produzido nessa etapa (respostas a questões relacionadas aos problemas).
3	Compartilhamento dos resultados obtidos: estudantes realizam apresentações referentes às resoluções dos problemas.
4	Aula expositiva e dialogada: aprofundamento e revisão dos conhecimentos com uso de projetor multimídia, trechos de vídeos sobre o assunto e resolução de exercícios (sobre radioatividade e modelos atômicos: Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr). Professora esclarece eventuais dúvidas.
5	Avaliação escrita da aprendizagem dos estudantes.
6	Aula de recuperação: expositiva e dialogada, com correção da avaliação.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

Foco na resolução de problemas

As atividades que envolveram resolução de problemas foram realizadas com base em uma adaptação das fases propostas no estudo de Leite e Afonso (2001), também citados por Freitas & Batinga (2015): a) **1ª fase:** o professor investiga interesses dos estudantes e propõe problemas; b) **2ª fase:** o professor orienta indiretamente, sem fornecer as respostas, estimulando a construção do trabalho de pesquisa, elaboração de estratégias e realização de consultas a materiais de apoio diversos (bibliografias, filmes, sítios eletrônicos etc.). Dependendo da natureza do problema, diferentes procedimentos podem ser adotados (realização de experimentos, planejamento e execução de entrevistas, visitas técnicas, trabalhos de campo, dentre outros); **3ª fase:** apresentação e síntese, em conjunto, dos resultados obtidos (se são viáveis as soluções apontadas, limitações etc.).

O início do trabalho com os problemas se deu na segunda semana de aula, com apresentação destes pela professora estagiária (Quadro 6). Destaca-se que o uso de problemas em forma de carta foi adaptado do trabalho de Salgado (2015). Houve, por parte dos sujeitos, certo estranhamento com a liberdade que lhes foi conferida para a realização do trabalho, bem como houve o surgimento de dúvidas sobre como estruturar a apresentação (ao final da atividade de resolução de problemas). Ressalta-se que cada grupo recebia e era responsável por apenas um dos problemas mostrados no Quadro 6, de modo que pudessem aprofundar o entendimento daquela temática (explorada em cada problema) e das questões investigativas inerentes a esta.

Quadro 6 – Enunciado dos problemas propostos aos estudantes.

Problema	Enunciado
P1	<p>Vocês são consultores da seção “Leitor Curioso” de uma revista de divulgação científica, onde leitores enviam dúvidas e vocês respondem de maneira simples, mas com embasamento científico. Um leitor enviou a seguinte dúvida: “Há poucos dias, quando toquei no braço de um amigo, eu senti uma espécie de choque. O que foi isso? Por que isso aconteceu?” Marcos Santos, 13 anos.</p> <p>Para responder a esta pergunta, vocês deverão realizar pesquisas e compreender bem o tema. Será necessário compreender o fenômeno descrito, o que inclui conhecimentos sobre modelos atômicos. Realize testes experimentais que ilustrem o mesmo fenômeno.</p>
P2	<p>Vocês são consultores da seção “Leitor Curioso” de uma revista de divulgação científica, onde leitores enviam dúvidas e vocês respondem de maneira simples, mas com embasamento científico. Um leitor enviou a seguinte dúvida: “Às vezes, quando estou penteando meu cabelo com um pente de plástico, meus cabelos ficam arrepiados. Por que isso ocorre?” Caroline Amaral, 24 anos.</p> <p>Para responder a esta pergunta, vocês deverão realizar pesquisas e compreender bem o tema. Será necessário compreender o fenômeno descrito, o que inclui conhecimentos sobre modelos atômicos. Realize testes experimentais que ilustrem o mesmo fenômeno.</p>
P3	<p>Vocês são consultores da seção “Leitor Curioso” de uma revista de divulgação científica, onde leitores enviam dúvidas e vocês respondem de maneira simples, mas com embasamento científico. Um leitor enviou a seguinte dúvida: “Ouvi dizer que estão irradiando alimentos para aumentar o tempo de conservação e que essa irradiação contamina os alimentos, que passam a ser radioativos, podendo causar sérios problemas à nossa saúde. Isso é verdade? O que vocês acham dessa prática de conservação?” Michele Costa, 35 anos.</p> <p>Para responder a estas perguntas, vocês deverão realizar pesquisas e compreender bem o tema. Por exemplo, vocês precisarão ter domínio do significado de radioatividade, o que inclui conhecimentos sobre modelos atômicos. Vocês devem observar todas as afirmações feitas pela leitora Michele e conferir sua veracidade, realizando as pesquisas necessárias. Além disso, seria interessante que vocês expusessem sua opinião sobre o assunto abordado, considerando as vantagens e desvantagens deste método de conservação.</p>
P4	<p>Vocês são consultores da seção “Leitor Curioso” de uma revista de divulgação científica, onde leitores enviam dúvidas e vocês respondem de maneira simples, mas com embasamento científico. Um leitor enviou a seguinte dúvida: “Falam que as usinas nucleares são uma forma de energia limpa, mas vemos esses acidentes horríveis que ocorrem, como o de Chernobyl. Afinal, a energia nuclear pode ser considerada uma opção</p>

	<p>adequada para a nossa sociedade?” Maria da Silva, 47 anos.</p> <p>Para responder a essas perguntas, vocês deverão realizar pesquisas e compreender bem o tema. Por exemplo, vocês precisarão ter domínio do significado de conceitos envolvendo radioatividade, o que inclui conhecimentos sobre modelos atômicos. Vocês devem observar todas as afirmações feitas pela leitora Maria e conferir sua veracidade, realizando as pesquisas necessárias. Além disso, seria interessante que vocês expusessem sua opinião sobre o assunto abordado, considerando as vantagens e desvantagens do uso da referida fonte energética.</p>
--	--

