



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**EMÍLIA FÁDUA SUED PAULINO**

**A PEDAGOGIA LIBERTADORA DE PAULO FREIRE,  
O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E A TEORIA DE  
APRENDIZAGEM SÓCIO-HISTÓRICA:  
ARTICULAÇÕES POSSÍVEIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

**Anápolis - GO**

**Junho, 2020**

**EMÍLIA FÁDUA SUED PAULINO**

**A PEDAGOGIA LIBERTADORA DE PAULO FREIRE,  
O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E A TEORIA DE  
APRENDIZAGEM SÓCIO-HISTÓRICA:  
ARTICULAÇÕES POSSÍVEIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Central - Sede: Anápolis-CET para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

**Orientadora:** Profa. Dra. Mirley Luciene dos Santos

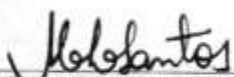
**Anápolis – GO**

**Junho, 2020**

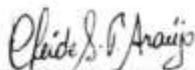
EMÍLIA FÁDUA SUED PAULINO

**A Pedagogia Libertadora de Paulo Freire, o Ensino por Investigação e a Teoria da Aprendizagem Sócio-Histórica: articulações possíveis para o Ensino de Química**

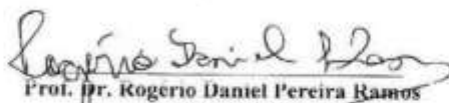
Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás, para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, aprovada em 26 de junho de 2020 pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:



**Profa. Dra. Mirley Luciene dos Santos**  
Presidente  
Universidade Estadual de Goiás (UEG)



**Profa. Dra. Cleide Sandra Tavares Araújo**  
Membro Interno  
Universidade Estadual de Goiás (UEG)



**Prof. Dr. Rogério Daniel Pereira Ramos**  
Membro Externo  
Universidade Estadual de Goiás (UEG)

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FP328p Fádua Sued Paulino, Emília  
A Pedagogia Libertadora de Paulo Freire, o Ensino por Investigação e a  
Teoria de aprendizagem Sócio-Histórica: Articulações Possíveis para o Ensino de  
Química / Emília Fádua Sued Paulino; orientador Mirley Luciene dos Santos. -  
- Anápolis, 2020.  
159 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em  
Ensino de Ciências) – Câmpus Central - Sede: Anápolis - CET, Universidade  
Estadual de Goiás, 2020.

1. Pedagogia Libertadora. 2. Teoria Sócio-Histórica. 3. Sequência de Ensino  
Investigativa. 4. Ensino de Química. 5. Alfabetização Científica. I. Santos, Mirley  
Luciene dos, orient. II. Título.

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL (BDTD)**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Estadual de Goiás a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UEG), regulamentada pela Resolução, CsA n.1087/2019 sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei n° 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**Dados do autor (a)**

Nome Completo: Emília Fátua Sued Paulino

E-mail: emiliafdua@gmail.com

**Dados do trabalho**

Título: A Pedagogia Libertadora de Paulo Freire, o Ensino por Investigação e a Teoria de aprendizagem Sóciohistórica: Articulações Possíveis para o Ensino de Química

Data da Defesa 26/06/2020

**Tipo**

Tese  Dissertação

**Programa:** Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Concorda com a liberação documento

SIM

NÃO

**Assinalar justificativa para o caso de impedimento e não liberação do documento:**


- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

\* Em caso de não autorização, o período de embargo será de até um ano a partir da data de defesa. Caso haja necessidade de exceder este prazo, deverá ser apresentado formulário de solicitação para extensão de prazo para publicação, devidamente justificado, junto à coordenação do curso.

\* Período de embargo é de um ano a partir da data de defesa, prorrogável para mais um ano

Anápolis, 13/08/2020

  
Assinatura do autor (a)

  
Assinatura do orientador (a)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho a Deus que me deu a oportunidade de estar viva e ter capacidade intelectual e física para realizar todas as etapas necessárias no decorrer de todo tempo que foi necessário para concluí-lo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus que me deu o dom da vida.

A meus pais Carlos Cesar Paulino e Mirailda Conceição Araújo que me incentivaram e deram grande suporte em todas as áreas da vida.

À minha orientadora Mirley Luciene dos Santos que sempre presente me deu oportunidade de aprender em cada um dos momentos de orientações e correções.

Aos meus alunos que foram fonte de inspiração para esse trabalho como um todo e são o motivo dessa pesquisa.

À Universidade Estadual de Goiás pela bolsa concedida.

*Porque Dele e por Ele, e para Ele, são todas as coisas; glória, pois, a Ele eternamente.*

*Amém.*

**Romanos 11:36**



## SUMÁRIO

RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
LISTA DE FIGURAS.....	12
LISTA DE QUADROS.....	13
INTRODUÇÃO.....	14
1.Memorial de Contextualização do Problema.....	14
2.Justificativa.....	18
3.Referencial Teórico.....	20
3.1.Pedagogia Libertadora de Paulo Freire.....	20
3.2.Ensino por Investigação.....	21
3.3.Teoria Sócio-Histórica de Vygotsky e o Professor Mediador.....	23
OBJETIVOS.....	25
1.Objetivo Geral.....	25
2.Objetivos Específicos.....	25
PERCURSO METODOLÓGICO E ESTRUTURA DO TRABALHO.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
CAPÍTULO 1: PEDAGOGIA LIBERTADORA FREIRIANA, ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E TEORIA SÓCIO-HISTÓRICA DA APRENDIZAGEM EM AULAS DE QUÍMICA: UM CAMINHO PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	32
Resumo.....	32
Introdução.....	33
A Pedagogia Tradicional e o Ensino de Química.....	35
Interferências nas Visões Equivocadas de Ciência no Ensino-aprendizagem de Química.....	40
A Alfabetização Científica (AC) e a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire.....	43
Ensino por Investigação.....	54
A Aplicação da Teoria Sócio-Histórica de Vygotsky no Processo de Mediação Pedagógica durante a Aplicação da SEI.....	61
Considerações Finais.....	64
Referências Bibliográficas.....	64
CAPÍTULO 2: DESENVOLVIMENTO, APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI) PARA O CONTEÚDO DE POLARIDADE E SOLUBILIDADE DAS SOLUÇÕES MINISTRADA NO ENSINO MÉDIO.....	70
Resumo.....	70
1.Introdução.....	71
2.Pressupostos Teóricos da Sequência de Ensino Investigativa (SEI).....	71
3.Planejamento da Sequência de Ensino Investigativa (SEI).....	74
4.Aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI).....	80
4.1 Primeira Versão da SEI.....	80
4.2 Segunda Versão da SEI.....	83
5. Descrição dos Resultados da SEI.....	84
5.1 Resultados da SEI Aplicada: Etapa do Levantamento dos Conhecimentos Prévios dos Alunos.....	85
5.2 Resultados da SEI Aplicada: Etapas da Experimentação,	

Problematização e Resolução do Problema.....	87
5.3 Resultados da SEI Aplicada: Etapa de Sistematização Individual após a exposição do Filme.....	90
6. Análise dos Resultados da SEI: Buscando Indicadores de Alfabetização Científica.....	93
7. Análise da Aplicação da SEI Reformulada Considerando Outros Aspectos: Tempo Disponível, Ambiente Escolar, Compreensão da Proposta pelos Alunos, Aceitação da Proposta pela Comunidade Escolar.....	102
8. Considerações Finais.....	103
9. Referências Bibliográficas.....	105
<b>CAPÍTULO 3: O PROFESSOR COMO PROBLEMATIZADOR E MEDIADOR NO PROCESSO ENSINO APRENDIZAGEM DE QUÍMICA SOB A PERSPECTIVA DE VYGOTSKY E FREIRE: ANALISANDO UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA.....</b>	<b>107</b>
Resumo.....	107
1.Introdução.....	108
2.Vygotsky e o Papel Mediador do Professor.....	110
3 A Intervenção Dialógica e Problematizadora desenvolvida pelo Professor por meio das Atividades de Ensino Investigativo.....	116
4 Aplicação da SEI na perspectiva da Pedagogia libertadora e da Mediação Pedagógica do Professor.....	120
5. Considerações Finais.....	126
6. Referências Bibliográficas.....	127
Apêndice 1: Produto Educacional.....	129

## RESUMO

Este trabalho objetivou mostrar que o ensino de Química no Ensino Médio pode se beneficiar das contribuições da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire e do Ensino por Investigação. Para colocar em prática em sala de aula a abordagem metodológica construída por meio da junção dessas duas abordagens optamos pelo uso de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) que articulou essas duas ideias a fim de contribuir para o processo de Alfabetização Científica (AC) de alunos cursando o Ensino Médio em duas escolas públicas no município de Anápolis - GO. A SEI foi aplicada tendo em vista ainda, a postura mediadora do professor, fundamentando-se na teoria de aprendizagem proposta por Vygotsky. Por meio da análise dos resultados percebemos que a postura da professora-pesquisadora que orientou e direcionou o trabalho dos alunos em cada etapa da SEI foi decisiva para o alcance dos objetivos propostos. A SEI possibilitou uma maior compreensão dos conceitos de Química relacionados a polaridade e solubilidade das soluções, além do desenvolvimento de habilidades relacionadas ao trabalho em grupo. Além disso, foram encontradas nas produções dos alunos dois dos três eixos estruturantes da Alfabetização Científica, a saber: compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais e o entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, evidenciando um princípio de AC no processo pretendido.

**Palavras-chave:** Pedagogia Libertadora. Teoria Sócio-Histórica. Sequência de Ensino Investigativa. Ensino de Química. Ensino Médio. Alfabetização Científica.

## ABSTRACT

This work aimed to show that the teaching of Chemistry in High School can benefit from the contributions of Paulo Freire's Pedagogy of Liberation and Teaching by Inquiry. In order to put in to practice in the classroom the methodological approach built by combining the set wo approaches, we opted for the use of na Investigative Teaching Sequence (SEI) that articulated the set wo ideas in order to contribute to the Scientific Literacy (AC) processof high school students in two public schools in the city of Anápolis - GO. SEI was applied in view of the teacher's mediating posture, based on the learning theory proposed by Vygotsky. Through the analysis of the results, were alized that the attitude of the teacher-researcher Who guided and directed the students' work in each stage of SEI was decisive for the achievement of the proposed objectives. SEI enabled a greater under standing of the concepts of Chemistry related to the polarity and solubility of solutions, in addition to the development of skills related to group work. In addition, two of the three structuring axés of Scientific Literacy were found in the students' productions, namely: basic understanding of fundamental scientific terms, know ledge and concepts and understanding of the relationships between Science, Technology, Society and the Environment, evidencing a principle of AC in the intended process.

**Keywords:** Liberating Pedagogy. Socio-Historical Theory. Investigative Teaching Sequence. Chemistry teaching. High school. Scientific Literacy.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1:

PEDAGOGIA LIBERTADORA FREIRIANA, ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E TEORIA SÓCIO-HISTÓRICA DA APRENDIZAGEM EM AULAS DE QUÍMICA: UM CAMINHO PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

<b>Figura 1</b>	Síntese das possíveis semelhanças e particularidades entre a Abordagem Temática Freireana e o Ensino de Ciências por Investigação.....	57
-----------------	--	----

### CAPÍTULO 2:

DESENVOLVIMENTO, APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI) PARA O CONTEÚDO DE POLARIDADE E SOLUBILIDADE DAS SOLUÇÕES MINISTRADA NO ENSINO MÉDIO

<b>Figura 1</b>	Registro da aplicação de algumas etapas da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) para duas turmas do 2º ano do Ensino Médio em uma unidade escolar da Rede Pública de Ensino no município de Anápolis, Goiás, 2018.....	82
<b>Figura 2</b>	Registro da etapa da resolução do problema por meio da experimentação durante a aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) para turmas do 2º ano do Ensino Médio em uma unidade escolar da Rede Pública de Ensino no município de Anápolis, Goiás, 2019.....	83
<b>Figura 3</b>	Estrutura molecular do sabão.....	86

## LISTA DE QUADROS

### CAPÍTULO 2:

DESENVOLVIMENTO, APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI) PARA O CONTEÚDO DE POLARIDADE E SOLUBILIDADE DAS SOLUÇÕES MINISTRADA NO ENSINO MÉDIO

<b>Quadro 1</b>	Comparação das etapas e ações utilizadas durante as aulas de Química utilizando uma Sequência de Ensino Investigativa para o conteúdo de Polaridade e Solubilidade das soluções nas suas versões: 1ª aplicação Escola 1 e 2ª aplicação Escola 2.....	78
<b>Quadro 2</b>	Comparativo numérico dos alunos participantes e dos resultados obtidos na Aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) 2ª Versão aplicada a uma unidade escolar da rede pública de ensino no município de Anápolis, Goiás em 2019.....	85
<b>Quadro 3</b>	Transcrição dos textos e desenhos dos alunos 2º ano do Ensino Médio reunidos em grupos para a resolução do problema proposto pela professora-pesquisadora durante a aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) aplicada em uma unidade escolar da rede pública de ensino em Anápolis, Goiás, 2019.....	87
<b>Quadro 4</b>	Transcrição dos textos e desenhos dos alunos do 2º ano do Ensino Médio após assistirem ao filme na etapa da sistematização individual do conhecimento na Sequência de Ensino Investigativa (SEI) aplicada em uma unidade escolar da rede estadual de ensino em Anápolis, Goiás, 2019.....	90

### CAPÍTULO 3:

O PROFESSOR COMO PROBLEMATIZADOR E MEDIADOR NO PROCESSO ENSINO APRENDIZAGEM DE QUÍMICA SOB A PERSPECTIVA DE VYGOTSKY E FREIRE: ANALISANDO UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

<b>Quadro 1</b>	Etapas e ações utilizadas durante as aulas de Química ministradas para duas turmas de Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual de educação no município de Anápolis, Goiás utilizando uma Sequência de Ensino Investigativa para o conteúdo de Polaridade e Solubilidade das soluções no ano de 2018.....	119
-----------------	--	-----

## INTRODUÇÃO

### 1 Memorial de Contextualização do Problema

Inicialmente comentarei brevemente sobre minha trajetória docente a fim contextualizar o modo como cheguei ao meu problema de pesquisa.

Iniciei o trabalho docente no ano de 2000 aos 19 anos de idade, na educação de jovens e adultos ministrando as disciplinas Química e Matemática para turmas de Segunda Fase do Ensino Fundamental e Ensino Médio de uma escola municipal na cidade de Itapaci-GO. Nessa época eu havia concluído o curso Técnico em Magistério no qual tive meus primeiros contatos com didática, metodologias e práticas de ensino. Mesmo assim, enfrentei muitos desafios em sala de aula, pois conhecia poucas propostas metodológicas de ensino e me limitava a usar o quadro, giz ou livro didático sempre em aulas expositivas. Desde essa época eu já percebia que era necessário usar metodologias diversificadas para ter mais qualidade em minhas aulas, mas tinha poucas perspectivas de onde buscar inovações e optei por ministrar o mesmo tipo de aulas tradicionais que assisti minha vida inteira quando fui aluna na educação básica.

Em 2001 comecei a cursar Licenciatura Parcela em Pedagogia no Polo Universitário de Itapaci-GO, da Universidade Estadual de Goiás (UEG) concluindo o curso em 2004. Nessa modalidade de licenciatura parcelada, as aulas eram ministradas nos meses de julho e janeiro e aos finais de semana, mas isso não interferiu no meu processo de aprendizagem, pois tive excelentes professores que buscavam usar estratégias diversas e eram muito criativos. Foi nessa época que conheci melhor as publicações de Paulo Freire e Vygotsky e me interessei em analisar a dialogicidade e a mediação pedagógica em sala de aulas e comecei a aplicá-las em meu trabalho docente, mas de forma superficial. No período do curso eu atuava como professora com contrato temporário na rede estadual e ministrei disciplinas diferentes como: Matemática, Língua Portuguesa, Geografia etc. Apesar dessa oportunidade em que precisei aprofundar meus estudos na área de ensino e conhecer novas formas de ministrar aulas, achava difícil aplicar essas estratégias em minhas próprias aulas devido ao pensamento de comodismo e segurança que as aulas tradicionais trazem ao professor, além da pouca necessidade de um planejamento mais elaborado, pois acreditava que bastava ter o livro didático em mãos e o giz para efetuar o trabalho pedagógico.

Em 2005 me mudei para Goianésia e continuei atuando na rede estadual ainda como contrato temporário ministrando a disciplina Química. Foi nesse momento que percebi que precisava aperfeiçoar meus saberes pedagógicos. Os meus conhecimentos de estratégias, metodologias, formas de avaliação e até do próprio conteúdo não estavam perfeitamente adequados para a área de Ciências da Natureza que é bastante específica e requer um preparo maior do professor. Mesmo insatisfeita com minha atuação em sala de aula e consciente da necessidade de mudanças, continuava com minhas aulas expositivas utilizando quadro e giz e livro didático. Não pensava em estudar mais nessa época, pois trabalhava com muitas turmas e em vários turnos, por isso achava que não conseguiria conciliar o estudo com o trabalho, mas sonhava em fazer outra graduação quando pudesse no futuro.

No início de 2006 fui aprovada no concurso estadual e me efetivei como professora nas Series Iniciais do Ensino Fundamental trabalhando entre 2006 e 2008 no município de Santa Rita do Novo Destino - GO. Esse foi um período muito difícil em minha carreira, pois me deparei com um grande desafio que é ensinar crianças em fase de alfabetização. No entanto foi nessa época que comecei a utilizar aulas mais dinâmicas e outras metodologias além da aula tradicional, pois não tive outra opção para ensinar meus alunos tão jovens. Contudo tive o desejo de voltar a ser professora de Química e fazer faculdade nessa área, pois considerei o trabalho nas séries iniciais muito complexo e percebi que me identificava mais com a área de Ciências da Natureza no Ensino Médio.

Em 2009 voltei para Goianésia atuando na rede estadual como professora de Química. Apesar de quase dez anos terem se passado desde o primeiro ano como professora, ainda permaneci nesse período com as mesmas aulas expositivas no quadro e giz ou com o livro didático, pois apesar da experiência bem sucedida de aulas diversificadas na educação infantil, não conseguia utilizar essas estratégias no Ensino Médio.

No segundo semestre de 2011 me mudei para Luziânia - GO e senti enorme dificuldade no ensino de Química para os alunos da rede estadual desse município. Enfrentei salas lotadas com mais de quarenta alunos, indisciplina, desinteresse dos alunos, falta de apoio e compreensão das equipes gestora das escolas em que trabalhei, a complexidade da região que tem fatores de risco para a profissão docente como a violência local e minha própria carência em estratégias e metodologias mais dinâmicas para utilizar nas aulas de Química. Ainda utilizava a mesma metodologia de aulas expositivas, livro didático e quadro de pincel que substituiu o giz.



Nessa época que consegui finalmente voltar à faculdade, ingressando por meio do vestibular do Instituto Federal de Goiás, Campus Luziânia. Em 2012 iniciei o curso de Licenciatura em Química, o que foi a realização de um sonho, pois desde o início de minha trajetória docente sentia afinidade com a disciplina Química. Imaginei que finalmente poderia melhorar a qualidade das minhas aulas estudando metodologias que fossem mais dinâmicas, empolgantes e que despertassem o interesse dos meus alunos para estudar Química.

Esse curso foi decisivo na minha trajetória docente, mas não respondeu a todos os anseios metodológicos. No entanto, proporcionou um despertar para me aperfeiçoar cada vez mais na área de Ensino de Ciências. Fui influenciada positivamente por bons professores que me prepararam para ingressar no mestrado. Durante o curso tive a oportunidade de aprofundar meus estudos sobre o ensino problematizador e dialógico de Paulo Freire e a teoria sócio-histórica de Vygotsky. Foi quando comecei a aplicar nas aulas, as propostas desses autores com maior entendimento e segurança. Durante o meu trabalho de conclusão de curso percebi que desejava aprimorar os conhecimentos sobre o ensino de Química através do uso de aulas experimentais utilizando materiais de baixo custo.

Em julho de 2017 concluí o curso de Licenciatura em Química e no segundo semestre desse mesmo ano fiz o processo seletivo do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás em Anápolis. Fui aprovada e em março de 2018 iniciei o curso. A primeira disciplina cursada foi Ciências para o Ensino Fundamental ministrada pelas professoras Mirley e Cleide. Identifiquei muito com os temas das aulas dessa disciplina e pude aprofundar meus estudos por meio dos vários artigos lidos, dos convidados que fizeram palestras e das estratégias de aulas das professoras. Tive a oportunidade de aprender sobre o Ensino por Investigação, o uso de Sequências de Ensino Investigativas (SEI) e o processo de Alfabetização Científica. Imediatamente percebi que havia uma relação entre o Ensino por Investigação com o uso de SEIs e a proposta de ensino problematizador de Paulo Freire, e que ambos poderiam ser uma proposta para facilitar o processo de Alfabetização Científica de alunos de Química cursando o Ensino Médio. Elaborei uma primeira SEI, como produto final da disciplina, o que deu início ao trabalho de conclusão do mestrado. Essa decisão foi fundamental para que iniciasse a pesquisa propriamente dita e continuasse me aprofundando nesse assunto durante todo o curso.

No segundo semestre de 2018, na disciplina de Teorias de Aprendizagem ministrada pelo professor Marcelo Porto, voltei a estudar as teorias psicológicas de aprendizagem

(Piaget, Vygotsky, Wallom) e percebi que a proposta de mediação pedagógica de Vygotsky dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal relacionava-se diretamente com a proposta de aplicação de uma SEI. A teoria de Vygotsky influenciou profundamente meu trabalho pedagógico em sala de aula durante a aplicação da SEI, vindo a complementar a proposta do ensino problematizador de Paulo Freire visando o processo de Alfabetização Científica de alunos cursando Química no Ensino Médio.

Nesse ponto chegamos ao objetivo desse trabalho que buscou articular a abordagem da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire à perspectiva do professor mediador na teoria de Vygotsky. Essa articulação se deu durante a aplicação de uma SEI de Química para turmas de Ensino Médio no intuito de ampliar o processo de Alfabetização Científica desses indivíduos.

Nesse sentido procuramos, com esse trabalho, responder o problema de pesquisa: *Como o Ensino de Química estruturado na Pedagogia Libertadora de Paulo Freire e materializado por meio de uma Sequência de Ensino Investigativa desenvolvida dentro dos pressupostos da teoria da Aprendizagem Sócio-Histórica de Vygotsky pode contribuir para o processo de Alfabetização Científica de alunos no Ensino Médio?* Esse problema foi construído no decorrer dos anos de minha prática docente, fruto da minha insatisfação com o uso tão somente de aulas expositivas tradicionais.

Por meio das aulas e orientações que tive ao longo do mestrado pude entender melhor meus anseios como professora ao mesmo tempo em que consegui articular as ideias para escrever esse trabalho, dentro do contexto da minha realidade marcada por experiências negativas e positivas com o ensino de Química e de outras disciplinas. No decorrer das páginas que se seguem busco melhor fundamentar meus questionamentos e também respondê-los, ainda que de forma parcial, pois acredito que o processo de busca pelo entendimento do processo de ensino aprendizagem, as relações professor-aluno, a compreensão do fenômeno que se processa na estrutura mental do aluno enquanto ele aprende é permanente. No entanto, esse trabalho representa um caminho rumo a essas descobertas.

## **2 Justificativa**

O Ensino de Química no sistema educacional brasileiro tem sido desenvolvido de forma muito tradicional (SCHNETZHLER; ARAGÃO, 1995; SETÚBAL; MALDANER, 2010; LEITE; LIMA, 2015). Em decorrência desse tipo de ensino que privilegia o acúmulo de conteúdos e uma didática centrada no professor, os alunos não têm oportunidade de participar

de forma ativa do processo de ensino-aprendizagem. Vários autores escreveram sobre a pedagogia tradicional e suas consequências para o ensino, entre eles: Freire (1987), Setúbal e Maldaner (2010), Lima (2012), Rocha e Vasconcelos (2016).

O uso da pedagogia tradicional consiste, na maioria das vezes, em transmitir aos alunos uma visão distorcida de que os conhecimentos científicos não fazem parte de suas vidas práticas, o que contribui para a formação de uma concepção de Ciências que não corresponde ao que ela é na realidade. Autores como Chalmers (1993), Kosminsky e Giordan (2002), Gil Perez et al. (2001), Pombo e Lambach (2017), Silva et al. (2017), discutem sobre as concepções equivocadas de Ciência e a responsabilidade da escola e dos professores de Ciência de mudar esse quadro. Para Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007, p.147) essas “visões empobrecidas e distorcidas [da ciência] podem causar desinteresse, quando não mesmo o abandono, de muitos estudantes, e se convertem num obstáculo para a aprendizagem”.

Diante disso é necessário que novas metodologias de ensino sejam desenvolvidas para que os professores tenham alternativas diversificadas que sejam opções para a ampliação do processo de Alfabetização Científica (AC) em seus alunos, de forma que os conhecimentos científicos adquiram significado dentro do contexto de vida do cidadão. O conceito de AC, os níveis em que ela se desenvolve na vida das pessoas e também os currículos voltados para a Alfabetização Científica são temas de diversos autores como Lorenzetti e Delizoicov (2001), Rodrigues e Borges (2008), Sasseron e Carvalho (2011) e Almeida e Sasseron (2013).

No Brasil tem ocorrido um processo de conscientização da importância de se pensar em um ensino de Ciências voltado para a Alfabetização Científica dos alunos, e prova disso é sua incorporação enquanto “Letramento Científico” na área de Ciências da Natureza na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018 p. 547) para a Educação Básica implantada nas escolas brasileiras no ano de 2020.

Nas sociedades contemporâneas, muitos são os exemplos da presença da Ciência e da Tecnologia, e de sua influência no modo como vivemos, pensamos e agimos: do transporte aoeletrodomésticos; da telefonia celular à internet; dos sensores óticos aos equipamentos médicos; da biotecnologia aos programas de conservação ambiental; dos modelos submicroscópicos aos cosmológicos; do movimento das estrelas e galáxias às propriedades e transformações dos materiais [...] desmatamento, mudanças climáticas, energia nuclear e uso de transgênicos na agricultura [...] Nesse contexto, a Ciência e a Tecnologia tendem a ser encaradas não somente como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto os dos indivíduos como os da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo. Todavia, poucas pessoas aplicam os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos (como estimar o consumo de energia de aparelhos elétricos a partir de suas especificações técnicas, ler e interpretar rótulos de alimentos etc.). Tal constatação corrobora a necessidade de a

Educação Básica – em especial, a área de Ciências da Natureza – comprometer-se com o letramento científico da população (BRASIL, 2018, p. 547).

Frente à importância de que todo cidadão esteja engajado em seu processo de Alfabetização Científica, o ensino de Química desenvolvido no ensino médio deve ser direcionado para que isso aconteça. Escola e professores devem reestruturar suas práticas para que a pedagogia tradicional seja mesclada com outras propostas mais ativas e dialógicas de ensino. Lorenzetti e Delizoikov (2001, p. 51) citam exemplos de iniciativas para que o ensino de Ciências se adeque nessa proposta mais dinâmica de ensino.

Se a escola não pode proporcionar todas as informações científicas que os cidadãos necessitam, deverá, ao longo da escolarização, propiciar iniciativas para que os alunos saibam como e onde buscar os conhecimentos que necessitam para a sua vida diária. Os espaços não formais compreendidos como museu, zoológico, parques, fábricas, alguns programas de televisão, a Internet, entre outros, além daqueles formais, tais como bibliotecas escolares e públicas, constituem fontes que podem promover uma ampliação do conhecimento dos educandos. As atividades pedagógicas desenvolvidas que se apoiam nestes espaços, aulas práticas, saídas a campo, feiras de ciências, por exemplo, poderão propiciar uma aprendizagem significativa contribuindo para um ganho cognitivo (LORENZETTI; DELIZOIKOV, 2001, p. 51).

Apesar de sabermos que haverá um longo caminho a ser trilhado até que exista no Brasil um ensino de Ciências que realmente contribua efetivamente para a Alfabetização Científica dos alunos, acreditamos que nós, como professores que conhecem a realidade das salas de aula do Ensino Médio, podemos propor estratégias e metodologias que possam ser sugestões que ajudem nesse processo. A importância de trabalhos que proponham metodologias diversificadas que visem a ampliação do processo de AC dos alunos brasileiros é muito urgente tendo em vista que infelizmente o nosso país não tem tido um resultado satisfatório em avaliações externas, como por exemplo o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), conforme nos mostra Sassy et al. (2018).

A qualidade da educação no Brasil em comparações internacionais é ruim. Em 2015, o Brasil ficou na posição 59 a 66, dependendo da disciplina, de 73 regiões e países no Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Programme for International Student Assessment - PISA), com médias de notas em matemática (401 pontos), leitura (407 pontos) e ciências (377 pontos) abaixo das médias dos alunos da OCDE (de respectivamente 493, 493 e 490 pontos). Essas médias não representaram melhora em relação aos últimos anos. A média brasileira de ciências tem se mantido estável desde 2006, e a de leitura, desde 2000. A média de matemática apresentou crescimento significativo de 21 pontos desde 2003, porém diminuiu 11 pontos entre 2012 e 2015 (SASSAKY et al., 2018, p.1).

Por meio das reflexões levantadas nesse trabalho e do produto educacional elaborados propusemos a contribuir para a melhoria do ensino de Química no Ensino

Médiada educação brasileira. Para fundamentar teoricamente este estudo, utilizamo-nos dos princípios da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire (1987), da abordagem do Ensino de Ciências por Investigação (CARVALHO, 2013) e da proposta do professor mediador a partir da visão de desenvolvimento sócio histórico do indivíduo (VYGOTSKY, 1991).

### 3 Referencial Teórico

#### 3.1 Pedagogia Libertadora de Paulo Freire

A ideia de um ensino centrado na problematização e na dialogicidade são as propostas da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire que são claramente antagônicas ao ensino tradicional. Por meio da leitura da obra Pedagogia do Oprimido (FREIRE, 1987) encontramos a descrição crítica da “educação bancária”, que é a própria pedagogia tradicional com outro nome.

Quanto mais analisamos as relações educador-educandos, na escola [...] parece que mais nos podemos convencer de que estas relações apresentam um caráter especial e marcante – o de serem relações fundamentalmente narradoras, dissertadoras. Narração de conteúdos que, por isto mesmo, tendem a petrificar-se ou a fazer-se algo quase morto[...] Narração ou dissertação que implica num sujeito – o narrador – e em objetos pacientes, ouvintes – os educandos. [...] Falar da realidade como algo parado, estático, compartimentado e bem comportado, quando não falar ou dissertar sobre algo completamente alheio à experiência existencial dos educandos vem sendo, realmente, a suprema inquietação desta educação[...] Conteúdos que são retalhos da realidade desconectados da totalidade em que se engendram e em cuja visão ganhariam significação. [...] A narração, de que o educador é o sujeito, conduz os educandos à memorização mecânica do conteúdo narrado [...] Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los (FREIRE, 1987, p.57).

