

Jean Michel dos Santos Menezes¹
Dominique Fernandes de Moura do Carmo²

Investigative Activities in Science Teaching: An Experience in Approaching Atomic Models

Resumo:

Os experimentos investigativos são atividades que exigem do aluno uma participação mais ativa, e com isso, auxiliam no desenvolvimento de habilidades importantes no processo de aprendizagem. Essa metodologia é uma proposta inovadora na qual os alunos são desafiados a resolver problemas científicos, com finalidade educativa, nos quais terão que construir hipóteses e testá-las experimentalmente. O aspecto mais importante são as várias etapas bem definidas que a metodologia traz, como fazer o aluno, tanto individualmente como em grupo, defender sua hipótese ou decidir em grupo quais caminhos metodológicos tomar e quais os resultados mais adequados. Visto a importância desse tipo de atividade experimental, esse projeto de extensão objetivou colocar alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental como protagonistas na execução de atividades experimentais investigativas na própria escola. Assim, foi possível perceber que o contato dos alunos com essas atividades valorizou suas ideias, incentivou a autonomia e colocou o "erro" e as discussões que surgiram no centro da atividade científica, favorecendo o aprendizado de conceitos, o desenvolvimento de habilidades e valores, e a alfabetização científica.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Atividades Investigativas. Modelos Atômicos. Experimentação.

Abstract

Investigative experiments are activities that require the student to participate more actively, thus helping to develop important skills in the learning process. This methodology is an innovative proposal in which students are challenged to solve scientific, with educational purposes, in which they will have problems to build hypotheses and test them experimentally. The most important paths are the various steps that are considered as well as taking the methodology and bringing how the student, both individually and as a group, defend their hypothesis or decide in which groups are the most appropriate results. Given the importance of this type of experimental activity, this extension project aims to place students from the 9th grade of Elementary School as protagonists in the execution of investigative experimental activities in the school itself. Thus, it was possible to imagine that the students' activities were developed, encouraging the development of their activities and valued them as activities, which had contact with the center of scientific ideas, skills and values, encouraging the learning of scientific and valued skills, and scientific literacy.

Keywords: Science Teaching. Investigative Activities. Atomic Models. Experimentation.

1. Doutor em Ensino de Química pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Docente no Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Itacoatiara, AM, Brasil.

2. Doutora em Química pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Docente no Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Itacoatiara, AM, Brasil.

1. INTRODUÇÃO

As atividades experimentais nas escolas tiveram origem há mais de 100 anos, influenciada pelo trabalho experimental que era desenvolvido nas universidades, com o objetivo de melhorar a aprendizagem do conteúdo científico. A utilização dessas atividades no ensino de Ciências, mostrava sua importância desde o século XVIII, quando os estatutos da Universidade de Coimbra já indicavam a necessidade do estudo da Química por meio do trabalho prático. Porém, passado todo esse tempo, problemas de aprendizagem continuam presentes no ensino de Ciências (DIAS, 1998; BASSOLI, 2014).

No ensino de Ciências, a experimentação possui um papel importante que possibilita o professor integrar à teoria a compreensão de um fenômeno. É possível identificar trabalhos na literatura que defendem a experimentação no ensino de Ciências/Química como um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conceitos e como alternativa ao ensino tradicional (FERREIRA et. al., 2010; CARVALHO, 2018).

Porém as atividades experimentais ainda são muitas vezes utilizadas de forma não problematizada e não crítica. Assim, os estudantes não possuem a oportunidade de participar do processo de coleta de dados, análise e elaboração de hipóteses, ou seja, não tem oportunidade de realizar investigações e de argumentar acerca dos temas e fenômenos estudados no experimento. Como consequência disso, esses alunos não aprendem de maneira significativa e passam a construir representações inadequadas sobre a Ciência (DARLING-HAMMOND *et al.*, 2019).