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

A aula transcorreu conforme o esperado, com os estudantes atuando ativamente na construção do próprio conhecimento, realizando pesquisas, formulando hipóteses e traçando estratégias de atuação, conforme as ideias preconizadas pelos autores da área de ensino de Ciências (Freitas & Batinga, 2015; Pozo & Crespo, 2009). A professora-estagiária observou o transcorrer dessas atividades e registrou em seu diário de campo os fatos relevantes. Como exemplo dos relatos citados, destaca-se o fragmento textual abaixo:

No primeiro contato com os problemas, os grupos reuniram-se para compreender o que estava sendo proposto, realizando a leitura do problema em conjunto. Na sequência, iniciaram as pesquisas pelos livros didáticos, sondando a matéria dos livros que estaria relacionada com os problemas. Após esta ambientação inicial, os alunos começaram a traçar estratégias para a resolução do problema, dividindo tarefas entre os integrantes dos grupos: alguns realizariam pesquisas na internet (em computadores da biblioteca), outros nos livros didáticos e outros nos materiais de apoio; decidiram como iriam realizar a apresentação e se realizariam algum experimento; alguns se dedicariam mais à escrita da carta e outros à montagem dos slides para a apresentação. Uma importante discussão crítica foi observada entre os integrantes do grupo que recebeu o problema P4. O auxílio da estagiária foi solicitado, pois os alunos não estavam concordando em alguns pontos. Após realizar pesquisas, alguns alunos consideraram a energia nuclear benéfica por ser considerada uma fonte de energia limpa, enquanto outros alunos encontraram dados a respeito do lixo nuclear gerado nas usinas, dos acidentes nucleares que ocorreram ao longo da história e das bombas atômicas. Após cada aluno expor os dados encontrados e suas hipóteses, o grupo, com o auxílio da estagiária, chegou a um consenso de que a energia nuclear seria benéfica se utilizada com todo o cuidado possível, e os pontos positivos e negativos foram citados na carta final. (Fragmento textual extraído do diário de campo).

Os grupos entregaram o trabalho escrito solicitado, que se tratava de uma resposta à pergunta do leitor da revista de divulgação científica (respostas aos problemas propostos, na forma de cartas, conforme exemplos mostrados: Figura 3, Figura 4, Figura 5 e Figura 6). Assim como solicitado, os grupos conseguiram escrever uma carta com linguagem acessível e vocabulário adequado ao público leigo, mas contendo informações de cunho científico. Salienta-se que os estudantes puderam ter acesso aos conceitos científicos tratados nessas aulas a partir de materiais bibliográficos (livros e artigos) de apoio, que foram fornecidos pela

docente (Oki, 2000; Xavier et al., 2007; Mortimer & Machado, 2011; Santos & Mól, 2016), além da possibilidade de pesquisas na internet.

Como resposta para Caroline Amaral, 24 Anos, nós temos: "Esse fenômeno acontece quando ocorre um desequilíbrio eletrônico dos íons do cabelo, os motivos para os cabelos ficarem eletrizados são variados, desde o contato excessivo com televisores e computadores ao uso pentes e escovas de metal ou plástico, mas seu aparecimento depende de fatores como ambiente e produtos usados."

Figura 3 – Carta-resposta ao problema P2.
Fonte: Relatório de estágio consultado pelos autores.

Olá Marcos. Nosso corpo é formado por átomos, minúsculas estruturas que são compostas por partículas ainda menores. Essas partículas podem ser de cargas positivas (prótons), negativas (elétrons) ou neutras (nêutrons). O átomo, por ter a mesma quantidade de elétrons e de prótons, costuma ter carga neutra. Porém quando ocorre a modificação da carga do átomo, também chamada de eletrização, ocorre a troca e atração de elétrons de um material para outro. No momento em que o corpo eletrizado tem contato com outro de carga neutra, existe a condução de corrente elétrica, distribuindo as cargas, neutralizando os átomos e dando essa sensação de choque.

Figura 4 – Carta-resposta ao problema P1.
Fonte: Relatório de estágio consultado pelos autores.

Cara leitora, Michele Costa, nós consultores recebemos sua dúvida e estamos felizes em informa que temos uma resposta.

Em relação a irradiação de alimentos podemos assegurar que não há nenhum perigo, explicando melhor com os fatores que apresentaremos a seguir.

Naturalmente encontramos radiação em quase todos os lugares e objetos, claro que os alimentos não escapam deste grupo, isso pois alguns elementos necessários para a formação destes, contém algum nível radioativo, todavia, estes são encontrados com níveis baixíssimos de radiação, sem ameaçar a saúde. Para que tenha uma exposição letal a radioatividade destes alimentos, por exemplo, seria necessária comer ao menos 100 milhões de bananas, um dos alimentos que emitem naturalmente radiação.

Enquanto a sua pergunta, é fisicamente impossível que o alimento exposto a tal radiação se torne radioativo, isso pois a radiação apenas o modifica geneticamente a fins de retardar o seu desenvolvimento, ou matar micro-organismos que ali habitam. O exposto só viria a se tornar radioativo se o mesmo tivesse contato físico ao químico que provoca a radiação, todavia, esse apenas é exposto as ondas radioativas que o elemento emite, contendo uma série de barreiras impedindo o mínimo de contaminação do alimento.