Com a crítica acima, Freire mostra que esse tipo de ensino não é a melhor maneira de conduzir o processo ensino-aprendizagem nas escolas sugerindo uma nova forma problematizadora de ensino chamada de “Educação Libertadora”.

[...] a educação libertadora, problematizadora, já não pode ser o ato de depositar, ou de narrar, ou de transferir, ou de transmitir “conhecimentos” e valores aos educandos, meros pacientes, à maneira da educação “bancária”, mas um ato cognoscente. Como situação gnosiológica, em que o objeto cognoscível, em lugar de ser o término do ato cognoscente de um sujeito, é o mediatizador de sujeitos cognoscentes, educador, de um lado, educandos, de outro, a educação problematizadora coloca, desde logo, a exigência da superação da contradição educador-educandos. Sem esta, não é possível a relação dialógica, indispensável à cognoscibilidade dos sujeitos cognoscentes, em torno do mesmo objeto cognoscível.

O antagonismo entre as duas concepções, uma, a “bancária”, que serve à dominação; outra, a problematizadora, que serve à libertação, toma corpo exatamente aí. Enquanto a primeira, necessariamente, mantém a contradição educador-educandos, a segunda realiza a superação. Para manter a contradição, a concepção “bancária” nega a dialogicidade como essência da educação e se faz antidialógica; para realizar a superação, a educação problematizadora – situação gnosiológica – afirma a dialogicidade e se faz dialógica (FREIRE, 1987, p.39).

Conforme a citação anterior, a educação libertadora além de estar fundamentada na problematização, também relaciona-se ao diálogo entre aluno e professor que conversam a fim de desenvolverem juntos o processo de construção do conhecimento em sala de aula. A autora Sasseron (2013, p.41-62) comenta também sobre a importância de haver “interações discursivas” entre o professor e o aluno.

Em sala de aula [...] estas interações discursivas devem ser promovidas pelo professor e cuidados precisam ser tomados para que o debate não se transforme em uma conversa banal. O objetivo da atividade precisa, portanto, estar muito claro para o professor, de modo que ele faça perguntas, proponha problemas e questione comentários e informações trazidos pelos estudantes tendo como intuito o trabalho investigativo com o tema da aula (SASSERON, 2013, p. 41-62).

Pensamos que o ensino de Química desenvolvido no Ensino Médio pode se beneficiar da proposta de ensino dialógico de Paulo Freire, pois através de conversas mediadoras em sala de aula o professor pode mostrar aos alunos que as ciências fazem parte do cotidiano de todas as pessoas. Essa postura dialógica do professor pode tirar os alunos da atitude passiva que eles assumem em aulas tradicionais e fazê-los perceber que eles podem ser sujeitos no seu processo sócio histórico de aquisição dos conhecimentos científicos.

Outro ponto positivo do diálogo é que ao falar com o aluno e ouvi-lo, o professor aproxima-o do conhecimento científico, pois as conversas mediadas pelo professor sobre o tema das aulas são também uma forma de ensinar Química de maneira mais dinâmica. Esses diálogos pedagógicos entre professor e aluno em sala de aula são um meio de ensinar Ciências que fazem o aluno sentir-se como um participante ativo da aula e não somente um ouvinte. As aulas em que o professor conversa com o aluno sobre o conteúdo e não somente fala, como em um monólogo, vem para quebrar essa posição de letargia dos alunos perante o ensino e aprendizagem de Ciências.

### **3.2 Ensino por Investigação**

Diante da proposta de um ensino que não seja um monólogo, onde o professor fala sozinho com a turma, mas seja um diálogo entre professor-aluno e aluno-aluno, surge então a

pergunta: sobre o que eles conversarão? Acreditamos que o professor não deve conversar com os alunos durante as aulas sobre assuntos sem conexão com o ensino de Química ou Ciências. Ele deve planejar as suas falas de modo a direcionar as atividades da aula de forma dinâmica e inteligente para o assunto que ele deve ensinar em cada série do Ensino Médio. Chamamos atenção para este detalhe porque muitos professores até conversam com seus alunos nas aulas, mas sobre outros assuntos e perdem o foco do trabalho pedagógico que deveriam realizar. Então é preciso enfatizar que a postura dialógica a que nos referimos é também problematizadora dentro do assunto de Ciências que será o tema da aula. Logo, para implantar esse tipo de metodologia, é preciso que o professor planeje detalhadamente suas aulas e crie estratégias de atividades que promovam a investigação de assuntos relacionados com os conteúdos, tais como o uso de propostas de aulas experimentais investigativas, debates, trabalhos em grupos, leituras, visitas a locais relacionados com o assunto da aula, vídeoaulas etc.

Solino e Sasseron (2018, p. 105) argumentam que esse tipo de abordagem dialógica e problematizadora rompe com o ensino tradicional e sugerem exemplos de atividades que podem promover a Alfabetização Científica dos alunos por meio de uma metodologia investigativa.

[...] alguns estudiosos têm chamado a atenção para a necessidade de trabalhar tais atividades por meio de propostas didáticas que envolvam práticas de investigação, a exemplo da Abordagem Didática de Ensino por Investigação. Com o intuito de promover a Alfabetização Científica dos estudantes, essa abordagem de ensino visa superar o modelo de educação propedêutica, baseada na transmissão de conteúdos isolados e desconexos do seu processo de produção e possibilitar a inserção dos estudantes na cultura científica, a partir da apropriação e manejo das práticas utilizadas pela ciência, tais como: pensar logicamente, observar, coletar e analisar dados, refletir e argumentar, comunicar ideias e avaliá-las, entre outras (SOLINO; SASSERON, 2018, p. 105).

Vários são os autores que tem pesquisado a respeito dessa abordagem didática de Ensino por Investigação, mas optamos por aprofundar nossos estudos na autora Ana Maria Carvalho (2013) que propõe uma sequência investigativa chamada Sequência de Ensino Investigativo (SEI) que seria uma forma de aplicação prática desse tipo de abordagem. A SEI sugerida por essa autora é estruturada em três tipos de atividades: “o problema”, “a atividade de sistematização dos conhecimentos” e a “atividade de contextualização dos conhecimentos”.

[...] uma Sequência de Ensino Investigativa deve ter algumas atividades chaves: na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico,

contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e dê condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático [...] após a resolução do problema, [há] uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. Essa sistematização é feita preferivelmente através da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relatado no texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois nesse momento eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social (CARVALHO, 2013, p.9).

Entendemos que os moldes dessa proposta de Ensino por Investigação que sugere a elaboração de SEIs e a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire tem alguns pontos em comum, entre eles a questão da problematização e da dialogicidade no processo de ensino-aprendizagem. Esses pontos convergem justamente no professor que é quem elabora previamente um conjunto ou unidade temática de aulas investigativas - a SEI - considerando as características de seus alunos que são observadas em aulas anteriores por meio de diálogos professor-aluno e aluno-aluno promovidos pelo professor intencionalmente para compreender como eles geralmente aprendem, em que nível de conhecimento específico do componente curricular eles estão, quais seus interesses e anseios, entre outras. Neste tipo de abordagem, o professor não oferece respostas prontas, mas propõe uma sequência de aulas cuidadosamente planejadas de acordo com as características de sua turma. Dessa forma, ele cria caminhos para que seus alunos atuem de forma ativa e cheguem ao ponto de se apropriar de conceitos científicos em estudo naquele momento, ou seja, torna-se viável a ampliação do processo de AC e o efetivo desenvolvimento cognitivo do indivíduo.

### **3.3 Teoria Sócio-Histórica de Vygotsky e o Professor Mediador**

Frente à oportunidade de ampliar o processo de Alfabetização Científica de alunos do Ensino Médio por meio da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire e da abordagem investigativa materializada na forma de uma SEI, surge um ponto muito importante que é: qual a postura do professor ao aplicar a SEI?

Percebemos que a proposta de aplicar uma SEI é muito complexa, pois surgem dúvidas sobre até que ponto o professor pode ou não interferir nas suas etapas. Essas dúvidas surgem naturalmente, pois sabemos que se o professor interferir muito nas discussões dos alunos, a abordagem deixa de ser investigativa e se transforma então em ensino tradicional novamente. Mas também sabemos que se o professor deixar os alunos sem nenhum



acompanhamento, eles tendem a ficar dispersos em muitos momentos, desvirtuando-se do tema da aula e do assunto problematizado na SEI de Química.

Diante disso, encontramos na Teoria Sócio-Histórica de Lev Semenovitch Vygotsky (1991) uma proposta de conciliação que permite entender que o professor deve ter uma postura mediadora durante a aplicação da SEI, ou seja, ele deve realizar intervenções planejadas buscando intervir na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos alunos, ajudando-os a alcançar novas etapas em seu processo de desenvolvimento. Conforme Carvalho (2017):

Vygotsky ao discutir a construção do conhecimento e de habilidades dentro das ZDP, volta sempre ao papel desempenhado pelo adulto mostrando a necessidade deste auxílio. O que propomos é que seja o professor o mediador desse processo auxiliando o desenvolvimento intelectual dos alunos em um processo de aprendizagem (CARVALHO, 2017, p. 139).

A Pedagogia Libertadora de Paulo Freire também pode ser relacionada com a teoria de desenvolvimento de Vygotsky, pois os dois autores ressaltam a importância da participação do ambiente social no processo de aprendizagem do indivíduo. Em relação aos novos papéis de alunos e professores nesse processo, o professor deve ser um mediador entre o aluno e o conhecimento por meio de um planejamento de aulas que conduza o aluno diante das situações de aprendizagem propostas. De acordo com Vygotsky (1991, p. 61) “o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer” (VYGOTSKY, 1991, p. 61).

Dessa maneira, aluno e professor devem atuar juntos de forma dialógica no processo de aplicação da SEI: o aluno não deve mais se colocar na posição de ouvinte de aulas expositivas, tornando-se sujeito em seu processo de Alfabetização Científica e participando ativamente das propostas investigativas planejadas e direcionadas pelo professor.

## **OBJETIVOS**

Diante do problema apresentado e dos referenciais que nos permitiram refletir e construir esse trabalho apresentamos nossos objetivos:

### **1. Objetivo Geral**

Demonstrar a relação existente entre a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire e o Ensino por Investigação propondo uma sequência de aulas planejadas e aplicadas em turmas do Ensino Médio de Química, dentro da perspectiva do professor como mediador do processo de ensino-aprendizagem em consonância com a Teoria da Aprendizagem de Vygotsky, tendo em vista a ampliação do processo de Alfabetização Científica dos alunos desse nível.

### **2. Objetivos Específicos**

- Realizar revisão bibliográfica sobre a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire, o Ensino por Investigação, a Teoria da Aprendizagem de Vygotsky e os pressupostos teóricos do processo de Alfabetização Científica.
- Elaborar uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) de acordo com a proposta de Carvalho (2013) e aplicá-la nas escolas-teste dentro da perspectiva do professor como mediador no processo de ensino-aprendizagem (VYGOTSKY, 1991), buscando também nessas aplicações a problematização e a dialogicidade na relação professor-aluno de acordo com a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire (FREIRE, 1987).
- Criar um produto educacional na forma de material textual com sugestões para professores de Química sobre como aplicar a SEI que desenvolvemos nesse trabalho.
- Aplicar e avaliar a SEI junto a duas escolas de Ensino Médio da Educação Básica da rede pública estadual de Anápolis - GO.
- Analisar os resultados da aplicação da SEI e verificar a ampliação do processo de Alfabetização Científica (AC) dos alunos participantes avaliando que indicadores de AC (SASSERON; CARVALHO, 2008) estão presentes nas produções realizadas pelos alunos; bem como verificar qual a influência da postura mediadora do professor (VYGOTSKY, 1991) na facilitação do processo de ensino-aprendizagem durante a aplicação da SEI.

## PERCURSO METODOLÓGICO E ESTRUTURA DO TRABALHO

Inicialmente, antes da escolha do referencial teórico desse trabalho, houve um período em que eu cursei as disciplinas previstas no primeiro semestre do Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* Mestrado Profissional em Ensino de Ciências (PPEC) da Universidade Estadual de Goiás (UEG). Todas as disciplinas trouxeram novas ideias ao nosso trabalho, mas a disciplina “Ciências para o Ensino Fundamental” ministrada pelas professoras Mirley Santos e Cleide Tavares foi a que definiu realmente o tema que mais se adequaria para a pesquisa que pretendíamos realizar. Por meio dos vários artigos que lemos durante essa disciplina e das palestras dos convidados trazidos pelas professoras eu conheci o Ensino por Investigação, a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) e também alguns indicadores da Alfabetização Científica. A partir dessas leituras eu percebi que havia uma relação possível de ser estabelecida entre a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire e o Ensino por Investigação, e que ambos em associação poderiam ser um caminho que promovesse a Alfabetização Científica dos alunos do Ensino Médio. Essa proposta de estabelecer esta relação é apresentada no Capítulo 1 deste trabalho na forma de revisão bibliográfica.

Em relação aos trabalhos de Paulo Freire, eu já havia tomado conhecimento de suas ideias quando cursei Graduação em Química. Meu trabalho pedagógico como professora de Química de Ensino Médio tem muitos reflexos da Pedagogia Libertadora proposta por Freire e quando conheci o Ensino por Investigação percebi que poderia ser possível associar as duas teorias dentro de uma SEI criando um conjunto de aulas de Química que abordassem conteúdos ministrados no Ensino Médio. Essa escolha foi pragmática, pois permitiu associar teoria e prática dentro dos estudos do mestrado e da minha carreira docente.

A elaboração da SEI ocorreu pensando nessas ideias já citadas e no próprio lidar diário de sala de aula. As etapas da primeira versão foram surgindo naturalmente no decorrer das minhas aulas na escola-teste 1 e foram sendo acrescentadas de acordo com o progresso dos alunos na etapa anterior conforme apresentado no Capítulo 2.

Durante a aplicação da primeira versão da SEI na escola-teste 1 em 2018, e da primeira análise dos resultados percebi também que o professor-aplicador deveria ser um mediador nesse processo e por isso a Teoria Sócio-Histórica de Vygotsky, estudada na disciplina “Teorias de Aprendizagem como Fundamento do Ensino de Ciências” com o

professor Marcelo Porto, trouxe nova luz a nossa pesquisa conforme está demonstrado no Capítulo 3 desse trabalho.

Em relação a coleta de dados utilizamos a pesquisa qualitativa que de acordo com Minayo (2001, p. 22):

[...] responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (MINAYO, 2001, p. 22).

O tipo de pesquisa qualitativa que utilizamos foi o estudo de caso. De acordo com Godoy (1995, p. 26):

No estudo de caso, o pesquisador geralmente utiliza uma variedade de dados coletados em diferentes momentos, por meio de variadas fontes de informação. Tem como técnicas fundamentais de pesquisa a observação e a entrevista. Produz relatórios que apresentam um estilo mais informal, narrativo, ilustrado com citações, exemplos e descrições fornecidos pelos sujeitos, podendo ainda utilizar fotos, desenhos, colagens ou qualquer outro tipo de material que o auxilie na transmissão do caso. Ainda que os estudos de caso sejam, em essência, pesquisa de caráter qualitativo, podem comportar dados quantitativos para aclarar algum aspecto da questão investigada (GODOY, 1995, p. 26).

Como a professora-pesquisadora foi também a aplicadora da SEI, utilizamos a observação participante (GODOY, 1995, p. 27), pois acreditamos que o professor e o aluno constroem juntos o processo de ensino-aprendizagem de forma dialógica conforme já descrito anteriormente de acordo com Freire (1987).

Assim, todos os dados coletados e suas análises, incluindo os da revisão bibliográfica, estão organizados em uma sequência de três capítulos apresentados na forma de artigos.

No primeiro capítulo é apresentado o referencial teórico através de uma revisão bibliográfica sobre a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire, o ensino de Química por Investigação, a Teoria Sócio-Histórica de Vygotsky e a Alfabetização Científica buscando estabelecer conexões entre esses temas.

No segundo capítulo é descrito como foram planejadas as duas versões da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) que foram elaboradas levando em consideração o referencial teórico proposto. Nesse capítulo é abordado de forma detalhada o planejamento, a aplicação e os resultados alcançados na aplicação da segunda versão da SEI verificando de que forma

ocorreu a ampliação do processo de Alfabetização Científica por meio da análise das atividades desenvolvidas pelos alunos.

No terceiro capítulo é tecida uma análise da aplicação da primeira versão da SEI com ênfase no papel do professor quanto mediador do processo de planejamento e aplicação da sequência de ensino. Nessa análise, buscou-se estabelecer uma relação entre a Teoria Sócio-Histórica de Vygotsky e o Ensino por Investigação dentro da proposta da SEI.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. G. F. E.; SASSERON, L. H. As ideias balizadoras necessárias ao professor ao planejar e avaliar a aplicação de uma sequência de ensino investigativo. **Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. extra, p. 1188-1192, 2013.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**: educação é a base. Brasília: MEC, 2018. Disponível em:  
<[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: junho, 2019.
- CARVALHO, A. M. P. de. Um Ensino Fundamentado na Estrutura da Construção do Conhecimento Científico. **Scheme - Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genética**. v. 9, Número Especial, p. 131-158. 2017.
- \_\_\_\_\_. O ensino de Ciências e a proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org); et al. **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, p. 129-152. 2013.
- CHALMERS, A. F. **O que é Ciência afinal?** Tradução: Raul Filker. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993. 224p.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17e. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GIL-PEREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do Trabalho Científico. **Ciência & Educação**, v.7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- GODOY, A. S. Pesquisa Qualitativa Tipos Fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 35, n.3, p. 20-29 mai./jun. 1995.
- KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M. Visões de ciências e sobre o cientista entre estudantes do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**. São Paulo, n. 15, p. 11-18, 2002.
- LEITE, C. R.; LIMA, J. O. G. O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso. **Rev. bras. Estud. pedagog.** (online), Brasília, v. 96, n. 243, p. 380-398, maio/ago. 2015.
- LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 12, n. 136, p. 95-101, 2012.
- MINAYO, M. C. de S. (org.). **Pesquisa Social**. Teoria, método e criatividade. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

- LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 8-9 jun., 2001.
- POMBO, F.; LAMBACH, M. As visões sobre Ciência e cientistas dos estudantes de Química e EJA e as relações com os processos de ensino e aprendizagem. **Química Nova na Escola**, v. 39, n.3, p. 237-244, 2017.
- PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da Natureza da Ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.
- ROCHA, J.; VASCONCELOS, T. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: A. Oliveira et al. (Orgs.). **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)** (pp. 1-10). Florianópolis, SC, Brasil: ENEQ. 2016.
- RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O Ensino de Ciências por Investigação: reconstrução Histórica. **Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Curitiba: SBF. 2008.
- SASSAKI, A. H.; DI PIETRA G.; FILHO, N. M.; KOMATSU B. Por que o Brasil vai mal no PISA? Uma Análise dos Determinantes do Desempenho no Exame. In **Policy Papers**, São Paulo, n. 31, junho, 2018:InsperCentro de Políticas Públicas.
- SCHNETZHLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de Pesquisas para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 1, maio, 1995.
- SETÚBAL, O. A. de M.; MALDANER, J. J. Resquícios da pedagogia tradicional na prática docente: um relato de experiências a partir do PIBID IFTO-Campus Palmas. In: Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação, 5, Maceió, Alagoas, 17 a 19 nov. 2010. **Anais...** Maceió, Al: CONNEPI, 2010.
- SILVA, M. L. S.; SILVA, B. V. C.; CARVALHO, H. R.; NASCIMENTO, L. A. Natureza da Ciência no ensino fundamental: Por que não? **Experiências em Ensino de Ciências**, v.12, n. 3, p. 1-30, 2017.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.
- \_\_\_\_\_. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.
- SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1ed. São Paulo: Cengage Learning, v. 1, p.

41-62, 2013.

SOLINO, A. P.; SASSERON, L. H. Investigando a significação de problemas em Sequências de Ensino Investigativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2,

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. Rio de Janeiro, RJ: Martins Fontes, 1991, p.53-61.



## **CAPÍTULO 1:**

### **PEDAGOGIA LIBERTADORA FREIRIANA, ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E TEORIA SÓCIO-HISTÓRICA DA APRENDIZAGEM EM AULAS DE QUÍMICA: UM CAMINHO PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

#### **Resumo**

A maneira como ocorre o ensino de Ciências influencia na concepção que os alunos têm sobre a natureza do conhecimento científico e seu processo histórico de construção (epistemologia da Ciência). Metodologias de ensino tradicionais favorecem a formação de visões equivocadas da Ciência que afastam os alunos do conhecimento científico fazendo-os pensar que não há conexão entre o fazer científico e a vida cotidiana. Mudar a abordagem metodológica das aulas de Química poderia ser uma forma de promover uma mudança nesse cenário tendo em vista o processo de Alfabetização Científica dos alunos. Uma sugestão seria utilizar a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire que propõe um ensino dialógico em que aluno e professor juntos interagem para construir o processo de ensino-aprendizagem. Nessa perspectiva, pode-se utilizar a abordagem do Ensino por Investigação com a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) desenvolvida para turmas específicas a fim de ser aplicado no Ensino Médio na disciplina de Química. A SEI constitui-se em um conjunto de aulas planejadas pelo professor a fim de promover a participação ativa do aluno dentro de uma proposta de ensino com abordagem problematizadora que mobiliza a turma para pensar juntos a fim de resolver o problema proposto de maneira autônoma. Nessa abordagem e segundo a perspectiva da Teoria Sócio-Histórica de Vygotsky há participação mediadora do professor que conduz o processo intervindo de forma planejada na Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos.

**Palavras-chave:** Problematização. Mediação do professor. Sequência de Ensino Investigativa. Letramento científico.

## **Introdução**

Aquestãodo cotidiano de sala de aula é um desafio diário para todos os professores que estão engajados com sua prática pedagógica. Os conteúdos, a relação professor-aluno, o planejamento e a metodologia de aulas, a disciplina dos alunos, a gestão de sala, o ambiente escolar, os formulários e diários a preencher, as avaliações, as cobranças do grupo gestor local e da rede, as mudanças de um mundo cada vez mais tecnológico que provocam a necessidade de constante estudo para estar atualizado sobre assuntos dos conteúdos e também das próprias novas tendências de ensino, entre tantos outros, são alguns pontos que se apresentam como questões conflituosas do processo de ensino-aprendizagem que fazem parte da realidade do professor de qualquer disciplina.

Especificamente em relação ao trabalho do professor que se dedica ao ensino das Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia) no Ensino Médio poderíamos juntar a esta lista outros pontos de atenção, tais como: a grande dificuldade que os alunos tem em aprender Ciências em virtude da faixa etária e do pouco contato que eles tiveram com a disciplina Ciências no Ensino Fundamental; os cursos de graduação e formação continuada de professores que são muitas vezes ineficientes para preparar os professores de Ciências para a docência; a estrutura interna das escolas que não possui material físico e humano para dar suporte ao professor de Ciências, principalmente em relação a aulas práticas; a falta de conhecimento do grupo gestor das escolas e das redes estadual, municipal e federal em relação as especificidades do ensino de Ciências; a falta de motivação individual do professor em progredir na carreira profissional estudando mais sobre o processo de ensino aprendizagem de Ciências; os entraves que os professores tem em buscar novas propostas teóricas e metodologias de ensino de Ciências em função de suas pesadas cargas horárias e também das dificuldades da própria pesquisa científica que é bem diferente da realidade da sua sala de aula.

Sabemos que todos esses pontos são desafios que se apresentam aos educadores e que podem se tornar tema de investigação a fim de contribuir para o êxito do processo educativo. Como autoras do artigo nos propomos a analisar especificamente o ensino de Química no Ensino Médio e sugerir uma forma de trabalho pedagógico que esteja em consonância com as novas tendências de ensino de Ciências e que possa trazer melhorias para o ensino dessa disciplina.

No intuito de melhor compreender o caminho aqui proposto abordaremos a Pedagogia Tradicional, as visões equivocadas de Ciências, o processo de Alfabetização Científica, a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire, o Ensino por Investigação de acordo com a proposta de Carvalho (2013) e a Teoria Sócio-Histórica de Vygotsky (VYGOTSKY, 1991) na perspectiva da postura mediadora do professor. Todos esses assuntos serão relacionados, sendo abordadas as suas consequências para o ensino de Química no Ensino Médio.

Inicialmente analisaremos a Pedagogia Tradicional e as consequências dessa prática no processo de ensino-aprendizagem de Química. Uma dessas consequências, conforme discutiremos mais detalhadamente a seguir é a formação de visões equivocadas da Ciência e dos cientistas (GIL-PÉREZ et al., 2001), o que afasta ainda mais o aluno dos conteúdos de Ciências, pois estes lhes parecem inalcançáveis. Diante dessa afirmação, a Pedagogia Tradicional constitui-se em um entrave para o ensino de Química, pois afasta o aluno desse conhecimento e pouco colabora para a percepção das relações práticas entre Ciência e cotidiano. A percepção dessas relações é essencial e constitui-se na chamada Alfabetização Científica, que também será analisada a seguir. Em situações de ensino e aprendizagem em que a Pedagogia Tradicional é utilizada como única abordagem, acreditamos que ela falha em ser um meio eficaz para o processo de Alfabetização Científica do indivíduo. Há então a necessidade de se utilizar uma nova postura didático-metodológica que dê conta desse processo.

Apesar de haver várias outras propostas de ensino que poderiam ser adequadas, nós escolhemos analisar a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire contida em suas várias obras e especificamente na obra Pedagogia do Oprimido (FREIRE, 1987). Nessa obra iremos buscar especificamente contribuições sobre o ensino problematizador, que é uma proposta de ensino em que o professor realiza um trabalho voltado para a realidade do aluno e busca criar situações de ensino aprendizagem que sejam contextualizadas e que permitam maior interação do aluno com o conteúdo. Nesse caminho, encontramos na obra de Paulo Freire a proposta da “Pedagogia Libertadora” que seria uma tentativa de rompimento com um tipo de ensino que se utiliza apenas da metodologia tradicional e um caminho para enquadrar o aluno como o real sujeito de sua aprendizagem. Nessa proposta de abordagem metodológica há a desmistificação do papel do professor de “sabedor de todas as coisas” e a sua transformação em um mediador entre o aluno e o conhecimento. Evidentemente há nesse processo a interação dialógica entre aluno e professor que permite que haja o rompimento com o

ensinosamente tradicional e a inserção desses sujeitos no ensino problematizador.

Outra análise possível da obra *Pedagogia do Oprimido* (FREIRE, 1987) é a relação entre a *Pedagogia Libertadora* e o *Ensino por Investigação* (CARVALHO, 2013) já que ambas possuem a proposta de um ensino problematizador e dialógico centrado na atividade ativa do aluno mediada pelo professor. E a partir dessas análises, sugerimos o uso de Sequências de Ensino Investigativas (CARVALHO, 2013; SPERANDIO et al., 2017) para o ensino de Química no Ensino Médio juntamente com a proposta do professor que media um diálogo problematizador durante a aplicação destas.

As Sequências de Ensino Investigativas (SEI) podem ser utilizadas em sala de aula como umas das propostas que visam possibilitar o processo de ensino-aprendizagem de Ciências dentro da perspectiva do ensino por investigação. Especificamente em relação a disciplina Química no Ensino Médio essa associação entre pedagogia libertadora e ensino por investigação com o uso de SEIS representa uma oportunidade que pode permitir aos alunos galgar novas etapas em seu processo de Alfabetização Científica. No entanto, a articulação entre essas várias propostas só é viável quando o professor possui uma postura mediadora e dialógica e consegue tornar real esse processo por conhecer as especificidades de seus alunos e conseguir intervir com segurança na zona de desenvolvimento proximal destes (VYGTSKY, 1991).

Na Teoria de Aprendizagem de Vygotsky encontramos respaldo para que a SEI fosse aplicada pelo professor em um processo de intervenção pedagógica controlada de acordo com o progresso dos alunos na aquisição de novos níveis de aprendizagem e, conseqüentemente, de desenvolvimento. A esse tipo de intervenção chamamos de mediação pedagógica do professor que é uma postura assumida do planejamento à aplicação das etapas da SEI como forma de operacionalizar nosso trabalho articulando o processo como um todo.

### **A Pedagogia Tradicional e o Ensino de Química**

O ensino de Ciências, incluindo o ensino de Química, que é desenvolvido em grande parte das escolas brasileiras é tradicional (SCHNETZHLER; ARAGÃO, 1995; LEITE, 2009; SETÚBAL; MALDANER, 2010; LEITE; LIMA, 2015). Muitos professores que atuam nas salas de aula ministrando aulas de Ciências (Química, Física e Biologia) para o Ensino Médio, utilizam-se de métodos repetitivos que requerem memorização de conceitos por parte dos alunos. Esse tipo de metodologia contempla tipos de aulas monótonas em que o professor faz

uma explanação oral do conteúdo (aula expositiva) ou então, ocorre a leitura de textos do livro didático e posteriormente a resolução de atividades de cálculo nalousa. Durante as resoluções dessas atividades, o aluno geralmente copia o que o professor escreve no quadro, nem sempre mantendo sua atenção voltada para o assunto da aula. Na verdade, em muitos casos, os alunos ficam alheios ao tema da aula e conversam sobre outros assuntos enquanto o professor fala sozinho ou resolve questões de cálculo, quase que para si mesmo.

Sabemos que a clientela de alunos nesse nível de ensino se compõe de adolescentes que estão em sua maioria na faixa etária entre 15 a 17 anos, que por força da pouca idade são displicentes, de maneira geral, para todo tipo de atividade. Então, somando-se as aulas de Química tradicionais com a apatia dos alunos, temos um resultado muito negativo em que grande parte dos estudantes conclui o Ensino Médio sem apreender conhecimentos essenciais para a compreensão de assuntos cotidianos relacionados à Ciência e a tecnologia e não adquirem algumas habilidades mínimas para que sejam considerados alfabetizados cientificamente.

Essas considerações sobre as limitações da pedagogia tradicional em cumprir sua função pedagógica podem ser confirmadas nos trabalhos de diversos autores que pesquisam o assunto e as consequências de seu uso no ensino de todas as disciplinas (COELHO; MARQUES, 2009; LIMA, 2012; LEITE; LIMA, 2015; ROCHA; VASCONCELOS, 2016). No Brasil, um dos principais críticos a essa abordagem metodológica tradicional é Paulo Freire (1987, p.57) que descreve em seu livro *Pedagogia do Oprimido* esse tipo de ensino, que por ele é chamada de “educação bancária”

Quanto mais analisamos as relações educador-educandos, na escola [...] parece que mais nos podemos convencer de que estas relações apresentam um caráter especial e marcante – o de serem relações fundamentalmente narradoras, dissertadoras. Narração de conteúdos que, por isto mesmo, tendem a petrificar-se ou a fazer-se algo quase morto [...] Narração ou dissertação que implica num sujeito – o narrador – e em objetos pacientes, ouvintes – os educandos. [...] Falar da realidade como algo parado, estático, compartimentado e bem comportado, quando não falar ou dissertar sobre algo completamente alheio à experiência existencial dos educandos vem sendo, realmente, a suprema inquietação desta educação [...] Conteúdos que são retalhos da realidade desconectados da totalidade em que se engendram e em cuja visão ganhariam significação. [...] A narração, de que o educador é o sujeito, conduz os educandos à memorização mecânica do conteúdo narrado [...] Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los (FREIRE, 1987, p.57).