Uma alternativa a esse uso equivocado da experimentação seria a utilização de atividades experimentais investigativas, que requer do aluno um papel muito mais ativo. Desse modo a experimentação quando investigativa, apresenta um papel muito importante na contribuição ao processo de ensino aprendizagem. Carvalho (2018) afirma que esse tipo de experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação.

Segundo Sasseron (2018), uma experimentação investigativa se inicia com a formulação de uma situação-problema que desperte a curiosidade dos alunos. Feito isso, o professor deve solicitar o levantamento de hipóteses e com isso verificar os conhecimentos que os alunos já possuem sobre o conteúdo. Depois do levantamento de hipóteses, o professor deve solicitar que as hipóteses sejam testadas, ou seja, o experimento. A partir dos dados obtidos no experimento, deve-se orientar para que os alunos consigam organizar esses dados em tabelas

ou gráficos, aproveitando para realizar as discussões em cima deles. Por fim, propõe-se que os alunos respondam a situação-problema inicial e comuniquem com seus colegas.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que propõe, dentre outras coisas, o protagonismo do estudante em sua aprendizagem, dá destaque ao processo investigativo e cita que ele deve ser entendido como “[...] elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica” (BRASIL, 2018).

Assim, a experimentação investigativa pode ser uma alternativa para trabalhar o conteúdo de Modelos Atômicos. Esse conteúdo curricular é abordado no ensino fundamental e aprofundado no médio a partir de diversas representações do átomo e os pensadores desses modelos. Entretanto, muitas vezes a abordagem desse conteúdo se limita a mera apresentação dos modelos e de seus atomistas, ou ainda, uma simplificação dos modelos às analogias, gerando grande confusão no aprendizado dos estudantes (CAMARGO; ASQUEL; OLIVEIRA, 2018).

A compreensão das representações dos modelos atômicos pode contribuir para a construção de uma imagem do que se quer estudar sobre o átomo, na imaginação dos estudantes. Por isso, considera-se que o uso de diferentes abordagens e metodologias pode ter um grande potencial na aprendizagem desse conteúdo.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver o protagonismo de alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Itacoatiara (Amazonas) por meio da realização de atividades experimentais investigativas relacionadas com o conteúdo de Modelos Atômicos.

2. METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido como uma pesquisa participante, uma vez que, além de direcionar-se para a realidade social dos sujeitos, suas experiências, sua cultura e seus modos de vida, se caracteriza pelo envolvimento e identificação do pesquisador com as pessoas investigadas, contrapondo-se à ideia de que os sujeitos são meros informantes, cuja participação se reduz à tão somente transmissão de informações (FONSECA, 2002; DEMO, 2008).

