

EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA NO TÓPICO CHUVA ÁCIDA: ESTRATÉGIA DE ENSINO NA FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE CONSOANTE O CONTEXTO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

INVESTIGATIVE EXPERIMENTATION ON THE ACID RAIN TOPIC: TEACHING STRATEGY IN INITIAL TEACHER TRAINING USING THE CONTEXT OF SIGNIFICANTE LEARNING

Felipe Alves Silveira¹, Ana Karine Portela Vasconcelos², Caroline de Goes Sampaio³

Recebido: outubro/2021 Aprovado: dezembro/2021

Resumo: As atividades de experimentação no ensino de Química devem existir no processo de ensino e aprendizagem em prol de corroborar na formação inicial dos professores. A presente investigação tem por objetivo analisar a experimentação investigativa no ensino na formação inicial dos professores de Química referente ao tópico Chuva Ácida sob a ótica da Teoria da Aprendizagem Significativa. O fenômeno Chuva Ácida foi escolhido como ponto de partida para abordagem dos conceitos relativos às funções inorgânicas ácidos e óxidos. A pesquisa foi realizada com graduandos do curso de Licenciatura em Química. O campo metodológico foi uma abordagem qualitativa pautada em um estudo de caso. Houve o seguinte delineamento: elaboração do problema e da atividade experimental; apresentação dessa aos estudantes para o levantamento de hipóteses; realização da experimentação; análise das respostas das atividades propostas. A partir dos resultados obtidos, a experimentação investigativa mostrou ser uma estratégia promissora, abordando a compreensão do fenômeno Chuva Ácida em consonância com os conceitos iniciais de ácidos e óxidos, visto que facilita a compreensão do novo saber e corrobora na formação inicial enquanto futuro professor.

Palavras-chave: experimentação investigativa, aprendizagem significativa, chuva ácida.

Abstract: Experimental activities in the teaching of Chemistry must exist in the teaching and learning process in order to support the initial training of teachers. The present investigation aims to analyze the investigative experimentation in teaching in the initial formation of Chemistry teachers regarding the topic of Acid Rain from the perspective of the Meaningful Learning Theory. The Acid Rain phenomenon was chosen as a starting point to approach the concepts related to inorganic acid and oxide functions. The research was carried with undergraduate students from the Chemistry Degree course. The methodological field was a qualitative approach based on a case study. There was the following design: elaboration of the problem and the experimental activity; presentation of this to students for raising hypotheses; carrying out the experimentation; analysis of responses to proposed activities. From the results obtained, the investigative experimentation proved to be a promising strategy, approaching the understanding of the Acid Rain phenomenon in line with the initial concepts of acids and oxides, as it facilitates the understanding of new knowledge and supports the initial training as a future teacher.

Keywords: investigative experimentation, meaningful learning, acid rain.

¹  <https://orcid.org/0000-0003-3851-232X> – Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Doutorando da Rede Nordeste de Ensino (RENOEN) do IFCE, Fortaleza, Ceará - Brasil. Travessa José Onofre, número 100, bairro Novo Mondubim, 60763-790, Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: felipesilveiraquimica@gmail.com

²  <https://orcid.org/0000-0003-1087-5006> - Doutora e Mestre em Engenharia Civil (Saneamento Ambiental) pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECM) e da RENOEN do IFCE, Fortaleza, Ceará - Brasil. Rua Profeta Daniel, número 162, residencial Ouro Verde, bairro Maraponga, 60710-695, Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: karine@ifce.edu.br

³  <https://orcid.org/0000-0002-1946-146X> – Doutora e Mestre em Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professora permanente do PGECM e da RENOEN do IFCE, Fortaleza, Ceará - Brasil. Avenida Parque Central, número 1315, Distrito Industrial I, Maracanaú, 61939-140, Fortaleza, Ceará, Brasil. E-mail: carolinesampaio@ifce.edu.br

1. Introdução

A disciplina de Química é de suma importância para a sociedade, uma vez que se encontra em tudo o que está ao nosso redor, desde a formação das florestas até a constituição dos seres vivos. Diversos processos que ocorrem no dia a dia estão relacionados a essa disciplina. No entanto, no âmbito escolar, é considerada difícil pelos estudantes e, muitas vezes, trabalhada de forma descontextualizada, sem considerar os saberes prévios deles. Isso pode dificultar a compreensão do tema abordado em sala de aula devido ao não estabelecimento de relações com o mundo que os cerca (ASTOLFI; DEVELAY, 1995).

De acordo com Bachelard (1996, p. 21) *“o homem movido pelo espírito científico deseja saber, mas para, imediatamente, melhor questionar”*. Nesse sentido, o professor precisa assumir uma postura investigativa, ser conciliador no processo de ensino e aprendizagem em posse da reflexão na ação, no momento efetivo da sua prática docente.

Uma abordagem didática tradicional, que não tem relação com a formação do novo espírito científico, tem ênfase na instrução formal em que o estudante é um receptor passivo do saber (HODSON, 1988). A capacidade de argumentação, reflexão e contextualização do estudante é desconsiderada. Ele não pode ser tratado como um mero receptor de conhecimentos pois acaba prevalecendo uma apreensão do conhecimento de forma acrítica, sem reflexão (BACHELARD, 1971).

É necessário refletir que a conscientização do licenciando em Química de sua tradicional prática pedagógica não é suficiente para a sua superação, sendo necessário uma construção alternativa, novas orientações metodológicas, de forma que possa ser utilizado como forma de romper o tradicional ensino. O estudo de conceitos químicos não pode ser resumido à exposição restrita das etapas históricas de sua construção, já que todo ensino supõe uma reconstrução e transformação do saber (ASTOLFI; DEVELAY, 1995).

O professor precisa estar aberto a buscar novos recursos metodológicos a fim de dinamizar o ensino visando à formação de sujeitos éticos, críticos e reflexivos na sociedade em que vivem. A não aderência a se reinventar na profissão pode tornar o processo de ensino e aprendizagem de Química estanque, sem um afã para aprender. É substancial que o ensino esteja atrelado ao dia a dia, que faça sentido para o estudante (JÚNIOR; PIRES, 2019; SANTOS; FILHO, 2021).