Outra questão muito abordada é sobre o caso de sobre-exposição do alimento irradiado. A duas opções quando o alimento é exposto além da conta, ou seu genoma é alterado de tal forma que seu gosto e aroma já não corresponde ao original, podendo até o tornar toxico, ou ao invés de garantir uma maior durabilidade, causa o efeito contrario fazendo com que o alimento estrague mais rápido. Mas até mesmo isso é improvável já que há medidores que são usados para verificar qual é o nível de exposição do alimento a radiação, permitindo controlar a exposição a um nível adequado.

Acreditamos que essa técnica de tratamento dos alimentos é sem dúvida muito positiva para nós consumidores, ela não só garante um produto final de qualidade, como também evita o desperdício, mantendo o alimento por mais tempo comestível. Não nos preocupa o fato de consumir estes alimentos, mas sim mostra como a tecnologia pode ser boa para a produção dos mesmos.

Figura 5 – Carta-resposta ao problema P3.

Fonte: Relatório de estágio consultado pelos autores.

CARA MARIA, A ENERGIA NUCLEAR É CONSIDERADA LIMPA, POIS NA SUA PRODUÇÃO NÃO HÁ LIBERAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS POLUENTES, OU SEJA, NÃO INTERFERE NA NATUREZA.

OS ACIDENTES NUCLEARES QUE CONHECEMOS ATUALMENTE FORAM CAUSADOS POR FALHAS HUMANAS, COMO FALHAS NO PROJETO, FALTA E INFRAÇÃO DE NORMAS DE SEGURANÇA, TESTES NÃO AUTORIZADOS, ENTRE OUTROS. NO CASO DE CHERNOBYL, POR EXEMPLO, FOI A JUNÇÃO DE UMA FALHA NO PROJETO (JÁ QUE QUERIAM CONSTRUIR ELA RAPIDAMENTE) E DA INFRAÇÃO DE NORMAS DE SEGURANÇA COM AÇÕES NÃO AUTORIZADAS.

SENDO ASSIM, A USINA PODE SER CONSIDERADA UMA BOA OPÇÃO PARA A SOCIEDADE, JÁ QUE OS ACIDENTES NUCLEARES NÃO VÃO OCORRER CASO A USINA SEJA BEM PROJETADA E OS SEUS FUNCIONÁRIOS SEJA TENHAM MUITO CUIDADO COM A SUA UTILIZAÇÃO.

Figura 6 – Carta-resposta ao problema P4.

Fonte: Relatório de estágio consultado pelos autores.

Na terceira semana, houve apresentações das resoluções obtidas pelos grupos (através de slides em projetor multimídia). Os estudantes demonstraram bom domínio dos temas e organização na estrutura das apresentações. Alguns grupos usaram quadro branco como forma complementar de explicação, bem como, em alguns casos, vídeos curtos ou experimentos. A atividade parece ter desenvolvido a opinião crítica sobre os assuntos trabalhados, com destaque para os grupos referentes aos problemas P3 e P4, que ponderaram sobre prós e contras da radioatividade no contexto da sociedade contemporânea (principais argumentos favoráveis: produção de energia elétrica sem produção de poluentes atmosféricos e aplicações médicas; principais argumentos desfavoráveis: riscos envolvendo uso bélico da radioatividade e acidentes em usinas nucleares). O Quadro 7 apresenta um resumo dos elementos presentes nas apresentações.

Quadro 7 – Elementos presentes nas apresentações dos estudantes.

Problema	Elementos presentes nas apresentações
P1	Slides sobre eletrização e modelo atômico de Thomson. Apresentação de dois vídeos sobre experimentos de eletrização, realização de três experimentos de eletrização. Destaque para as cargas elétricas que constituem a matéria.
P2	Slides sobre eletrização e modelo atômico de Rutherford. Destaque para a estrutura nuclear do átomo, além de sua constituição elétrica.
P3	Slides sobre radioatividade, irradiação de alimentos e modelo atômico de Bohr. Destaque para a relação do fenômeno da radioatividade com o núcleo atômico e para a absorção/emissão de energia por parte de elétrons. Opinião crítica sobre a radioatividade no contexto contemporâneo (prós e contras).
P4	Slides sobre radioatividade, modelo atômico de Rutherford, usinas nucleares e acidente de Chernobyl. Destaque para a relação do fenômeno da radioatividade com o núcleo atômico. Utilização do quadro. Opinião crítica sobre a radioatividade no contexto contemporâneo (prós e contras).

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

Na quinta semana, foi realizada a avaliação escrita, sendo que esta forneceu à docente em formação dados relevantes sobre a construção de novos conhecimentos por parte dos estudantes (movimentos de aprendizagem ocorridos nas aulas anteriores à avaliação que foi aplicada). Algumas questões dessa avaliação foram selecionadas para análise (devido à relevância em termos da aprendizagem dos conceitos científicos), sendo dispostas no Quadro 8, conjuntamente com seus respectivos objetivos avaliativos.

Quadro 8 – Questões da avaliação escrita e seus respectivos objetivos.