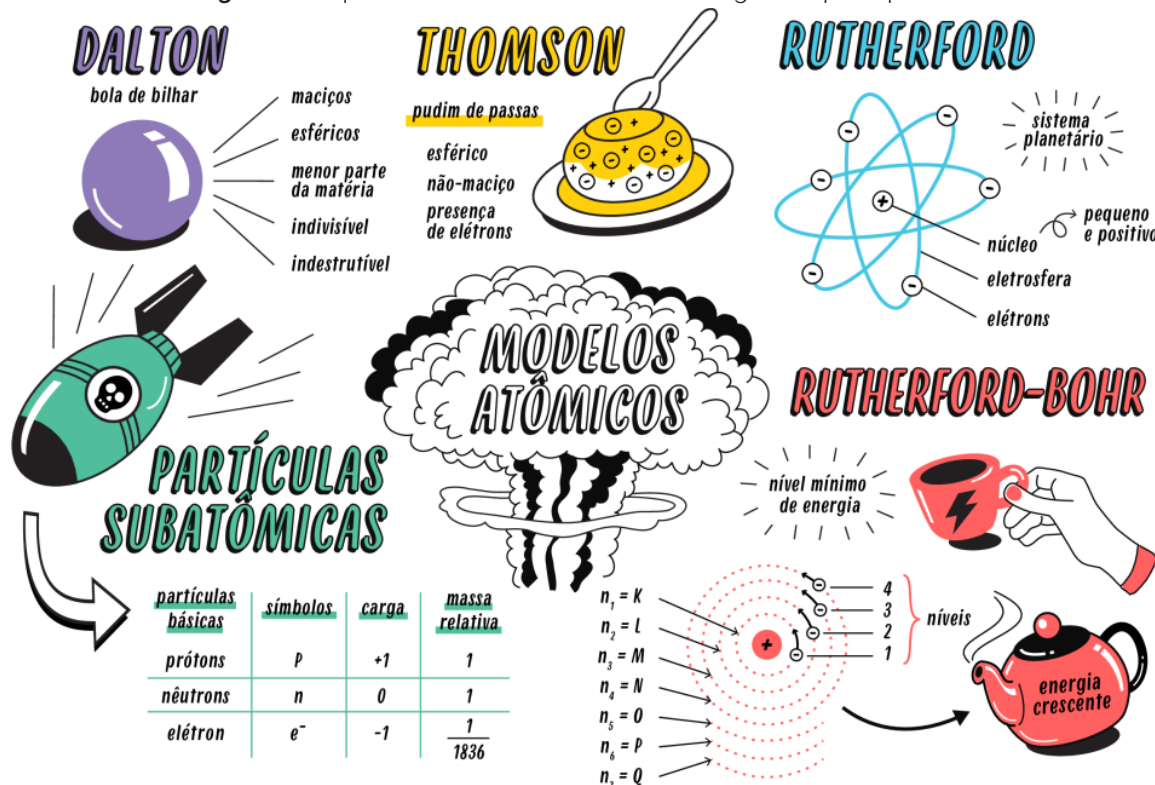
As atividades foram realizadas em uma turma com 36 alunos de 9º ano da Escola Estadual Maria Ivone de Araújo Leite, pertencente a rede pública de ensino, localizada no município de Itacoatiara/AM. Inicialmente, os estudantes foram divididos em 4 grupos. Os

graduandos que auxiliaram na aplicação das atividades ficaram responsáveis por cada grupo e fizeram uma breve revisão oralmente sobre Modelos Atômicos, tendo por base um esquema (Figura 1) entregue de forma impressa para cada um dos participantes.

Após a explanação do resumo e respondidas as dúvidas dos alunos sobre o conteúdo, foi entregue uma ficha de atividade investigativa para cada grupo.

Todas as atividades seguiram as etapas do Ensino por Investigação: 1. Levantamento da situação-problema; 2. Elaboração das hipóteses de resolução; 3. Teste experimental das hipóteses; 4. Discussão dentro do grupo dos resultados encontrados; 5. Discussão com todos sobre os resultados; 6. Síntese dos resultados obtidos (CARVALHO, 2018; SASSERON, 2018). Essas etapas permitem que o estudante desenvolva a autonomia e protagonismo.

Figura 1 – Esquema sobre Modelos Atômicos entregue aos participantes.



Fonte: <https://infinitixatas.com.br/modelos-atomicos-resumos-e-mapas-mentais/>.

Cada ficha estava relacionada a um experimento diferente, porém, todas tinham em comum a mesma situação-problema: “Conhecendo os modelos atômicos, como seria possível você visualizar o efeito de fluorescência ou fosforescência tendo em vista o modelo atômico de Bohr?”, a partir da qual eles elaboraram hipóteses de resolução.

Em seguida, cada grupo iniciou a execução do experimento (Quadro 1), baseados no trabalho de Nery e Fernandez (2004).

Quadro 1 – Procedimento experimental executado por cada grupo.

Grupo	Procedimento Experimental
1	<ol style="list-style-type: none"> 1) Descreva detalhadamente o material inicial. 2) Triture as folhas verdes usando o almofariz e o pistilo. Adicione a seguir o acetato de etila. 3) Filtre a solução num copo. 4) Na caixa preta ilumine o filtrado com a luz negra e observe.
2	<ol style="list-style-type: none"> 1) Descreva detalhadamente o material inicial. 2) Coloque as cascas de ovo marrom em um copo contendo aproximadamente 50 mL de uma mistura de removedor de esmaltes com acetona. Ilumine com a luz negra na caixa preta. 3) Adicione aproximadamente 15 mL de solução de ácido clorídrico 10%. Observe. 4) Após a dissolução da casca do ovo, ilumine o copo novamente e observe.