As formações iniciais e contínuas dos professores serão relevantes caso haja inclusão desses saberes no processo, cabendo às instituições de Educação Superior desenvolverem iniciativas que visem ao objetivo em questão, como, por exemplo, a experimentação que é essencial na apreensão do saber científico. Vale salientar que a docência universitária tem por natureza o confronto e a construção do conhecimento, buscando-se reelaborar os saberes empíricos tomados como verdades em um processo essencialmente reflexivo, em referência ao objetivo da aula em consonância ao entrave na aprendizagem caso seja identificado (PIMENTA; ANASTASIOU, 2014).

Conforme Bachelard (1996, p. 24) *“[...] o educador não tem o senso do fracasso justamente porque se acha o mestre”*. Esse precisa assumir uma postura investigativa, ser

mediador no processo de ensino e aprendizagem em detrimento da reflexão na ação, no momento efetivo da sua prática docente, assim como refletir sobre sua ação para confirmar o que deu certo ou não dentro do seu planejado. Professor reflexivo é aquele que instiga a dúvida, propõe debates considerando os conceitos já adquiridos (SHÖN, 2000).

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) destaca a importância do conhecimento prévio dos estudantes como fator isolado relevante na determinação do processo de ensino e aprendizagem, sendo uma variável primordial para a teoria na qual a nova interação, relação, modifica-o pela aquisição de novos significados (AUSUBEL, 2003). Diante disso, propicia uma colaboração para o reconhecimento do estudante como sujeito que aprende e das possibilidades de mudança por meio do aprendizado e, além disso, foge do modelo tradicional de ensino (SILVEIRA; VASCONCELOS; SAMPAIO, 2019).

Segundo a TAS, as informações são organizadas e integradas na mente do indivíduo que as recebe. Porém, tais informações apenas serão aprendidas se conceitos relevantes e inclusivos estiverem disponíveis em sua estrutura cognitiva, podendo estabelecer ligações com as novas ideias e conceitos. Logo, a Aprendizagem Significativa (AS) ocorrerá quando houver interação entre as novas informações adquiridas com uma estrutura do conhecimento específica, que é denominada subsunção, em que os conceitos já aprendidos ficam armazenados (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

É no contexto da TAS que a experimentação precisa existir, fazendo com que os sujeitos sejam participativos e façam parte da atividade não apenas como expectadores, mas como desenvolvedores da ação, onde se desenvolverá habilidades cognitivas dentro do laboratório. Lunetta (1998) ratifica a importância vital do trabalho no laboratório no processo de ensino e aprendizagem e pontua que as atividades abertas são necessárias pois incita ao levantamento de hipóteses, busca de referências científicas e, por fim, discussão das análises.

A experimentação investigativa precisa ser tomada como parte de um processo de hipóteses, sendo uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de Química, uma vez que deve se dar, preferencialmente, nos entremeios de atividades que culminem em reflexões (PRSYBYCIEM, SILVEIRA; SAUER, 2018).

Diante dos referenciais abordados, a temática escolhida está interligada a Chuva Ácida, que será trabalhado tanto do aspecto químico como no aspecto ambiental, como ponto de partida para a abordagem dos conteúdos ácidos (segundo Arrhenius) e óxidos. Uma das soluções para diminuir os efeitos nocivos das Mudanças Climáticas, tendo em vista o Aquecimento Global, principal fator responsável, e o tema escolhido, é através da mudança do modo de viver do ser humano. Tal processo ocorre a partir da aquisição dos saberes e uma das formas para isso é através de trabalhos voltados para essa questão (SILVA, 2019).

Outro meio em prol do meio ambiente é a diminuição do consumismo irrefletido, pois os recursos não são infindáveis. Esse tema tem ganhado destaque na educação e na mídia e isso condiciona a uma reflexão para que haja uma participação social que culmine na preservação do meio ambiente (JUNGLES; MASSONI, 2018). Vale salientar que se abre uma nova perspectiva de discussões sobre essa temática na qual uma atividade de cunho investigativo será, a priori,

voltada ao processo de sensibilização em relação ao meio ambiente, havendo assim o entrelaçamento do saber científico da Educação Ambiental (EA).

É relevante proporcionar estratégias de ensino no âmbito da Química relacionada a EA a fim de suscitar debates que possam corroborar em novos processos de reflexão sobre a realidade ambiental vigente. Através da EA é possível discutir as ações resultantes da ação humana assim como as consequências causadas por elas, fato que pode ser observado pelas Mudanças Climáticas como o aumento da poluição e alterações na biodiversidade (MIRANDA *et al*, 2018).

A química da atmosfera está sendo alterada e a temperatura global está aumentando cada vez mais, onde em 2030 deve atingir 1,5 °C, e que eventos climáticos serão destruidores, vale destacar que a ação humana é a grande responsável por isso (IPCC, 2021). Reigota (1994) afirma que a EA é um exercício para a cidadania que visa a conscientização das pessoas, de maneira individual e coletiva, em relação ao meio ambiente no que tange ao desrespeito, ou seja, sem preocupação com as consequências que estão por vir. Um exemplo é a Chuva Ácida, tema principal escolhido para o desenvolvimento de atividades na Educação Superior, de que traz inúmeros malefícios ao meio ambiente.

2. Metodologia

A presente investigação caracteriza-se como sendo de cunho qualitativo pautada num estudo de caso. De uma maneira geral, há cinco características da pesquisa qualitativa: a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o pesquisador como o instrumento principal; é descritiva e explicativa; o pesquisador se interessa mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos; ele tende a analisar seus dados de forma indutiva; e o significado é de suma importância nessa abordagem (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

A reflexão do pesquisador é essencial para a coleta de dados, assim como a variedade de abordagens e métodos utilizados. Os métodos qualitativos consideram o pesquisador como fator fundamental para a discussão dos dados. A subjetividade dele assim como dos sujeitos participantes torna-se parte do estudo (FLICK, 2009).