Questão	Objetivos Avaliativos
1 – Quando passamos perfume, espalhamos pelo ar o seu cheiro, porque o perfume é misturado com o ar. Relacione com o fenômeno descrito acima o que estudamos sobre a constituição dos materiais, explicando como e por que o cheiro de um perfume pode se espalhar pelo ar.	Avaliar se há a compreensão de que o cheiro se espalha pelo ar porque a matéria é constituída por partículas.
2 – Faça um desenho ilustrando um átomo e cite o modelo atômico que você utilizou para a sua representação.	Avaliar se há a compreensão sobre determinado modelo atômico (livre escolha na questão), a partir de desenho elaborado pelo sujeito.
3a – “A eletricidade é um fenômeno que foi criado pelo seres humanos para facilitar as nossas vidas, não é um fenômeno natural”. A frase acima está certa ou errada? Explique sua resposta.	Avaliar se há a compreensão de que a eletricidade é um fenômeno natural.
3b – Como os fenômenos relacionados a cargas elétricas contribuíram no desenvolvimento dos modelos atômicos? Considere os modelos atômicos de Dalton e de Thomson para a sua resposta.	Avaliar se há a compreensão de que os fenômenos relacionados a cargas elétricas estão relacionados ao desenvolvimento do modelo atômico de Thomson.
4 – Explique o que é radioatividade.	Avaliar se há a compreensão da radioatividade como um fenômeno nuclear derivado da instabilidade do sistema.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

A Tabela 1 apresenta o número de respostas (corretas, parcialmente corretas, incorretas ou em branco) para cada uma das questões citadas. Considerando-se as respostas à questão 1, a maior parte dos estudantes (78%) demonstrou compreender, pelo menos parcialmente, os conceitos trabalhados na aula de introdução, sobre a descontinuidade da matéria. Porém, pareceu haver certa confusão entre formação de mistura e reação química, uma vez que sete estudantes utilizaram a palavra “reação” em alguma parte de sua resposta (o Quadro 9 apresenta exemplos de respostas à questão 1, estando divididas de acordo com o grau de compreensão do assunto abordado). Sabe-se, conforme já havia sido comentado neste texto, que dificuldades dos estudantes de ensino médio em interpretar mudanças físicas e químicas nos materiais, bem como a ideia de descontinuidade, são descritas na literatura como algo bastante frequente (Pozo & Crespo, 2009).

Tabela 1 – Perfil quantitativo das respostas obtidas na atividade avaliativa.

Questão	Resposta Correta	Resposta Parcialmente Correta	Resposta Incorreta	Resposta em branco
1	14	11	3	4
2	23	9	-	-
3a	30	2	-	-
3b	19	8	-	5
4	3	22	1	6

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

Quadro 9 – Exemplos de respostas à Questão 1.

Grau de compreensão	Exemplos de respostas dos sujeitos
Satisfatório	<i>Porque as partículas do perfume se misturam com o ar, logo o cheiro do perfume se mistura junto.</i>
	<i>É possível que o cheiro se espalhe no ar porque as partículas conseguem se misturar. Como por exemplo nescou no leite.</i>
	<i>Existem espaços vazios entre os átomos e pelo fato do perfume estar em estado gasoso (átomos bem separados) ele pode se misturar com o ar. Basicamente, os átomos do perfume se misturam com os do ar.</i>
	<i>O perfume se espalha no ar pois, ao ser borrifado, mistura-se com os outros gases formando uma mistura homogênea.</i>
	<i>O cheiro que sentimos no ar são as partículas gasosas de determinada substância. Os materiais são compostos de partículas. Elas podem se encontrar no ar, o qual inalamos e conseguimos sentir o cheiro. Esse cheiro é capaz de se espalhar no ar porque nele existem espaços vazios, o qual essas partículas preenchem.</i>
Parcial	<i>O cheiro que sentimos do perfume é uma reação da mistura das partículas de perfume com as de oxigênio, como se mistura com o oxigênio, o cheiro se espalha pelo ar.</i>
	<i>Por causa de suas características os átomos do perfume se juntam com os do ar, por ter átomos pequenos o cheiro se mistura.</i>
	<i>Porque ocorre uma reação e o ar se “soma” ao perfume por isso se espalha.</i>

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

Na questão 2, os estudantes tiveram liberdade para escolher o modelo atômico que mais compreenderam (nenhuma resposta foi constatada como incorreta ou em branco). Apareceram entre as respostas: Dalton (N= 5 respostas), Thomson (N= 12 respostas), Rutherford (N= 13 respostas) e Bohr (N= 2 respostas), destacando-se que o último não havia sido detalhado durante as aulas anteriores.

A análise das respostas à questão 3a indicou que a grande maioria dos estudantes compreendeu ou confirmou que a eletricidade é um fenômeno natural (93%). Na questão 3b, os estudantes já demonstraram ter maior dificuldade em formular suas respostas, mas a maior parte demonstrou compreensão (plena ou parcial) do papel dos fenômenos ligados a cargas elétricas na construção histórica dos modelos atômicos (84%).

Os resultados da questão 4 (na qual os sujeitos lograram desempenho menos satisfatório) demonstraram haver dificuldades, por parte dos aprendizes, na compreensão do fenômeno da radioatividade, sendo que a maior parcela destes conseguiu demonstrar compreensão parcial do assunto (68%), havendo um número diminuto de respostas plenamente corretas (9%). Porém, esse resultado ainda pode ser considerado positivo, se for levada em consideração a complexidade do tema. No questionário inicial (com questão semelhante), foram encontradas apenas palavras soltas, e na resposta à questão 4 da avaliação final, a grande maioria pôde formular frases completas (mesmo que parcialmente incorretas), demonstrando certo crescimento na argumentação sobre o assunto. Exemplos de respostas à questão 4 estão mostrados no Quadro 10.

Quadro 10 – Exemplos de respostas à Questão 4.