3	1) Descreva detalhadamente o material inicial. 2) Em um copo, adicione um pouco de água tônica. 3) Leve o copo para a caixa preta e ilumine com a luz negra. Observe.
4	1) Descreva detalhadamente o material inicial. 2) Em um copo, adicione um pouco de vitamina B2. 3) Leve o copo para a caixa preta e ilumine com a luz negra. Observe.

Fonte: <https://infinitusexatas.com.br/modelos-atomicos-resumos-e-mapas-mentais/>.

Após a realização dos experimentos, os alunos conversaram entre si sobre tudo o que fizeram e cada grupo visualizou o experimento dos outros colegas, havendo a comunicação dos resultados.

Além disso, os estudantes responderam algumas questões (Quadro 2), adaptadas de Nery e Fernandez (2004), com o intuito de sintetizar os conteúdos trabalhados durante os experimentos e auxiliar na elaboração da conclusão da atividade investigativa.

Quadro 2 – Questões para análise e reflexão após a atividade.

1) Descreva detalhadamente o material depois de expor a luz negra. 2) Por que, sob a luz negra os materiais parecem 'brilhar' com diferentes tonalidades? 3) Por que a Ciência necessita de modelos para explicar os fenômenos? 4) Os modelos atômicos de Dalton e Thomson podem explicar o fenômeno da luminescência?
Explique.

Fonte: Os autores.

Por fim, os estudantes escreveram um relato sobre a experiência de ter participado do projeto, onde puderam expressar suas percepções acerca do que foi realizado.

3. DISCUSSÃO

Inicialmente os alunos demonstraram não estar familiarizados com atividades de aprendizagem que os coloquem numa posição mais ativa. Na primeira

parte da atividade, a qual trazia a situação-problema "Conhecendo os modelos atômicos, como seria possível você visualizar o efeito de fluorescência ou fosforescência tendo em vista o modelo atômico de Bohr?", os estudantes tiveram dificuldade em elaborar as hipóteses de resolução. Assim, eles elencaram materiais nos quais já visualizaram o fenômeno da fluorescência ou fosforescência no seu cotidiano, sendo os mais frequentes: pulseiras, tênis, placas de trânsito, maquiagens e vagalume.

Figura 2 – Alunos participantes realizando o procedimento experimental.



Fonte: Arquivo pessoal.