Sá e Queiroz (2010) apontam que há tarefas indispensáveis para o bom andamento do estudo de caso que o pesquisador precisa cumprir ajudando o estudante a analisar o problema, buscar informações sobre o assunto e considerar as possíveis soluções, assim como instigar a reflexão sobre as consequências das decisões tomadas. Gil (2002) considera que o estudo de caso não aceita um roteiro rígido para a sua delimitação, porém, é necessário seguir um caminho, uma estratégia para atingir o objetivo proposto.

A pesquisa ocorreu no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Maracanaú, com 9 graduandos do curso de Licenciatura em Química. O Município de Maracanaú integra a Região Metropolitana de Fortaleza- CE. A turma que foi aplicado o trabalho de intervenção cursava a disciplina de Metodologia do Ensino de Química do sexto semestre. Todos os sujeitos se prontificaram a participar da atividade onde foi percebido pré-disposição a aprender e isso é um dos fatores importantes para uma AS (AUSUBEL, 2003).

Para análise dos dados, os sujeitos da investigação receberam a sua identificação através dos números de 1 a 9, com a finalidade de preservar seu anonimato. Reforçado pela resolução CNS 196/96 adota no seu âmbito a prevenção de procedimentos que asseguram a confidencialidade e a privacidade (BRASIL, 2012). Isso é necessário para que os participantes se sintam à vontade no decorrer do processo investigativo.

Optou-se como instrumento de coleta de dados uma entrevista e um questionário semiestruturado. A utilização desse método é geralmente usada no estudo de caso, logo não é obrigatória (Gil, 2002). Meirinhos e Osório (2010) afirmam que o uso de entrevista faz com que os sujeitos se sintam mais à vontade pois não se sentem objeto da avaliação. Flick (2009) aponta que esse instrumento de análise pode possibilitar que os participantes exponham suas opiniões acerca do assunto de maneira aberta, sem se sentirem pressionados.

O questionário também é uma excelente técnica para recolher informações em que consiste na elaboração de um formulário normalizado, estruturado (MEIRINHOS; OSÓRIO, 2010). Será aplicado um questionário no início que é o pré-teste, cujo propósito é verificar possíveis saberes prévios dos participantes, e no decorrer da intervenção a entrevista. Posteriormente será feita a análise e interpretação dos dados com o máximo de rigor científico. É necessário verificar se todos os dados serão úteis na pesquisa proposta.

Para isso é essencial que o questionário seja misto em que através das perguntas abertas podem ser obtidas respostas diferentes dos sujeitos respeitando suas opiniões, crenças e principalmente o entendimento do assunto. O estudante exterioriza sua própria linguagem expressando seu nível de compreensão. As perguntas fechadas também são importantes pois proporcionam julgamentos muitas vezes objetivos. Refere-se a um formato de discussão em que os conceitos adquiridos podem estar equivocados (SÁ; QUEIROZ, 2010).

A fim de atingir o objetivo da pesquisa, planejou-se um caminho com as seguintes etapas, no total seis, a serem cumpridas: 1) Observações em sala de aula para conhecer a turma; 2) Realização do pré-teste com os sujeitos da pesquisa; 3) Estudo sobre a temática Chuva Ácida abordando os conceitos de ácidos e óxidos; 4) Realização da experimentação investigativa perante a hipótese escolhida pelos sujeitos; 5) Aplicação da entrevista; 6) Discussão dos dados encontrados em conformidade com a literatura.

As observações, na primeira etapa, aconteceram para que houvesse uma familiarização da turma que seria investigada. Esse processo aconteceu em três semanas. Yin (2005) assevera a importância desse aspecto para proporcionar alguma informação adicional útil sobre o fenômeno. O objetivo do pré-teste, de caráter misto, na segunda etapa, foi buscar informações sobre a identificação dos estudantes e dos possíveis subsunçores existentes sobre o conteúdo.

Na terceira etapa ocorreram cinco aulas expositivas e dialogadas, com cinco horas de carga horária, sendo cada aula correspondente a 50 minutos, para trabalhar com o tema proposto que é Chuva Ácida. Para isso, foi apresentada uma questão para incitar as discussões que foi a seguinte: "Por qual razão uma flor ou plantas mudam de coloração quando em contato com a Chuva Ácida?". A partir disso hipóteses seriam colocadas em foco para responder essa questão através de grupos.

Na quarta etapa realizou-se como estratégia didática a experimentação investigativa através de equipes onde trouxeram hipóteses para responder à questão problema apresentada. Não houve apresentação de um roteiro para a execução da atividade haja vista que muitas atividades experimentais são abordadas como “receitas” em que apenas deve ser seguido o que está escrito sem ser necessário muita compreensão do propósito do experimento ou dos motivos que levaram a escolha do método utilizado (GONDIM; MÓL, 2006). Segundo Hodson (1994) esse tipo de atividade é uma perda de tempo, uma vez que não há reflexão e entendimento do fenômeno em si, no caso, remete ao modelo tradicional de ensino veementemente criticado.

Na penúltima etapa aplicou-se uma entrevista de forma individual com a finalidade de analisar a aplicabilidade e funcionalidade da atividade dentro do processo de ensino e aprendizagem. Por intermédio desse instrumento também se discutiu a possibilidade de utilizar essa atividade enquanto professor. As falas foram gravadas.

Consoante com Meirinhos e Osório (2010, p.3) “Desta forma, a investigação quantitativa procura a lógica da descoberta e a investigação qualitativa a lógica da construção do conhecimento”. Destarte, a pesquisa qualitativa possibilita observar o microcosmo da sala focado no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de ácidos e óxidos relacionados à temática ambiental Chuva Ácida.

3. Resultados e discussões

Aqui apresenta-se as discussões acerca da coleta de dados em confronto com o referencial teórico abordado. Para isso, há três aspectos a serem analisados, que são: percepção dos saberes prévios dos estudantes, experimentação investigativa acerca do tópico Chuva Ácida e análise das entrevistas.