Rocha e Vasconcelos (2016) comentam sobre a Pedagogia Tradicional

especificamente no ensino de Química e afirmam:

O ensino de Química, igualmente ao que acontece em outras Ciências Exatas, ainda tem gerado entre os estudantes uma sensação de desconforto em função das dificuldades de aprendizagem existentes no processo de aprendizagem. Comumente, tal ensino segue ainda de maneira tradicional, de forma descontextualizada e não interdisciplinar, gerando nos alunos um grande desinteresse pela matéria, bem como dificuldades de aprender e de relacionar o conteúdo estudado ao cotidiano, mesmo a química estando presente na realidade (ROCHA; VASCONCELOS, 2016, p. 1).

Também podemos citar Lima (2012) que afirma que o “ensino da disciplina [Química] se efetua de forma exclusivamente verbalista, na qual ocorre apenas uma mera transmissão de informações (quando ocorre), sendo a aprendizagem entendida somente como um processo de acumulação de conhecimentos.” Ainda segundo o mesmo autor,

[...] tanto no Ensino Básico quanto na Universidade, é bem frequente a transmissão de conceitos e de princípios químicos enfatizando as expressões matemáticas associadas a eles, em detrimento do significado lógico e da interpretação química e físico-química dos fenômenos correspondentes. Essas situações fazem com que o Ensino de Química no Brasil se constitua num sistema de instrução com propósitos intencionais, práticas sistematizadas e alto grau de organização, caracterizando um ensino tipicamente tradicionalista (LIMA, 2012 p. 98).

Especificamente em relação ao uso de livros didáticos nas aulas de Química, Tfouni, Camargo e Tfouni (1987) afirmam que esse recurso pode às vezes se tornar algo negativo quando mal utilizado pelo professor.

[...] atualmente uma terceira variável interfere na relação professor-aluno de maneira forte, e, muitas vezes muito negativa. Trata-se do livro didático, o qual frequentemente assume um papel central em sala de aula colocando o professor muitas vezes em segundo plano. Com efeito a função de professor, em muitos casos, parece estar reduzida a seguir o livro didático (TFOUNI; CAMARGO; TFOUNI, 1987 p. 127).

Essa preferência que muitos professores têm por aulas tradicionais, acontece por uma série de fatores. Entre eles, podemos citar: formação pedagógica deficiente do professor, falta de conhecimento de outras metodologias para o ensino de Ciências, desinteresse do docente em buscar outras alternativas de ensinar de forma mais dinâmica, exigência do grupo gestor da escola que considera a aula tradicional mais eficaz, preocupação do professor em perder o domínio de sala devido à movimentação de alunos que as aulas mais dinâmicas podem trazer, falta de planejamento de aulas pelo professor, falta de domínio de conteúdo específico de Química, infraestrutura inadequada para a aplicação de outras metodologias e estratégias de ensino, etc.

Mas não se deve responsabilizar somente os professores por essas características tradicionais ainda vigentes no ensino escolar. Os autores Setúbal e Maldaner (2010) discutem

a presença ainda marcante da Pedagogia Tradicional nas salas de aula brasileiras comentando algumas outras razões para que isso ocorra:

Embora sendo criticada por mais de um século, é inegável a presença de pelo menos resquícios da pedagogia tradicional, ainda hoje em sala de aula. Contudo, não se deve culpar somente os professores por essas práticas ainda permanecerem vivas, mas, também a estrutura dos colégios ou faculdades de tradição, que ainda privilegiam a metodologia tradicional de ensino no rigor da disciplina ou em avaliações, muitas vezes, para facilitar todo o processo burocrático interno. A palmatória se foi, mas a educação tradicional ainda continua arraigada na prática escolar (SETÚBAL; MALDANER, 2010, p.2).

Sendo assim, ao analisar práticas pedagógicas tradicionais, como as citadas anteriormente, percebemos que o ensino de Química não tem no aluno seu principal foco. Isso ocorre porque a metodologia usada pelos professores nessas práticas expositivas privilegia atividades que são mais cômodas para o docente, evitando assim maior envolvimento dos alunos nas aulas. Esse fato provoca o distanciamento entre o professor e seus alunos e como consequência, o afastamento deles dos conhecimentos da Química. Setúbal e Maldaner (2010) refletem sobre a Pedagogia Tradicional utilizada no ensino de exatas e o distanciamento do aluno “que pode gerar uma relação áspera do aluno com a matemática [e a Química]”. Para esses autores:

[...] é, muitas vezes, a falta de comprometimento do professor com o aluno e conseqüentemente com o processo de educação, o que acaba criando uma má relação entre o professor e o aluno. [...]essa falta de cumplicidade entre o professor e o aluno, também têm ocorrido em nossos dias, normalmente por causa da grande e crescente correria do dia-a-dia, onde o professor possui extensas cargas horárias de trabalho, falta de estrutura adequada nas escolas e não sobra tempo para um planejamento de aula mais adequado e nem qualquer tipo de acompanhamento individual. Muitos professores têm em mente que quem precisa de “nota” é o aluno e este é o único responsável pelos insucessos na aprendizagem (SETÚBAL; MALDANER, 2010, p. 2-3).

Um ponto digno de comentário refere-se a preparação do docente para ensinar Química de maneira crítica e investigativa. Embora esse trabalho não pretenda fazer uma reflexão profunda sobre a formação de professores de Ciências e de Química no Brasil, faremos algumas considerações importantes, pois uma das explicações para o uso pouco expressivo de atividades investigativas no Ensino Médio é a falta de preparados professores que atuam nessa etapa da educação básica frente a esse tipo de abordagem metodológica. Vasconcelos et al. (2017) argumentam sobre esse aspecto.

A formação no curso de licenciatura em Ciências Biológicas, geralmente, não fornece bases sólidas para que o futuro professor desenvolva atividades experimentais numa perspectiva investigativa. Isso porque, muitas vezes, se considera que os conhecimentos produzidos no âmbito da universidade conseguem dar conta da complexidade da dinâmica de sala de aula, o que não corresponde à

realidade (VASCONCELOS et. al., 2017, p.7).

Outro ponto a ser mencionado é que em muitos casos, o professor formado nas áreas de Ciências (Química, Física e Biologia) irão imitar os seus professores da graduação, principalmente aqueles das disciplinas específicas do curso, no que diz respeito às metodologias de ensino utilizadas (BAZZO, 2007). Considerando que uma parcela significativa de professores universitários são bacharéis e muitos não tiveram uma profunda formação pedagógica (MIZUKAMI, 1992; SEVERINO, 2009), esses irão se limitar a ensinar a ciência “dura” sem se preocupar com questões metodológicas relacionadas com o processo de ensino aprendizagem propriamente. Essa influência pouco voltada para propostas mais problematizadoras e dialógicas de ensino acaba interferindo na carreira dos futuros professores de Ciências que irão utilizar quase sempre em suas aulas, o método tradicional de seus professores universitários, salvo algumas exceções.

Um estudo realizado por Bazzo (2007) procura entender como professores universitários que nunca tiveram qualquer tipo de formação pedagógica conseguiram desempenhar sua função docente.

[...] com base nos depoimentos dos professores sujeitos dessa investigação, e discutindo suas respostas em relação a como aprenderam a ser professores, percebo que sua aprendizagem se deu basicamente de forma empírica, quase sempre por imitação ou por ensaio e erro. Todos mencionaram o fato de não terem tido formação específica para o magistério superior antes de iniciarem suas carreiras na universidade e, embora houvessem feito cursos de PG (mestrado e doutorado), relataram que “aprenderam a fazer, fazendo”. Entre suas estratégias de sobrevivência na atividade docente, contou bastante também, segundo seus depoimentos, a experiência de terem sido aluno e de terem tido professores que, segundo suas lembranças, valia a pena tentar imitar (BAZZO, 2007, p.2).

Freire (2002, p.22) ao comentar sobre a formação docente diz que o “aprendiz de educador” deve entender que o “aprender a pensar certo que supera o ingênuo tem que ser produzido pelo próprio aprendiz em comunhão com o professor formador”. Para esse autor “na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática. É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática”.

Kasseboehmer (2006) comenta sobre a necessidade de cursos de licenciatura que procurem mostrar aos acadêmicos como ensinar de forma que incentive a investigação de sua própria prática e o processo de aprender a aprender.

[...] para que o professor possa ser esse condutor de aprendizagem, sua formação



também tem de ser feita dessa maneira o que implica a necessidade de revisão dos cursos de licenciatura. Esses cursos devem voltar-se a compreender como acontece o processo de aprendizagem do próprio professor, como se aprende a ensinar, como se gera, transforma e transmite o conhecimento na profissão docente. Além disso, é importante prepará-lo para ensinar respeitando a individualidade e as particularidades de cada um de seus alunos, que podem ter culturas e ritmos de aprendizagem diferentes e necessidades especiais. Apesar disso, os cursos de licenciatura encontram-se defasados, nos moldes de um sistema demasiadamente técnico que não incentiva a investigação sobre seu trabalho e o aprender a aprender. (KASSEBOEHMER, 2006, p.10).

Um aspecto também relevante em relação a formação docente é que inexistem cursos de licenciatura em Ciências e Química estudos aprofundados sobre a proposta do ensino investigativo ou problematizador, principalmente nas disciplinas pedagógicas voltadas para a preparação do licenciando para a docência. Esse fato pode ser também uma justificativa para a postura tradicional da maioria dos professores de Química em sala de aula. Uma pesquisa realizada por Leite et al. (2016) sobre a imagem que alguns professores de Ciências têm sobre o ensino por investigação evidenciou que a maioria tem uma visão metodológica tradicional sobre como ensinar Ciências e consideram que o ensino por investigação é muito “trabalhoso”.

[...] observamos que parte dos professores do grupo de estudos possui uma visão um tanto quanto tradicionalista em relação ao ensino de Ciências, dando pouca abertura aos conhecimentos prévios dos alunos e ao uso do ambiente ao redor como exemplos em suas aulas. Observamos ainda, nas falas dos professores, muita ênfase no desinteresse dos alunos em aprender os conhecimentos científicos. Outro ponto evidenciado entre os professores pesquisados foi à demanda de tempo exigido pelo ensino investigativo, que, na opinião deles, torna-o trabalhoso e demorado. Este resultado aponta certa resistência dos pesquisados quanto à inserção de novas estratégias pedagógicas em suas práticas (LEITE et al. 2016, p.10).

Acreditamos que a formação de professores de Ciências deve contemplar o estudo metodológico do ensino por investigação e o domínio de práticas de ensino dialógicas e problematizadoras para uso em sala de aula. Esses estudos darão base conceitual para que o professor possa se utilizar de metodologias dinâmicas centradas no ensino investigativo dialógico e problematizador, o que resultará na inserção do aluno no universo das Ciências colaborando para que haja o desenvolvimento do processo de AC.

### **Interferências das Visões Equivocadas de Ciência no Ensino-Aprendizagem de Química**

Devido à metodologia empregada no ensino de Química ser, na maioria das vezes tradicional, os alunos concluintes dessa etapa básica da educação apresentam um conceito de

Ciências cheio de aspectos considerados incorretos, como uma visão elitizada da Ciência e do cientista ou pesquisador como alguém que tem características de personalidade e inteligência peculiares geralmente inacessíveis para a maioria dos estudantes que possivelmente poderiam almejar seguir carreira nessa área de conhecimento (KOSMINSKY; GIORDAN, 2002).

De acordo com Silva et al. (2017, p.2)“... uma concepção inadequada da ciência, por exemplo, a ciência é feita por gênios, poderá, possivelmente, afastar futuros candidatos às carreiras científicas pelo fato de não se sentirem aptos a estarem nos “altos” padrões de genialidade creditados aos cientistas”. Para Kosminsky e Giordan (2002, p.11) “esse distanciamento de como se fazem as Ciências e como elas são ensinadas parece ser fonte de muitos equívocos e desajustes entre como se pensa o mundo e se resolvem problemas nas salas de aula de quaisquer das ciências”.

Outro tipo de visão incorreta seria a percepção de que a Ciência é neutra, infalível, acima do bem e do mal, um conhecimento desprovido de utilidade prática, algo meramente filosófico e contemplativo e, portanto, completamente descontextualizado, inútil para a vida prática do cidadão comum. Sobre essa visão descontextualizada de Ciências, Pombo e Lambach (2016), afirmam que:

[...] a atividade científica apresenta-se em uma leitura descontextualizada, socialmente neutra e como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel da participação coletiva. Isso faz com que se dissemine, via educação escolar, a ideia de que a obtenção dos resultados da ciência é positivista e progressista, e ocorre por mérito de um único cientista laureado individualmente pelos seus esforços isolados (POMBO; LAMBACH, 2016, p.1).

Segundo Gil Perez et al. (2001), muitos professores de Química e de outras disciplinas na área de Ciências, no decorrer de sua prática pedagógica contribuem para que essas visões equivocadas sejam cada vez mais disseminadas e ratificadas entre seus alunos.

Faria sentido pensar que tendo nós uma formação científica (Biologia, Física, Química, Geologia...) e sendo nós professores, estaríamos em situação de transmitir uma imagem adequada do que é construção do conhecimento científico. No entanto, numerosos estudos tem mostrado que tal não acontece e que o ensino- incluindo o ensino universitário- transmite por exemplo, visões empírico indutivistas da ciência que se distanciam largamente da forma como se constroem os conhecimentos científicos (GIL PERES et al., 2001, p. 125).

Mas não são apenas a escola e os professores que fazem com que a Ciência seja mal interpretada, pois sabemos que esses tipos de visões equivocadas são largamente difundidas pelos meios de comunicação através de desenhos, filmes, notícias, *posts* nas redes sociais etc. Além disso, muitas obras cinematográficas não são fiéis a realidade e são carregadas de

impressões político-ideológicas de seus autores que não tem compromisso com o verdadeiro fazer científico. Nesse sentido Cunha e Giordan (2008) nos dizem que as aulas de Ciências podem e devem ser um momento para mostrar esses fatos aos alunos.

[...] um filme de ficção científica não tem compromisso em espelhar a realidade [...] levar essa discussão para a sala de aula é importante, pois não há obra que não carregue as marcas do autor, suas intenções. Não somos seres neutros nas nossas interpretações sobre os fatos [...] particularmente no ensino de ciências, a impressão de realidade que a obra cinematográfica de ficção científica produz na audiência tem consequências determinantes para a formação da percepção de Ciência e do cientista. Sendo assim, é necessário discutir com os alunos as intenções do diretor e/ou do roteirista do filme quando atribuem ao cientista esse ou aquele papel, levando-os a se distanciar por alguns instantes da narrativa do filme. Esse é um movimento didático necessário quando lidamos com a ficção científica cinematográfica, pois se uma imagem pode significar mais que mil palavras, um filme de ficção pode enraizar percepções permanentes no imaginário dos alunos (CUNHA; GIORDAN, 2008, p. 16).

É papel da escola esclarecer o que é realmente Ciência por meio de aulas que mostrem como ocorre a construção do conhecimento científico, rompendo com paradigmas equivocados e mostrando que há uma relação entre Ciência e mundo real, ou seja, que os conhecimentos científicos estão presentes em atividades cotidianas realizadas por todas as pessoas e que não são meras invenções dos autores de obras de ficção.

Assim de acordo com Kosminsky e Giordan (2002):

[...] é no bojo de atividades realizadas em sala de aula que os estudantes podem se transformar em agentes sociais e históricos de seu tempo e podem, portanto, constituir significados apropriando-se de elementos da linguagem científicas e seus procedimentos, o que lhes dá a oportunidade ímpar de atribuir valor às formas de pensar e agir do cientista (KOSMINSKY; GIORDAN, 2002, p.11).

Outro ponto de discussão é que por não perceberem que a Ciência faz parte de suas vidas, os alunos, em sua maioria, não gostam dela e por isso não conseguem assimilar conceitos científicos. Há então um afastamento entre o aluno e as disciplinas científicas, que pode ser percebido pelo fraco desempenho de muitos deles nas avaliações. Segundo Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007, p.147) são as “visões empobrecidas e distorcidas [da ciência] que geram o desinteresse, quando não mesmo o abandono, de muitos estudantes, e se convertem num obstáculo para a aprendizagem”.

E em nível pessoal, pensando no aluno com cidadão do mundo, é péssimo que ele não saiba que os conhecimentos científicos podem ser decisivos para sua inserção na sociedade de forma autônoma. Por isso é inadiável que se faça uma relação direta entre o conhecimento científico veiculado nas escolas e situações que sejam atrativas para os alunos e se relacionem diretamente com acontecimentos corriqueiros de seu dia-a-dia. Praia, Gil-Pérez

e Vilches (2007) escrevem sobre a necessidade de se estudar nas aulas de Ciências situações que sejam relevantes e motivadoras para os alunos e que assim possam levá-los a se interessar pelo assunto, refletir e construir seus pontos de vistas críticos.

A discussão do possível interesse e da relevância das situações propostas, que dê sentido ao seu estudo e evite que os alunos se vejam submergidos no tratamento de uma situação sem terem sequer podido formar uma primeira ideia motivadora ou percebido a necessária tomada de decisões, por parte da sociedade e da comunidade científica, acerca da conveniência ou da inconveniência do referido trabalho, tendo em conta a sua possível contribuição para a compreensão e transformação do mundo, suas repercussões sociais e do meio ambiente etc. (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007, p.150).

Essas situações contextualizadas propostas em aulas de Ciências podem partir das aplicações práticas de determinado conteúdo escolar dentro das relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, inseridas no contexto escolar em aulas que possibilitem a investigação e a problematização dos conceitos abordados. Através dessas metodologias de aulas mais dinâmicas será possível ter outras abordagens de ensino além da Pedagogia Tradicional, o que promoverá a formação de uma visão correta dos conhecimentos científicos na percepção dos alunos rompendo com o paradigma equivocado atualmente vigente. Em consequência disso, o processo de compreensão por parte dos alunos de conceitos básicos relacionados à Ciência e tecnologia, bem como a percepção de sua aplicabilidade prática no cotidiano poderá se tornar mais próxima para eles. Haverá ainda um avanço na aquisição de habilidades relacionadas ao domínio de competências científicas de tal modo que o aluno poderá compreender melhor a aplicabilidade da Ciência e da tecnologia dentro de seu contexto de vida particular. Por fim poderá haver também um progresso do aluno diante dos níveis ou patamares de compreensão dos conhecimentos científicos, ou seja, haverá um aumento no grau de Alfabetização Científica desse aluno.

### **A Alfabetização Científica (AC) e a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire**

De acordo com Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 8-9), a Alfabetização Científica (AC) pode ser compreendida “[...] como o processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade”. Essa alfabetização pode e deve ser iniciada desde a entrada do aluno no espaço escolar, garantindo a sua inserção à cultura científica. Ela é ainda, imprescindível nos dias atuais, pois nossa sociedade está cada vez mais tecnológica e por isso as pessoas necessitam compreender as

bases teóricas dessa tecnologia que repousam nos conhecimentos acumulados pela Ciência no decorrer dos séculos. Daí vem a necessidade de se ensinar Ciências de maneira contextualizada, pensando nas aplicações práticas dos conhecimentos pelos indivíduos na sociedade atual.

De acordo com Rodrigues e Borges (2008, p.10)

[...] a National Research Council (NRC) contribuiu com a definição de alfabetização científica através da publicação do National Science Education Standards (NRC, 1996). Neste documento, os objetivos identificados para a educação em ciência são para que os estudantes se tornem capazes de: (i) Experimentar a riqueza e o entusiasmo de quem compreende o mundo natural; (ii) Utilizar processos e princípios científicos apropriados para tomar decisões particulares; (iii) Engajar de forma inteligente em discussões e debates que envolvam temas que dizem respeito à ciência e à tecnologia; (iv) Aumentar a produtividade econômica utilizando conhecimento, compreensão e habilidades que uma pessoa letrada cientificamente possui em sua carreira. (RODRIGUES; BORGES, 2008, p.10).

Sasseron e Carvalho (2011, p. 61) descrevem a importância de se planejar atividades de ensino que almejem a AC dos alunos e, portanto, desenvolvam habilidades que permitam a inserção dos indivíduos no universo da cultura científica:

[...] usaremos o termo “alfabetização científica” para designar as ideias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 61).

Entre as habilidades pretendidas para um cidadão alfabetizado cientificamente estariam, por exemplo: entender uma notícia que cita assuntos relacionados à novas descobertas científicas, compreender uma bula de medicamento, saber alimentar-se e exercitar-se corretamente, beber água limpa, ter higiene pessoal, relacionar os movimentos da terra com a duração do dia e da noite e com as estações do ano, entre outros temas como estes que fazem parte de atividades corriqueiras que relacionam-se à aplicação de conhecimentos científicos no ritmo diário de vida do ser humano. Isso é entender Ciência e aplicá-la ao cotidiano.

Para que habilidades como essas sejam alcançadas é necessário que os currículos dos cursos de Ciências sejam voltados para um ensino que privilegie a AC dos alunos. Sobre essa questão de organização curricular Bybee e DeBoer (1994, p. 376), conforme citado por Sasseron e Carvalho (2011, p. 65) afirmam “O currículo de ciências deve ser relevante para a vida de todos os estudantes, e não só para aqueles que pretendem seguir carreiras científicas, e os métodos de instrução devem demonstrar cuidados para a diversidade de habilidades e

interesses dos estudantes.”

Ainda sobre um currículo de Ciências que favoreça a AC, Almeida e Sasseron (2013, p.1181) afirmam que atualmente têm surgido novas propostas curriculares que abandonam as tendências tradicionais anteriormente vigentes para uma maior flexibilização de conteúdos com elementos que privilegiam a problematização e o Ensino por Investigação.

A tendência dos novos currículos (NRC, 1996; Millar e Osborne, 1998; Brasil, 2000) desenvolvidos ao redor do mundo é que o ensino de ciências abandone suas características tradicionais – de formalismo excessivo, acúmulo de informações descontextualizadas e operacionalismo (Capecchi e Carvalho, 2006) –, e dê lugar a um ensino que priorize o de habilidades e competências ligadas à cultura científica além, é claro, do conteúdo conceitual relacionado às ciências, ou seja, que encaminhe o aluno rumo à alfabetização científica (AC) (Sasseron, 2008). Entendemos que o EI (Ensino por investigação) se apresenta como ferramenta metodológica promissora quanto aos objetivos de AC pretendidos, isto porque busca colocar o aluno frente a problemas a serem resolvidos, suscitando o caráter investigativo inerente ao fazer científico. Expõe também o importante papel do professor ao planejar as atividades e criar um ambiente propício à investigação e à troca de ideias entre os estudantes (ALMEIDA; SASSERON, 2013, p.1188).

A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018 p. 547) na sua versão final ao descrever a presença das Ciências da Natureza e suas tecnologias no cotidiano deixa claro que para que o indivíduo consiga perceber as relações entre os conhecimentos científicos e a vida prática é necessária uma educação voltada para o letramento científico.

Nas sociedades contemporâneas, muitos são os exemplos da presença da Ciência e da Tecnologia, e de sua influência no modo como vivemos, pensamos e agimos: do transporte aoseletrodomésticos; da telefonia celular à internet; dos sensores óticos aos equipamentos médicos; da biotecnologia aos programas de conservação ambiental; dos modelos submicroscópicos aos cosmológicos; do movimento das estrelas e galáxias às propriedades e transformações dos materiais [...] desmatamento, mudanças climáticas, energia nuclear e uso de transgênicos na agricultura [...] Nesse contexto, a Ciência e a Tecnologia tendem a ser encaradas não somente como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto os dos indivíduos como os da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo. Todavia, poucas pessoas aplicam os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos (como estimar o consumo de energia de aparelhos elétricos a partir de suas especificações técnicas, ler e interpretar rótulos de alimentos etc.). Tal constatação corrobora a necessidade de a Educação Básica – em especial, a área de Ciências da Natureza - comprometer-se com o letramento científico da população (BRASIL, 2018 p. 547).

Além da questão curricular citada anteriormente, também há o próprio conceito de AC e em quais níveis ela pode se manifestar na vida do cidadão que a possui. Inicialmente podemos afirmar que não é tão fácil conceituá-la em virtude do universo de habilidades que ela abarca e devido aos vários autores que escreveram sobre ela. No entanto, torna-se necessário neste texto traçar um breve panorama de alguns autores que sobre ela discorrem em virtude do próprio assunto para em seguida relacioná-la ao processo de ensino-

aprendizagem de Ciências e sua metodologia.

O conceito de AC é muito mais amplo do que simplesmente a aplicação de conhecimentos científicos no cotidiano. Essa aplicação seria apenas um dos níveis em que a AC se desenvolve. Segundo Shen (1975, p. 265-267), conforme citado por Lorenzetti e Delizoikov (2001, p. 48-49) há três noções de AC: “prática, cívica e cultural”. A **AC prática** seria “um tipo de conhecimento científico e técnico que pode ser posto em uso imediatamente, para ajudar a melhorar os padrões de vida”. Já com a **AC cívica** o aluno “tornar-se mais informado sobre a Ciência e as questões relacionadas a ela, tanto que ele e seus representantes possam trazer seu senso comum para apreciá-lo e, desta forma, participar mais intensamente no processo democrático de uma sociedade crescentemente tecnológica”. E a **AC cultural** “é motivada por um desejo de saber algo sobre Ciência, como uma realização humana fundamental [...] Ela não resolve nenhum problema prático diretamente, mas ajuda abrir caminhos para a ampliação entre as culturas científicas e humanísticas”

Outros autores também discutem a questão dos níveis ou “dimensões” de AC, tendo em vista o fato de que é um conceito complexo que envolve uma série de habilidades propostas a um indivíduo para que ele seja considerado cientificamente alfabetizado. Rodger Bybee (1995) citado por Sasseron e Carvalho (2011, p. 63) escreve sobre as seguintes “dimensões da Alfabetização Científica (AC)”: funcional, conceitual e procedimental, multidimensional.

[...] estas categorias propostas por Bybee centram-se nos processos de incorporação de conhecimento científico em situações de sala de aula. Assim, a **AC funcional** seria aquela em que se considera o vocabulário das ciências, ou seja, termos próprios e específicos das ciências usados por cientistas e técnicos. Sobre isso, Bybee realça a importância de que os estudantes saibam ler e escrever textos em que o vocabulário das ciências é usado. O autor classifica a **AC conceitual e procedimental** como a categoria em que se espera que os estudantes percebam as relações existentes entre as informações e os experimentos adquiridos e desenvolvidos por uma comunidade e o estabelecimento de ideias conceituais, ou seja, espera-se que esses estudantes possuam conhecimentos sobre os processos e ações que fazem das ciências um modo peculiar de se construir conhecimento sobre o mundo. Por fim, Bybee une estas ideias, ou seja, a necessidade de que os estudantes conheçam o vocabulário das ciências e saibam utilizá-lo de maneira adequada, e a importância que também compreendam como a ciência constrói conhecimento dos fenômenos naturais, para que, assim, percebam o papel das ciências e tecnologias em sua vida. Entender e analisar racionalmente estas relações são algumas das características daquilo que Bybee chama de **AC multidimensional** (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 63, **grifo nosso**).

Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) escrevem sobre a importância da AC para a formação cidadã.

Pretende-se, assim, fomentar a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos

por intermédio de uma certa imersão na cultura científica e tecnológica, fundamental para a formação de cidadãos e cidadãs críticos que, no futuro, participarão na tomada de decisões [...] e igualmente fundamental para que os futuros homens e mulheres de ciência consigam uma melhor apropriação dos conhecimentos elaborados pela comunidade científica (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007, p. 152).

Para Sasseron e Carvalho (2011, p. 75-76) há três eixos estruturantes da AC que estão citados a seguir: “compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais”, “compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática”, “entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente”. De acordo com estas autoras:

[...] propostas didáticas que surgirem respeitando esses três eixos devem ser capazes de promover o início da Alfabetização Científica, pois terão criado oportunidades para trabalhar problemas envolvendo a sociedade e o ambiente, discutindo, concomitantemente, os fenômenos do mundo natural associados, a construção do entendimento sobre esses fenômenos e os empreendimentos gerados a partir de tal conhecimento (SASSERON; CARVALHO 2001, p.76).

A AC relaciona-se diretamente com a contextualização dos conhecimentos científicos na vida do cidadão comum, ou seja, ela se refere a uma percepção por parte do indivíduo que permite a ele enxergar no cotidiano, situações práticas em que a Ciência se manifesta. Obviamente, a Ciência está presente em tudo que nos cerca, mas uma pessoa que não é alfabetizada cientificamente não tem consciência disso. Essa almejada contextualização dos conhecimentos ensinados em Ciências considera a relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), descrita nos trabalhos de Santos e Mortimer (2002, p.112):

Tratam das inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas, e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social... apresentam uma concepção de: (i) ciência como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais; (ii) sociedade que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia; (iii) aluno como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; e (iv) professor como aquele que desenvolve o conhecimento de e tem comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões (SANTOS; MORTIMER., 2002, p.112).

Em relação ao ensino de Ciências voltado para a contextualização de conhecimentos científicos, que garantiria em parte a AC dos alunos a ele expostos, faremos algumas considerações, pois muitos fatores interferem nesse processo. Mesmo quando ambicionamos que um grupo de alunos conquiste somente o “nível básico” de AC que é compreender que a Ciência faz parte da vida prática, sabemos que é um trabalho pedagógico que demanda muito



esforço e tipos de atividades (aulas, passeios, vídeos, experiências químicas) diversificadas. Por isso acreditamos na importância do trabalho dialógico do professor, na elaboração de planos de ensino que contemplem a realidade do aluno e a reflexão sobre a prática pedagógica, e então percebemos que as aulas expositivas que tem sua metodologia didática baseada no professor/livro didático como únicas fontes de saber não conseguirão alcançar nem o nível elementar de AC. Logo se tornar alfabetizado cientificamente, mesmo que em nível básico, não é um ato automático que se processa enquanto o aluno assiste a aulas teóricas sobre Ciências.

De acordo com Lorenzetti e Delizoikov (2001, p. 51) esse processo acontece durante toda a vida de um indivíduo nas várias situações de sua trajetória, mas a escola e os professores de Ciências participam em parte dessa formação quando abrem ao aluno o universo de possibilidades que podem contribuir para isso.