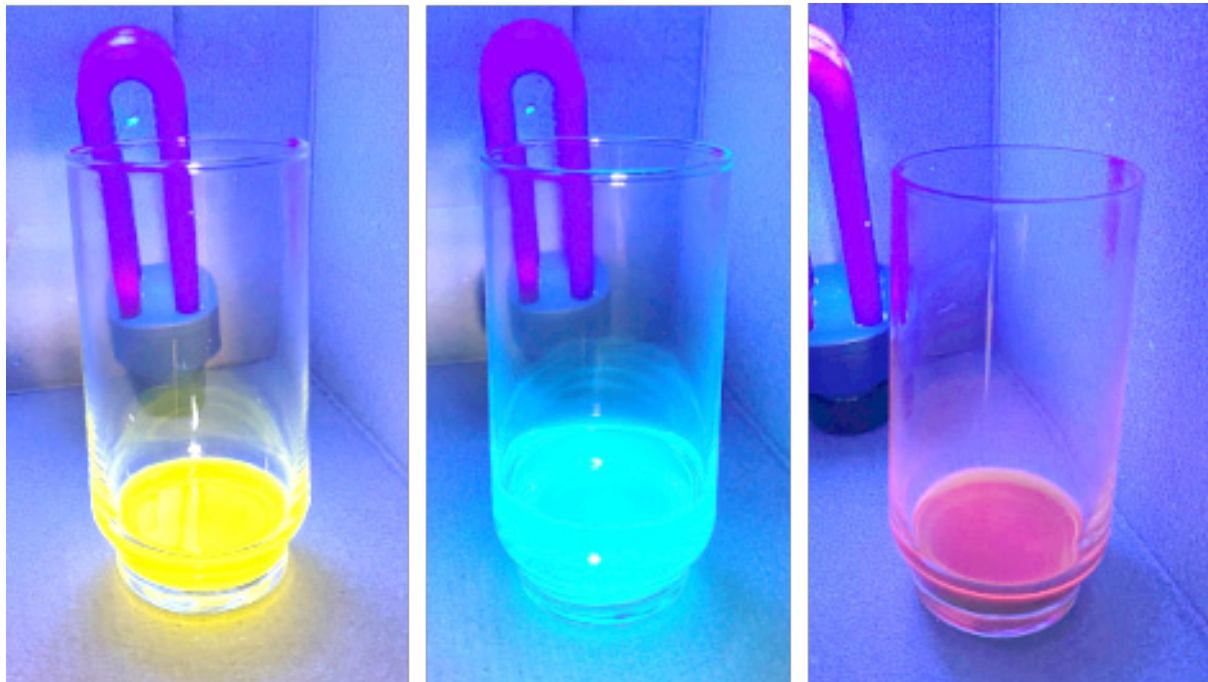
Segundo Carvalho (2018), é a partir das hipóteses e dos experimentos realizados que os alunos terão a oportunidade de construir o conhecimento. Ao final de uma investigação, os alunos organizam e analisam os dados, concluem e comunicam os resultados obtidos, favorecendo a sistematização do conhecimento.

Após colocarem os materiais sob a luz negra, os estudantes relataram as mudanças observadas, como por exemplo o grupo 1, que relatou "O extrato

da amostra, a clorofila, na parte de cima estava vermelho e na parte de baixo estava verde", assim como o grupo 3 que descreveu "Após estar em contato com a luz negra, a cor da água tônica mudou de transparente para azul".

Em seguida, os alunos tiveram a iniciativa e o interesse em observar as amostras dos outros grupos, então revezaram por grupo para ver todos os materiais sob a luz negra e observar o fenômeno acontecendo de outras formas (Figura 4).

Figura 3 – Alguns materiais sob a luz negra visualizados pelos alunos.



Fonte: Arquivo pessoal.

Na parte final da atividade foi questionado "Por que, sob a luz negra os materiais parecem 'brilhar' com diferentes tonalidades?", a partir do qual foi possível obter

respostas que se aproximavam com o conhecimento científico, como o grupo 1 e grupo 4 (Quadro 3).

Quadro 3 – Respostas dos alunos após o experimento que se aproximavam com o conhecimento científico.

Grupo	Resposta
1	Porque ela emite uma luz que excita os elétrons presentes na clorofila.
4	Porque absorve energia e faz com que ela emita a cor verde.

Fonte: Os autores.

Foi possível perceber que os alunos compreendem aspectos relacionados ao modelo atômico de Bohr, como a absorção da energia, emissão de luz e excitação dos elétrons, por mais que não formulem uma resposta bem estruturada.

No modelo atômico de Bohr, a ideia central é a quantização que determina que os elétrons nos átomos podem apresentar somente certos

valores definidos de energia. Isto implica que, no estado fundamental os elétrons dos átomos de um determinado elemento possuem valores de energia característicos, relacionados às camadas eletrônicas às quais pertencem. Para que os elétrons passem de um estado fundamental para um estado excitado (de maior energia) eles precisam absorver uma quantidade de energia certa, correspondente à diferença entre os níveis de energia inicial e final. No entanto, ao retornar

às camadas de menor energia os elétrons podem emitir essa energia na forma de luz. No caso de certas substâncias, a excitação dos elétrons de suas moléculas pode produzir emissão de luz por fluorescência ou por fosforescência (NERY; FERNANDEZ, 2004).