Buscou-se, por meio do questionário semiestruturado, denominado de pré-teste, identificar os saberes prévios dos estudantes para facilitar o processo de ensino e aprendizagem sobre o tema em questão assim como verificar se houve uma compreensão aceitável do conteúdo caso tenha sido estudado. A partir disso é possível oportunizar melhor as estratégias metodológicas que possibilitem na construção do conhecimento levando em conta os seus conhecimentos prévios para que o processo de aprendizagem seja construído coletivamente.

Portanto, tomou-se como ponto de partida os subsunçores analisados para depois avaliar como as atividades desenvolvidas oportunizaram a inserção de novos conceitos na estrutura cognitiva dos participantes. É necessário que se conheça os conceitos prévios relevantes existentes na estrutura cognitiva dos sujeitos, a fim de que aprendam significativamente (GUIMARÃES, 2009).

Buscou-se perceber, através do questionário, mesmo que minimamente, potenciais ancoradouros que serviriam como base para novos saberes sobre o tema. Foram 4 questões sobre esse assunto, sendo 2 objetivas e 2 subjetivas. Nas questões 1 e 2 os estudantes deveriam dizer se já estudaram a temática durante a graduação assim como sobre ácidos (segundo Arrhenius) e óxidos.

A maioria dos sujeitos, 77,77%, responderam que já estudaram durante a graduação, logo facilitou no processo de aprendizagem pois os mesmos, a princípio, possuem subsunçores que corroboram para a aprendizagem de novos conceitos, o que faz jus à AS (MOREIRA, 1999). Em relação à segunda questão todos estudaram os conceitos referentes aos ácidos e óxidos.

O subsunçor pode ser um símbolo, uma imagem, uma afirmação, construtos pessoais, até mesmo uma fórmula, algo que faça sentido perante o estudo realizado. A interação proporciona que o novo conhecimento adquira significado para o sujeito a partir do qual aqueles já existentes serão modificados, transformados. À proporção que o saber prévio serve de base para a nova informação, modifica-se. Logo, a aquisição de novos conhecimentos não se dá pela quantidade de informações recebidas, mas sim, pela interação, pela relação que será ocasionada (AUSUBEL, 2003).

A AS ocorrerá quando houver interação entre as novas informações adquiridas com uma estrutura do conhecimento específica, que é o subsunçor, onde os conceitos já aprendidos ficam armazenados (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). O uso do pré-teste colabora com a identificação de possíveis lacunas de conceitos relevantes para a compreensão do assunto. O professor precisa sempre levar em consideração os saberes prévios, não obstante não fará jus à TAS.

Nas questões subjetivas 3 e 4 verificou-se os conhecimentos relacionados aos aspectos principais da Chuva Ácida que são as causas, consequências e as reações que nela acontecem, respectivamente. Todos os participantes afirmaram que a causa principal é a poluição. Todavia, as respostas não foram bem discutidas pois não houve menção dos compostos químicos responsáveis. No caso, os óxidos de enxofre (SO_x) e os óxidos de nitrogênio (NO_x), assim como o ácido sulfúrico (H_2SO_4) e o ácido nítrico (HNO_3) (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005). À vista disso, é importante que seja abordado em aulas futuras esses conceitos para que haja o entendimento do assunto, ou seja, que contemple todos os aspectos químicos possíveis para que a aprendizagem seja de forma pertinente.

Retoma-se a importância do pré-teste para o desenvolvimento da pesquisa a fim de colaborar com o saber científico dos sujeitos. A partir do momento que é identificado a falta de conceitos importantes do assunto em questão é imprescindível que o professor aborde os mesmos para facilitar na compreensão, na aprendizagem (SARAIVA, 2017). É vultoso trabalhar temas referentes à Química Ambiental, como a Chuva Ácida, que abordem os aspectos químicos cruciais para o entendimento.

A dimensão ambiental é relevante no processo de ensino e aprendizagem para a formação de cidadãos críticos e reflexivos e na formação de valores, favorecendo o senso crítico, que sejam em prol do melhor para o meio ambiente assim como para a sustentabilidade. Tal tema ainda está precário no currículo da Educação Superior, logo a maioria dos professores não possuem uma formação adequada. Desse modo, é necessário que seja acrescido na formação deles, seja inicial ou continuada, para que possam abordar o assunto em seu fazer pedagógico. Haja vista sua fundamental importância na formação crítica de modo a transformar a realidade (ADAMS *et al*, 2019; ARANA; BERTOLI, 2021).

Em relação às respostas referentes às consequências, 55,56% afirmaram sobre a destruição de monumentos e 44,44% sobre os problemas ambientais. As respostas apresentadas não estão erradas, contudo se pode observar a presença do senso comum, pois não há detalhamento sobre o processo tampouco as substâncias envolvidas. A menção mais relevante foi feita pelo sujeito 4 que diz “Os problemas ambientais são as principais consequências pois acarretará problemas nas plantações e acidificação dos rios e lagos em que há diminuição do pH e faz com que haja morte de diversas espécies”.

A última questão desse questionário foi para que escrevessem as reações referentes à formação da Chuva Ácida especificando a função inorgânica a qual pertence. Nenhum estudante apresentou as reações envolvidas no processo da Chuva Ácida. Por fim, é necessária uma abordagem maior sobre a temática para que possam compreender por completo o assunto, logo as aulas sobre o tema são de suma importância para aquisição desse saber no qual haverá o entrelaçamento dos saberes prévios com os novos, ocorrendo a AS (MOREIRA, 1999).

O enfrentamento de situações problemáticas vai além daquilo que o estudante memorizou para resolver tais situações. Essas situações devem exigir mudanças do conhecimento aprendido em que as ações podem ser expressas através da linguagem oral ou escrita. Reescrever aquilo que aprendeu ou tomar decisões frente ao problema proposto são transformações do conhecimento original (GUIMARÃES, 2009).

Caso não seja abordado atividades que remetam ao modelo de ensino tradicional alguns objetivos podem ser alcançados através da experimentação conforme o trabalho de Blosser (1988). Há cinco grupos de objetivos que são apresentados no Quadro 1 conforme a obra do autor mencionado.

Quadro 1 - Objetivos a serem alcançados através da experimentação.