Grau de compreensão	Exemplos de respostas dos sujeitos
Satisfatório	<i>A radioatividade se dá quando a força de repulsão é maior que a força forte, causando uma instabilidade, e a emissão radioativa serve como um meio desse átomo se estabilizar.</i>
	<i>Radioatividade é a energia que é liberada de um átomo a fim de estabilizar seu núcleo, sendo que podem ser citadas 3 radiações, alfa, beta e gama.</i>
	<i>É um fenômeno que ocorre no núcleo de alguns átomos. A radiação pode ser usada na cura de doenças, como o câncer. Existem 3 tipos de radiação, a alfa, a beta e a gama.</i>
	<i>Existem duas forças em um átomo, a força “forte” e a força de “repulsão”, quando a força de “repulsão” é maior que a “forte” o átomo precisa liberar energia para se manter estável, essa energia liberada é a radiação.</i>
	<i>A radioatividade é produzida por átomos instáveis, quando a força de repulsão dos prótons é maior que a força forte, esses átomos produzem 3 tipos de radiações: alfa, beta e gama.</i>

Parcial	<i>É a reação que ocorre dentro do núcleo de um átomo instável.</i>
	<i>Os átomos tendem a ficar estáveis. Quando eles não estão estáveis eles começam a liberar partículas para ficar estáveis, ou seja, quando o número de prótons e o número de elétrons forem diferentes o átomo começará a liberar prótons até que a estabilidade seja alcançada. Esta liberação de partículas é a radiação.</i>
	<i>A radioatividade é a instabilidade do átomo. É ela a responsável por deixar ele instável, tornando algo radioativo. É a atividade dentro do átomo que faz com que ele perca a estabilidade.</i>
	<i>Radioatividade é quando um átomo não é estável, devido a uma falta ou excesso de elétrons, e então ele tenta emitir (se livrar) de uma parte de si próprio para conseguir atingir a estabilidade.</i>
Insatisfatório	<i>É quando um átomo deixa de ser estável e passa a ser instável, ocorrendo a radioatividade. A radioatividade é perigosa e causa câncer.</i>
	<i>Partículas radioativas são partículas que ao reagirem com outras têm certa luminescência.</i>

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

A análise do desempenho dos estudantes (evidenciado pelos dados discutidos acima), de um modo geral, denota que houve movimentos positivos de aprendizagem na sala de aula investigada. Os indicadores discutidos (instrumentos de avaliação: atividade avaliativa escrita e apresentações da resolução de problemas) mostram que houve um aproveitamento relativamente adequado (por parte dos sujeitos) dos procedimentos de ensino e aprendizagem desenvolvidos pela professora em formação. Ficou, por parte da professora estagiária, a indicação para a continuidade do trabalho docente (para além do estágio, a ser efetuado pela professora titular da turma), obviamente, de que alguns estudantes precisariam de momentos de revisão e aprofundamento sobre os assuntos trabalhados, ou seja, de que novas oportunidades de aprendizado deveriam ser ofertadas no futuro.

Visões discentes sobre os processos da sala de aula

Na sexta semana, durante a aula de recuperação dos conteúdos, que teve o objetivo de discutir as dúvidas e dificuldades que foram identificadas na avaliação escrita, foi solicitado que os estudantes respondessem a um questionário de autoavaliação e avaliação do método de resolução de problemas (terceiro questionário aplicado). O Gráfico 1 apresenta o perfil das respostas avaliativas dos estudantes em relação aos problemas que foram utilizados.

A análise dos dados (média aritmética ponderada mostrada na escala) indica que a maior parte dos estudantes considerou que os problemas foram de fácil compreensão (item 1 do Gráfico 1), possuindo linguagem adequada (item 3), o que facilitou a compreensão dos problemas por parte dos grupos. Além disso, os resultados (índices da escala) tendem a mostrar que a maior parte dos respondentes concorda que foi necessária a realização de pesquisas para a resolução dos problemas (item 2) e que estes exigiram raciocínio (item 6).

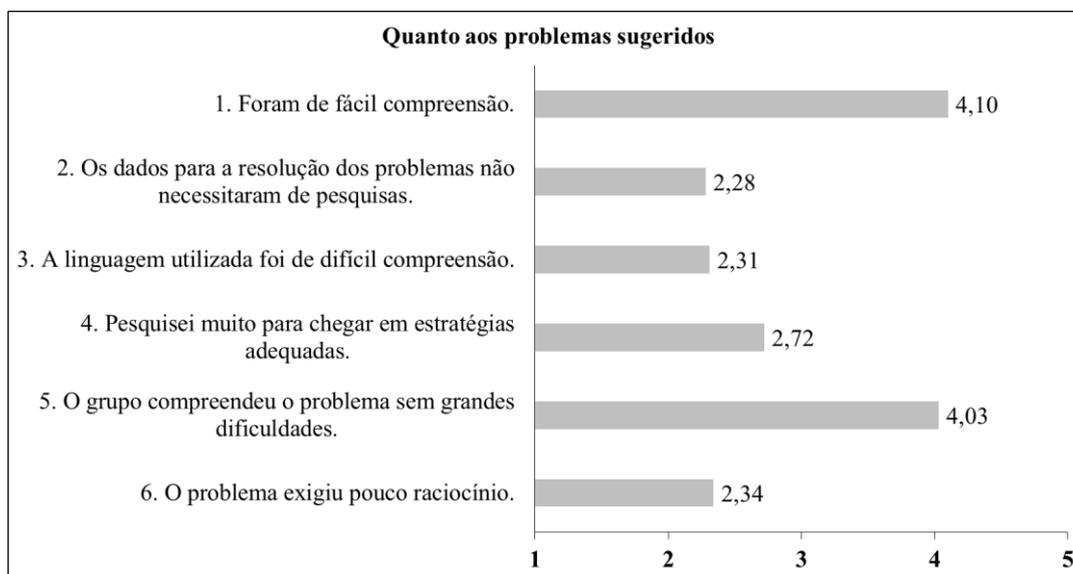


Gráfico 1 – Opinião dos estudantes quanto aos problemas sugeridos.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