Se a escola não pode proporcionar todas as informações científicas que os cidadãos necessitam, deverá, ao longo da escolarização, propiciar iniciativas para que os alunos saibam como e onde buscar os conhecimentos que necessitam para a sua vida diária. Os espaços não formais compreendidos como museu, zoológico, parques, fábricas, alguns programas de televisão, a Internet, entre outros, além daqueles formais, tais como bibliotecas escolares e públicas, constituem fontes que podem promover uma ampliação do conhecimento dos educandos. As atividades pedagógicas desenvolvidas que se apoiam nestes espaços, aulas práticas, saídas a campo, feiras de ciências, por exemplo, poderão propiciar uma aprendizagem significativa contribuindo para um ganho cognitivo (LORENZETTI; DELIZOIKOV, 2001, p. 51).

Outro ponto a considerar em relação ao ensino de Ciências voltado para a contextualização de conhecimentos científicos, que garantiria em parte a AC aos alunos nele inseridos seria a tomada de posição de alunos e professores das responsabilidades de ambos nesse processo. Esse é um caminho que envolve um tipo de trabalho pedagógico que se caracteriza pela tomada de consciência dos atores do processo, ou seja, cada um deve assumir o seu papel para juntos alcançarem essa meta.

Esses princípios se resumem na “dialogicidade” que seria literalmente a sala de aula como espaço aberto para que alunos e professores possam conversar sobre tudo que acontece nas aulas, tendo em vista que o processo de ensino-aprendizagem só acontece quando há resultados efetivos que mostram que o aluno aprendeu. Obviamente, não há ensino sem aprendizagem. Para Freire (1980, p.69) “a educação é comunicação, é diálogo, na medida em que não é a transferência de saber, mas um encontro de sujeitos interlocutores que buscam a significação dos significados.”

Toda tomada de consciência é um ato de decisão. O professor precisa decidir que a AC é imprescindível e que ele deve criar estratégias para desenvolvê-la em seus alunos. Entre essas estratégias, a primeira seria não utilizar somente aulas expositivas para ensinar Ciências. E por sua vez, o aluno precisa decidir entender que ele deve aprender Ciências para o seu próprio desenvolvimento como sujeito inserido em um mundo tecnológico, tendo em vista as consequências negativas que a falta desse conhecimento pode ocasionar em sua vida futura. E como aluno, ele deve também mudar a postura de “ouvinte de aulas” e começar a interagir com os assuntos científicos que estiverem em destaque nos momentos de investigação propostos pelo professor. De acordo com Freire (1993, p. 119), aluno e professor devem se assumir como sujeitos cognoscentes, capazes de se apropriar do conhecimento juntos através de suas trocas dialógicas de pareceres individuais de suas realidades psíquicas.

Só na medida em que o educando se torne sujeito cognoscente e se assuma como tal, tanto quanto sujeito cognoscente é também o professor, é possível ao educando tornar-se sujeito produtor da significação ou do conhecimento do objeto. É neste movimento dialético que ensinar e aprender vão se tornando conhecer e reconhecer. O educando vai conhecendo o ainda não conhecido e o educador reconhecendo, o antes sabido (FREIRE, 1993, p. 119).

Sendo assim, percebemos que além da questão conceitual, curricular e metodológica que cerca a proposta de como alfabetizar cientificamente, ainda há o processo decisório de tomada de consciência e de entendimento de sua importância por parte do aluno e do professor que necessitam querer atuar juntos para que a AC efetivamente se processe nos momentos das aulas de Ciências. Freire (1987, p. 52) ao falar sobre a necessidade de que cada um seja sujeito de sua própria realidade e construtor de sua história afirma que “ninguém liberta ninguém, ninguém se liberta sozinho: os homens se libertam em comunhão”, ou seja, no caminho a ser trilhado para que o ensino de Ciências promova a AC, alunos e professores devem comprometer-se mutuamente com uma educação que promova o diálogo investigativo que é parte de uma pedagogia libertadora. Esse conceito é utilizado por Paulo Freire (1987, p. 40-42) ao escrever sobre o processo de construção de um novo processo de ensino humanista, que é centrado na participação coletiva de alunos e professores envolvidos no processo de construção do conhecimento.

A pedagogia do oprimido que, no fundo, é a pedagogia dos homens empenhando-se na luta por sua libertação, tem suas raízes aí [...] na distinção entre educação sistemática, a que só pode ser mudada com o poder, e os trabalhos educativos, que devem ser realizados com os oprimidos, no processo de sua organização. A pedagogia do oprimido, como pedagogia humanista e libertadora, terá, dois momentos distintos. O primeiro, em que os oprimidos vão desvelando o mundo da opressão e vão comprometendo-se na práxis, com a sua transformação; o segundo,

em que, transformada a realidade opressora, esta pedagogia deixa de ser do oprimido e passa a ser a pedagogia dos homens em processo de permanente libertação (FREIRE, 1987, p. 40-41).

Sabemos que o conhecimento científico está muitas vezes a serviço das pessoas que são mais influentes e detêm o poder nas várias áreas da sociedade e que a maioria da população muitas vezes não tem acesso a esses saberes. Isso ocorre por motivos diversos, mas como nosso enfoque é educativo, um dos motivos seria a falta de aulas de Ciências que promovam a AC. Essas pessoas estariam excluídas dos conhecimentos científicos e por isso seriam de certa forma, “os oprimidos” a que Paulo Freire se refere no trecho anterior. E conforme o autor explica, somente quando eles se conscientizarem de sua real situação e assumirem “a práxis” da transformação de sua situação de vida à margem do conhecimento científico, esse processo de exclusão cessará.

Sasseron e Carvalho (2011, p. 68) ao citar as ideias de Fourez (1994) comentam que para esse autor, “em certas situações, as ciências e suas tecnologias podem ser usadas como instrumentos para a opressão” e por isso “Fourez defende a necessidade de um ensino que desenvolva o espírito crítico nos alunos com o objetivo de que sejam capazes de perceber os benefícios e malefícios provenientes das inovações científicas e tecnológicas e, na medida do possível, estabeleçam julgamentos quanto a esses.”

Nesse ponto voltamos a questão da faixa etária do aluno de Ensino Médio, jovens entre 15 e 17 anos, que ainda são muito imaturos para sozinhos compreender o quanto os conhecimentos científicos podem ser decisivos tanto para o seu sucesso quanto para o seu fracasso futuro. E então pensamos que o professor de Química pode ser um elo entre o aluno e a Ciência, ou pelo menos, entre o aluno e a tomada de consciência sobre a necessidade do conhecimento científico. Freire (2007, p.22) em relação a essa postura de professor que percebe a importância dos saberes científicos para a AC dos alunos afirma que “se o meu compromisso é realmente com o homem concreto, com a causa de sua humanização, de sua libertação, não posso por isso mesmo prescindir da ciência, nem da tecnologia, com as quais me vou instrumentando para melhor lutar por esta causa”

Diante da necessidade de que todo cidadão seja alfabetizado cientificamente, o aluno do Ensino Médio como futuro adulto precisa ser preparado para que isso se concretize, já que ainda não vivemos essa realidade em nosso país. Torna-se necessário então que o aluno se veja como sujeito em seu processo de AC. Entendemos que cabe ao professor iniciar um processo de conscientização no aluno através do diálogo para que ele desperte e perceba que

precisa compreender Ciência e tecnologia para ser uma pessoa realmente consciente e livre para decidir criticamente diante de situações que surjam em sua vida relacionadas a esses temas. De acordo com Oliveira (2017, p. 231) “a educação é uma situação de conhecimento e de comunicação, por isso, o diálogo é fundamental no processo educacional. Ele faz parte da comunicação entre os sujeitos que conhecem mediatizados pelo mundo.”

O educador Paulo Freire, que já foi algumas vezes citado nesse artigo em virtude da própria relação de sua teoria com o tema que propomos desenvolver, é considerado o patrono da educação brasileira e apresenta em suas obras uma forma de ensino-aprendizagem denominada Pedagogia Libertadora, a qual já conceituamos anteriormente. Essa Pedagogia baseia-se em princípios segundo os quais há a necessidade de um “despertar” de alunos e professores para que ambos sejam sujeitos críticos diante de sua realidade, tendo como objetivo a sua inserção no mundo das ideias de forma mais efetiva através de práticas de aulas em que haja principalmente o respeito ao outro e o diálogo. Através dessa prática dialógica, que aqui chamaremos de “ética pedagógica”, Paulo Freire defende a prática de leitura e escrita contextualizadas, pois segundo o autor (1989, p.9) “a leitura de mundo precede a leitura da palavra”,

A grande tarefa do sujeito que pensa certo não é transferir, depositar, oferecer, doar ao outro, tomado como paciente de seu pensar, a inteligibilidade das coisas, dos fatos, dos conceitos. A tarefa coerente do educador que pensa certo é exercendo como ser humano a irrecusável prática de inteligir, desafiar o educando com quem se comunica e a quem comunica, produzir sua compreensão do que vem a ser comunicado. Não há inteligibilidade que não seja comunicação e intercomunicação e que não se funde na dialogicidade. O pensar certo por isso é dialógico e não polêmico (FREIRE, 2002, p.38).

A importância de um trabalho pedagógico no ensino de Ciências fundamentado no diálogo é imprescindível, pois através dele, aluno e professor juntos podem interagir de forma a escolher os melhores caminhos rumo ao melhor entendimento dos conceitos científicos. Assim para Paulo Freire há uma relação entre a construção do conhecimento pelo aluno de forma autônoma e o trabalho pedagógico do professor que lhe oferece condições para isso.

[...] ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção[...] desde os começos do processo, vá se ficando cada vez mais claro que embora diferentes entre si, quem forma se forma e re-forma ao formar; e quem é formado, forma-se ao ser formado. É nesse sentido que ensinar não é transferir conhecimentos, conteúdo, nem formar é a ação pela qual um sujeito criador dá forma, estilo ou alma a um corpo indeciso e acomodado. Não há docência sem dicência, as duas se explicam e seus sujeitos, apesar das diferenças que conotam, não se reduzem à condição de objeto um do outro (FREIRE, 2002, p.22).

Nesse processo, para Paulo Freire, há uma prática pedagógica de reciprocidade que

ocorre entre aluno e professor, no sentido que o aluno deve se colocar na condição de aprendiz e colaborador do professor, e este último deve ter uma postura dialógica que prioriza o processo de construção do conhecimento pelo aluno ao mesmo tempo que ele próprio seja o elaborador de atividades e estratégias para que isso ocorra, ou seja, o professor precisa ter uma abordagem metodológica que favoreça o diálogo aberto e consciente, tendo em vista o ensino-aprendizagem. Sasseron (2013, p.41-62) escreve sobre a importância de o professor planejar sua ação mediadora e desenvolvê-la através de “interações discursivas”.

Em sala de aula [...] estas interações discursivas devem ser promovidas pelo professor e cuidados precisam ser tomados para que o debate não se transforme em uma conversa banal. O objetivo da atividade precisa, portanto, estar muito claro para o professor, de modo que ele faça perguntas, proponha problemas e questione comentários e informações trazidos pelos estudantes tendo como intuito o trabalho investigativo com o tema da aula (SASSERON, 2013, p. 41-62).

Nesse sentido, o professor ao elaborar suas aulas deve planejar falas que instiguem o aluno a pensar sobre o assunto proposto na aula. Não é um diálogo pelo diálogo. Mas um conjunto de falas guiadas pelo professor em sala de aula tendo em vista o direcionamento do conteúdo proposto de maneira clara e diretiva para assuntos pertinentes ao tema da aula. O professor deve ser um mediador entre o aluno e o conhecimento, construindo situações previamente elaboradas (planos de aula, Sequências de Ensino Investigativas (SEI), por exemplo) que colaborem para que haja o interesse ativo do aluno durante as aulas.

Esse interesse ativo implica que o aluno deixe de ser ouvinte somente e comece a interagir de forma mais dinâmica durante as aulas ou segundo Wharta e Lemos (2016, p.11) “o que se espera é que a expressiva participação ativa dos estudantes, tantas vezes usada para justificar o uso de atividades investigativas nas aulas de ciências, passe a adquirir o significado de participação intelectualmente ativa dos estudantes”.

Oliveira (2017, p. 233) ao analisar as obras de Paulo Freire conclui que sua pedagogia “ao romper com a visão tradicional de que o professor é o que sabe e o aluno o que não sabe, há uma conotação de humildade inerente a essa concepção dialógica de educação. Todos sabemos alguma coisa, daí a importância das experiências de vida, das leituras de mundo dos educandos no seu pensamento educacional.”

O professor permite que o aluno aprenda de forma dinâmica e ativa à medida que lhe oferece oportunidades atraentes através de uma postura pedagógica que além de dialógica deve ser problematizadora, criando situações que promovam a investigação em sala de aula. Situações problematizadoras são aquelas que levam os alunos a pensar, querer saber algo

sobre o assunto da aula, questionar, investigar e alcançar resposta para situações que sejam desafiadoras diante dos conteúdos de Ciências.

Nesse tipo de trabalho problematizador, as respostas não são oferecidas pelo professor aos alunos de forma automática, mas demandam tempo de pesquisa e atividades que serão desenvolvidas na aula de forma a mostrar ao aluno propostas de caminhos de investigação que o levem ao desenvolvimento de determinado conhecimento que se pretende que ele tenha dentro dos conteúdos de Química, por exemplo. O ensino problematizador garante a autonomia do aluno à medida que rompe com a “concepção bancária” de educação, criando situações promotoras do conhecimento (Gnosiológicas) que superam a contradição educadores-educandos por meio da dialogicidade promovida através de situações investigativas. Segundo Freire (1987, p.39)

[...] a educação libertadora, problematizadora, já não pode ser o ato de depositar, ou de narrar, ou de transferir, ou de transmitir “conhecimentos” e valores aos educandos, meros pacientes, à maneira da educação “bancária”, mas um ato cognoscente. Como situação gnosiológica, em que o objeto cognoscível, em lugar de ser o término do ato cognoscente de um sujeito, é o mediatizador de sujeitos cognoscentes, educador, de um lado, educandos, de outro, a educação problematizadora coloca, desde logo, a exigência da superação da contradição educador-educandos. Sem esta, não é possível a relação dialógica, indispensável à cognoscibilidade dos sujeitos cognoscentes, em torno do mesmo objeto cognoscível. O antagonismo entre as duas concepções, uma, a “bancária”, que serve à dominação; outra, a problematizadora, que serve à libertação, toma corpo exatamente aí. Enquanto a primeira, necessariamente, mantém a contradição educador-educandos, a segunda realiza a superação. Para manter a contradição, a concepção “bancária” nega a dialogicidade como essência da educação e se faz antidialógica; para realizar a superação, a educação problematizadora – situação gnosiológica – afirma a dialogicidade e se faz dialógica (FREIRE, 1987, p.39).

Sabemos, entretanto, que esse método problematizador baseado em uma análise da realidade dos alunos para detectar seus interesses e a partir deles extrair temas geradores que sejam interessantes a eles, não se resume simplesmente a uma proposta de ensino contextualizado que se esgote em si mesmo. Paulo Freire pretendia com seu método, despertar os indivíduos da classe trabalhadora, no sentido de torná-los críticos o suficiente para perceber que eles poderiam mudar a situação social de oprimidos em que se encontravam se conseguissem vencer o analfabetismo. Ao se apropriarem da leitura e da escrita, eles poderiam também conquistar a sua liberdade como sujeitos críticos e assim encontrar meios para vencer a situação opressiva em que se encontravam.

Dentro do contexto do ensino de Química, a Pedagogia Libertadora vem trazer a visão que para que o indivíduo se interesse por algum tema, é preciso que ele perceba o valor que esse conhecimento tem para ele. Logo, uma parte importante no ensino de Química é

despertar no aluno o gosto pela Ciência como um conhecimento que faz parte da sua vida, de seu próprio mundo particular. Esse é dos primeiros passos para se ensinar Ciências e ser bem sucedido.

Nesse sentido podemos dizer que a AC também é um processo libertador, pois permite que o aluno tenha acesso a conhecimentos e posicionamentos críticos sobre Ciências que ele antes nunca poderia ter em virtude de sua falta de entendimento sobre alguns temas particulares das Ciências. Sendo assim, esse aluno antes do processo de AC era “um excluído” de muitos assuntos e, portanto, não poderia se posicionar ficando a cargo de outras pessoas decidirem por ele assuntos relevantes na área da Ciência e da Tecnologia.

Analisando o posicionamento de Paulo Freire que coloca a educação como uma prática de liberdade do sujeito, percebemos que sua proposta relaciona-se diretamente com a AC e também com o Ensino por Investigação, pois ambos favorecem a tomada de posição crítica de alunos e professores diante das situações de sala de aula que quase sempre não favorecem a dialogicidade e nem a problematização.

Acreditamos que um trabalho pedagógico com atividades investigativas pode ajudar o aluno a começar a pensar sobre si como um sujeito crítico capaz de integrar-se e transformar a sua realidade para melhor. E almejamos também que ele perceba que é possível aprender Química e apropriar-se de suas teorias para seu crescimento e desenvolvimento pessoal, galgando novos degraus em seu processo de AC.

### **Ensino por Investigação (EI)**

A abordagem do Ensino por Investigação, chamada de *inquiry* em inglês, não é uma abordagem nova, pois de acordo com Zompero e Laburú (2011, p.71-73), “a inclusão do *inquiry* na educação científica foi recomendada por Dewey a partir do livro *Logic: The Theory of Inquiry*, publicado em 1938”.

De acordo com Rodrigues e Borges (2008, p.6) esse livro de Dewey “discutia os estágios principais do método científico: indução, dedução, lógica matemática, e empirismo. Nesta obra ele articulava os objetivos do ensino de Ciência como investigação: desenvolver o pensamento e a razão, formar hábitos da mente, aprender assuntos da Ciência e entender os seus processos.” Para esses autores, a importância das ideias de Dewey para a educação é que:

[...] a partir de uma visão instrumentalista e adepta à atitude inquieta de busca que Dewey criticou o ensino de ciência em seu tempo, argumentando que a educação enfatizava o acúmulo de informações acabadas, com as quais os estudantes deveriam estar familiarizados. Para Dewey este tipo de abordagem não é o bastante para

entender a ciência como um método de pensamento e uma atitude mental que ajuda a transformar formas de pensamento (RODRIGUES; BORGES, 2008, p. 5).

No Brasil, o Ensino por Investigação (EI) ainda não ocupa lugar de destaque nas salas de aula de Ciências, mas atualmente muitos trabalhos tem sido desenvolvidos por pesquisadores e estudiosos em vários níveis de ensino utilizando essa abordagem, como por exemplo, os trabalhos de Ferreira, Hartwig, Oliveira (2010); Sá, Lima e Aguiar (2011); Carvalho (2013); Trivelato e Tonidandel (2015); Sperandio et al. (2017); Benevides e Miranda (2017); Ferraz e Sasseron (2017); De Cássia Suart e Marcondes (2018); Gonçalves e Goi (2019), entre outros. A própria Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018 p. 550-551) em seu texto que trata sobre o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio a ser implementado a partir de 2020, recomenda que o Ensino por Investigação seja considerado na educação brasileira exemplificando alguns tipos de atividades que poderão ser desenvolvidas nesse sentido.

[...] a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área [...] deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido [...] deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental (BRASIL, 2018 p. 550-551).

De acordo com Sasseron (2015, p. 58)

[...] o ensino por investigação extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas, podendo ser colocada em prática nas mais distintas aulas, sob as mais diversas formas e para os diferentes conteúdos. Denota a intenção do professor em possibilitar o papel ativo de seu aluno na construção de entendimento sobre os conhecimentos científicos. Por esse motivo, caracteriza-se por ser uma forma de trabalho que o professor utiliza na intenção de fazer com que a turma se engaje com as discussões e, ao mesmo tempo em que travam contato com fenômenos naturais, pela busca de resolução de um problema, exercitam práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação bastante utilizadas na prática científica (SASSERON, 2015, p.58).

Os autores Zompero e Laburú (2011) em seu artigo “Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens” fazem um apanhado de alguns modelos ou formas de aplicação de atividades investigativas e afirmam que elas apresentam pontos em comum.

Apesar da polissemia associada ao termo atividades de investigação e da falta de



consenso quanto às peculiares que as referidas atividades apresentam, admitimos que algumas características devem estar presentes nas atividades investigativas: o engajamento dos alunos para realizar as atividades; a emissão de hipóteses, nas quais é possível a identificação dos conhecimentos prévios dos mesmos; a busca por informações, tanto por meio dos experimentos, como na bibliografia que possa ser consultada pelos alunos para ajudá-los na resolução do problema proposto na atividade; a comunicação dos estudos feitos pelos alunos para os demais colegas de sala, refletindo, assim, um momento de grande importância na comunicação do conhecimento, tal como ocorre na Ciência, para que o aluno possa compreender, além do conteúdo, também a natureza do conhecimento científico que está sendo desenvolvido por meio desta metodologia de ensino (ZOMPERO; LABURÚ, 2011, p.79).

Zompero e Laburú (2011 p.78) afirmam também que todas as atividades sugeridas como investigativas “são sempre baseadas em problemas que os alunos devem resolver e que esta proposta de ensino apresenta-se muito diferente da abordagem do ensino tradicional, no qual o professor tem a preocupação de desenvolver uma lista de conteúdos, muitas vezes de modo expositivo, sem proporcionar aos alunos uma reflexão mais profunda.”

Solino e Sasseron (2018, p. 105) afirmam que atividades didáticas que ocorrem por meio do Ensino por Investigação possibilitam a Alfabetização Científica dos alunos.

[...] alguns estudiosos têm chamado a atenção para a necessidade de trabalhar tais atividades por meio de propostas didáticas que envolvam práticas de investigação, a exemplo da Abordagem Didática de Ensino por Investigação. Com o intuito de promover a Alfabetização Científica dos estudantes, essa abordagem de ensino visa superar o modelo de educação propedêutica, baseada na transmissão de conteúdos isolados e desconexos do seu processo de produção e possibilitar a inserção dos estudantes na cultura científica, a partir da apropriação e manejo das práticas utilizadas pela ciência, tais como: pensar logicamente, observar, coletar e analisar dados, refletir e argumentar, comunicar ideias e avaliá-las, entre outras (SOLINO; SASSERON, 2018, p. 105).

As autoras Solino e Ghelen (2014, p.141-162) estabelecem uma relação direta entre a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire, o Ensino por Investigação, e a Alfabetização Científica. Essa relação pode ser observada no Quadro elaborado pelas autoras supra citadas (Figura 1).

Diante do exposto até o momento percebemos que o Ensino por Investigação constitui-se em uma proposta bastante interessante, pois permite ao professor adotar outras abordagens de ensino além das aulas expositivas, o que pode aumentar o interesse e melhorar o desempenho dos alunos nas aulas de modo geral, e em especial nas aulas de Química. Essa prática, relaciona-se diretamente com a proposta de um ensino problematizador que busca promover a autonomia do aluno como proposto na Pedagogia Libertadora de Paulo Freire.

Uma forma de “materializar” o Ensino por Investigação no cotidiano da sala de aula é a utilização de Sequências de Ensino Investigativas (SEI). Essas sequências compõe-se de

um conjunto de aulas que obedecem a um cronograma lógico de atividades que visam fazer com que o aluno se envolva mais profundamente no tema da aula, gerando a cada nova etapa curiosidade e perspectiva de novas descobertas que instigam os alunos a buscar entender os temas de aulas de forma mais autônoma.

**Figura 1** - Síntese das possíveis semelhanças e particularidades entre a Abordagem Temática Freireana e o Ensino de Ciências por Investigação.

		<b>ABORDAGEM TEMÁTICA FREIREANA</b>	<b>ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO</b>
<b>Objetivo da proposta</b>		Visa à formação geral do cidadão; Pensamento crítico-social-transformação/ciência.	Visa à formação crítica do aluno para entender de e sobre ciência; Pensamento crítico/ciência.
<b>ELEMENTOS ESTRUTURANTES DE ANÁLISE</b>	<b>SEMELHANÇAS</b>	<b>PARTICULARIDADES</b>	
<b>Sujeito do conhecimento e Objeto de conhecimento</b>	Sujeito social, não neutro e epistêmico  Objeto de conhecimento não neutro	Ênfase no sujeito ontológico  Objeto de conhecimento (Tema Gerador, os conhecimentos científicos e outros saberes importantes para compreender o tema)	Objeto de conhecimento (Conhecimentos científicos e os processos da natureza científica)
<b>Concepção do Problema</b>	Problema enquanto gênese da construção e apropriação do conhecimento científico.	Problema humanizador  Gênese do problema (contradição existencial/ situação-limite)  Critério de escolha (processo de investigação temática)	Problema na dimensão científica  Gênese do problema (fenômenos naturais)  Critério de escolha (Temas de Ciências)
<b>Conceituação Científica</b>	Importância da conceituação científica	Os conceitos auxiliam na superação das situações-limites, representadas no Tema Gerador, passando de um nível de consciência real efetiva para a consciência máxima possível.	Tomada de Consciência: compreensão das ações e dos conceitos científicos. Formação do pensamento crítico sobre a ciência.
<b>Contextualização</b>	Foco na contextualização histórico-cultural e social	Contextualização histórico-cultural	Contextualização social

Fonte: SOLINO e GEHLEN (2014, p.156)

Considerando as diferentes abordagens de sequências de aulas que se propõe a ser investigativas escolhemos para esta proposta o referencial teórico de Carvalho (2013), e a seguir trataremos dos passos ou etapas que constituem uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) de acordo com essa autora.

[...] uma sequência de ensino investigativa deve ter algumas atividades chaves: na

maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e dê condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático [...] após a resolução do problema, [há] uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. Essa sistematização é feita preferivelmente através da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relatado no texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois nesse momento eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social (CARVALHO, 2013, p.9).

Inicialmente trataremos do primeiro tópico que deve conter a SEI: o problema. Como o próprio nome diz, o problema é o assunto que levará o aluno a investigar e tentar desvendar uma possível solução dentro do tema proposto pela pergunta. Para Carvalho (2013, p.8), o problema é algo extremamente relevante para o ensino de Ciências e muitos aspectos devem ser considerados em relação ao seu uso como ferramenta de ensino-aprendizagem rumo a Alfabetização Científica.

O problema não pode ser uma questão qualquer. Deve ser muito bem planejado para ter todas as características apontadas pelos referenciais teóricos: deve estar dentro de cultura social dos alunos, isto é, não ser alguma coisa que os espantem, sendo interessante para eles de tal modo que eles se envolvam na procura de uma solução e na busca desta solução deve permitir que os mesmos exponham os conhecimentos anteriormente adquiridos (espontâneos ou já estruturados) sobre o assunto. É a partir desses conhecimentos anteriores e da manipulação do material escolhido que os alunos irão levantar suas hipóteses e testá-las com a finalidade de resolver o problema (CARVALHO, 2013, p.8).

Sá, Lima e Aguiar (2011, p. 93-94) apontam algumas características marcantes de um problema de acordo com a abordagem de Ensino Investigativo tais como “conduz o sujeito a um processo de busca, por meio do qual se produz novos conhecimentos e é visto como uma situação que deve instigar e orientar o trabalho do aluno e do professor”. Outro ponto ressaltado por esses autores é a postura do professor que “crie oportunidades em sala de aula para que os alunos assumam o problema como próprio, motivando-os a explorar e confrontar suas ideias com outras novas, duvidar, questionar e se engajar na busca de respostas”. O professor deve ter uma postura dialógica ao propor problemas aos alunos através de “narrativas durante a apresentação e a sistematização do problema a partir de novos conhecimentos”.

Solino e Gehlen, (2014, p.149) e Gehlen (2009) ao escreverem sobre o conceito e a importância do problema na abordagem Freiriana concordam que ele é um mediador entre o professor e o aluno durante o processo de Ensino por Investigação, e além disso, possibilita que os alunos formem novos conceitos e assim compreendam melhor as Ciências e sua

relação com a vida prática (Alfabetização Científica). Além disso, “ao se constituir gênese na aquisição do conhecimento e estruturador de toda a atividade pedagógica, sintetizado em um Tema Gerador, [o problema] assume o papel de promover a conscientização e a humanização dos sujeitos envolvidos no processo de ensino aprendizagem”:

[...] o problema nas atividades investigativas tem a função de mediar as relações entre professor e aluno, uma vez que os questionamentos em torno do problema pelo professor encontram-se vinculados tanto à ação investigativa dos estudantes, quanto à elaboração das explicações sobre o fenômeno em estudo. Isso indica que os problemas nessa perspectiva de ensino são importantes para o trabalho em sala de aula, uma vez que o seu foco é mediar o processo de construção de conhecimento do sujeito. Ao relatarem como solucionaram o problema, os alunos tomam consciência das suas ações. Tais ações de caráter investigativo possibilitam que os mesmos pensem cientificamente o mundo, construindo uma nova visão de mundo (SOLINO; GEHLEN, 2014, p.149).

Apesar de serem vários os tipos de problemas, nesse artigo trataremos do problema experimental. No ensino de Química, o problema experimental é altamente indicado, pois permite a manipulação de reagentes químicos que já fazem parte do contexto dessa área do conhecimento científico. De maneira geral, os alunos sentem-se muito motivados em aulas experimentais mesmo quando não são investigativas. Esse fato já é um aspecto muito positivo que gera interesse extra e, conseqüentemente, maior disposição dos alunos em participarem das atividades propostas pelo professor. Entretanto, alguns cuidados devem ser tomados em aulas experimentais de Química como escolher reagentes que sejam minimamente agressivos para os alunos, que gerem poucos resíduos e que entrem na linha da experimentação de baixo custo. Outro ponto de atenção em aulas experimentais é a organização dos materiais antecipadamente deixando claro para os alunos o que eles devem trazer, quando for necessária a sua participação, pois na maioria das vezes, a escola não colabora na compra dos materiais das aulas experimentais e sua aquisição acaba sendo feita com recursos próprios. É pertinente comentar também que aulas experimentais podem provocar sujeira e lixo acumulado no local onde serão realizadas, cabendo ao professor se organizar juntamente com os alunos para limpar o local após os procedimentos realizados.

Em relação aos cuidados com a aplicação do problema experimental, Carvalho (2013, p.11) recomenda que “O material didático - aparato experimental, textos, figuras, - sobre o qual o problema será proposto precisa ser bem organizado para que os alunos possam resolvê-lo sem se perder, isto é, o material didático deve ser intrigante para buscar a atenção dos alunos, de fácil manejo para que eles possam manipular e chegar a uma solução sem se cansarem.”

Depois de todos esses preparativos virão as atividades a serem realizadas no momento da aula experimental em si. Conforme Carvalho (2013, p. 10-13), as fases que serão seguidas nesse momento são i) “distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor” em que “o professor divide a classe em grupos pequenos, distribui o material, propõe o problema e confere se todos os grupos entenderam o problema a ser resolvido, tendo o cuidado de não dar a solução nem mostrar como manipular o material para obtê-la”; ii) “resolução do problema pelos alunos” que “precisa ser feita em grupos pequenos de alunos”, sendo que o professor nesta etapa deve “passar pelos grupos para ver se eles entenderam o problema proposto [...] e “deixá-los trabalhar”; iii) “sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos”: nesse momento “a aula precisa proporcionar espaço e tempo” para os alunos de cada grupo falarem, pois “ao ouvir o outro, ao responder à professora, o aluno não só relembra o que fez como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado”; iv) etapa do escrever e desenhar: “professor deve agora pedir para eles escreverem e desenharem sobre o que aprenderam na aula”.