Grupos	Objetivos a serem atingidos
Habilidades	Manipular, investigar, organização, indagar e a comunicação.
Conceitos	Sugerir hipóteses, modelo teórico e categoria taxionômica.
Habilidades cognitivas	Pensar de maneira crítica, saber solucionar problemas e analisá-los.
Compreensão da natureza da ciência	Empreendimento científico, a forma e como os cientistas trabalham, a existência de uma multiplicidade de métodos científicos, inter-relações entre ciência e tecnologia e entre várias disciplinas científicas.

Atitudes	Instigar a curiosidade, ao interesse, a objetividade, a perseverança, a satisfação, a responsabilidade, ao consenso, a colaboração e gostar do assunto.
----------	---

Fonte: BLOSSER, 1988.

O professor deve refletir na sua ação, verificando se o estudante entendeu os fenômenos químicos realizados na aula prática, fazendo com que haja discussões acerca da atividade proposta. O docente refletindo no exercício efetivo da sua prática pedagógica poderá tornar o processo de ensino e aprendizagem mais significativo possibilitando a compreensão da atividade (SHÖN, 2000).

Diante disso, foi lançado como problematização para a elaboração das hipóteses a seguinte questão: “Por qual razão uma flor ou plantas mudam de coloração quando em contato com a Chuva Ácida?”. Identificou-se certa curiosidade e interesse dos estudantes sobre a questão proposta onde refletiram bastante a respeito pois deveriam verificar como isso acontece.

Para a realização da experimentação de cunho investigativo foram formadas quatro equipes, sendo três duplas e um trio. Os estudantes ficaram livres para a formação das suas equipes. Eles propuseram hipóteses para a execução da atividade e não houve apresentação de um roteiro para a execução da mesma. É viável a adoção de uma metodologia de ensino que proporcione condições para que o sujeito exercite um papel ativo.

De acordo com Hodson (1994), são necessárias que as aulas tenham um tempo maior destinado à reflexão, uma vez que o importante é o desafio cognitivo proposto. Cabe ressaltar que as análises referentes às destrezas técnicas são importantes no laboratório, já que, ao executar um determinado estudo, torna-se necessário saber como se opera e a finalidade de cada material disponível.

A forma da execução da atividade trata-se do nível 2 de acordo com a estrutura organizacional em escala de diretividade realizada por Costa *et al.* (1985, *apud* Gondim e Mól 2006). No caso, a indagação foi colocada, mas os caminhos, os meios e as respostas ficam em aberto e isso condiz com a experimentação investigativa.

As atividades investigativas começam sem que haja nenhum roteiro pronto em que se inicia com uma ou mais questões problematizadoras, sendo que antes são abordadas as partes teóricas necessárias para discutir sobre as questões. De acordo com Kasseboehmer e Ferreira (2013, p. 151) [...] “os estudantes participam ativamente do processo de aprendizagem, comportando-se proximoamente ao modo como os cientistas constroem o conhecimento”. O professor precisa estar atento para que os estudantes não fiquem desorientados diante da execução da atividade devido à falta de um roteiro no qual geralmente estão amasiados a seguir.

Os estudantes em grupo cogitam uma hipótese e a partir dela buscam estratégias para confirmar ou não a proposta realizada. Trata-se de uma atividade cooperativa que se encontra segundo o contexto da TAS (AUSUBEL, 2003). É importante um planejamento de forma criteriosa

do material avaliativo que será utilizado para a formação de subsunçores (MOREIRA, 2012). A experimentação investigativa poderá ajudar neste processo.

Vale ressaltar que é necessário que o professor tenha ânimo e curiosidade para instigar os estudantes sobre os fenômenos que acontecem, estimular os mesmos a formular perguntas sobre aquilo que se observa (CAMPOS; NIGRO, 1999). Consoante Barberá e Valdés (1996) o aprender a fazer ciências deveria ser valorizado na Educação Superior durante o trabalho a ser realizado no laboratório já que o objetivo é a formação de pessoas com capacidade investigativa.

A experimentação na formação de professores de Química há ausência de problemas investigativos em que o foco é o desenvolvimento do processo e a comprovação da teoria através de uma demasia de aulas. É importante a preparação do professor desde a sua formação inicial no que tange a criticidade, reflexão e discussão acerca dos conteúdos apresentados. A experimentação é uma excelente ferramenta para a sua formação além do que faz parte da associação da teoria com a prática facilitando o processo de compreensão do saber científico (HODSON, 1994).

Houve o levantamento de diferentes hipóteses e estratégias em sala a fim de responder à questão proposta. Isso faz jus a experimentação investigativa pois envolve problematização, elaboração e posteriormente teste de hipóteses (CAMPOS; NIGRO, 1999). Neste momento o pesquisador ajudou nas análises e tomadas de decisões para a realização da atividade cujo objetivo foi ajudar na escolha do caminho mais propício para responder o questionamento. Destarte, depois de muitas discussões, decidiu-se o método a ser realizado em consenso.

Diante disso, os estudantes foram levados ao laboratório de Química do IFCE- *Campus* Maracanaú para verificar a disponibilidade e montagem do material. Após essa análise final e discussão entre os grupos decidiu-se utilizar os seguintes materiais e vidrarias: um pedaço de flor e folha, frascos para reagentes, solução de fenolftaleína, solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,01 molar, enxofre em pó, espátula e fósforo.

Todos esses materiais tinham no laboratório. As flores e folhas foram retiradas da própria instituição que é muito arborizada. Construiu-se uma haste para acoplar o pedaço da flor e da folha assim como para colocar o enxofre em pó. O tamanho do metal utilizado deve ser de tal forma que não venha a encostar na solução de NaOH para não comprometer o enxofre presente na haste. Essa última foi adicionado um recipiente pequeno metálico para que o enxofre em pó pudesse ficar em repouso na mesma para ser queimado.

Para isso utilizou-se uma rolha e nela foi colocada três hastes metálicas conforme a Figura 1 a seguir. Dessa forma, seria possível queimar o enxofre e verificar os efeitos causados tanto na folha como na flor.