O Gráfico 2 apresenta o grau de satisfação dos estudantes em relação ao trabalho desenvolvido através da resolução de problemas. Pode-se inferir, pelas médias mostradas, que a maior parte da turma concordou que o trabalho não gerou dificuldades de compreensão (item 7), que o tempo atribuído para a realização do trabalho foi suficiente (item 10) e que o trabalho pode ser significativo para uma melhor compreensão das aulas (item 12), contribuindo para a aprendizagem de cada sujeito (item 9). Porém, os resultados são pouco elucidativos em relação a esse trabalho ter sido diferente do que os estudantes estavam habituados a realizar nas aulas de Química (itens 8 e 11), tendo em vista que a afirmação 8 diz exatamente o oposto do que diz a afirmação 11, sendo que ambas obtiveram valores próximos de média.

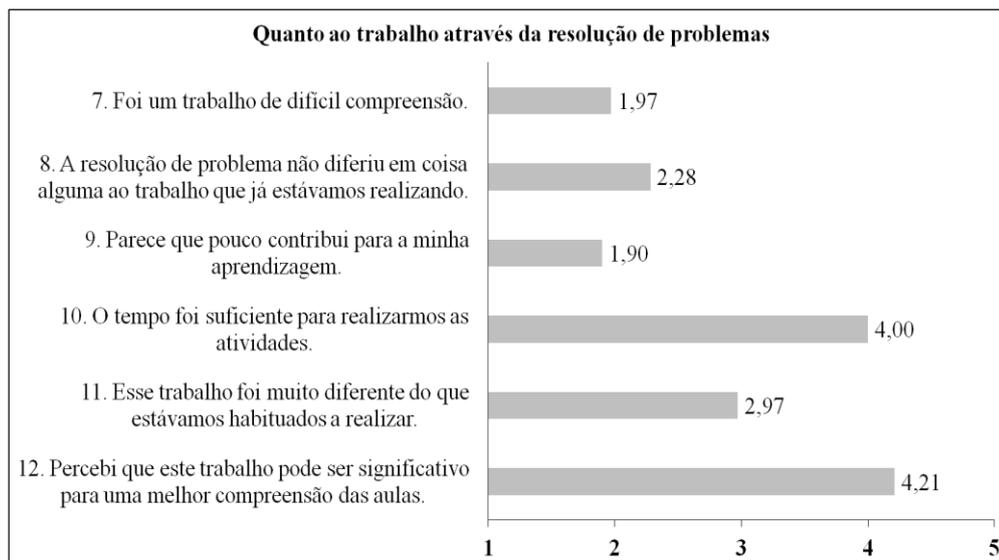


Gráfico 2 – Opinião dos estudantes quanto ao trabalho através da resolução de problemas.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados coletados.

Convergências do trabalho da professora estagiária com a literatura

Os procedimentos do trabalho docente discutidos nesta produção acadêmica parecem acenar para o reforço de diferentes elementos presentes na literatura contemporânea da área de Educação em Ciências da Natureza, relação que pode ser considerada uma forma de diálogo entre teoria e prática propiciada pelo que foi descrito nas seções acima. O primeiro ponto que se fortalece é a abordagem a respeito da TRS e sua conexão com o as ações para a sala de aula de Química, em diferentes níveis educacionais (Fonseca, 2016). A ideia principal, aqui, centra-se na perspectiva de que cabe ao professor buscar o entendimento do conteúdo do pensamento dos sujeitos com os quais interage. Ora, esse pensamento, segundo o que é defendido pelo campo da TRS, não é uma estrutura frágil ou que possa ser facilmente desestabilizada, justamente por ser oriunda do ambiente social (permeado pelo senso comum) que garante liberdade de criação e circulação de ideias, bem como constitui a identidade dos grupos (Fonseca & Loguercio, 2013).

Na sala de aula, o levantamento de tais saberes de senso comum possibilita, como foi descrito neste artigo, a construção de estratégias educacionais que amplificam as potencialidades de atuação docente e, conseqüentemente, favorecem a diminuição de eventuais barreiras de aprendizagem que podem surgir nas aulas da Educação Básica. Ainda que seja pretensão francamente demasiada a afirmação de que esse procedimento pode resolver todos os problemas decorrentes dos processos de ensino e aprendizagem, parece ser lícita, ao menos, a inferência de que ele pode ajudar o cotidiano desafiador de quem exerce o ofício de ensinar Ciências da Natureza para crianças e adolescentes.

O segundo ponto que parece emergir dos resultados deste estudo, necessariamente ligado ao primeiro ponto, é a possibilidade de que o professor pautar o seu trabalho por procedimentos que o permitam atuar simultaneamente como pesquisador de sua prática: trata-se de uma visão que assume o docente como um ator que produz conhecimento no contexto em que este é usado, ou seja, atuar pedagogicamente significa agir indagativamente, dialogando com a teoria acadêmica e com o conhecimento produzido por outros (Pesce &

André, 2012). Pensar a atuação docente como uma atitude investigativa significa estar atento ao atual quadro da profissão docente, tendo em vista que “diagnosticar, levantar hipóteses, buscar fundamentação teórica e analisar dados são algumas das atividades que podem ajudar o trabalho do professor, quando se consideram as exigências da realidade atual” (Pesce & André, 2012, p. 41).