Quando questionados sobre "Por que a Ciência necessita de modelos para explicar os fenômenos?", os alunos apresentaram respostas relacionadas a compreensão da estrutura atômica, provar e evidenciar fenômenos e entender como eles ocorrem (Quadro 4).

Quadro 4 – Respostas dos alunos sobre a necessidade de modelos para explicar os fenômenos.

Grupo	Resposta
1	Por causa dos modelos da Ciência a gente entende as camadas eletrônicas dos átomos e os níveis de energia deles.
4	Para evidenciar os fenômenos.
	Para provar algo existente.
	Para que possamos entender melhor como ocorrem os fenômenos da natureza.

Fonte: Os autores.

Os modelos científicos são representações parciais e não únicas de objetos, fenômenos, processos, eventos ou ideias. São provisórios e permitem uma melhor visualização, de forma a suportar a criatividade e a favorecer a compreensão, possibilitando a descrição, a explicação e a realização de previsões, e necessitando do aceite de uma comunidade científica (TORRES; VASCONCELOS, 2015). Os modelos são essenciais para a aprendizagem da ciência, e foi possível observar que eles compreendem essa importância e finalidade.

Diante do questionamento "Os modelos atômicos de Dalton e Thomson podem explicar o fenômeno da luminescência? Explique", os discentes do grupo 2 responderam que "Sim, porque sob a luz negra os materiais parecem brilhar". Já o grupo 3 respondeu que "Não, pois as formas nas quais eles enxergavam os elétrons é diferente".

Analisando o discurso do grupo 3 é possível inferir que a resposta negativa está relacionada com o entendimento de que não são os dois modelos que podem explicar o fenômeno da luminescência, uma vez que o modelo de Dalton não apresenta os elétrons, e o modelo de Thomson não descreve as camadas de energia – conceitos necessários para que o fenômeno possa ser compreendido –.

Após as atividades, os estudantes escreveram um relato sobre a experiência de ter participado do projeto, onde puderam expressar suas percepções acerca do que foi realizado. Foi possível verificar 100% de relatos positivos, como:

Aluno 1: *[...] foi legal, depois passaram para o copo, 'botaram' dentro de uma caixa com uma luz negra. Dentro da caixa o líquido ficou vermelho, e foi uma ótima experiência. Foi bom demais, pois eles nos ajudam a entender melhor os experimentos.*

Aluno 2: *"[...] foi 'top', pois eles ensinam coisas que a gente não sabia, eles trazem experimentos e explicam diversos tipos de assuntos sobre a Ciência [...]. ensinou vários assuntos para a nossa vida.*

Aluno 3: *A experiência foi muito agradável, teve muitas coisas boas como a luz negra que as cascas de ovo ficaram com cores vermelhas [...]. Espero ter as aulas com vocês, obrigado por ter me ajudado com as dúvidas.*

Em relação aos relatos dos estudantes de graduação que participaram do planejamento e execução do projeto, também se percebeu uma impressão positiva sobre a sua participação, descrevendo as contribuições para a sua formação acadêmica:

Graduando 1: *Participar de atividades como estas sempre é muito enriquecedor, pois podemos ter o contato com os alunos das escolas e interação com professores e alunos do curso, possibilitando aprender e ensinar de uma maneira mais interessante, que no caso foi com experimentos. Conseguimos observar o interesse dos alunos [...].*

Graduando 2: *A atividade realizada foi muito relevante para o desenvolvimento de habilidades abordadas dentro do curso de Licenciatura em Ciências. As etapas para o planejamento da atividade contribuíram como experiência para ideias e elaboração de atividades que podem ser realizadas futuramente, desde o conhecimento do cronograma da turma de 9º ano do Ensino Fundamental até escolha dos experimentos aplicados na escola.*

Graduando 3: *Para nós discentes e futuros professores a realização dessas atividades reforça a nossa percepção da importância de incluir a experimentação para os nossos alunos de maneira que ela funcione como meio para estudar e compreender as teorias e fixar melhor os conceitos. É um recurso indispensável, pois colabora e torna a aula muito mais atrativa. Foi uma experiência*

muito significativa e proveitosa, por possibilitar o contato entre alunos da graduação em licenciatura com a escola e os alunos, e esperamos, outras oportunidades para estreitar ainda mais esse vínculo entre a universidade e a escola.