Figura 1 - Haste metálica acoplada na rolha. (Fonte: elaborado pelos autores)

Para realização do experimento os estudantes, em equipes, sendo três duplas e um trio, divididos em livre-arbítrio, colocaram em torno de 100 mL de NaOH 0,01 molar assim como duas gotas de fenolftaleína (indicador sintético de ácido e de base) no frasco para reagente. De imediato, a solução ficou rósea devido à presença da substância alcalina (NaOH), pois o indicador em substâncias desse tipo fica com coloração rósea. O enxofre foi queimado com a utilização de fósforo para que houvesse a formação de óxidos de enxofre (SPIRO; STIGLIANI, 2009). Assim quando houve essa queima o frasco para reagentes foi fechado imediatamente para que o gás não escapasse e dessa forma pudesse haver a formação do ácido.

Os estudantes usaram os seus conhecimentos adquiridos e os compartilharam através das discussões cujo intuito foi melhorar ou inter-relacionar as ideias com os novos saberes. Buscou-se suscitar dúvidas em relação aos saberes prévios acerca da situação problematizadora apresentada o que direciona a uma AS. O aluno deve ter a liberdade de propor hipóteses, discuti-las, testá-las, reformulá-las ou reprová-las, sob mediação do professor.

Segundo o trabalho de Miranda *et al* (2018), há necessidade de fornecer diferentes diálogos entre os diversos saberes para impulsionar uma aprendizagem reflexiva, crítica e colaborativa, fato esse em consonância com o que propõe a TAS, através dos novos atores sociais, nesse caso, os futuros professores. O conteúdo abordado em sala deve ser de forma dinâmica e segura e, para isso, discussões como essa são válidas no âmbito educacional cujo propósito é a construção de subsídios capazes de alcançar tal objetivo (ADAMS *et al*, 2019). No momento de debates e análises haverá troca de saberes, de experiências e isso será primordial para a discussão do tema proposto pautado numa sensibilização.

De acordo com Campos e Nigro (1999), um ambiente de cooperação em que sejam respeitadas todas as opiniões apresentadas assim como uma visão de interpretação, e não um

mero conjunto de respostas já definidas. Desta forma, todos os sujeitos se sentirão importantes dentro do processo de ensino e aprendizagem.

A Figura 2 mostra o momento exato da formação dos gases por causa da queima do enxofre. Conforme verificado a rolha impede que o gás escape para o ambiente. Consta-se a mudança de coloração da solução de rósea para incolor, isso sendo possível devido à formação de ácido sulfúrico, logo a solução fica incolor devido a diminuição do pH. Essa mudança de cor foi por causa da fenolftaleína que em substâncias ácidas fica incolor (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005).



Figura 2 - Formação do ácido sulfúrico e mudança de cor. (Fonte: elaborado pelos autores)

A experimentação deve ir além da comprovação das teorias onde deve propiciar uma abordagem problematizadora em que os sujeitos se sintam ativos na construção do conhecimento (KASSEBOEHMER; FERREIRA, 2013). Eles precisam ser instigados a questionar, expor e discutir suas ideias. Segundo o trabalho de Saraiva (2017) a utilização de experimentos proporcionou a interação dos subsunçores com o novo conceito aprendido na estrutura cognitiva do estudante de maneira não literal e não arbitrária, tal fato condiz com a TAS.

Os estudantes durante a atividade explicaram cada aspecto envolvido sobre a experiência realizada e foi colocado no quadro branco as reações que aconteceram neste processo. Todos souberam explicar de maneira satisfatória. Isso foi devido às hipóteses realizadas o que facilitou para o entendimento das reações envolvidas assim como as aulas que aconteceram.

Foi possível verificar a mudança de conceitos e a ressignificação através da atividade em que os estudantes associaram os conceitos vistos em sala de aula na prática. Os saberes prévios e os novos foram de sua importância para a realização da atividade, caso contrário não teriam

conhecimentos suficientes para proporem tal experimento. Retoma-se novamente a importância do professor no processo de execução da atividade.

Através da entrevista, elemento essencial no estudo de caso, foi possível constatar a importância da atividade dentro da formação inicial dos professores sobre a temática abordada assim como verificar se tal atividade seria utilizada futuramente através das respostas dos sujeitos. A entrevista foi realizada no laboratório de Química do IFCE- *Campus* Maracanaú.

Houve a transcrição de algumas falas para discutir sobre a importância da atividade realizada. Para isso foram feitas duas questões. A primeira questão foi a seguinte: “1) Qual a contribuição que a experimentação investigativa pode trazer para o processo de ensino e aprendizagem?”

Todos os participantes afirmaram a importância da experimentação no processo de ensino e aprendizagem assim como para a sua formação. Merece destaque a fala do sujeito 1:

A contribuição do modo geral ela é de grande auxílio para o ensino e a aprendizagem, por conta de que parte dos alunos não têm um conhecimento tão prático que é um trabalho bem mais visual que a gente costuma ver em sala de aula. A gente tem conhecimento da sala porém a gente não tem conhecimento total do que pode trabalhar no laboratório. Eu acredito que é de extrema importância esse tipo de experimentação investigativa. O fato da explicação teórica foi muito importante para a investigação do fenômeno. (sujeito 1).

Conforme Gondim e Mól (2006, p. 4) “A experimentação investigativa favorece as relações entre os níveis fenomenológicos e teóricos das ciências (nesse caso, Química) e também o surgimento de discussões dialógicas entre estudantes e entre esses e o professor”. O professor deve ficar responsável em abordar a linguagem científica e com isso analisar os conceitos químicos de forma condizente com o saber científico.

Os saberes prévios também devem ser levados em consideração e diante disso a reflexão durante as aulas é essencial para que as ideias possam ser explícitas e que se inter-relacionem com os novos conceitos científicos (AUSUBEL, 2003). Cabe aos estudantes com o intermédio do professor reestruturar as ideias em sua estrutura cognitiva para se chegar a sua conclusão perante a experimentação investigativa (JÚNIOR; PIRES, 2019).