Após a conclusão de todas as etapas que envolvem o tópico “problema” o próximo passo na SEI proposta pela autora será a “leitura de um texto para a sistematização do conhecimento” [...] “não somente para repassar todo o processo da resolução do problema como também o produto do conhecimento discutido em aulas anteriores, isto é, os principais conceitos e ideias surgidas”. Esse texto desse ser “apresentado em uma linguagem mais formal, ainda que compreensível pelos alunos (CARVALHO, 2013, p.11). Sugerimos que outras formas de se desenvolver essa etapa possam ser, por exemplo: a utilização de uma videoaula, de um texto do próprio livro didático do aluno ou uma sequência de *slides* elaborada antecipadamente para ser apresentado pelo professor e com a participação dos alunos.

O último tópico presente em uma SEI, segundo essa proposta, seria a atividade de contextualização do conhecimento que também pode ser um texto, uma videoaula, um tema para debate com recortes de revista etc. No entanto, essa atividade deve relacionar-se diretamente as outras etapas e levar o aluno a se aprofundar no tema proposto relacionando-o com o cotidiano de forma clara. Uma boa ideia é procurar no município que o aluno vive situações que se relacionem ao tema em estudo e que ao mesmo tempo sejam interessantes e relevantes por fazerem parte de assuntos da comunidade local. A forma de condução desse trabalho em sala de aula também deve ser investigativa e a aula pode ser planejada pelo

professor seguindo “às mesmas etapas já apresentadas: a discussão em grupo pelos alunos; a abertura das discussões com toda a classe, coordenada pelo professor, e a escrita individual pelos alunos em seus cadernos” (CARVALHO, 2013, p.12).

Uma questão relevante a ser considerada é como será realizada a avaliação na SEI. Nós sugerimos que ela seja feita de forma contínua dentro de cada etapa da SEI. Na etapa do problema, por exemplo, podem ser avaliados os textos escritos ou desenhos feitos pelos alunos. Na etapa de sistematização pode ser sugerido que cada aluno faça um texto, um comentário escrito ou um desenho que sintetize as discussões do grande grupo. Na etapa de contextualização do conhecimento, os alunos podem ser avaliados através de suas falas em sala durante o debate e depois podem se organizar em grupos e fazer cartazes para colar na escola ou então organizar uma apresentação como uma feira de ciências para apresentar a toda comunidade escolar.

Esse processo de avaliação na SEI “exige uma mudança da postura do professor em relação às formas de avaliar a aprendizagem dos alunos”, é necessário que ele “esteja atento o tempo todo à sua turma, às ações e aos resultados por ela realizados e alcançados” pois, “a observação e os registros do professor sobre os alunos são um instrumento de avaliação importante no sentido de acompanhar o desempenho dos estudantes” (CARVALHO, 2013, p.13).

### **A Aplicação da Teoria Sócio-Histórica de Vygotsky no Processo de Mediação Pedagógica durante a Aplicação da SEI**

Lev Semenovitch Vygotsky nasceu em 1896 em Orsha, na Belarus e faleceu em Moscou, Rússia em 1934. Segundo sua biografia (FRAZÃO, 2017), algumas de suas obras incluem: “A Pedologia de Crianças em Idade Escolar” (1928), “Estudos Sobre a História do Comportamento” (1930, escrito com Luria), “Lições de Psicologia” (1932), “Fundamentos da Pedologia” (1934), “Pensamento e Linguagem” (1934), “Desenvolvimento da Criança Durante a Educação” (1935) e “A Criança Retardada” (1935)

O interesse na obra de Vygotsky foi analisar qual a aplicação dela em relação ao trabalho de mediação pedagógica que o professor realiza em sala de aula durante a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Mas antes de analisarmos essa especificidade iremos descrever alguns aspectos gerais da obra desse psicólogo.

Vygotsky procurou entender qual a origem e como se desenvolvem os processos psicológicos durante a trajetória histórica da espécie humana e de cada indivíduo em particular. Em sua obra há uma relação sólida entre desenvolvimento e aprendizagem, pois na perspectiva de Vygotsky, o processo de desenvolvimento do indivíduo se realiza na interação entre fatores genéticos e situações de aprendizagem que se apresentam ao ser no decorrer de sua vida por meio do contato com o ambiente cultural que o rodeia (OLIVEIRA,1995).

De acordo com Oliveira (1995, p.57) o processo de aprendizagem, em Vygotsky adquire um significado que se relaciona com as interações sociais que o indivíduo realiza durante a sua vida. Sendo assim, o indivíduo só se desenvolve plenamente em contato com o outro, ou seja, ele precisa do contato social com outros seres humanos para aprender e se desenvolver.

Aprendizagem é o processo pelo qual o indivíduo adquire informações, habilidades, atitudes, valores etc. a partir de seu contato com a realidade, o meio ambiente, as outras pessoas. É um processo que se diferencia dos fatores inatos (a capacidade de digestão, por exemplo, que já nasce com o indivíduo) e dos processos de maturação do organismo, independentes da informação do ambiente (a maturação sexual, por exemplo). Em Vygotsky, justamente por sua ênfase nos processos sócio-históricos, a ideia de aprendizado inclui a interdependência dos indivíduos envolvidos no processo. (...) o conceito em Vygotsky tem um significado mais abrangente, sempre envolvendo interação social (OLIVEIRA, 1995, p. 57).

Algo muito importante que explica de que forma o processo de desenvolvimento humano ocorre atrelado à aprendizagem no contexto das relações sociais é o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Essa zona está no limite entre o que o indivíduo sabe ou consegue realizar sozinho – desenvolvimento real - e outras ações que ele ainda necessita de outro ser mais experiente do que ele para auxiliá-lo a realizar - desenvolvimento potencial.

Logo de acordo com Vygotsky (1991) a ZDP seria então:

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1991, p.58).

A zona de desenvolvimento é um percurso que um indivíduo deve trilhar rumo ao seu processo de amadurecimento psicológico. Nesse entendimento podemos dizer que conforme uma pessoa aprende, vai havendo uma consolidação do desenvolvimento psicológico do indivíduo.

Após essa breve descrição teórica dos pontos centrais da obra de Vygotsky, iremos comentar especificamente sobre a mediação pedagógica, procurando demonstrar a

importância do trabalho do professor em auxiliar os alunos a avançar em novas etapas de aprendizagem e, conseqüente desenvolvimento.

Dentro da perspectiva da teoria de Vygotsky há uma relação entre desenvolvimento e aprendizagem mediada pela intervenção do ambiente sócio- cultural. Nesse ambiente há vários tipos de interferência que contribuem para que ocorra a aprendizagem, e conseqüentemente, o desenvolvimento do ser. Em sociedades em que há escola, tanto ela quanto os professores atuam contribuindo para que o aluno possa progredir para níveis mais elevados em seu desenvolvimento psíquico.

O professor atua na Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos criando uma ponte entre o desenvolvimento real e o potencial, ajudando-os a avançarem para estágios de desenvolvimento mais profundo, os quais não seriam alcançados sem a intervenção mediadora desse fazer pedagógico que ocorre na escola. Nesse sentido, pensamos que durante o planejamento e elaboração da SEI, produto deste trabalho, existe a aplicação clara da mediação pedagógica feita pelo professor que participa de todo o processo.

Por exemplo, o momento do planejamento da SEI é a culminância de um processo de avaliação diagnóstica em que antecipadamente, o professor fez uma sondagem a respeito das características de seus alunos para criar etapas adequadas ao nível de desenvolvimento, características, preferências etc. de seus alunos, ou seja, antecipadamente ele levantou dados para saber qual o nível de desenvolvimento real dos seus alunos para depois planejar as etapas da SEI.

Durante a aplicação de cada etapa, o professor precisa continuar intervindo no processo de desenvolvimento dos alunos ao auxiliá-los a progredir na SEI, ou seja, ele intervém na Zona de Desenvolvimento Proximal dando pistas de como realizar determinada tarefa proposta. Desse modo, o professor auxilia os alunos a realizarem ações que eles não conseguiriam sem ele.

Outro ponto a se comentar aqui é a necessidade da problematização dialógica (FREIRE, 1987) durante as situações presentes nas etapas da SEI. Aliás, podemos afirmar com certeza que é o professor que dá vida a SEI, pois sem o processo de mediação pedagógica as etapas perdem o significado e os alunos ficam desorientados sem compreender o processo como um todo. Nas palavras de Carvalho (2017):

Vygotsky ao discutir a construção do conhecimento e de habilidades dentro das ZDP, volta sempre ao papel desempenhado pelo adulto mostrando a necessidade deste auxílio. O que propomos é que seja o professor o mediador desse processo auxiliando o desenvolvimento intelectual dos alunos em um processo de



aprendizagem (CARVALHO, 2017, p. 139).

É, portanto, nesse contexto da mediação, que nos apoiamos na Teoria Sócio-Histórica de Vygotsky para melhor compreendermos o papel do professor nas interações dialógicas com os seus alunos durante a aplicação da Sequência de Ensino Investigativa.

### **Considerações Finais**

O ensino de Ciências é algo extremamente complexo e requer muito preparo e estudo por parte dos professores que se dedicam a esse ofício. Apesar de termos feito uma breve revisão bibliográfica buscando entender um pouco mais sobre esse tema, percebemos que ainda há muito o que ser analisado sobre as relações possíveis entre a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire, o ensino de Química por Investigação, a Alfabetização Científica e a postura mediadora do professor na perspectiva da Teoria da Aprendizagem sócio-histórica.

Através das reflexões feitas até o momento concluímos que é possível utilizar o Ensino por Investigação como uma abordagem que possibilite alcançar a Alfabetização Científica dos alunos do Ensino Médio nas aulas de Química. A Pedagogia Libertadora de Paulo Freire corresponde justamente a colocar em prática essa proposta de ensino dialógico problematizador materializada por meio do uso das Sequências de Ensino Investigativas (SEI).

No entanto para que essas propostas sejam aplicáveis dentro da sala de aula é preciso que haja um professor que tenha conhecimento teórico sobre esses assuntos e esteja disposto a ser um facilitador em cada etapa a ser trilhada. Sabemos que é um percurso árduo e que só pode ser articulado pelo trabalho do professor que tem a visão geral do processo de ensino aprendizagem, conhece seus alunos e pode atuar como elo entre eles e o conhecimento ao adotar uma postura mediadora e dialógica.

### **Referências Bibliográficas**

ALMEIDA, A. G. F. E.; SASSERON, L. H. As ideias balizadoras necessárias ao professor ao planejar e avaliar a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativo. **Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. extra, p. 1188-1192, 2013.

BAZZO, V. L. **Constituição da profissionalidade docente na educação superior: desafios e possibilidades**. 269 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio

Grande do Sul (UFRS), Porto Alegre, 2007. Disponível em: Acesso em: 17 abr. 2019.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC:** educação é a base. Brasília: MEC, 2018. Disponível em:

<[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: junho, 2019.

BENEVIDES, R., R., T.; MIRANDA JUNIOR, P. Uma proposta de ensino de química por investigação: potencialidades e desafios. **Enseñanza de las Ciencias**, n. Extra, p. 4811-4816, 2017.

CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de Ciências e a proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org); et al. **Ensino de Ciências por Investigação:** condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, p. 129-152. 2013.

COELHO, J. C.; MARQUES, C. A. Contribuições freireanas para a contextualização no ensino de Química. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v.09, n.01, p.59-75, jan-jun., 2007.

CUNHA, M.; GIORDAN, M.A imagem da ciência no cinema. **Química Nova na Escola**, v.31, n.1, p. 9-17. 2009.

DE CÁSSIA SUART, R.; MARCONDES, M. E. R. O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de Química visando o ensino por investigação e a promoção da alfabetização científica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, p. 1-28, 2018.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em ensino de ciências**, v. 22, n. 1, 2017.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. de. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** 5e. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1980.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do Oprimido.** 17e. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

\_\_\_\_\_. **A importância do ato de ler:** em três artigos que se completam. São Paulo: Cortez; Autores Associados, 1989.

\_\_\_\_\_. **Professora sim tia não:** cartas a quem ousa ensinar. 2e. São Paulo: Olho D'Água, 1993.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 25e. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

\_\_\_\_\_. **Educação e mudança.** 30ª ed.; Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2007.

FRAZÃO, D. Lev Vigotsky. **Ebiografia.** 2017. Disponível em [https://www.ebiografia.com/lev\\_vygotsky](https://www.ebiografia.com/lev_vygotsky). Acesso em 19/04/2020.

GEHLEN, S. T. **A função do problema no processo ensino-aprendizagem de ciências: contribuições de Freire e Vygotsky.** 2009. 253 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

GIL-PEREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do Trabalho Científico. **Ciência & Educação**, v.7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. A experimentação investigativa no ensino de ciências na educação básica. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 4, n. 2 (esp), p. 207-221, 2019.

KASSEBOEHMER, A. C. **Formação Inicial de Professores: Uma Análise dos Cursos de Licenciatura em Química das Universidades Públicas do Estado de São Paulo.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, Brasil, 2006.

KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M. Visões de ciências e sobre o cientista entre estudantes do Ensino Médio. **Química Nova na Escola.** São Paulo, n. 15, p. 11-18, 2002.

LEITE, C. R.; LIMA, J. O. G. O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso. **Rev. bras. Estud. pedagog.** (online), Brasília, v. 96, n. 243, p. 380-398, maio/ago. 2015.

LEITE, J. C.; MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O.; RODRIGUES, M. A. Ensino por investigação: o que dizem os professores de Ciências. **Revista da SBEnBio**, n. 9, p.5144-5154, dez./2016.

LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 12, n.136, p. 95-101. 2012.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 8-9 jun., 2001.

MIZUKAMI, M. G. N. A instrumentalização para a realização da prática do ensino de 3º grau. In: D'ANTOLA, A. (Org.): **A prática docente na Universidade.** São Paulo: EPU, p. 27-42. 1992.

OLIVEIRA, I. A. A Dialogicidade na Educação de Paulo Freire e na Prática do Ensino de Filosofia com Crianças. **Movimento-Revista de Educação**, Niterói, ano 4, n.7, p.228- 253, jul./dez. 2017.

OLIVEIRA, M. K. de. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico**. 3. ed. São Paulo: Scipione, 1995.

POMBO, F.; LAMBACH, M. As visões sobre Ciência e cientistas dos Estudantes de Química e EJA e as Relações com os Processos de Ensino e Aprendizagem. **Química Nova na Escola**, v. 39, n.3, p. 237-244. 2017.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O Papel da Natureza da Ciência na Educação para a Cidadania. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. **O Ensino de ciências por Investigação: Reconstrução Histórica**. **Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. p. 1-12. Curitiba: SBF. 2008.

ROCHA, J.; VASCONCELOS, T. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In A. Oliveira et al. (Orgs.), **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)** (pp. 1-10). Florianópolis, SC, Brasil: ENEQ. 2016.

SÁ, E. F.; LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR, O. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 79-102, 2011.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n.2, p. 133-162, 2002.

SASSERON, L.H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1ed. São Paulo: Cengage Learning, v. 1, p. 41-62, 2013.

\_\_\_\_\_. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e Escola. **Revista Ensaio**, v.17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SCHNETZHLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de Pesquisas para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 1, maio, 1995.

- SETÚBAL, O. A. de M.; MALDANER, J. J. Resquícios da pedagogia tradicional na prática docente: um relato de experiências a partir do Pibid IFTO-Campus Palmas. In: Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação, 5, Maceió, Alagoas, 17 a 19nov. 2010. **Anais...** Maceió, Al: CONNEPI, 2010.
- SEVERINO, A. J. Ensino e pesquisa na docência universitária: caminhos para a integração. In: PIMENTA, S. G.; ALMEIDA, M. I. (Org.): **Pedagogia universitária**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, p. 129-146. 2009.
- SILVA, M. L. S.; SILVA B. V. da C.; CARVALHO, H. R. de; NASCIMENTO, L. A. do. Natureza da Ciência no ensino fundamental: Por que não? **Experiências em Ensino de Ciências**, v.12, n. 3, p. 1-30, 2017.
- SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. Abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação: possíveis relações epistemológicas e pedagógicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19, n. 1, p. 141-162, 2014.
- SOLINO, A. P.; SASSERON, L. H. Investigando a significação de problemas em Sequências de Ensino Investigativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, 2018.
- SPERANDIO, M. R. da C.; ROSSIERI, R. A.; ROCHA, Z. F. D.; GOYA, A. O Ensino de Ciências por Investigação no processo de Alfabetização e letramento de alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências** v.12, n.4, p. 1-17. 2017.
- TFOUNI, L. V.; CAMARGO, D. A.; TFOUNI, E. A teoria de Piaget e os exercícios dos livros didáticos de química. **Química Nova**, v. 10, n. 2, p.127-131, 1987.
- TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, p. 97-114, 2015.
- VASCONCELOS, T.S.B.; MOREIRA, S.F.; BRICCIA, V. A formação docente necessária para o desenvolvimento de atividades experimentais investigativas.UESC - Universidade Estadual de Santa Cruz. **Anaisdo XI do ENPEC**, Florianópolis, SC, Brasil, 2017.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. Rio de Janeiro, RJ: Martins Fontes, 1991, p.53-61.
- WARTHA, E. J; LEMOS M. M. Abordagens investigativas no ensino de Química: limites e possibilidades. **Amazônia, Revista de Educação em Ciências e Matemática**. v.12, n.24, Jan-Jul, p. 05-13. 2016.

ZOMPERO, A. de F.; LABURÚ, C. E. Atividades Investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Rev. Ensaio**. v.13, n.03, p.67-80, set-dez. 2011.

**CAPÍTULO 2:**  
**DESENVOLVIMENTO, APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE**  
**ENSINO INVESTIGATIVA (SEI) PARA O CONTEÚDO DE POLARIDADE E**  
**SOLUBILIDADE DAS SOLUÇÕES MINISTRADA NO ENSINO MÉDIO**

**Resumo**

Este artigo é um estudo de caso que trata do planejamento, aplicação e análise de resultados de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) de Química com o tema Polaridade e solubilidade das soluções, buscando indicadores de Alfabetização Científica (AC) em alunos do Ensino Médio da rede pública de Anápolis, Goiás. A SEI foi aplicada e planejada de acordo com a proposta do Ensino por Investigação, conforme Carvalho (2013) e da postura do professor dialógico, problematizador e mediador dentro da perspectiva da teoria de aprendizagem sócio-histórica de Vygotsky (1991) e da Educação Libertadora de Paulo Freire (1987). A aplicação ocorreu em duas escolas da Rede Estadual de Educação de Anápolis, nos anos de 2018 e 2019 na Segunda Série do Ensino Médio. Optamos em fazer nesse artigo apenas a análise da aplicação que ocorreu em 2019 e por meio dela percebemos que houve um avanço em dois dos três eixos de Alfabetização Científica de acordo com Carvalho e Sasseron (2008), a saber: compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais e o entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Ao concluir a análise percebemos que houve um princípio de AC dos alunos pesquisados nesse ano e que foi fundamental a postura dialógica e problematizadora da professora-pesquisadora, que guiou os alunos em cada etapa da SEI, conduzindo-os rumo a aquisição dessas habilidades através de intervenções feitas na Zona de Desenvolvimento Proximal por meio dos diálogos problematizadores realizados entre alunos-professora e aluno-aluno.

**Palavras-Chave:** Ensino por Investigação. Ensino de Química. Problematização. Experimentação Química. Alfabetização Científica.

## 1.Introdução

Por meio deste artigo buscamos fazer uma descrição detalhada de como ocorreu o planejamento e a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa de Química. Os dados coletados e os resultados obtidos são apresentados e analisados, buscando-se levantar no processo alguns indicadores de Alfabetização Científica. A SEI foi concebida para ser desenvolvida com turmas da segunda série de Química do Ensino Médio com o conteúdo Polaridade e Solubilidade das Soluções. A SEI foi aplicada em duas escolas da rede pública de ensino da cidade de Anápolis– Goiás

## 2. Pressupostos Teóricos da Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

Na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018, p. 547) há uma mudança na forma de se organizar os conteúdos escolares em todas as áreas do conhecimento. Em relação à área das Ciências da Natureza, da qual fazem parte a Química, a Física e a Biologia percebemos nesse documento a visão da necessidade de que o ensino seja voltado não só para a resolução de problemas do cotidiano, mas também para a formação de uma visão de mundo que permita ao aluno a compreensão de aspectos relacionados à ciência e à tecnologia presentes no mundo atual que envolvem questões éticas, políticas, econômicas, sociais, de saúde etc. Esse tipo de abordagem conforme destacado a seguir, prevê um ensino voltado para o Letramento Científico da população ou Alfabetização Científica (AC).

[...] a Ciência e a Tecnologia tendem a ser encaradas não somente como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto os dos indivíduos como os da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo. Todavia, poucas pessoas aplicam os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos [...] Tal constatação corrobora a necessidade de a Educação Básica – em especial, a área de Ciências da Natureza – comprometer-se com o letramento científico da população (BRASIL, 2018 p. 547).

O processo de AC do indivíduo ocorre durante sua vida inteira (LORENZETTI; DELIZOIKOV, 2001, p. 51) em diversas situações de aprendizagem sobre ciências que podem ocorrer na escola e/ou fora dela que envolvem a aquisição de uma linguagem específica das ciências, a aplicação e a compreensão desses termos em situações cotidianas relacionadas com a ciência e a tecnologia, como por exemplo: entender uma notícia veiculada pela mídia sobre qual remédio é mais eficaz para o tratamento de uma doença; participar de uma discussão ética que envolve questões de manipulação genética de seres humanos; entender as recomendações médicas sobre a prevenção e tratamento de enfermidades; compreender uma entrevista com um astrofísico que fala sobre outras galáxias e planetas



possivelmente habitáveis; ler uma bula de remédio que se esteja utilizando, associando os benefícios de seu uso, os efeitos colaterais, modo de utilizar etc.

Sasseron e Carvalho (2011, p. 63) comentando sobre as dimensões da AC conforme Roger Bybee (1995) explicam que ela ao ocorrer na escola permite que “os estudantes conheçam o vocabulário das ciências e saibam utilizá-lo de maneira adequada, e [...] também compreendam como a ciência constrói conhecimento dos fenômenos naturais, para que, assim, percebam o papel das ciências e tecnologias em sua vida”.

Algumas etapas da AC do indivíduo podem ocorrer em aulas de ciências que sejam dialógicas e problematizadoras. Entre os autores com essa abordagem metodológica há Paulo Freire que propõe em seu livro *Pedagogia do Oprimido* (FREIRE, 1987) a “Pedagogia Libertadora” ou “educação problematizadora” que é uma forma de ensinar através de aulas mais abertas ao diálogo entre aluno e professor, centradas na realidade local da escola e não tradicionais em sua essência principal.

Nesse sentido, a pedagogia libertadora é antagônica ao ensino tradicional que para Freire é um ensino “bancário”, em que o conhecimento é depositado de forma mecânica pelo professor na mente dos alunos, que o recebem de forma passiva sem ressignificá-lo de acordo com seus interesses e perspectivas individuais. Conforme Freire (1987, p. 38):

[...]a educação libertadora, problematizadora, já não pode ser o ato de depositar, ou de narrar, ou de transferir, ou de transmitir “conhecimentos” e valores aos educandos, meros pacientes, à maneira da educação “bancária”, mas um ato cognoscente. [...] O antagonismo entre as duas concepções, uma, a “bancária”, que serve à dominação; outra, a problematizadora, que serve à libertação, toma corpo exatamente aí. Enquanto a primeira, necessariamente, mantém a contradição educador-educandos, a segunda realiza a superação. Para manter a contradição, a concepção “bancária” nega a dialogicidade como essência da educação e se faz antidialógica; para realizar a superação, a educação problematizadora – situação gnosiológica – afirma a dialogicidade e se faz dialógica (FREIRE, 1987, p.39).

Freire combate veementemente essa relação unilateral entre professor - aluno que não permite o diálogo, a problematização do conhecimento, a possibilidade de investigação do aluno para solucionar problemas, a liberdade de pensar diferente e reconstruir os saberes de forma ativa nas trocas dialógicas que ocorrem em sala de aula. Ele também considera medíocre a mera perseguição pelo “objeto do conhecimento” (conteúdos, habilidades, expectativas de aprendizagem) em detrimento do prazer de ensinar e aprender como processo dialógico que envolve a formação de indivíduos em busca de algo maior que transcende o próprio conhecimento e está na formação do caráter de seres que descobrem e redescobrem as essências de si mesmos como indivíduos pensantes e construtores de sua própria história na

busca pelo livre pensamento e da possibilidade de ser gente, pessoa humana. Assim, conforme Freire (1987, p. 39), a educação problematizadora seria uma oportunidade de construção de conhecimento, que ele chama de “situação gnosiológica em que o objeto cognoscível, em lugar de ser o término do ato cognoscente de um sujeito”, seria um elo entre “sujeitos cognoscentes, educador, de um lado, educandos, de outro”. Dessa forma a educação problematizadora torna “[...] possível a relação dialógica, indispensável à cognoscibilidade dos sujeitos cognoscentes, em torno do mesmo objeto cognoscível”.

Dentro desse mesmo viés da pedagogia libertadora há o ensino por investigação (ZOMPERO; LABURÚ, 2011; CARVALHO, 2013; SASSERON, 2015) que também está na Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018 p. 550-551) em que são citados exemplos de práticas de sala de aula nessa perspectiva, a saber: “identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, [...] planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área.”

Uma forma de concretizar o ensino por investigação em atividades de sala de aula que sejam condizentes com as práticas citadas acima na BNCC é o uso de Sequências de Ensino Investigativas (SEI) que de acordo com Carvalho (2013) precisam ter no mínimo três tipos de atividades: resolução de um problema, sistematização do conhecimento e contextualização do conhecimento.

[...] a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e dê condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático [...] após a resolução do problema, [há] uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. Essa sistematização é feita preferivelmente através da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relatado no texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois nesse momento eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social (CARVALHO, 2013, p.9).

As etapas da SEI requerem um planejamento cuidadoso do professor que deve conhecer as características de seus alunos de forma a desenvolver atividades que sejam específicas para eles. Dessa forma, o professor é aquele que realmente permite que a SEI seja eficaz na sala de aula, sendo ele o mediador entre o aluno e o conhecimento. Por realizar o processo de mediação pedagógica entre o aluno e o conhecimento percebemos que o professor

intervém na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) na perspectiva da Teoria Sócio-Histórica de Lev Semenovitch Vygotsky (1896 – 1934).

De acordo com essa teoria, existem alguns conhecimentos/habilidades que o aluno já possui ou domina, sendo denominados componentes do nível de desenvolvimento real do indivíduo. Existem outros conhecimentos/habilidades que o aluno ainda não possui ou não consegue realizar sozinho, mas podem ser realizados através da parceria com um companheiro mais experiente; estes componentes são denominados do nível de desenvolvimento potencial do indivíduo. Esse é o ponto em que o professor atuará, a ZDP, que para Vygotsky (1991, p. 58) é “a distância entre o nível de desenvolvimento real que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes”.

O processo de planejamento/aplicação da SEI deve ser um momento de mediação pedagógica em que o professor atua na Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos, sendo esse parceiro experiente que os faz avançar para novas etapas em seu processo de desenvolvimento.

### **3. Planejamento da Sequência de Ensino Investigativa (SEI)**

Ao analisar os pressupostos teóricos da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire (1987), do Ensino por Investigação na proposta de Carvalho (2013) e da Teoria de Aprendizagem Sócio-Histórica (VYGOTSKY, 1991) percebemos que se esses pressupostos fossem aplicados de forma simultânea e complementar poderiam contribuir para o processo de Alfabetização Científica de alunos cursando o Ensino Médio. Então nos lançamos à ideia de criar uma SEI que conjugasse essas várias contribuições teóricas.

Nosso desejo é que a SEI seja útil a outros professores de Química e que ao mesmo tempo represente uma contribuição teórica para o Ensino de Ciências de maneira geral abrindo possibilidades para que outros pesquisadores/professores sigam esse mesmo caminho. Todo esse processo tem como objetivo fornecer uma sugestão de abordagem metodológica que promova a melhoria do ensino de Ciências no Brasil.

O planejamento da SEI tomou forma ao conhecermos o trabalho realizado por Sperandio et al. (2017), pois ao analisarmos a maneira como eles desenvolveram uma SEI de Ciências para o Ensino Fundamental percebemos que a que pretendíamos elaborar poderia

seguir as mesmas etapas sugeridas por esses autores. Os passos ou etapas conforme esses autores foram: i. identificar os conhecimentos prévios dos alunos para iniciar os novos, ii. proposição do problema e levantamento das hipóteses, iii. resolução do problema, iv. sistematização coletiva do conhecimento, v. sistematização individual do conhecimento, vi. contextualização social do conhecimento e vii. avaliação.

A SEI foi aplicada duas vezes, primeiro no ano de 2018 em duas turmas de 2ª Série do Ensino Médio em uma escola do Município de Anápolis, Goiás, que chamaremos de Escola 1 e depois foi reestruturada e novamente aplicada no ano de 2019 em outras seis turmas de 2ª Série do Ensino Médio de outra escola também do município de Anápolis, Goiás, que chamaremos de Escola 2. A pesquisadora enquanto regente das turmas será nomeada no presente estudo de professora-pesquisadora.

Antes da aplicação da SEI primeira versão e da segunda versão, os alunos participantes da pesquisa tiveram por volta de 15 aulas sobre o tema polaridade, solubilidade e interações intermoleculares das Soluções. Nessas aulas foram explorados os conceitos preliminares relacionados a todo o conteúdo analisado na SEI para que os alunos tivessem condições de argumentar diante das situações investigativas propostas nas atividades individuais e em grupos. No entanto, essas aulas não tiveram por objetivo ensinar os alunos a resolver as atividades que seriam futuramente desenvolvidas na SEI, mas prepará-los para entender a abordagem que seria utilizada e o próprio assunto que era totalmente desconhecido para eles.