O terceiro ponto que se destaca, no âmbito dos resultados deste trabalho, é a abordagem construtivista para o ensino de Ciências da Natureza baseada no tratamento de situações problemáticas (Cachapuz et al., 2011). Como foi descrito na experiência da professora estagiária, a abordagem construtivista é refratária à mera transmissão/recepção que pauta o ensino tradicional, buscando o engajamento dos sujeitos na reconstrução do conhecimento científico e possibilitando: estudar qualitativamente situações de interesse; emitir hipóteses; elaborar e aplicar estratégias para resolver problemas; confrontar resultados obtidos com novas situações etc. (Cachapuz et al., 2011).

O quarto ponto que se considera como elemento de importância para este estudo faz parte do contexto em que este foi realizado: o estágio de docência como oportunidade de articulação da teoria com a prática educacional, sem reduzir as experiências a serem vivenciadas à mera prática instrumental (Pimenta & Lima, 2006). Pensa-se, aqui, o estágio como oportunidade do professor em formação inicial entrar em contato com as instituições educacionais (lócus de trabalho do magistério) e com os “sujeitos, seus modos de agir e pensar, seus valores, seus compromissos, suas opções, seus desejos e vontades, seu conhecimento, seus esquemas teóricos de leitura do mundo, seus modos de ensinar” (Pimenta & Lima, 2006, p. 11). Convergindo com esses argumentos, o texto ora apresentado discute justamente o trabalho de uma professora estagiária que não se limitou a aplicar receituários didáticos importados de um ambiente externo (a universidade e seus interlocutores teóricos), mas investigou dados novos oriundos da realidade a ser problematizada (escola, estudantes com os quais interage), buscando interpretá-los com base em referenciais teóricos consistentes de seu campo de saber.

Assim, os quatro pontos apresentados parecem sintetizar os principais traços teóricos que dialogam com os resultados deste artigo, contribuindo com o debate acadêmico contemporâneo educacional envolvendo: estágios de docência, o conceito de professor-pesquisador, ensino de Ciências da Natureza aliado ao estudo das RS e ao modelo construtivista. Trata-se de uma contribuição parcial, limitada pelos tempos e espaços do estágio vivenciado pela professora em formação (e pelas análises que este estudo conseguiu realizar), que certamente aponta para que novas pesquisas consigam explorar os temas citados e, por conseguinte, promovam aprofundamentos pertinentes sobre estes.

Considerações Finais

Conclui-se que este trabalho atingiu os objetivos pretendidos, tendo em vista que foi possível discutir os procedimentos de pesquisa adotados pela professora estagiária em tela (sobre a sua própria prática profissional). Esta identificou e analisou: as RS de estudantes de 2ª série do Ensino Médio em relação à constituição da matéria, assim como em relação aos temas de interesse dos sujeitos, que emergiram da investigação (eletricidade e radioatividade); bem como elementos que foram considerados indicadores da aprendizagem, ao ser utilizada a metodologia denominada resolução de problemas. As RS dos estudantes sobre constituição da

matéria e modelos atômicos foram utilizadas como ponto de partida para a elaboração de problemas.

Foi possível constatar que a maior parte dos estudantes possuía, na estrutura de suas RS, a noção de que a matéria é descontínua e constituída por partículas (nem sempre evocadas com essas palavras). As respostas dos estudantes também demonstraram que eles possuem um conjunto de RS sobre os fenômenos radioatividade e eletricidade, uma vez que são assuntos recorrentes na vida cotidiana. Porém, apesar de os fenômenos citados estarem presentes no universo consensual da turma, esses conhecimentos não parecem possuir muito embasamento científico e nem ser facilmente traduzidos por argumentações com linguagem científica.

Durante as aulas, os estudantes passaram a trabalhar com os problemas que lhes foram propostos, sendo que estes puderam ser classificados como semiabertos e qualitativos. Foi possível observar incômodo e estranhamento inicial com a atividade, por parte dos sujeitos, mas isso não impediu a construção de movimentos de aprendizagem (os estudantes atuaram ativamente na construção do próprio conhecimento, realizando pesquisas, formulando hipóteses e traçando estratégias de atuação).

Os estudantes elaboraram sua resolução para o problema de duas formas: uma carta em resposta à pergunta do leitor (contida no problema) e uma apresentação contendo todos os assuntos que foram pesquisados para que chegassem à resolução. Em ambas as formas, a turma demonstrou ter construído novos conhecimentos e opinião crítica, o que também pôde ser constatado através da análise das respostas dos estudantes a uma avaliação escrita, na qual, após o trabalho com os problemas, passaram a conseguir elaborar frases mais completas, com argumentações e conceitos científicos.

Os resultados obtidos a partir do questionário de avaliação do trabalho desenvolvido com os problemas e autoavaliação por parte dos sujeitos demonstraram que, de uma forma geral, os estudantes consideraram que as aulas propiciaram a construção de novos conhecimentos (o confronto entre as respostas dos sujeitos obtidas a partir dos questionários, antes e após o desenvolvimento do trabalho docente durante o período de estágio, mostra que as respostas posteriores apresentam a elaboração de conhecimentos mais sistematizados, ou seja, mais próximos aos conhecimentos científicos que foram tema das aulas). Tais resultados convergem com a ideia de que a aprendizagem baseada em problemas constitui-se como uma alternativa pedagógica de boa aceitação entre os estudantes, sendo potencialmente facilitadora na compreensão de conceitos considerados de maior dificuldade de assimilação.