Os sujeitos não tiveram receio na realização das atividades, conforme demonstraram, pois tinham ciência que poderiam tentar novamente caso houvesse algum erro pois estavam trabalhando com hipóteses. Dito isto, merece destaque a fala do sujeito 4:

Traz muita contribuição pois os professores focam apenas na teoria sem fazer associação com a prática. Essa experimentação investigativa foi bem interessante pois percebi que a sala toda se mobilizou em descobrir como constatar na prática de alguma forma a existência da chuva ácida, que já é por si só ácida, mas como ver a associação da parte teórica com a prática é muito importante. Sabia que poderia tentar novamente e ficou um mistério para descobrir de fato o fenômeno. (sujeito 4).

Eles devem ser estimulados a não ter medo de errar sobre os acontecimentos, devem se sentir confiantes onde tudo que for dito deve ser considerado e analisado cuidadosamente. A experimentação trata-se de um veículo legitimador do conhecimento científico em que os dados

obtidos através do experimento constituem a palavra final sobre a compreensão do fenômeno analisado. O erro caso aconteça no desenvolvimento da atividade conforme Bachelard (1996) é considerado importante para o progresso da ciência pois impulsiona uma calma em relação ao estímulo e proporciona também uma discussão mais aprofundada do fenômeno.

Conforme Giordan (1999, p. 46) “Uma experiência imune a falhas mimetiza a adesão do pensamento do sujeito sensibilizado ao que supõe ser a causa explicativa do fenômeno, em lugar de promover uma reflexão racionalizada”. Uma experimentação aberta a erros e acertos proporciona um comprometimento com a aprendizagem pois a considera como estratégia para a resolução de uma problemática.

A experimentação durante a graduação não pode ser exercida geralmente através de simples exercícios feitos em um dado momento em que simplesmente irá ilustrar uma aula teórica. Outro aspecto é que deve existir motivação acerca da atividade proposta tendo em vista não apenas executar a atividade perante habilidades manipulativas nos laboratórios (BLOSSER, 1988).

Em relação a segunda pergunta os sujeitos deveriam falar se utilizariam ou não roteiro para a execução dessa atividade. Segue a mesma a seguir: “2) Você preferiria a utilização de um roteiro para a realização da atividade referente à temática Chuva Ácida? Por quê?”

Totalizando 22,22% afirmaram que seria interessante utilizar um roteiro, porém apenas no Ensino Médio. Enquanto 77,78% afirmaram ser dispensável a utilização do roteiro. Merece destaque a fala do sujeito 5:

Não utilizaria roteiro enquanto professor da Graduação pelo fácil entendimento da atividade experimental e também instiga o aluno a pensar. Eu por exemplo tive que pensar bastante para responder as perguntas referentes às reações. Não estava acostumado com isso mas gostei bastante pois entendi todo o procedimento. Eu utilizaria no Ensino Médio, talvez lá fosse necessário para prender a atenção dos alunos. (sujeito 5).

Para que esse tipo de atividade seja incluído dentro do contexto escolar os professores e estudantes precisam estar preparados para as mudanças de concepções que a experimentação investigativa ordena (HODSON, 1988).

É necessário que esse preparo seja iniciado na formação inicial docente nos quais o conceito de atividades experimentais investigativas deva ser definido e debatido para que sejam conduzidas de uma maneira que leve o futuro professor à reflexão de suas ações dentro do ensino e, conseqüentemente, ajudar os estudantes no entendimento do saber científico (SARAIVA, 2017).

Desta forma, os objetivos de compreender, avaliar e interpretar que fazem parte do processo cognitivo acabam ocorrendo de forma insatisfatória. Giordan (1999) assevera que a elaboração do conhecimento científico se apresenta dependente da experimentação, porque a organização desse conhecimento ocorre preferivelmente nos intermédios da investigação.

Caso seja permitido o protagonismo do estudante permitindo que realize suas investigações próprias, refletindo sobre o progresso da atividade em prol do objetivo proposto através da interpretação do fenômeno condicionará a uma contribuição do desenvolvimento de

seu entendimento pessoal e o desenvolvimento do conhecimento científico (PRSYBYCIEM; SILVEIRA; SAUER, 2018).

Os experimentos são um excelente meio para a consecução do saber científico, entretanto muitos aspectos da ciência não são intrinsecamente relacionados à experimentação já que muito do progresso teórico da ciência foi desenvolvida e reforçada também por outras formas de análise, como por exemplo a geologia em que determinados estudos não requerem o uso de nenhum experimento (HODSON, 1988). A experimentação não pode ser considerada como uma atividade que conseguirá alcançar todos os objetivos da aula proposta (HODSON, 1994).

Como aponta Hodson (1994) para alcançar a compreensão do que se almeja se deve também utilizar outros sistemas de “aprendizagem ativa”, como o uso de simulações, casos históricos, computadores e atividades que proporcionem debates. Isso pode ser usado antes, durante e/ou depois da experimentação.

Para um professor que deseja mudanças em seu fazer pedagógico é necessário que reflita acerca de sua prática pedagógica, que tenha capacidade de reconstruir, cotidianamente, suas ações, reflita no seu ensino e, principalmente, sobre a aprendizagem satisfatória dos seus estudantes. Deve-se buscar meios que corroborem para o entendimento dos conteúdos de Química de forma significativa, ou seja, que a aprendizagem seja referente ao saber científico (PIMENTA; ANASTASIOU, 2014).

As Mudanças Climáticas, assunto vinculado ao meio ambiente, contemplado pela EA, é ensinado de maneira parcimônia, muitas vezes de forma multidisciplinar, ou seja, sem conexão com outras disciplinas, isso acarreta baixa reflexão e criticidade no fazer pedagógico. Esse tema deve ser trabalhado em sala de aula para que o aluno perceba a ação devastadora dos problemas ambientais na sociedade o que pode promover no presente e/ou futuro o surgimento de ações mitigativas (SILVA, 2019). Conforme Miranda *et al* (2018) e Adams *et al* (2019) a disciplina de Química, com inúmeros conhecimentos, deve ser usada para debates críticos sobre as questões da humanidade, processo de formação de opiniões e tomadas de atitudes, a fim que haja maior participação na sociedade e que faça sentido para os alunos.