As etapas da primeira aplicação da SEI foram sendo construídas no dia a dia das aulas da professora-pesquisadora. Isso só foi possível devido a equipe pedagógica ter permitido a flexibilização das aulas de acordo com a evolução dos alunos. Sempre que os alunos manifestavam ter entendido a proposta daquela etapa e conseguiam realizá-la satisfatoriamente havia a passagem para uma nova etapa. Esse processo foi mediado pelo diálogo, pois a professora pedia sugestões e ouvia as opiniões dos alunos para a elaboração da nova etapa. Devido a postura do alunado da Escola 1 ser mais aberta ao diálogo, a maioria das atividades realizadas pelos alunos foi oral, sendo que eles fizeram apenas um desenho legendado individual e uma resolução de questionário escrito em grupo. Outro aspecto positivo foi haver poucos alunos na Escola 1 por turma (entre 12 e 20) permitindo que houvesse a participação da quase totalidade dos alunos nas etapas de discussão. Entre as atividades orais tivemos os debates em sala que marcaram a aula experimental e o processo de

resolução do problema, os comentários da aula de vídeo, os seminários em sala e a exposição da feira de ciências. Em todo processo de criação das atividades propostas nas etapas também houve as sugestões da professora-orientadora do mestrado. Algo que merece destaque na Escola 1 foi a postura pedagógica da equipe que foi facilitadora e apoiadora da SEI e contribuiu fazendo uma série de intervenções junto aos alunos: organizando a feira de ciências, assistindo aos alunos apresentarem minisseminários nos ensaios e na feira, ajudando na fabricação de sabão, comprando cartolinas e outros materiais diversos (cola, tinta, isopor etc.) e a empatia em acreditar no sucesso do trabalho e acreditar no projeto.

Ao fazer a primeira análise dos dados da Escola 1 percebemos que ao aplicar a primeira versão faltaram registros sistematizados escritos através de fichas respondidas pelos alunos, além de gravações de áudio ou vídeo, o que representou um problema na hora de transcrever as falas dos alunos, já que essas falas deveriam ser transcritas na íntegra para que a análise dos resultados fosse o mais fiel possível. Apesar disso foi possível fazer a análise dos dados utilizando como registro principal as anotações feitas pela professora-pesquisadora ao final de cada etapa para as quais havia selecionado algumas falas dos alunos consideradas mais importantes. Esses registros foram utilizados para escrever um artigo específico (Capítulo 3 dessa dissertação) sobre o processo de mediação pedagógica do professor de acordo com Vygotsky (1991) e a postura dialógica e problematizadora da professora-pesquisadora conforme Freire (1987).

Na segunda versão da SEI foram promovidas alterações em algumas atividades em virtude do perfil do alunado ser diferente e devido ao próprio fato de que ao aplicar a primeira versão fizemos observações e percebemos que havia pontos a melhorar.

Outra questão que nos fez perceber a necessidade de mudanças e dificultou o processo de aplicação da SEI na Escola 2 foi a rigidez do cronograma de atividades, aulas e avaliações dessa instituição que tornou muito complexo encontrar um momento adequado para a sua aplicação. A relevância da SEI nessa instituição foi de certa forma ofuscada, já que ela veio a ser apenas mais uma entre as tantas atividades e eventos ocorridos no ano letivo. A pouca valorização da SEI na Escola 2 foi motivo de tristeza para a professora-pesquisadora, contrapondo à recepção obtida na Escola 1, na qual a aceitação resultou em um Projeto de Feira de Ciências como culminância das etapas da SEI.

Para a aplicação da segunda versão da SEI, a professora-pesquisadora ficou dois meses e 15 dias observando a Escola 2 tanto em relação à parte de organização geral da

instituição, quanto à rotina dos alunos. Essas observações durante as aulas de Química permitiram à professora-pesquisadora conhecer melhor os alunos e planejar quais atividades investigativas seriam mais adequadas para eles. Também foi possível perceber que a maioria dos alunos não costumava argumentar durante as aulas sobre os conteúdos, mantendo uma posição de passividade e de espera por comandos da professora. Esse comportamento dificultava a aplicação da SEI, na qual o diálogo com os alunos é essencial para que as atividades fluam. Além disso, havia muitos alunos em cada turma (37), tornando o processo de discussão muito demorado, inviabilizando o cumprimento das etapas em aulas de 50 minutos. Por isso foi feita a opção de elaborar atividades em fichas para que todos os alunos manifestassem suas opiniões por escrito além da manifestação oral. Questionários impressos com propostas de produção de textos foram entregues aos alunos para que preenchessem ao final das discussões de cada etapa com as conclusões dos grupos. Além disso, as falas dos alunos, mediadas pela professora, foram gravadas em vídeo.

As fichas, além de serem utilizadas para o desenvolvimento da SEI, foram também um instrumento de coleta de dados para o trabalho como um todo. Juntamente com a SEI, são parte de um livreto (Produto Educacional) que foi elaborado para professores de Química (Apêndice 1). No livreto também aparecem sugestões de vídeos e livros relacionados ao tema.

No Quadro 1 são apresentadas as duas versões da SEI. A principal diferença entre as versões está nas ações da aplicação, já que a primeira foi marcada pelas ações com participação oral dos alunos enquanto na segunda houve maior participação escrita do que oral. A diferenciação entre as duas versões evidencia que uma SEI não deve ser aplicada de forma inflexível sem considerar o alunado e as características da instituição de ensino para a qual se destina. Essa flexibilidade permite que o professor-aplicador possa reestruturá-la sempre que perceber que determinada atividade não se adequa ao seu alunado ou ao perfil da escola.

Para a análise das falas dos alunos junto a mediação da professora-pesquisadora foi adotado um código de letras seguido de números no intuito de garantir o anonimato dos alunos participantes da pesquisa. No código, adotou-se a letra P para a professora-pesquisadora, a letra A seguida de um número para o aluno e a letra T seguida de um número para identificação da turma.

**Quadro 1.** Comparação das etapas e ações utilizadas durante as aulas de Química utilizando uma Sequência de Ensino Investigativa para o conteúdo de Polaridade e Solubilidade das soluções nas suas versões: 1ª aplicação Escola 1 e 2ª aplicação Escola 2.

<b>ETAPAS</b>	<b>AÇÕES REALIZADAS DURANTE AS AULAS 1ª APLICAÇÃO ESCOLA 1</b>	<b>AÇÕES REALIZADAS DURANTE AS AULAS 2ª APLICAÇÃO ESCOLA 2</b>
<b>Identificação dos conhecimentos prévios dos alunos para iniciar os novos</b>	A professora escreveu no quadro as palavras: homogêneo, heterogêneo, soluto, solvente, solução, suspensão, coloide. Em seguida perguntou aos alunos o significado de cada palavra anotando no quadro as respostas. Após a manifestação oral de todos os alunos, a professora sistematizou e ampliou os conhecimentos iniciais apresentados pelos alunos.	A professora entregou uma folha com um conjunto de questões que aborda o tema dispersões, polaridade e solubilidade das soluções e recolheu a folha com as respostas de cada um dos alunos. Após as correções feitas em outro local e data sem a presença dos alunos, a professora voltou à sala de aula e sistematizou e ampliou os conhecimentos iniciais apresentados pelos alunos comentando cada questão oralmente, sem, contudo, apresentar aos alunos a solução para a questão da solubilidade entre água, sabão e óleo.
<b>Procedimento experimental</b>	Material usado no experimento: 4 béqueres de 250ml contendo água de torneira até 150ml, sal, óleo de soja, areia e álcool etílico, detergente de lavar louças, colheres de plástico. Procedimento 1: adicionou-se uma colher de sal no béquer 1 contendo água. Procedimento 2: adicionou-se uma colher de areia no béquer 2 contendo água. Procedimento 3: adicionou-se 100ml de álcool etílico no béquer 3 contendo água. Procedimento 4: adicionou-se 50ml de óleo de soja no béquer 4 contendo água. Todos os béqueres foram agitados com colheres de plástico após terem sido acrescentados os “reagentes”. No béquer 4, após a adição do óleo e a observação dos alunos de que a água e o óleo não se misturavam, adicionou-se também detergente de lavar louças.	Material usado no experimento: 4 béqueres de 250ml contendo água de torneira até 150ml, sal, óleo de soja, areia e álcool etílico, detergente de lavar louças, colheres de plástico. Procedimento 1: adicionou-se uma colher de sal no béquer 1 contendo água. Procedimento 2: adicionou-se uma colher de areia no béquer 2 contendo água. Procedimento 3: adicionou-se 100ml de álcool etílico no béquer 3 contendo água. Procedimento 4: adicionou-se 50ml de óleo de soja no béquer 4 contendo água. Todos os béqueres foram agitados com colheres de plástico após terem sido acrescentados os “reagentes”. No béquer 4, após a adição do óleo e a observação dos alunos de que a água e o óleo não se misturavam, adicionou-se também detergente de lavar louças.

Continuação Quadro 1

<b>ETAPAS</b>	<b>AÇÕES REALIZADAS DURANTE AS AULAS 1ª APLICAÇÃO ESCOLA 1</b>	<b>AÇÕES REALIZADAS DURANTE AS AULAS 2ª APLICAÇÃO ESCOLA 2</b>
<b>Proposição do Problema</b>	A respeito dos sistemas formados foram feitos oralmente os seguintes questionamentos: Quais sistemas são homogêneos? Quais são heterogêneos? Quais são soluções? Qual é uma suspensão? Há algum coloide? Em relação ao quinto sistema (água, detergente e óleo), os alunos observaram que a adição do detergente fez com que o óleo e a água se misturassem. Então a professora propôs aos alunos o problema: Como o detergente conseguiu misturar água e óleo?	A respeito dos sistemas formados foram feitos os seguintes questionamentos: Quais sistemas são homogêneos? Quais são heterogêneos? Quais são soluções? Qual é uma suspensão? Há algum coloide? Os alunos apresentaram suas conclusões por escrito em uma ficha para relatório de experimento. Em relação ao quinto sistema (água, detergente e óleo), os alunos observaram que a adição do detergente fez com que o óleo e a água se misturassem. Então a professora propôs aos alunos o problema: Como o detergente conseguiu misturar água e óleo?
<b>Resolução do Problema</b>	Os alunos iniciaram um debate, apresentando as suas hipóteses até concluírem que o detergente permite a solubilização da água em óleo devido as interações intermoleculares.	Os alunos reunidos em grupos de quatro integrantes apresentaram as suas hipóteses até concluírem que o detergente permite a solubilização da água em óleo devido à polaridade das moléculas e as interações intermoleculares. Foi produzido por cada grupo um texto com a explicação do processo de solubilização de água, óleo e detergente.
<b>Sistematização coletiva do conhecimento</b>	Foram exibidos dois vídeos mostrando a ação dos detergentes (Telecurso 2000 - Aula 43- Química - Como o Detergente Tira a Gordura e Aula 44 - Química - Diferença Sabão e Detergentes, Água Dura). Após a exibição dos vídeos a professora instigou os alunos a comentarem oralmente sobre o conteúdo assistido.	Foi exibido um vídeo mostrando a ação dos detergentes (Telecurso 2000 - Aula 43- Química - Como o Detergente Tira a Gordura.). Após a exibição do vídeo a professora instigou os alunos a comentarem sobre o conteúdo assistido e fazerem um relatório individual escrito sobre ele.
<b>Sistematização Individual do Conhecimento</b>	Os alunos fizeram desenhos legendados dos experimentos realizados.	Os alunos fizeram uma produção de texto com desenhos mostrando como detergente permite a solubilização da água em óleo.



**Continuação Quadro 1**

<b>ETAPAS</b>	<b>AÇÕES REALIZADAS DÚRANTE AS AULAS 1ª APLICAÇÃO ESCOLA 1</b>	<b>AÇÕES REALIZADAS DÚRANTE AS AULAS 2ª APLICAÇÃO ESCOLA 2</b>
<b>Contextualização Social do Conhecimento</b>	Os alunos, organizados em grupos, leram e debateram notícias sobre os problemas trazidos para a população pela poluição das águas por meio do esgoto doméstico e elaboraram apresentações orais que foram apresentadas para toda a escola.	Após a realização do procedimento experimental, da exibição do vídeo e de sua posterior explicação pela professora-aplicadora, os alunos tiveram a oportunidade de relacionar o processo de solubilização de água/óleo/detergente com atividades cotidianas como lavar louças e limpar superfícies gordurosas com detergentes ou sabões percebendo a importância desses produtos no dia a dia. Nas produções de texto individuais e em grupos, houve menção dessas atividades realizadas com detergente como forma de retirar as gorduras.
<b>Avaliação</b>	A avaliação ocorreu de maneira contínua. Foi observado o interesse e o desempenho dos alunos em cada etapa, o trabalho em grupo, os desenhos e as apresentações orais.	A avaliação ocorreu de maneira contínua. Foi observado o interesse e o desempenho dos alunos em cada etapa: o trabalho em grupo durante a execução dos experimentos, o relatório dos experimentos, a produção de texto com as conclusões sobre a solubilidade de água, óleo e detergente e o relatório do vídeo.

Fonte: As autoras

#### **4. Aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI)**

##### **4.1 Primeira Versão da SEI**

A aplicação da primeira versão da SEI ocorreu entre os meses de maio e junho de 2018 na Escola 1. A professora-pesquisadora inicialmente escreveu no quadro as palavras homogêneo, heterogêneo, soluto, solvente, solução, suspensão e coloide com o objetivo de revisar com os alunos esses conceitos. Os alunos se manifestaram oralmente e a professora organizou as respostas dadas por eles no quadro procurando ajudá-los a conceituar corretamente cada palavra.

Ao final desse momento ocorreu a realização dos procedimentos experimentais. Dois alunos da turma foram convidados para realizarem os procedimentos. Antecipadamente a professora preparou os materiais dos experimentos, trouxe para a sala de aula e colocou sobre as mesas para que os alunos pudessem manusear. Não foi possível providenciar materiais para cada aluno, mas toda a turma pode observar a realização dos procedimentos e participar oralmente respondendo aos questionamentos feitos pela professora-pesquisadora.

Enquanto cada procedimento ocorria, a professora (P) perguntava:

*P: Esse sistema é homogêneo ou heterogêneo? Por quê?*

*P: O sistema é uma solução, uma suspensão ou um coloide?*

Quando o quarto procedimento foi realizado, enfatizou-se a não solubilização da água em óleo mostrando aos alunos esse sistema por algum tempo antes de acrescentar o detergente. Quando ocorreu a solubilização do óleo na água devido a presença do detergente, a professora-pesquisadora procurou mobilizar a atenção da turma e propôs a eles o problema:

*P: Como o detergente conseguiu misturar água e óleo?*

Os alunos puderam manifestar oralmente suas ideias livremente e a resposta foi sendo construída com as contribuições de todos até que se chegou a um consenso entre a turma. Eles perceberam que a solubilização ocorreu porque há características nas moléculas do óleo, da água e do detergente que são favoráveis a essa ocorrência. Nesse momento, a turma não conseguiu determinar com exatidão o processo de interações intermoleculares que permite a solubilização, mas eles sabiam que a água é polar, o óleo é apolar e por isso concluíram que o detergente deveria ter uma “dupla polaridade” para interagir tanto com a água quanto com o óleo.

Em seguida, os alunos assistiram a dois vídeos do Telecurso2000 (Aula 43- Química - Como o Detergente Tira a Gordura e Aula 44 - Química - Diferença Sabão e Detergentes, Água Dura). Após assistirem os vídeos, os alunos conseguiram compreender perfeitamente o processo de solubilização, mas foi necessário que os vídeos fossem pausados várias vezes para tirar as dúvidas dos alunos. A professora-pesquisadora utilizou as imagens do vídeo para instigar os alunos a completarem seu raciocínio e conseguirem formular uma resposta mais completa para o processo de solubilização ao visualizarem as moléculas da água, do óleo e do detergente.

Depois de assistirem os vídeos, os alunos fizeram desenhos legendados que mostraram todo o processo de realização dos procedimentos experimentais e escreveram como ocorreu o processo de solubilização.

Dando prosseguimento as etapas da SEI, a turma foi dividida em grupos para fazerem a contextualização social do conhecimento estudando sobre a poluição da água por detergentes e substâncias presentes no esgoto doméstico. Dois textos presentes no livro didático foram utilizados pelos alunos. Os textos estão no livro de Química para o 2º ano do Ensino Médio da autora Marta Reis Marques da Fonseca na edição de 2017 nas páginas 63 e

74. No primeiro texto há uma notícia sobre a poluição da Baía Guanabara no Rio de Janeiro e no segundo texto há informações sobre os problemas causados pelo lançamento de esgotos sem tratamento nas águas. Os alunos elaboraram cartazes e slides e socializaram suas descobertas a respeito da solubilização do óleo na água com uso de detergentes e sobre a poluição das águas por esgotos domésticos com toda a comunidade escolar no pátio da escola no dia da Feira de Ciências.

Na Figura 1 são apresentados alguns registros da aplicação da SEI. O processo de avaliação da SEI ocorreu durante todas as etapas, sendo que foram observadas as falas individuais dos alunos, os desenhos legendados e as apresentações dos grupos na Feira de Ciências. O tempo gasto nessa primeira versão da SEI foi de aproximadamente dez aulas de 50 minutos cada, sem contabilizar as aulas introdutórias e a apresentação final na Feira de Ciências.

**Figura 1**—Registro da aplicação de algumas etapas da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) para duas turmas do 2º ano do Ensino Médio em uma unidade escolar da Rede Pública de Ensino no município de Anápolis, Goiás, 2018. A e B- Aula Experimental, C- Material Utilizado na Aula Experimental, D a I- Feira de Ciências: Seminários Tratamento de Esgoto, Doenças Causadas por Água Contaminada, Poluição das Águas em Anápolis, Fabricação Artesanal de Sabão (G) e Sabão em Pó (H), Maquete de Lagoa com Eutrofização (I).



Fonte: Arquivo da Professora-Pesquisadora, 2018.

## 4.2 Segunda Versão da SEI

Na aplicação da segunda versão da SEI, que ocorreu na Escola 2, a professora-pesquisadora inicialmente realizou uma sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos utilizando uma ficha impressa e questões com imagens das moléculas da água, do óleo e do detergente. Esta atividade objetivou verificar se os alunos teriam condições de fazer uma relação entre essas estruturas moleculares e a possibilidade de ocorrerem interações intermoleculares que permitem a solubilização das três substâncias sem que eles tivessem participado das outras etapas da SEI.

Em seguida, ocorreu a realização dos procedimentos experimentais que foram executados em grupos de quatro alunos (Figura 2). Cada grupo providenciou antecipadamente os materiais que foram levados por eles mesmos para o laboratório de ciências da escola. Eles realizaram os procedimentos experimentais enquanto a professora atuava de maneira mediadora instruindo cada grupo e problematizando o assunto por meio da ficha experimental que cada grupo recebeu.

**Figura 2.** Registro da etapa da resolução do problema por meio da experimentação durante a aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) para turmas do 2º ano do Ensino Médio em uma unidade escolar da Rede Pública de Ensino do município de Anápolis, Goiás, 2019.



Fonte: Arquivo da Professora-Pesquisadora, 2019.

No momento da realização do quarto procedimento experimental houve a proposição do problema oralmente pela professora (P):

*P: Se o óleo e água não se misturam, como o detergente conseguiu misturá-los?*

Em seguida a professora-pesquisadora ouviu a opinião dos alunos que se disponibilizaram a responder oralmente o problema. Alguns conseguiram formular respostas que explicavam o processo

de solubilização corretamente, mas outros não. No entanto, a professora não interferiu em nenhum momento corrigindo ou explicando as respostas de nenhum aluno. Ela apenas conduziu as falas de forma mediadora sem solucionar o problema, pois o objetivo das atividades investigativas é deixar os alunos construir seus conceitos e debaterem em conjunto até chegarem a uma conclusão coerente ou pelo menos caminharem nesse sentido. Os grupos terminaram de responder por escrito a ficha de procedimento experimental descrevendo tudo o que havia sido feito e produzindo um texto legendado que explicava a resolução do problema proposto dentro da concepção deles até aquele momento.

Na sequência de atividades da SEI ocorreu a exibição de um vídeo mostrando a ação dos detergentes para “remover” a gordura das louças (Telecurso 2000 - Aula 43- Química - Como o Detergente Tira a Gordura). Ao término do vídeo, a professora novamente fez questionamentos orais aos alunos para problematizar as informações que eles receberam e verificar se eles compreenderam realmente o processo de solubilização de água, óleo e detergente. Por fim, a professora tirou as dúvidas da turma utilizando slides e o quadro-branco.

Cada aluno então produziu individualmente um novo texto legendado para explicar o processo de solubilização de óleo em água utilizando detergente. Em alguns textos produzidos tanto em grupos quanto individualmente, os alunos citaram o processo de lavar louças com detergente ou limpar materiais gordurosos e explicaram o processo de solubilização utilizando esses exemplos contextualizados conseguindo relacionar as interações intermoleculares em situações extremamente comuns do cotidiano dos indivíduos.

O processo de avaliação da SEI ocorreu durante cada etapa através da análise das participações orais e escritas dos alunos. O tempo de aplicação dessa segunda versão foi de oito aulas de 50 minutos cada.

## **5. Descrição dos Resultados da SEI**

A análise feita a seguir refere-se a aplicação da segunda versão da SEI. Essa versão foi escolhida porque durante a aplicação da primeira versão, não foram feitos registros gravados em áudio e vídeo e nem resoluções de fichas impressas em grupos ou individuais, mas apenas alguns registros escritos feitos pela própria professora-pesquisadora ao término das etapas, desenhos legendados e resolução de uma ficha escrita à mão pelos alunos. A adoção de diferentes formas de registro nas duas versões da SEI, tornou dificultoso o processo de comparação dos resultados. Para esse artigo, optou-se pela descrição dos resultados obtidos na aplicação da segunda versão da SEI na Escola 2.

Ressalta-se que apesar das dificuldades apresentadas em relação a SEI versão 1, sua aplicação foi muito importante, pois norteou as ações e estratégias que

deveríamos seguir, possibilitando a correção de equívocos de aplicação, o que culminou na elaboração da SEI versão 2. Essa versão ficou mais completa, as atividades realizadas pelos alunos foram devidamente registradas possibilitando assim a análise dos resultados e o levantamento de possíveis indicadores de AC. Além disso, utilizamos a primeira versão da SEI para a escrita de outro artigo que trata do seu planejamento e aplicação de forma mediadora pelo professor na perspectiva de Vygotsky (1991) buscando compreender de que forma esse processo mediador contribuiu para a construção do conhecimento dos alunos, conforme mencionado anteriormente.

No Quadro 2 são apresentados os valores numéricos do quantitativo de alunos participantes e dos resultados obtidos mediante a aplicação da segunda versão da SEI na Escola 2.

**Quadro 2.** Comparativo numérico dos alunos participantes e dos resultados obtidos na Aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) 2ª Versão aplicada a uma unidade escolar da rede pública de ensino no município de Anápolis, GO em 2019. **Legenda:** AP= alunos participantes, AD= quantidade de alunos que solucionaram corretamente o problema no diagnóstico, AE= quantidade de alunos que solucionaram corretamente o problema após o procedimento experimental, AV= quantidade de alunos que solucionaram o problema após o vídeo.

<b>Turmas</b>	<b>AP</b>	<b>AD(%)</b>	<b>AE(%)</b>	<b>AV(%)</b>
<b>1</b>	36	3(8,33)	23(63,89)	36(100)
<b>2</b>	38	7(18,42)	25(65,79)	36(94,74)
<b>3</b>	36	0(0)	20(55,55)	30(83,33)
<b>4</b>	36	0(0)	31(86,11)	31(86,11)
<b>5</b>	37	1(2,70)	37(100)	37(100)
<b>6</b>	36	4(11,11)	25(69,44)	29(80,5)

Esses dados evidenciam um incremento na compreensão dos alunos sobre o problema apresentado (atividade diagnóstica) à medida que as atividades propostas para a resolução do problema (experimento) e da sistematização individual do conhecimento (exposição do vídeo) foram sendo realizadas. Para a análise qualitativa dos resultados obtidos com a aplicação da segunda versão da SEI, algumas respostas dadas pelos alunos serão transcritas, a título de exemplificação.

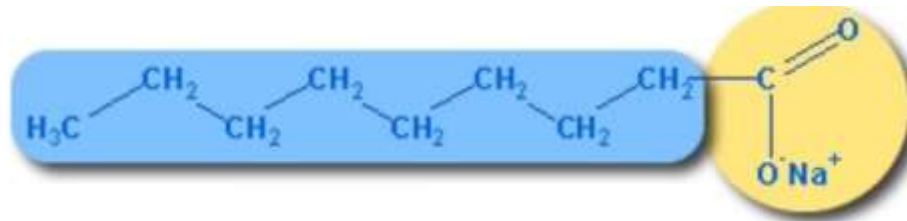
### **5.1 Resultados da SEI Aplicada: Etapa do Levantamento dos Conhecimentos Prévios dos Alunos**

Na primeira etapa da SEI foi realizada uma atividade objetivando levantar os conhecimentos prévios dos alunos. Essa etapa consistiu em apresentar aos alunos um problema no qual foi apresentada a Figura 1 seguida de algumas questões.

A proposta feita aos alunos foi:

- Observe a molécula de sabão abaixo e responda:

**Figura 3** – Estrutura molecular do sabão (Disponível em: <http://anaazevedo7.blogspot.com/2017/01/acao-do-sabao-sobre-as-sujeiras.html>. Acesso: 16/05/2020)



- a) Como você explicaria o fato da molécula de sabão ser solúvel em água?  
 b) Como você explicaria o fato da molécula de óleo ser solúvel em sabão?  
 c) Na sua opinião como o sabão atua na limpeza de materiais gordurosos?

O registro dos alunos sobre essa questão foi avaliado. As transcrições a seguir foram retiradas da folha entregue aos alunos e visa exemplificar como os alunos interpretaram e resolveram a questão.

**A14 T1:** “a molécula de detergente tem dupla polaridade e por isso ela interage com o óleo e a água ao mesmo tempo”

**A2 T1:** “a molécula de detergente é polar como a água e tem também uma parte que também é apolar, então ela emulsifica a gordura por ter uma parte em sua molécula que é apolar.”

**A3 T1:** “na molécula de detergente sua parte polar se dissolve com a água que também é polar (semelhante dissolve semelhante); na molécula de óleo sua parte apolar se dissolve na parte apolar do sabão (semelhante dissolve semelhante). O detergente limpa os materiais gordurosos porque ele dissolve a gordura que tem a parte apolar na parte apolar do sabão.”

**A34 T2:** “A molécula de detergente é polar em uma extremidade e apolar em outra extremidade e por isso se liga ao óleo e à gordura.”

**A27T2:** “A molécula de detergente tem uma parte de sua molécula sendo polar como a água e tem outra parte apolar como a gordura ou óleo, por isso é capaz de dissolver a gordura em uma parte de sua molécula e a água em outra, realizando a limpeza.”

**A31 T2:** “A molécula de detergente é polar e apolar, então dissolve tanto na água como no sabão, unindo todos causa a limpeza”.

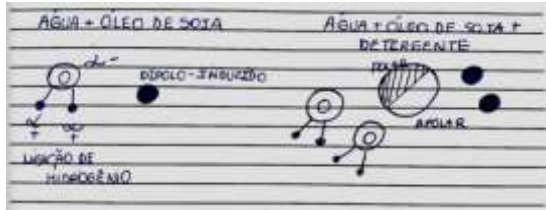
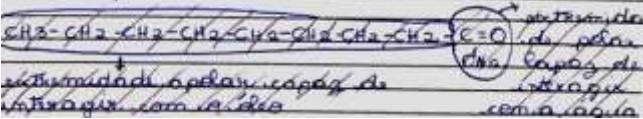

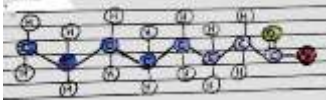

**A18 T5:** “O detergente atua na limpeza de materiais gordurosos porque a parte apolar da gordura interage com a parte polar do sabão limpando assim os materiais gordurosos.”

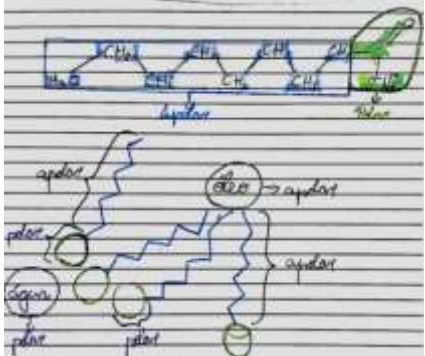

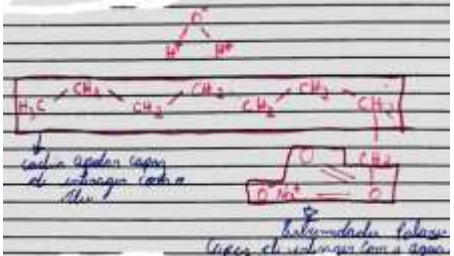
**A10 T6:** “O detergente emulsifica as moléculas de gordura, quebrando-as em partículas menores.”