Assim, foi possível observar que o projeto atingiu seus objetivos, desenvolvendo a alfabetização científica e habilidades manipulativas e cognitivas por meio da realização de experimentos investigativos com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, desenvolvendo o papel de protagonistas, além de estimular os discentes de licenciatura a trabalharem abordagens diferentes das tradicionais, como a investigativa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atividades investigativas se apresentam como uma metodologia de ensino de grande importância na construção de conceitos científicos, pois permite o desenvolvimento de habilidades que auxiliam no processo de ensino aprendizagem, permitindo a autonomia do aluno e facilitando o estabelecimento de relações e significados entre esses conceitos.

Neste trabalho, o uso destas atividades investigativas no ensino de Ciências/Química auxiliou no desenvolvimento de habilidades cognitivas e afetivas, distanciando-se do foco apenas nas aprendizagens conceituais, característica do ensino tradicional. Porém, também foi possível identificar aprendizagem conceitual e uma melhor compreensão do conteúdo de Modelos Atômicos, em específico o modelo de Bohr.

Sendo a fluorescência um fenômeno atraente e presente na vida dos estudantes, os experimentos propostos provocaram discussões e reflexões, que facilitaram a mediação do conteúdo, tornando a estrutura da matéria um tópico mais compreensível e significativo. Isso favoreceu a atuação dos alunos como protagonistas na execução dos experimentos investigativos, pois os participantes puderam realizar e tomar decisões durante a atividade, atingindo o objetivo do trabalho proposto.

Dessa forma, espera-se que este trabalho contribua e auxilie professores da Educação Básica que queiram realizar atividades de investigação, e que estão sempre buscando inovar as práticas docentes em sala de aula, principalmente no que diz respeito a conteúdos mais abstratos e de difícil compreensão pelos alunos.

REFERÊNCIAS

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 3, p. 579 – 593, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000300005>. Acesso em: 20 out. 2022.

CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: Condições para Implementação em Sala de Aula. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

DARLING-HAMMOND, L.; BANKS, J.; ZUMWALT, K.; GOMEZ, L.; SHERIN, M. G.;

GRIESDORN, J.; FINN, L. E. Metas e objetivos educacionais: o desenvolvimento de uma visão curricular para o ensino. *In*: DARLING-HAMMOND, L.; BRANSFORD, J. (Orgs.). **Preparando os Professores para um Mundo em Transformação**. Porto Alegre: Penso, 2019.

DEMO, P. **Pesquisa Participante**: saber, pensar e intervir juntos. Brasília: Liber, 2008.

DIAS, J. J. C. T. O Ensino Experimental em Química. *In*: PORTUGAL, Ministério da Educação, Departamento de Ensino Secundário. **Comunicar Ciência**. 1998.

FERREIRA, L. H., HARTWIG, D. R., OLIVEIRA, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101 – 106, 2010. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_2/08-PE-5207.pdf. Acesso em: 20 out. 2022.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

NERY, A. L. P.; FERNENDEZ, C. Fluorescência e Estrutura Atômica: Experimentos Simples para Abordar o Tema. **Química Nova na Escola**, n. 19, p. 39 – 42, 2004. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/19-a12.pdf>. Acesso em: 20 out. 2022.

SASSERON, L. H. Interações Discursivas e Investigação em Sala de Aula: O Papel do Professor. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: Condições para Implementação em Sala de Aula. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

TORRES, J.; VASCONCELOS, C. Natureza da Ciência e Modelos Científicos: Um Estudo com Futuros Professores do Ensino Básico. **Interacções**, vol. 11, n. 39, p. 460 – 471, 2015. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/8752>. Acesso em: 20 out. 2022.