4. Considerações finais

O professor deve estar em constante questionamento durante todo seu percurso profissional e sempre buscar mais conhecimento. Ele é um contínuo estudante aberto a sempre refletir, trata-se de uma formação constante e renovação que supere a mera transmissão de conhecimento.

Em vista disso, a formação inicial de professores de Química precisa ser debatida. Pensando nessa emancipação, a formação inicial de professores deve levar ao estudante a conseguir uma concepção pedagógica na qual o questionamento da realidade, a discussão e a interpretação dos conhecimentos são estabelecidas. Os graduandos podem encontrar dificuldades no processo de ensino e aprendizagem, no entanto com a utilização da TAS pode apresentar efeitos positivos por estimular a aprendizagem concreta.

É fundamental reexaminar formas e metodologias de ensino nas quais os estudantes possam ser reflexivos e serem mais ativos no processo de ensino e aprendizagem. Os professores devem instigar os estudantes a pensar, a questionar sobre a atividade, discutir as hipóteses tendo em vista a forma como será executada e assim chegar nas suas próprias conclusões. A abordagem experimental investigativa pode ser considerada marcante dentro do ensino de Química já que corrobora no processo de ensino e aprendizagem.

A experimentação investigativa mostrou ser uma estratégia promissora na temática Chuva Ácida abordando os conceitos iniciais de ácidos e óxidos, visto que facilita a compreensão do novo saber em que instiga ao estudante ser participativo. Espera-se, ainda, instigar uma maior utilização desse tipo de atividade em que não é seguido um roteiro pré-estabelecido a fim de que se fuja do modelo tradicional de ensino e, principalmente, facilite a compreensão do conteúdo químico.

5. Referências

- ADAMS, F. W.; OLIVEIRA, K. M.; ALVES, S. D. B.; NUNES, S. M. T. Oficina de Formação Continuada em Educação Ambiental: Discutindo a importância e a prática. **Experiência em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p. 598-611, 2019.
- ARANA, A. R. A.; BERTOLI, S. C. Educação ambiental no currículo de uma instituição de ensino superior: o processo de ambientalização curricular. **Revista de Educação Pública**, v. 30, n. 1, p. 1-22, 2021.
- ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. **A Didática das Ciências**. Campinas: Papirus, 1995.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BACHELARD, G. A. Epistemologia. **O saber da Filosofia**. Rio de Janeiro: Edições 70, 1971.
- _____, G. A. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 3, p. 365-379, 1996.
- BLOSSER, P. E. O papel do laboratório no ensino de ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 74-78, 1988.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. Resolução de nº 466, 12 de dezembro de 2012. **Conselho Nacional de Saúde**, 2012.
- BROWN, T.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. **Química: a ciência central**. São Paulo: Prentice-Hall, 2005.

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G. **Didática das ciências**: o ensino e aprendizagem como investigação. São Paulo: FTD, 1999.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GIORDAN, M. O papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova Escola**, v. 10, p. 43-49, 1999.

GONDIM, M. S. C.; MÓL, G. S. **Experimentos investigativos em laboratório de Química fundamental**, p. 1-10, 2006.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de química: Caminhos e Descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. **Educational philosophy and theory**, v. 20, n. 2, p. 53-66, 1988.

_____, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de la laboratório. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

IPCC. **Working Group One**. Climate Change 2021: The Physical Science Basis EUA, 2021.

JÚNIOR, W. A. S.; PIRES, D. A. T. A química dos refrigerantes em uma abordagem experimental e contextualizada para o ensino médio. **Revista Scientia Plena**, v. 15, n. 3, p. 1-13, 2019.

JUNGES, A. L.; MASSONI, N. T. O Consenso Científico sobre Aquecimento Global Antropogênico: Considerações históricas e Epistemológicas e Reflexões para o Ensino dessa temática. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 2, p. 455-491, 2018.

KASSEBOEHMER, A. C.; FERREIRA, L. H. O método investigativo em aulas teóricas de Química: estudo das condições da formação do espírito científico. **Enseñanza de las ciencias**, v. 12, n. 1, p. 144-168, 2013.

LUNETTA, V. N. The school science laboratory: Historical perspectives and context for contemporary teaching. **International handbook of science education**, p. 349-264, 1998.

MEIRINHOS, M.; OSÓRIO, A. O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. **EduSer: revista de educação**, v. 2, n. 2, p. 49-65, 2010.

MIRANDA, J. L.; GOMES, F.; ALMEIDA, C. D.; GERPE, R. O Antropoceno, a Educação Ambiental e o Ensino de Química. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 1990-2004, 2018.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999.

_____, M. A. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

_____, M. A. O que é afinal Aprendizagem significativa? **Qurriculum**, La Laguna: Espanha, 2012.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. G. C. **Docência no Ensino Superior**. São Paulo: Cortez, 2014.

PRSYBYCIEM, M. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 3, p. 602-625, 2018.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental?** São Paulo: Brasiliense, 1994.

SANTOS, G. A. L. C. dos.; FILHO, L. A. C. R. A produção de sentidos dos estudantes por meio de reendereço de uma audiovisual por uma professora de Química. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 11, n. 3, p. 5-19, 2021.

SARAIVA, F. A. **Concentração de soluções no Ensino Médio:** o uso de atividades experimentais para uma aprendizagem significativa. Dissertação de mestrado. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza – CE, 2017.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química.** São Paulo: Átomo, 2010.

SHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo:** um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

SILVA, R. S. **Caminhos de reação:** uma sequência didática para o processo de ensino e aprendizagem de taxa de desenvolvimento da reação. Dissertação de mestrado. UFRN, Natal-RN, 2019.

SILVEIRA, F. A.; VASCONCELOS, A. K. P.; SAMPAIO, C. G. Análise do jogo MixQuímico no ensino de química segundo o contexto da teoria da aprendizagem significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 2, p. 248-269, 2019.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. **Química Ambiental.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2005.