Continuação Quadro 3

Grupo de Alunos / Turma	Resolução do Problema levantado na SEI pelo grupo de alunos
G5-T2	<p>Na mistura de água, óleo e detergente, ambos não se solubilizam pois o óleo de soja é composto por moléculas apolares (dipolo-induzido) e a água por moléculas polares (ligação de hidrogênio), com isso não há atração molecular entre as duas substâncias, pelas distintas polaridades, impossibilitando a dissolução destas. Ao se colocar detergente nessa mistura, que possui parte da molécula polar e parte apolar, haverá solubilização da mistura, pois a água que é polar será atraída pela parte polar do detergente, e a molécula apolar do óleo, será atraída pela parte apolar do detergente, ocorrerá assim, a dissolução da mistura.</p> 
G2-T3	<p>A estrutura do sabão possui uma parte polar e outra apolar.</p>  <p>A parte polar do sabão interage com a gordura ao mesmo tempo em que a parte polar reage com a água (que também é polar), neste momento são formadas partículas de detergente que ficam espalhadas na água promovendo assim uma limpeza.</p>
G5-T4	<p>A água, o detergente e o óleo são líquidos que possuem polaridades distintas entre si. A água é uma molécula polar:</p>  <p>O óleo é uma molécula apolar:</p>  <p>E por fim, o detergente possui parte da sua molécula polar e parte apolar, sendo conhecido por ter caráter híbrido.</p>  <p>Quando misturado, a parte apolar da molécula interage com o óleo, também apolar, ao mesmo tempo que a parte polar, reage com a água igualmente polar. Então as moléculas de detergente formam agregados chamados micelas, que envolvem a gordura, e a parte externa da micela é onde se encontra a parte polar e ao interagir com a água, é facilmente levada por ela arrastando a gordura no interior da micela, desta forma, o óleo se dispersa na água.</p>

Grupo de Alunos / Turma	Resolução do Problema levantado na SEI pelo grupo de alunos
G1-T5	<p>O detergente atua quebrando as moléculas de óleo, fazendo com que ele dissolva na água. Isso ocorre devido ao fato da água ser polar, o óleo apolar e o detergente tem parte polar e apolar. Portanto, quando se coloca detergente na mistura de água e óleo, ela vira apenas uma fase, porque a água vai ligar com a parte polar do detergente e o óleo com a parte apolar.</p> 
G8-T5	<p>As moléculas de detergente têm um caráter híbrido, ou seja, são polares e apolares ao mesmo tempo. O óleo apresenta moléculas apolares e a água moléculas polares. Assim, quando misturamos esses três elementos, a parte apolar do detergente interage com o óleo ao mesmo tempo que a parte polar do detergente reage com a água formando as micelas, que é um agregado de moléculas de detergente sendo possível então a formação de uma mistura homogênea entre água, óleo e detergente.</p> 
G3-T6	<p>A água, o óleo e o detergente são substâncias que possuem polaridades diferentes. Deste modo, a água junta ao óleo não se mistura pelo fato das ligações que existem entre as moléculas do óleo são mais fracas que as existentes entre as moléculas de água o que torna o óleo menos denso. Além disso, o óleo é uma substância apolar que não possui cargas positivas ou negativas, então não são atraídas pelas moléculas de água. Quando o detergente é inserido, por possuir partes polares e partes apolares acaba misturando os três componentes: a parte polar do detergente mistura com substância polar, que é a água; do mesmo modo, a parte apolar mistura com a substância apolar, que é o óleo. Deste modo, o detergente, mistura substâncias de distintas polaridades, como uma forma de emulsificar a gordura, ou seja, quebra em partículas menores.</p> 

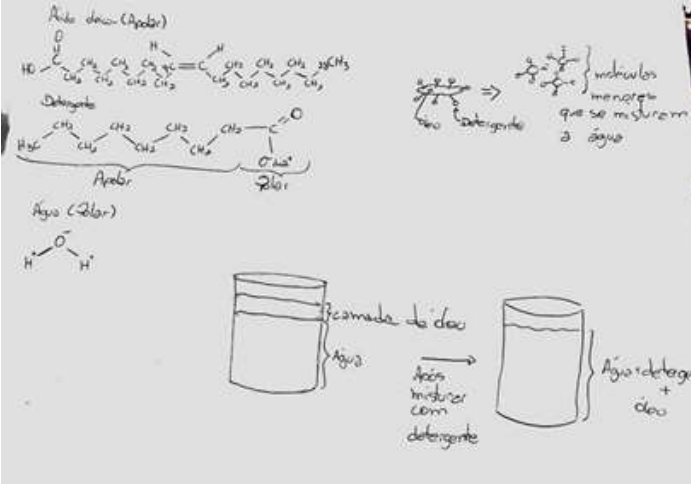
### 5.3 Resultados da SEI Aplicada: Etapa de Sistematização Individual após a exposição do Filme

Nessa etapa os alunos assistiram ao vídeo e na sequência foi solicitado o seguinte:

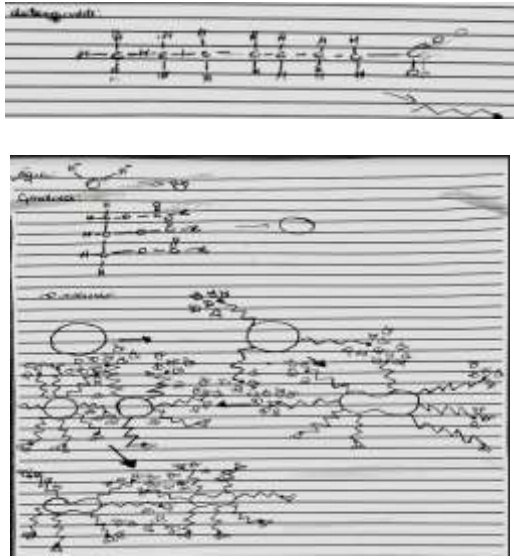
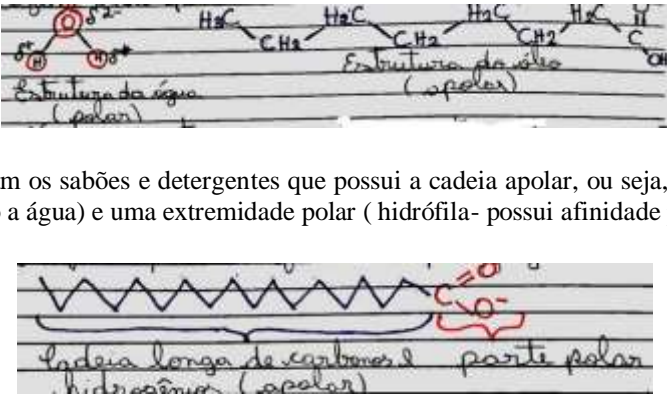

Com base no conteúdo exibido no vídeo assistido registre no espaço a seguir a sua explicação para a seguinte pergunta: - Como se dá a ação dos detergentes e dos sabões para limpar óleos e gorduras? (Telecurso 2000 - Aula 43- Química - Como o Detergente Tira a Gordura?)

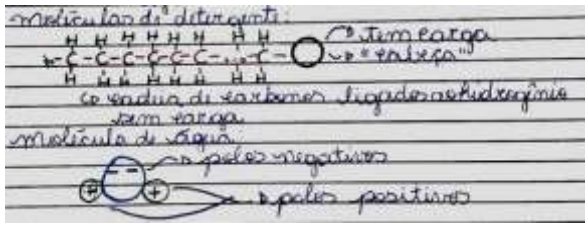
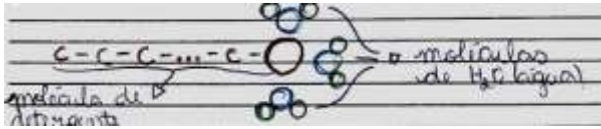
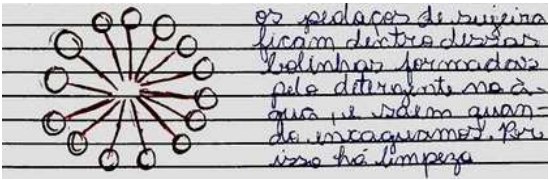
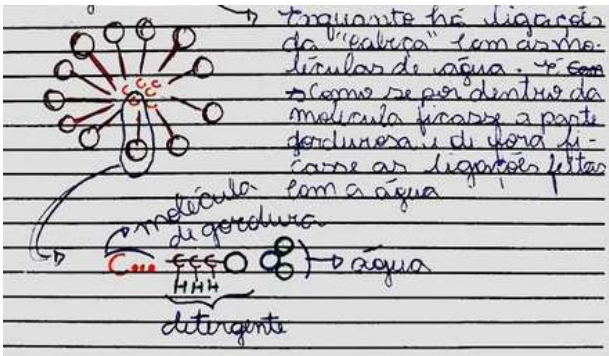
As transcrições de alguns textos produzidos pelos alunos após assistirem ao filme são apresentadas no Quadro 4.

**Quadro 4** – Transcrição dos textos e desenhos dos alunos do 2º ano do Ensino Médio após assistirem ao filme na etapa da sistematização individual do conhecimento na Sequência de Ensino Investigativa (SEI) aplicada em uma unidade escolar da rede estadual de ensino em Anápolis, GO, 2019.


Aluno / Turma	Resolução do Problema levantado na SEI após a exposição do filme
A15-T1	<p>A parte apolar da molécula de detergente se liga à gordura, enquanto a polar à água. Depois das moléculas de detergente e de gordura se misturarem, a força de atração das partes polares da água e do detergente partem as moléculas de gordura deixando-as menores, sendo assim capaz de misturar na água.</p> 

Continuação Quadro 4

Aluno / Turma	Resolução do Problema levantado na SEI após a exposição do filme
<p>A24-T1</p>	<p>O sabão ou detergente possui um lado polar e um outro lado apolar. A água é polar e a molécula de óleo é apolar. Pelo fato do detergente ser parte polar e parte apolar, atrai a molécula de água e gordura: a parte polar atrai a água que também é polar e a parte apolar atrai o óleo que também é apolar. Depois ocorre a emulsificação da gordura, isto é, transformar em partículas menores possível para que seja dissolvido. A molécula de gordura é a molécula que atrai o detergente e mesmo atrai a água e essa água é que auxilia a quebra.</p>  <p>The image shows two handwritten diagrams. The top one is a chemical structure of a detergent molecule with a long hydrocarbon chain and a carboxylate group. The bottom one shows water molecules and a diagram of a micelle where the hydrophobic tails of detergent molecules are clustered in the center, surrounded by water molecules.</p>
<p>A4-T2</p>	<p>A água por si só não consegue remover certos tipos de sujeira, como por exemplo restos de óleo. Isso acontece porque as moléculas de água são polares e as de óleo apolares.</p>  <p>The image shows two handwritten diagrams. The top one shows a water molecule with partial charges and a hydrocarbon chain labeled 'Estrutura do óleo (apolar)'. The bottom one shows a long zigzag hydrocarbon chain labeled 'Cadeia longa de carbonos e hidrogênio (apolar)' and a carboxylate group labeled 'parte polar'.</p> <p>É aí que entram os sabões e detergentes que possui a cadeia apolar, ou seja, hidrofóbica (possui aversão a água) e uma extremidade polar (hidrófila- possui afinidade pela água):</p> <p>Ao lavarmos por exemplo, um prato sujo de óleo, há a formação da micela, ou seja, uma gotícula microscópica de gordura envolta por moléculas de sabão, com cadeia apolar interagindo com o óleo e a extremidade polar interagindo com a água.</p>  <p>The image shows a handwritten diagram of a micelle, where the hydrophobic tails of detergent molecules are clustered in the center, surrounded by water molecules.</p>

Aluno / Turma	Resolução do Problema levantado na SEI após a exposição do filme
<p>A32-T3</p>	<p>Os detergentes transformam as moléculas de gordura em moléculas menores capazes de se dispersar na água.</p>  <p>Assim como as moléculas de detergente tem carga a da água também tem; logo a molécula de água ( que tem um polo positivo e outro negativo) atrai a “cabeça” da molécula de detergente ( que também tem carga) e a cadeia de carbonos ligados ao hidrogênio que tem carga vai ficar livre até então.</p>  <p>Até aí tudo bem, o que falta dizer é que a cauda de detergente vai se atrair a outras caudas também.</p>  <p>Há a retirada da gordura do objeto limpando porque as moléculas de detergente são formadas por uma “cabeça” com carga e uma “ cauda” de carbono e as moléculas de gordura também são formadas por moléculas de carbono. Essas duas cadeias se misturam, então as gorduras ficam dentro das bolinhas junto com a carga do detergente.”</p> 

Continuação Quadro 4

Aluno / Turma	Resolução do Problema levantado na SEI após a exposição do filme
A1-T4	<p>Ao entrar em contato com a água, o óleo não se dissolve por ser apolar, mas quando adicionado o detergente, a extremidade das moléculas do mesmo que são apolares, envolvem as partículas da gordura, formando agrupamentos chamados micelas. O exterior das micelas contém a extremidade polar da molécula do detergente que entra em contato com a água e consegue interagir. Por isso, as micelas são levadas pela água e como no interior delas estão as partículas de óleo, ele também é levado pela água tornando limpa a superfície antes engordurada.</p>
A27-T5	<p>Como sabemos, somente a água não é capaz de remover a gordura dos materiais, isso porque ela é polar, enquanto as gorduras são apolares não havendo dissolução entre as duas substâncias. E por isso é necessário a ação dos sabões e detergentes que interagem com o óleo e a gordura. Os sabões e detergentes apresentam duas partes: uma polar e outra apolar. A parte apolar é hidrofóbica, solubiliza com as gorduras e a parte, que é hidrofílica, solubiliza com a água, agrupando-se em pequenas bolinhas, chamadas micelas em que a parte hidrofílica se volta para fora da micela e a gordura fica na parte interna. Aprisionada, a gordura no interior da micela se torna solúvel em água, bastando um bom enxague para limpeza do material engordurado.</p>  <p>Molécula de detergente</p> <p>Parte apolar</p> <p>Parte polar</p> <p>MÍCULA</p> <p>Mistura de uma molécula de detergente</p>

## 6. Análise dos Resultados da SEI: Buscando Indicadores de Alfabetização Científica

Um dos pontos cruciais de nossa pesquisa é verificar se após participarem de todas as etapas da SEI, os alunos foram capazes de construir novos conhecimentos a partir da problematização apresentada, do experimento realizado e da sistematização individual e coletiva propostas, sendo todas essas ações mediadas pela professora-pesquisadora. Ainda na perspectiva do ensino de ciências, queríamos verificar se houve desenvolvimento cognitivo

dentro da proposta de Alfabetização Científica (AC) dos indivíduos. Nesse sentido, buscamos por meio da SEI, um ensino que permitisse aos alunos “aprender a realizar investigações sobre problemas naturais para os quais seja necessário criar hipóteses, testar as ideias planejadas e construir conclusões sobre os resultados alcançados e seus vínculos com a sociedade e o meio-ambiente” (SASSERON, 2008, p.7).

Nessa intenção, buscou-se conduzir os alunos a um estágio de entendimento maior sobre Ciências, um nível de compreensão que os tirasse da posição de expectadores e os tornasse sujeitos de um processo maior que os levasse a se apropriar dos conhecimentos científicos como seus, estando mais aptos a entender e intervir em um mundo cada vez mais científico e tecnológico. Nesse sentido, concordamos com Paulo Freire (1980, p.103) sobre o propósito maior de qualquer processo de alfabetização em sentido amplo.

Pensávamos numa alfabetização direta e realmente ligada à democratização da cultura, que fosse uma introdução a esta democratização. Numa alfabetização que, por isso mesmo, tivesse no homem, não esse paciente do processo, cuja virtude única é ter mesma paciência para suportar o abismo entre sua experiência existencial e o conteúdo que lhe oferecem para sua aprendizagem, mas o seu sujeito. Na verdade, somente com muita paciência é possível tolerar, após as durezas de um dia de trabalho ou de um dia sem “trabalho”, lições que falam de ASA — “Pedro viu a Asa” — “A Asa é da Ave”. Lições que falam de Evas e de uvas a homens que às vezes conhecem poucas Evas e nunca comeram uva. “Eva viu a uva”. Pensávamos numa alfabetização que fosse em si um ato de criação, capaz de desencadear outros atos criadores. Numa alfabetização em que o homem, porque não fosse seu paciente, seu objeto, desenvolvesse a impaciência, a vivacidade, característica dos estados de procura, de invenção e reivindicação. (FREIRE, 1980, p.103).

Por isso, ao idealizar a SEI, cujo objeto de investigação é aparentemente a interação entre as moléculas de água, óleo e detergente buscamos que os alunos percebessem também a complexidade da temática ambiental que se manifesta no lançamento de esgotos domésticos nos rios, lagos mares e oceanos causando a morte de milhares de seres vivos e tornando as águas doces impróprias para o consumo humano.

Queríamos que os alunos entendessem não só o processo de solubilização destes componentes um no outro, mas que se despertassem para que o simples fato de lavar louça engordurada com detergente é um processo químico que apesar de complexo pode ser entendido perfeitamente por todos aqueles que buscam esse conhecimento e/ou se engajam em um processo dialógico e problematizador que pode ocorrer em uma aula de ciências eficaz.

Esse processo de investigação temática que buscou problematizar o assunto e conduzir os alunos a relacionarem o conteúdo explorado na SEI com a situação real de lavar

louça engordurada com água e detergente, se enquadra na proposta de “Tema gerador” de Freire (1987), de acordo com Gellen (2009):

[...] o processo educativo tem início na identificação de Temas Geradores, no qual os conhecimentos científicos serão selecionados e inseridos pelos educadores nos planejamentos escolares. Assim, o entendimento e o enfrentamento do problema, por parte dos alunos, ocorrem por meio da apropriação dos conceitos historicamente construídos. Neste sentido, o Tema Gerador também assume a função de mediador nas relações entre educando e educador. (GELLEN, 2009).

Assim buscamos que o conteúdo polaridade e solubilidade das soluções, fosse desenvolvido de forma que os alunos pudessem relacionar esse assunto com uma situação bem comum para eles e que inclusive ocorreu também ao final do procedimento experimental, pois cada grupo foi encarregado de lavar seus béqueres com água e detergente.

Também almejávamos que eles pudessem falar e escrever de forma coerente manifestando sua compreensão com base em argumentos sólidos que pudessem justificar, por meio de conceitos científicos, o fato da água e do óleo se misturarem quando é introduzido o detergente na mistura.

Por isso nos propusemos a buscar indicadores de AC nas diversas produções dos alunos. Para isso, primeiramente nos preocupamos em consultar diversos autores que discutem o assunto para corroborar os resultados de nossa pesquisa. Entre esses citamos Lorenzetti e Delizoicov (2001); Santos e Mortimer (2002); Rodrigues e Borges (2008); Sasseron e Carvalho (2008) e Almeida e Sasseron (2013). No trabalho de Sasseron e Carvalho (2008) encontramos a proposição de eixos estruturantes da Alfabetização Científica que foram bastante significativos para a nossa análise conforme descrito a seguir:

O primeiro dos eixos estruturantes refere-se à e a importância deles reside na necessidade exigida em nossa sociedade de se **compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia-a-dia**. O segundo eixo preocupa-se com a **compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática**, pois, em nosso cotidiano, sempre nos defrontamos com informações e conjunto de novas circunstâncias que nos exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de proceder. Deste modo, tendo em mente a forma como as investigações científicas são realizadas, podemos encontrar subsídios para o exame de problemas do dia-a-dia que envolvam conceitos científicos ou conhecimentos advindos deles. O terceiro eixo estruturante da AC compreende e perpassa pelo **reconhecimento de que quase todo fato da vida de alguém tem sido influenciado, de alguma maneira, pelas ciências e tecnologias**. Neste sentido, mostra-se fundamental de ser trabalhado quando temos em mente o desejo de um futuro saudável e sustentável para a sociedade e o planeta. (SASSERON; CARVALHO, 2008, p.335).

Para a análise dos resultados apresentamos uma comparação entre as respostas dadas pelos alunos nas fichas escritas em três etapas da SEI descritas no item 5 deste trabalho que



são o levantamento dos conhecimentos prévios que ocorreu sem a mediação da professora-pesquisadora, a problematização (atividade experimental) e a sistematização individual (atividade realizada após o uso do vídeo, que ocorreram com as intervenções da professora-pesquisadora dentro da perspectiva da dialogicidade e da mediação pedagógica utilizando-se as contribuições de Freire (1987) e Vygotsky (1991).

De forma prática tentaremos identificar na escrita dos alunos alguns indicadores de AC que estão relacionados ao artigo de Sasseron e Carvalho (2008, p.338-339) e pertencem a dois grupos distintos:

- I. afirmações feitas e falas promulgadas durante as aulas de Ciências que tem por premissa a construção de uma ideia lógica e objetiva para as relações que regulam o comportamento dos fenômenos naturais. Esses indicadores são o raciocínio lógico e o raciocínio proporcional.
- II. no outro grupo concentram-se os indicadores ligados mais diretamente à procura do entendimento da situação analisada e são: levantamento de hipótese, teste de hipótese, justificativa, previsão, explicação (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 338-339).

Em relação as respostas dadas pelos alunos nas fichas de diagnóstico (levantamento do conhecimento prévio) percebemos que houve dificuldade na construção de sentenças coerentes com respostas completas com início, meio e fim de raciocínio. Citamos como exemplo a resposta dada pelo A3-T1:

*A3T1: Sua parte polar se dissolve com a água que também é polar (semelhante dissolve semelhante). Sua parte apolar se dissolve na parte apolar do sabão (semelhante dissolve semelhante). Dissolve a gordura que tem a parte apolar na parte apolar do sabão.*

Nota-se que a resposta está sem sentido e que o aluno não conseguiu organizar sua resposta de forma mais coerente e com sequência de ideias que se completam. Esse tipo de ocorrência está presente em todas as fichas de diagnóstico analisadas e evidencia que os alunos apresentam dificuldades em responder questões discursivas de Química dessa natureza que exigem a construção de sentenças bem elaboradas e encadeamento de ideias. Nesse caso, percebemos dificuldades fundamentais de escrita que se relacionam com o processo de AC do indivíduo de maneira geral e não diretamente a escrita científica. Ou seja, os alunos não responderam de forma completa porque apresentam dificuldade na produção de textos em que tenham que argumentar e manifestar suas ideias sem consulta a outros materiais. Sasseron (2008, p.23-26), ao analisar vários estudos da AC, concluiu que “para estes autores, ler e escrever são habilidades fundamentais para a AC, uma vez que todos os conhecimentos científicos existentes e aceitos pela comunidade científica precisam passar por avaliações e

juízos que se dão, na grande maioria das vezes, por meio de publicação de artigos e teses”.

É salutar destacar que sem as orientações da professora-pesquisadora que apenas esteve presente para entregar e recolher a folha de diagnóstico, os alunos interpretaram as questões da maneira que lhes pareceu adequada e responderam dessa mesma forma, evidenciando o quanto a falta das orientações docentes empobrecem as produções dos alunos, que ficam desorientados e realizam as propostas apenas para concluir a tarefa, sem pensar de forma profunda nos conceitos e habilidades que deveriam ser apreendidos. Assim, é o professor que media e problematiza.

Outra justificativa plausível para esse tipo de resposta poderia ser o fato da maioria das questões que tem sido proposta em exames tanto do Ensino Médio quanto de outros níveis de ensino ser de múltipla escolha. Isso conforme afirma Bollela et al. (2018, p. 74)

As questões objetivas ou testes de múltipla escolha com somente uma alternativa correta constituem um dos métodos mais utilizados em todo o mundo em exames destinados a avaliar habilidades cognitivas, especialmente nas avaliações somativas. Provas que contêm predominantemente questões objetivas de múltipla escolha são utilizadas sobretudo nos exames em que muita coisa está em jogo, como concursos vestibulares, provas finais de cursos de graduação e exames próprios dos concursos de ingresso à residência médica ou de obtenção de título de especialista. (BOLLELA et al., 2018, p. 74).

Não somos desfavoráveis ao uso desse tipo de questão, mas percebemos por meio da análise das respostas dos alunos no diagnóstico, que os alunos participantes da SEI, nesse primeiro momento, estavam muito condicionados a respostas curtas e tivemos que explicar a eles que a nossa proposta era diferente e esperávamos que eles escrevessem respostas com o máximo de detalhes possíveis.

Sendo assim, percebemos que os alunos analisados no diagnóstico manifestaram dificuldades em escrever respostas completas e com argumentação coerente dentro das próprias diretrizes da língua Portuguesa e não simplesmente na escrita científica. Mas como esta última depende da primeira, verificamos que os alunos manifestaram dificuldades nessa área da produção de texto escrita de questões abertas sem opção de múltipla escolha e que eles estranharam o uso de propostas argumentativas em questionários de Química.

Outro aspecto elencado nas respostas dadas pelos alunos no diagnóstico foi a grande dificuldade na escrita dos termos científicos apropriados dentro do contexto da pergunta realizada. Quando perguntamos, por exemplo, sobre como o detergente consegue retirar a gordura das louças, vários alunos citam que ocorre o processo de “emulsificar” a gordura.

Esse exemplo ocorre na resposta do A10-T6 que afirma que o detergente “*emulsifica as moléculas de gordura, quebrando-as em partículas menores.*”

Sabemos que o processo de emulsificação ocorre no fígado quando a bile atua no processo de digestão das gorduras. Embora nesse caso, a bile realmente tenha uma ação análoga a do detergente em água e óleo, dentro do contexto da pergunta não é apropriada essa comparação feita pelos alunos. Pois, dentro dos estudos que foram feitos nas aulas pré-aplicação da SEI, o termo emulsificação não foi empregado, sendo que foi explicado o processo de solubilidade através das interações intermoleculares e da polaridade das ligações.

Nessa resposta dada pelo aluno percebemos carência do primeiro eixo da AC citado por Sasseron e Carvalho (2008, p. 335) que é a “compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais” e sua utilização dentro do contexto proposto. Embora possamos considerar que a resposta esteja correta se analisarmos o conceito biológico, no contexto da pergunta que foi feita não há referência à digestão de alimentos ou à função do fígado e da bile. E esse fato torna a resposta do aluno inapropriada dentro do contexto.

Em relação às produções dos alunos na aula experimental é possível verificar que houve uma grande melhora no processo de raciocínio lógico, na construção das respostas e argumentação escrita mais completa e detalhada em comparação com as fichas do diagnóstico. Todas as respostas analisadas apresentaram bastante coerência e organização e houve maior esforço pelos grupos em utilizar respostas com início, meio e fim de raciocínio, além de desenhos explicativos de acordo com a proposta feita. Exemplo disso está na resposta do G5-T4 (Quadro 3). Primeiramente o grupo fala da polaridade das moléculas e faz o desenho de cada uma delas para depois explicar o que ocorre ao misturarmos os três componentes, mas sem fazer desenho da mistura.

Percebemos também que houve um maior entendimento por parte dos alunos das formas de respostas esperadas dentro da perspectiva da SEI após a aula experimental e que os grupos se organizaram para produzir em conjunto respostas que levassem em consideração aspectos químicos da mistura água, óleo e detergente como a polaridade das moléculas e as interações intermoleculares que foram destacadas, inclusive, nos desenhos. O exemplo é o G5-T2 (Quadro 3) em que os alunos já começam a resposta sobre a mistura de água e óleo explicando que não há solubilização devido à diferença de polaridade e citam também as interações intermoleculares (indicadas também no desenho). Em seguida o grupo explica que

após ser colocado o detergente há a solubilização justificada pela “dupla polaridade” que possibilita a atração tanto da água quanto do óleo ao mesmo tempo.

Vemos então que o processo de problematização e mediação pedagógica desempenhado pela professora-pesquisadora durante a aula experimental foi decisiva para a compreensão e participação mais efetiva dos alunos na SEI como um todo. Nesse sentido houve uma aplicação simultânea das contribuições de Freire (1987) e Vygotsky (1991), pois de acordo com Gellen (2009):

[...] há uma relação entre as ideias de Freire e Vygotsky vinculada à resolução de um problema específico, que no processo de humanização em Vygotsky também está ligado às contradições sociais e, no seu enfrentamento, há produção de signos. Com base nisso, há dois elementos fundamentais presentes na perspectiva freireana que apresentam interlocução com o pensamento de Vygotsky, que são: o problema — sintetizado no Tema Gerador — e o processo de humanização, que necessitam de aprofundados. (GELLEN, 2009).

Através dos diálogos mediadores realizados entre a professora-pesquisadora e os alunos, a SEI ganhou vida e os conceitos científicos abordados saíram do mundo da abstração, passando a compor naquele momento a realidade palpável. Esse processo foi também de reconstrução de conceitos, pois permitiu que os alunos se apropriassem de um conhecimento químico construído pela humanidade em tempos antigos, que naquele momento se tornou palpável para eles e não apenas parte de uma página do livro. Reconhecemos então a eficácia do processo de problematização e humanização ou mediação pedagógica descrito nas obras de Freire e Vygotsky, pois verificamos na prática da aula experimental o quanto foram decisivas para o processo de ensino-aprendizagem na aplicação da SEI.

Na literatura, vários são os autores que defendem a experimentação como uma importante estratégia para o ensino das Ciências, ressaltando-a numa perspectiva investigativa. Nesse contexto encontramos argumentos favoráveis como os de Guimarães et al. (2018, p. 1173) que relataram em seu estudo os obstáculos e as possibilidades da experimentação, como recurso didático, evidenciando o viés investigativo como um caminho a ser conhecido. No estudo, os autores concluem que as atividades experimentais investigativas possibilitam aos estudantes interagirem com materiais, formular hipóteses e propor questionamentos, considerando esta atividade uma importante metodologia ativa, quando se quer levar o aluno a ser o protagonista no seu processo de ensino aprendizagem.

Ainda sobre o uso da experimentação, temos na concepção de Taha et al. (2016, p. 143) que:

a experimentação pode contribuir para a qualidade no ensino de Ciências, colaborando no processo de ensino-aprendizagem, quando percebida como uma ferramenta didático-pedagógica capaz de contribuir para uma aprendizagem significativa e capaz de colaborar para a apresentação de situações-problemas de forma auxiliar na construção do conhecimento (TAHA et al., 2016, p. 143).

Outro aspecto evidenciado em nossa análise foi o fato de nenhum grupo conseguir explicar por que cada uma das moléculas é polar ou apolar. Geralmente na resposta do grupo há uma afirmação que determina a polaridade sem maiores explicações. Isso pode caracterizar que os alunos analisados tinham pouco contato com a escrita científica e na visão deles não havia necessidade de maiores explicações ou justificativas que demandariam maior “trabalho” e tempo. Há também a própria complexidade do conteúdo que possivelmente não foi realmente entendido pelos alunos no passado, impossibilitando que eles conseguissem justificar simplesmente por não compreenderem os conceitos envolvidos. Para verificar com certeza se os alunos sabiam de forma mais aprofundada esse assunto, outras situações poderiam ser criadas para verificação, caso seja possível incluir na SEI a ser aplicada.

Mesmo tendo percebido que as respostas dos grupos nos relatórios da aula experimental tenham apresentado maior riqueza de detalhes do que as encontradas no diagnóstico, ainda verificamos a presença de conceitos científicos errados e com explicações infundadas, como por exemplo, o trecho a seguir transcrito do G3-T6:

**G3-T6:** *o óleo é uma substância apolar que não possui cargas positivas ou negativas, então não são atraídas pelas moléculas de água.*

O que ocorre é que as forças intermoleculares presentes entre as moléculas de água são mais fortes do que as que existem entre as moléculas de óleo e isso faz com que elas não consigam penetrar entre as moléculas de água impedindo assim a solubilização. Nesse caso, aparentemente o grupo não tinha esse conhecimento e fez a suposição errada da “não existência de cargas” que para eles justificaria o fato de o óleo não ser atraído pela água.

Ainda assim, ao analisarmos as respostas das fichas da aula experimental começamos a encontrar evidências de alguns indicadores de AC citados por Sasseron e Carvalho (2008), que incluem: justificativas, indicador de previsão e explicação:

A **justificativa** aparece quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto; isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura. O **indicador da previsão** é explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos. A **explicação** surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente a explicação sucede uma justificativa para o problema, mas é possível

encontrar explicações que não se recebem estas garantias. Mostram-se, pois, explicações ainda em fase de construção que certamente receberão maior autenticidade ao longo das discussões (SASSERON; CARVALHO, 2008, p.339, grifo nosso).

As respostas analisadas nas fichas de aula experimental apresentaram um caminho trilhado que segue a proposta destes indicadores, ainda que não em ordem. Os grupos se preocuparam em construir respostas que trouxessem explicações lógicas e que se baseassem em justificativas que na visão dos alunos eram perfeitamente plausíveis. Embora possamos perceber que nem sempre as explicações construídas por eles estivessem completas e totalmente corretas, é perceptível que o processo de construção está alinhado com os indicadores de AC adotados nesse trabalho. No entanto esse é apenas um começo. Assim como Sasseron e Carvalho (2008) estamos de acordo que:

propostas didáticas que surgirem respeitando esses três eixos devem ser capazes de promover o início da Alfabetização Científica, pois terão criado oportunidades para trabalhar problemas envolvendo a sociedade e o ambiente, discutindo, concomitantemente, os fenômenos do mundo natural associados, a construção do entendimento sobre esses fenômenos e os empreendimentos gerados a partir de tal conhecimento (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 76).