A utilização da metodologia de ensino envolvendo resolução de problemas articulada à investigação inicial acerca das RS dos estudantes mostrou-se favorável ao processo de ensino e aprendizagem, pois a elaboração dos problemas e a condução das ações em sala de aula tornaram-se processos mais direcionados e conectados ao contexto pesquisado. Nesse sentido, a proposta apresentada tem potencial para tornar o trabalho docente mais eficiente e significativo, pois o professor vai além do papel de transmissor de conhecimentos, ele passa a ser um orientador do processo em que os sujeitos atuam e constroem novos conhecimentos (Pozo & Crespo, 2009). Acredita-se que o presente artigo contribui com o campo da Educação em Ciências da Natureza (em Química, especialmente) através da proposição de que outros docentes adotem, em suas aulas, a articulação citada. Ademais, mostra que outras pesquisas com viés próximo/similar podem ser desenvolvidas e vir a enriquecer o campo acadêmico em tela.

Referências

- Bardin, L. (2010). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Batinga, V. T. S., & Teixeira, F. M. (2009). O que pensam os professores de química do Ensino Médio sobre o conceito de problema e exercício. In: *VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/889.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2018.
- Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A. M. P. de, Praia, J., e Vilches, A. (Orgs.). (2011). *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez Editora. 3ª ed.
- Câmara, R. F. (2013). Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações. *Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia*, 6(2), 179-191.
- Esteban, M. P. S. (2010). *Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições*. Porto Alegre: AMGH. 288 p.
- Fernandes, L. dos S., & Campos, A. F. (2017). Tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16, 458-482.
- Fernandes, R. C. A. F., & Megid-Neto, J. (2012). Modelos educacionais em 30 pesquisas sobre práticas pedagógicas no ensino de ciências nos anos iniciais da escolarização. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(3), 641-662.
- Fonseca, C. V. (2015). Representações sociais dos combustíveis: reflexões para o ensino de química e ciências na abordagem CTS. *Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia*, 4(2), 1-20.
- Fonseca, C. V. (2016). A teoria das representações sociais e a pesquisa na área de educação em ciências: reflexões fundamentadas em produções brasileiras contemporâneas. *Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, 5(1), 1-18.
- Fonseca, C. V. (2019). Representações Sociais do Conhecimento Científico: Estudo de casos múltiplos envolvendo estudantes de um Instituto Federal. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 18(1), 19-39.
- Fonseca, C. V., & Loguercio, R. Q. (2013). Conexões entre química e nutrição no Ensino Médio: reflexões pelo enfoque das representações sociais dos estudantes. *Química Nova na Escola*, 35(2), 132-140.
- Franco, M. L. P. B. (2008). *Análise de Conteúdo*. 3. ed. Brasília: Líber Livro Editora. 80 p.
- França, A. C. G., Marcondes, M. E. R. M., & Carmo, M. P. (2009). Estrutura atômica e formação dos íons: uma análise das ideias dos alunos do 3º ano do Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, 31(4), 275-282.

Freitas, A.P., & Batinga, V. T. S. (2015). Tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em química no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. In: *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Águas de Lindoia. Disponível em: < <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/indiceautor.htm#F>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

Goi, M.E.J. (2004). *A construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas*. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Luterana do Brasil.

Goi, M. E. J., & Santos, F. M. T. (2009). Dos. Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. *Química Nova na Escola*, 31(3), 203-209.

Leite, L., & Afonso, A. (2001). Aprendizagem baseada na resolução de problemas: características, organização e supervisão. *Boletín das Ciencias*, 16(48), 253-260.

Likert, R. (1976). Una técnica para medir actitudes. In: Summers, G. F.(ed.). *Medición de actitudes*. p. 182-191. México: Editorial Trilias.

Melo, M. R., Gomes, E., & Neto, L. (2013). Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em química. *Química Nova na Escola*, 35(2), 112-122.

Mortimer, E. F., & Machado, A.H. (2011). *Química (Volume 1)*. São Paulo: Scipione.

Moscovici, S. (2007). *Representações sociais: investigações em psicologia social*. Petrópolis: Vozes. 408 p.

Oliveira, M. S. B. S. (2004). Representações sociais e sociedades: a contribuição de Serge Moscovici. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 19(55), 180-186.

Oki, M. C. (2000). A eletricidade e a química. *Química Nova na Escola*, 12, 34-37.

Pereira, C. S., & Rezende, D. B. (2016). Representações sociais da química: como um grupo de estudantes da educação de jovens e adultos significa o termo “química”? *Química Nova na Escola*, 38(4), 369-374.

Pesce, M.K., & André, M. E. (2012). Formação do professor pesquisador na perspectiva do professor formador. *Formação Docente*, 4, 39-50.

Pimenta, S. G., & Lima, M. S. L. (2006). Estágio e docência: diferentes concepções. *Poesis Pedagógica*, 1, 5-23.

Pozo, J. I. (1998). *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed. 204 p.

Pozo, J. I.; & Crespo, M. A. G. (2009). *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed. 296 p.

Salgado, T. D. M. (2015). Radioquímica: uma disciplina articuladora de conhecimentos pedagógicos e conhecimentos específicos na licenciatura em química. *Textos FCC*, 47, 1-108.

Santos, W., & Mól, G. (2016). *Química Cidadã. (volume 1)*. 3° ed. São Paulo: AJS.

Xavier, A. M., Lima, A. G. de, Vigna, C. R. M., Verbi, F. M., Bortoleto, G. G., Goraieb, K., Collins, C. H., & Bueno, M. I. M. S. (2007). Marcos da história da radioatividade e tendências atuais. *Química Nova*, 30(1), 83-91.