Em relação às fichas analisadas sobre a atividade após a exposição do vídeo percebemos novo avanço no nível de complexidade das respostas dadas pelos alunos, havendo um percentual de acertos de aproximadamente 90% na resolução do problema proposto. No entanto, houve diferenças no nível de aprofundamento das respostas, ou seja, alguns alunos ainda apresentaram uma argumentação fraca, sem justificativas sólidas que demonstrassem o caminho da resolução do problema; enquanto outros alunos apresentaram respostas extremamente completas com desenhos explicativos coerentes dentro da proposta. No segundo caso, temos como exemplo o A27-T5 que apresentou argumentação escrita muito bem estruturada tendo a preocupação de explicar suas afirmativas e demonstrar sua escrita através de um desenho coerente com as justificativas dadas por ele para o processo de solubilização da água em óleo com o uso de detergentes (Quadro 4).

Assim, à partir de uma análise geral da aplicação da SEI dentro da perspectiva dos três eixos estruturantes da Alfabetização Científica apresentados por Sasseron e Carvalho (2008, p.335) obtivemos que todas as produções dos alunos analisadas apresentaram dois eixos: “compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais” e “entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente”.

Já em relação ao terceiro eixo estruturante da AC, “compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática” não encontramos nenhuma produção em que fosse possível identificá-lo.

De acordo com Sasseron e Carvalho (2008, p.74) este eixo denota “a necessidade de se compreender as aplicações dos saberes construídos pelas ciências considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos”. Essa é uma carência associada ao ensino das Ciências que infelizmente ainda está muito voltado para o ensino de conceitos, leis e fórmulas. Nestes termos, pensar a Alfabetização Científica significa “ampliar as oportunidades dos estudantes aprenderem ciências para além dos conceitos científicos, envolvendo a forma de funcionamento das ciências, os procedimentos utilizados no desenvolvimento da ciência, a natureza do conhecimento científico e as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (SCARPA; SASSERON; BATISTONI-SILVA, 2017, p. 13).

Podemos então considerar que a SEI contribuiu para que o grupo de alunos analisados começasse a vislumbrar a ciência de maneira diferente, sendo despertados para o crescimento em seu processo vitalício de AC.

## **7. Análise da Aplicação da SEI Reformulada Considerando Outros Aspectos: Tempo Disponível, Ambiente Escolar, Compreensão da Proposta pelos Alunos, Aceitação da Proposta pela Comunidade Escolar**

De modo geral foi perceptível a ampliação da compreensão da proposta do trabalho à medida que as etapas da SEI reformulada foram sendo realizadas. Do mesmo modo ficou evidente que os alunos procuraram corresponder dentro de suas capacidades e de acordo com os esclarecimentos dados a eles pela professora-pesquisadora no decorrer da aplicação e das correções feitas nas fichas antes de começar uma nova etapa.

No entanto, julgamos que houve muito pouco tempo para desenvolver a SEI na Escola 2, em virtude da rotina rígida da instituição onde há muitas atividades árduas de todas as disciplinas em quase todos os dias de aula. Outra questão que influenciou a aplicação da SEI foi a impossibilidade da professora-pesquisadora destinar mais aulas para a SEI, pois além dessa proposta, havia a necessidade de cumprir todos os outros conteúdos previstos para a disciplina de Química no período, além de ceder aulas para a realização das avaliações de todas as outras disciplinas de acordo com o cronograma estipulado pela instituição. Cabe

esclarecer que na escola de aplicação da SEI é destinada aproximadamente uma semana e meia para as avaliações bimestrais.

A sobrecarga de atividades semanais faz com que os alunos se sintam pouco motivados a interagir com esse tipo de abordagem que para eles é só mais uma entre tantas atividades e com o agravante de ser ainda mais trabalhosa, pois demanda mais tempo de estudos e pesquisas a fim de concluir as produções de textos legendadas.

Ao vivenciar o cotidiano da escola, constatamos que essa rotina de trabalho árduo busca cumprir metas e figurar no Ranking das melhores instituições de ensino do país. Nesse contexto, todos os membros da Escola 2 encontram-se engajados nessa “missão”, o que tem impossibilitado a abertura para outras formas não tradicionais de ensino-aprendizagem, como o ensino por investigação, por exemplo. Dessa forma, concluímos que quanto a esse aspecto houve prejuízos na aplicação da SEI, em virtude de ter sido dada pouca importância a ela frente à todas as outras atividades que já estavam em andamento no ano letivo da Escola 2.

Um aspecto complicador para a aplicação e, conseqüentemente, para a análise dos resultados da SEI, que gostaríamos de destacar, foi a realização da etapa experimental em grupos. Para os alunos analisados essa forma de trabalho foge a rotina deles, pois é costume que a grande maioria das atividades de Química seja realizada de forma individual. Sendo assim, não foi possível determinar realmente até que ponto a ficha da aula experimental foi respondida de forma coletiva pelo grupo ou apenas por um ou alguns dos seus integrantes.

## **8. Considerações Finais**

São vários os aspectos que precisam ser considerados na análise dos resultados da SEI, sendo praticamente impossível avaliá-la simplesmente pela produção dos alunos sem considerar todo o contexto do ambiente escolar vivenciado na instituição. No entanto, percebemos que apesar das dificuldades, a partir da realização da aula experimental, houve uma resposta muito positiva dos alunos que se engajaram na proposta a partir dessa prática. A contribuição dos alunos foi muito relevante apesar do curto espaço de tempo que eles tiveram para elaborar suas produções de texto.

É possível perceber nos trechos das produções dos alunos exemplificados nesse trabalho, o bom nível dessas produções em relação à qualidade da escrita e da capacidade de argumentação, mesmo que haja lacunas no processo de AC dos alunos participantes. Nesse sentido, iniciou-se um caminho. Acreditamos que houve um “despertar” desses alunos



participantes para o real significado da Química dentro do contexto atual, que é ser uma disciplina voltada para o estudo da matéria e suas transformações no cotidiano. Esse “despertar” possibilitado pela abordagem investigativa e problematizadora adotada na condução da SEI vem de encontro com a necessidade de se proporcionar aos alunos uma formação crítica para o exercício consciente da cidadania, conforme exigências apontadas pelos documentos referenciais curriculares e as pesquisas em Ensino de Química no Brasil.

Concluimos que os objetivos da SEI em relação à proposta da dialogicidade foram atingidos, pois proporcionaram aos alunos uma participação ativa por meio dos diálogos estabelecidos entre eles e com a professora-pesquisadora à partir da proposição de uma situação-problema, o que desencadeou um processo investigativo que levou ao envolvimento e ao engajamento dos alunos na execução das atividades propostas, bem como possibilitou a identificação de indicadores de Alfabetização Científica evidenciados nas suas produções.

Quanto ao processo de Alfabetização Científica que buscamos evidenciar nas produções dos alunos ficou clara a partir da análise dos resultados colhidos, que dois dos três eixos estruturantes de AC foram alcançados. São eles: a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais e o entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Dessa forma, a SEI contribuiu para que os alunos compreendessem melhor os conceitos da Química trabalhados e desenvolvessem algumas habilidades como a de trabalhar em grupos. A evidência de dois dos três eixos estruturantes da AC aponta para uma possível AC dos alunos. No entanto, ainda há um longo caminho a percorrer, pois a SEI que aplicamos foi apenas uma dentre tantos outros episódios que ainda devem ocorrer na trajetória desses alunos participantes da pesquisa, uma vez que a AC é um processo que ocorre em uma vida inteira do indivíduo.

Outro ponto de destaque é que a professora-pesquisadora foi quem possibilitou realmente o alcance das habilidades pretendidas, pois através das intervenções baseadas na dialogicidade e na problematização, ocorreu a mediação pedagógica, e assim, o avanço parcial no processo de AC dos alunos pesquisados.

## 9. Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, A. G. F. E.; SASSERON, L. H. As ideias balizadoras necessárias ao professor ao planejar e avaliar a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativo. **Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. extra, p. 1188-1192, 2013.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**: educação é a base. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: junho, 2019.
- CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de Ciências e a proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org); et al. **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, p. 129-152. 2013.
- GEHLEN, S. T. **A função do problema no processo ensino-aprendizagem de ciências: contribuições de Freire e Vygotsky**. 2009. 253 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- GUIMARÃES, L.; CASTRO, D.; LIMA, V.; ANJOS, M. dos. Ensino de Ciências e a experimentação: reconhecendo obstáculos e possibilidades das atividades investigativas m uma formação continuada. **Revista Thema**, v.15, n.3, p.1164-1174, 2018.
- LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 8-9 jun., 2001.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17e. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- \_\_\_\_\_. **Educação como prática da liberdade**, São Paulo: Paz e Terra, 1980.
- RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. **O Ensino de ciências por Investigação**: Reconstrução Histórica. **Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. p. 1-12. Curitiba: SBF. 2008.
- SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n.2, p. 133-162, 2002.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.
- \_\_\_\_\_. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de**

**Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. 261f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

\_\_\_\_\_. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e Escola. **Revista Ensaio**, v.17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; BATISTONI E SILVA, M. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**, Recife, v. 23, n.1, p.7-27, jan/jun. 2017.

SPERANDIO, M. R. da C.; ROSSIARI, R. A.; ROCHA, Z. F. D.; GOYA, A. O Ensino de Ciências por Investigação no processo de Alfabetização e letramento de alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências** v.12, n.4, p. 1-17. 2017.

TAHA, M. S. LOPES, C. S. C.; SOARES, E. de L.; FOLMER, V. Experimentação como ferramenta pedagógica para o Ensino de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências** v.11, n. 1. p. 138-154, 2016

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. Rio de Janeiro, RJ: Martins Fontes, 1991, p.53-61.

ZOMPERO, A. de F.; LABURÚ, C. E. Atividades Investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Rev. Ensaio**. v.13, n.03, p.67-80, set-dez. 2011.

**CAPÍTULO 3:**  
**O PROFESSOR COMO PROBLEMATIZADOR E MEDIADOR NO PROCESSO**  
**ENSINO APRENDIZAGEM DE QUÍMICA SOB A PERSPECTIVA DE VYGOTSKY**  
**E FREIRE: ANALISANDO UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA**

**Resumo**

Este artigo busca traçar uma relação entre a proposta de Sequência de Ensino Investigativa (SEI) desenvolvida para o conteúdo de soluções e interações intermoleculares ministrado para uma turma de alunos da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública no município de Anápolis, Goiás no ano de 2018 e os pressupostos da Teoria Sócio-Histórica proposta por Lev Vygotsky e da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire. Daremos ênfase nessa análise à importância da mediação pedagógica e das interações discursivas realizadas pelo professor em sala de aula. Por meio da análise da aplicação da SEI foi possível perceber que a postura dialógica e mediadora adotada pela professora-pesquisadora foi decisiva para as etapas da SEI se concretizassem de maneira efetiva. Os alunos participantes da pesquisa só puderam avançar em seu nível de desenvolvimento real porque a professora-pesquisadora interveio na Zona de Desenvolvimento Proximal fazendo-os avançar para níveis de desenvolvimento mais elevados.

**Palavras-chave:** Ensino de Química. Ensino por Investigação. Teoria Sociocultural. Dialogicidade. Mediação Pedagógica.

## 1. Introdução

A maioria dos professores reconhece que é imprescindível planejar bem suas aulas diárias a fim de obter sucesso na tarefa docente. O planejamento é em sua essência uma atividade intencional e mediadora em que o professor antecipadamente seleciona recursos didáticos, atividades e outros procedimentos metodológicos para executar em suas aulas de maneira a direcionar os alunos no processo de construção do conhecimento.

O planejamento, no entanto, é só uma das etapas do processo de ensino-aprendizagem, pois este se efetiva realmente na sala de aula por meio do contato entre os alunos e o professor. É somente através dessa interação entre os sujeitos que a construção do conhecimento se efetiva e o planejamento ganha vida por meio das ações e interações discursivas que ocorrem entre aluno-aluno e entre aluno-professor durante as aulas.

Para Freire (1987, p.39) “ninguém educa ninguém, como tampouco ninguém se educa a si mesmo: os homens se educam em comunhão mediatizados pelo mundo”, ou seja, no ensino que ocorre, por exemplo, nas salas de aula, tanto alunos como professores devem mobilizar suas capacidades cognitivas para que haja sucesso na tarefa de ensinar-aprender. No entanto, o professor enquanto profissional docente cuja atividade é o ensino possui a capacidade de direcionar os alunos de forma mais organizada e efetiva para que ocorra o processo de aquisição de novos conhecimentos por parte do aluno. Nesse sentido, o professor apresenta-se como um mediador entre o aluno e o conhecimento tanto por elaborar um planejamento adequado, quanto por interagir com os alunos em sala de aula de forma dialógica e problematizadora, facilitando o alcance das habilidades pretendidas em sua área de atuação.

Vygotsky, em seus escritos, valorizou muito o papel do professor como facilitador no desenvolvimento cognitivo dos alunos por meio de atividades mediadas, nas quais seja possível intervir na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos educandos e guiá-los a novas etapas.

Assim, de acordo com Carvalho (2017):

Vygotsky ao discutir a construção do conhecimento e de habilidades dentro das ZDP, volta sempre ao papel desempenhado pelo adulto mostrando a necessidade deste auxílio. O que propomos é que seja o professor o mediador desse processo auxiliando o desenvolvimento intelectual dos alunos em um processo de aprendizagem (CARVALHO, 2017, p. 139).

Nesse sentido é necessário conhecer a Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos a fim de nela intervir de maneira efetiva, e assim consolidar os conhecimentos prévios

que os alunos já possuem dos conteúdos que serão aprendidos nas aulas. Para ser bem sucedido nessa tarefa, o professor precisa cultivar em seus alunos uma relação pedagógica de troca de conhecimentos e parceria, e assim ter condições de conhecê-los para elaborar e aplicar atividades que estejam de acordo com o estágio de desenvolvimento potencial em que eles se encontravam em relação aos conteúdos ensinados, fazendo-os avançar para níveis de desenvolvimento mais profundos.

Além disso, as aulas devem ser conduzidas de maneira problematizadora, proporcionando aos alunos a contextualização do conhecimento. Por isso o professor deve adotar uma postura dialógica em sala de aula que permita que o aluno converse com o conhecimento e possa ressignificá-lo dentro de sua realidade pessoal.

Como proposta de aulas mais dinâmicas que possibilitam mudanças na forma tradicional de ensinar Ciências (Química, Física e Biologia) na qual se estabelece um quadro estático de papéis de aluno como receptor de conhecimento e professor como transmissor do conhecimento, Freire (1987) sugere a “Pedagogia Libertadora” ou “educação problematizadora”, conforme explica o autor em seu livro *Pedagogia do Oprimido* (FREIRE, 1987)

A educação que se impõe aos que verdadeiramente se comprometem com a libertação não pode fundar-se numa compreensão dos homens como seres “vazios” a quem o mundo “encha” de conteúdos; não pode basear-se numa consciência especializada, mecanicistamente compartimentada, mas nos homens como “corpos conscientes” e na consciência como consciência *intencionada* ao mundo. Não pode ser a do depósito de conteúdos, mas a da problematização dos homens em suas relações com o mundo. Ao contrário da “bancária”, a educação problematizadora, respondendo à essência do ser da consciência, que é sua *intencionalidade*, nega os comunicados e existência à comunicação [...] a educação libertadora, problematizadora, já não pode ser o ato de depositar, ou de narrar, ou de transferir, ou de transmitir “conhecimentos” e valores aos educandos, meros pacientes, à maneira da educação “bancária”, mas um ato cognoscente (FREIRE, 1987, p.38-39).

Nesse contexto, percebemos que aulas planejadas como uma proposta de atividades dialógicas e problematizadoras e que sejam desenvolvidas em sala de aula na perspectiva do professor como um mediador entre o aluno e o conhecimento podem ser realizadas na forma de Sequências de Ensino Investigativas (SEIs). As SEIs constituem-se em um exemplo de práticas mediadoras de acordo com a teoria de aprendizagem de Vygotsky (1991) e se enquadram também na proposta dinâmica de educação libertadora sugerida por Freire (1987).

Sendo assim, nos propomos a planejar uma SEI de Química e analisar sua aplicação, considerando o papel dialógico e problematizador do professor nesse processo e as

intervenções mediadoras desempenhadas por ele na perspectiva de interações discursivas professor-aluno.

Nesse artigo procuramos analisar como é possível intervir de maneira dialógica e mediadora no desenvolvimento cognitivo dos alunos dentro do processo de aprendizagem dos conteúdos de Química, utilizando-se para isso das etapas de uma Sequência de Ensino Investigativa. Pretendemos fazer reflexões sobre as intervenções pedagógicas que se desenvolveram em cada etapa da SEI aplicada, demonstrando o papel problematizador e mediador do professor nesse processo de construção do conhecimento dos alunos.

No decorrer desse artigo pretendemos inicialmente fazer uma análise da teoria de aprendizagem de Vygotsky, destacando o processo de ensino-aprendizagem e o papel do professor como mediador nesse processo. Em seguida, será discutido o ensino por investigação e a Pedagogia Libertadora de Paulo Freire com ênfase nas Sequências de Ensino Investigativas (SEI) desenvolvidas de acordo com Carvalho (2013). Posteriormente, analisaremos a aplicação de uma SEI sobre Interações Intermoleculares e Polaridade das Soluções. Essa aplicação ocorreu em duas turmas da segunda série do ensino médio (aproximadamente 40 alunos) cursando a disciplina Química em uma escola pública da cidade de Anápolis-GO que ocorreu entre os meses de maio e junho de 2018. Procuraremos evidenciar a importância do papel problematizador e dialógico na mediação pedagógica exercida pela professora-pesquisadora durante a aplicação da SEI. Alguns episódios de fala dos alunos e professora-pesquisadora foram transcritos sendo adotado um código utilizando a letra A (aluno) seguido de um número de modo a manter o anonimato dos alunos participantes da pesquisa.

## **2 Vygotsky e o Papel Mediador do Professor**

Para Vygotsky, o funcionamento intelectual ou psicológico do indivíduo não é inato, mas também não é recebido totalmente do ambiente. O desenvolvimento é resultado da interação do ser humano com o meio e da própria maturação orgânica do indivíduo. Nesse sentido, por relacionar aspectos internos e externos para explicar o desenvolvimento do ser humano, dizemos que Vygotsky é um autor interacionista, assim como Piaget e Wallon.

Conforme Placco (2000, p. 56-57), o interesse principal de Vygotsky teria sido “construir um sistema científico de psicologia, na perspectiva do materialismo histórico e dialético. Por isso, o centro de sua pesquisa, teórica e metodológica, é a história do

desenvolvimento e sua conexão com a história social dos homens”. Para atingir este objetivo, Vygotsky começou a estudar o desenvolvimento infantil e voltou suas atenções para as questões pedagógicas da sala de aula. Placco (2000) ao apresentar os motivos que direcionaram Vygotsky a se interessar pela educação formal desenvolvida na escola afirmou que:

[...] a demanda da sua própria prática de professor, [foi] que o levou a interessar-se pelos problemas de psicologia pedagógica... foi seu passado de professor que o levou não só a acompanhar as mudanças que ocorriam no curso da construção de um novo sistema educativo na União Soviética, como a tomar parte ativa nessa construção como membro do CUSA (Conselho Científico do Estado- Centro Metodológico de Comissariado de Educação do Povo) (PLACCO, 2000 p. 56-57).

Para explicar como ocorre o desenvolvimento intelectual do indivíduo, Vygotsky utiliza-se dos planos genéticos, que seriam possibilidades de desenvolvimento a partir das quais ocorreria o processo de desenvolvimento cognitivo. Os planos genéticos conforme Moura et al. (2016, p.107), seriam: filogênese, ontogênese, sociogênese e microgênese:

Os planos genéticos do desenvolvimento humano propostos por Vygotsky integram o plano da filogênese (história da espécie); da ontogênese (história do próprio indivíduo); da sociogênese (história do grupo cultural) e da microgênese (história da formação de cada processo psicológico específico em curto prazo, bem como das experiências vividas pelo indivíduo) [...] Assim, o desenvolvimento e a transformação dos indivíduos acontecem ao longo de toda a vida e é resultado da interação entre esses quatro planos (MOURA et al. 2016, p.107).

Esses planos serão explicados a seguir de acordo com Moura et al. (2016, p. 106-114):

A **filogênese** é a história de uma espécie que define limites intelectuais para que haja desenvolvimento cognitivo. Em relação à espécie humana, dentro de suas características filogenéticas, possuímos plasticidade cerebral, o que significa que nosso cérebro possui a possibilidade de adaptar-se a várias situações e aprender com elas, criando estratégias para se sobressair em momentos de impasse.

A **ontogênese** é a história de desenvolvimento de cada indivíduo de uma espécie de acordo com as características possíveis dentro dos limites dados pelas características da espécie em questão. Quanto a esse aspecto na espécie humana, todos os indivíduos ditos “normais” passam pelos mesmos estágios em relação a cada área do desenvolvimento. Por exemplo, analisando o aprendizado motor, o ser humano nasce sem saber andar e passa então por períodos em que ele rola, senta, fica em pé, dá seus primeiros passos com apoio e só por volta de 12 meses consegue autonomia para caminhar sem auxílio.

**Sociogênese** é a história da cultura em que o indivíduo está inserido. Cada cultura



tem suas características que interferem no desenvolvimento psicológico das pessoas que nela vivem. A história cultural pode permitir então que o indivíduo avance além de suas potencialidades naturais ou pode tolhê-lo dependendo do grau de liberdade que há dentro de cada sociedade. As diferentes culturas lidam de maneiras ímpares com as fases de desenvolvimento dos indivíduos nelas inseridos, fazendo com que haja fases que sejam estendidas ou não. Nesse sentido, a adolescência nas culturas ocidentais atualmente tem se estendido até mais de trinta anos de idade, e é um período em que o indivíduo é poupado de várias responsabilidades exercidas pelos adultos. Já em algumas culturas orientais é normal que crianças se casem a partir de oito anos de idade e até menos, assumindo então as responsabilidades de cuidar da família e dos filhos.

**Microgênese** é a interpretação individual que cada indivíduo dá ao seu próprio desenvolvimento psicológico. Exemplificando: mesmo que duas pessoas tenham a mesma idade cronológica, vivam e tenham nascido em um mesmo ambiente geográfico, possuindo então a mesma história cultural, elas não se desenvolvem da mesma maneira porque tem formas diferentes de interpretar a realidade que as cerca.

De acordo com Placco (2000):

Vygotsky pensava que, levando-se em conta o que sabia na sua época sobre a evolução da espécie humana (filogênese) e o desenvolvimento do indivíduo (ontogênese), podia-se afirmar que estes dois processos são o resultado de duas linhas diferentes, porém interligadas, de evolução: a natural e a cultural, cada uma regida por leis próprias. Se, na filogênese, a evolução natural precede a cultural que ela possibilita, na ontogênese as duas linhas estão entrelaçadas, a ponto de não poderem ser separadas, a não ser por obstrução... na análise dialética em que Vygotsky se situa, a natureza e a cultura constituem estados ou ordens diferentes, mas uma implica a outra (PLACCO, 2000 p. 41).

Assim, de acordo com Vygotsky (1991, p.57):

Suponhamos que eu pesquise duas crianças assim que elas entrarem para a escola, ambas com dez anos de idade cronológica e (8) anos em termos de desenvolvimento mental. Será que eu poderia dizer que elas têm a mesma idade mental? Naturalmente. Mas, o que isso significa? Isso significa que elas podem lidar, de forma independente, com tarefas até o grau de dificuldade que foi padronizado para o nível de oito anos de idade. Essas crianças parecem ser capazes de lidar com problemas até o nível de oito anos de idade, e não além disso. Suponhamos que eu lhes mostre várias maneiras de tratar o problema... Em resumo, de uma maneira ou de outra, proponho que as crianças solucionem o problema com a minha assistência. Nessas circunstâncias, torna-se evidente que a primeira criança pode lidar com problemas até o nível de 12 anos de idade e a segunda até o nível de 9 anos de idade. E agora, teriam essas crianças a mesma idade mental? Quando se demonstrou que a capacidade de crianças com iguais níveis de desenvolvimento mental, para aprender sob a orientação de um professor, variava enormemente, tornou-se evidente que aquelas crianças não tinham a mesma idade mental e que o curso subsequente de seu aprendizado seria, obviamente, diferente (VYGOTSKY, 1991, p.57).

Em relação ao desenvolvimento do indivíduo através da interação com o outro, Vygotsky apresenta o conceito de mediação simbólica ou semiótica. Placco (2000) afirma que:

O signo é ser um meio inventado pelos homens para representar-se a realidade, material ou imaterial, de maneira a poder compartilhar entre si o que sabem a respeito dela. Mas se o simbólico é da ordem da representação, pressupõe que existem realidades concretas que ele representa... O mundo simbólico é o mundo construído pelo homem, uma espécie de réplica do mundo natural, ao mesmo tempo resultado e condição da atividade humana. É a esse mundo que chamamos de cultura: a totalidade das produções humanas portadoras de significação (PLACCO, 2000 p. 45).

Nesse sentido, podemos dizer que grande parte do conhecimento que adquirimos no decorrer da vida vem de outras pessoas com as quais nos relacionamos. Falamos então que o conhecimento é adquirido historicamente e transmitido as novas gerações através da mediação simbólica. Segundo Fávero (2014) “o signo existe na criação de uma relação de representação, entendido como uma conexão estabelecida pelo veículo-signo entre algum objeto e uma interpretação. Portanto, a ideia de mediação é inerente à noção de signo.” Logo, para essa mesma autora:

Se a consciência do sujeito psicológico é o contato social consigo mesmo, então significa que ela é mediada socialmente, uma vez que é um caso particular da experiência social. Chegamos então ao que é, a meu ver, o marco teórico conceitual central da abordagem de Vygotsky: a mediação semiótica (FÁVERO, 2014, p. 195).

Refletindo um pouco mais podemos também estabelecer uma relação entre Karl Marx e Vygotsky. Enquanto que para Marx existe a mediação do ser humano com instrumentos materiais, daí sua teoria ser também conhecida como materialismo histórico-dialético, para Vygotsky há uma relação entre os símbolos como instrumentos psicológicos de mediação entre o mundo e o sujeito. De acordo com Placco (2000), as ideias de Marx e Vygotsky se inter-relacionam, pois:

[...] se o modo de produção, condiciona as relações dos homens com a natureza e deles entre si, ele determina as condições de existência dos homens não apenas materiais, mas também culturais. Estas, por sua vez, vão condicionar o conjunto da vida social- a maneira como as relações sociais se estruturam- e, finalmente, o modo de ser dos homens (PLACCO, 2000 p. 45).

A teoria de Vygotsky é relativa ao mundo abstrato dos pensamentos e da linguagem e a escola é um dos espaços formais em que esse tipo de conhecimento é transmitido. Portanto através das relações sociais que se estabelecem em sala de aula, as funções mentais superiores que caracterizam os pensamentos abstratos são desenvolvidas nos indivíduos através da mediação simbólica. Nesse processo, o professor atua de maneira efetiva, pois como a fala é

um dos meios de mediação, ao conversar com seus alunos sobre os conteúdos em estudo ele propicia momentos de interação interpessoal em que essa mediação promove aprendizagem.

De acordo com Fávero (2014):

Trazendo os princípios Marxistas para a psicologia do desenvolvimento, Vygotsky viu-se em face de uma questão crucial a ser respondida: como as funções mentais superiores, que envolvem pensamento abstrato, desenvolvem-se? ... a grande contribuição de Vygotsky para a formulação de uma psicologia Marxista foi justamente a tese de que é a mediação semiótica do instrumento que cria as formas verdadeiramente humanas de trabalho. A mediação semiótica da atividade prática, primeiramente pela fala, transforma os homens e cria a sociedade humana (FAVERO, 2014, p. 198).

Em seus trabalhos, Vygotsky preocupa-se em abordar o desenvolvimento humano enfatizando o processo de ensino-aprendizagem e como este se relaciona com o desenvolvimento cognitivo do indivíduo. Nesse sentido, Vygotsky procura entender “qual a origem do desenvolvimento dos processos psicológicos ao longo da história da espécie humana e da história individual” (OLIVEIRA, 2010, p.58).

Para De La Taille, Oliveira e Dantas (1992):

Falar da perspectiva de Vygotsky é falar da dimensão social do desenvolvimento humano. Interessado fundamentalmente no que chamamos de funções psicológicas superiores, e tendo produzido seus trabalhos dentro das concepções materialistas predominantes na União Soviética pós-revolução de 1917, Vygotsky tem como um de seus pressupostos básicos a ideia de que o ser humano constitui-se enquanto tal na sua relação com o outro social. A cultura torna-se parte da natureza humana num processo histórico que, ao longo do desenvolvimento da espécie e do indivíduo, molda o funcionamento psicológico do homem (DE LA TAILLE, OLIVEIRA, DANTAS, 1992, p.33).

Analisando as tendências apresentadas na obra de Vygotsky é possível perceber que ele valoriza profundamente os processos de ensino, pois para ele há uma estreita ligação entre ensino, aprendizagem e desenvolvimento. Segundo Oliveira (2010):

Existe um percurso de desenvolvimento, em parte definido pelo processo de maturação do organismo individual, pertencente à espécie humana, mas é o aprendizado que possibilita o despertar de processos internos de desenvolvimento que, não fosse o contato do indivíduo com certo ambiente cultural, não ocorreriam (OLIVEIRA, 2010, p. 58).

Como Vygotsky associa o desenvolvimento cognitivo do indivíduo com o processo de ensino-aprendizagem, existe então uma grande importância desempenhada pelo ambiente sociocultural em que este vive, ou seja, ele aprende através de interações sociais com outros seres de sua espécie, logo só haverá desenvolvimento pleno quando houver interações sociais que o promovam, sejam elas intencionais ou não.

Aqui cabe ressaltar o ambiente escolar, que nesse caso atuaria como um local onde

ocorrem interações sociais planejadas antecipadamente, logo intencionais, que objetivam a apropriação efetiva dos saberes acumulados pela humanidade, por todas as novas gerações. Na escola, haveriam então, fatores muito positivos para que haja o desenvolvimento cognitivo do indivíduo, uma vez que as interações sociais mediadas pelo professor promovem o aprendizado dos alunos e este gera o desenvolvimento psicológico que Vygotsky menciona em seus estudos. De acordo com De La Taille, Oliveira e Dantas (1992):

A intervenção pedagógica provoca avanços que não ocorreriam espontaneamente. A importância da intervenção deliberada de um indivíduo sobre outros como forma de promover desenvolvimento articula-se com um postulado básico de Vygotsky: a aprendizagem é fundamental para o desenvolvimento desde o nascimento da criança. A aprendizagem desperta processos internos de desenvolvimento que só podem ocorrer quando o indivíduo interage com outras pessoas. O processo de ensino-aprendizagem que ocorre na escola propicia o acesso dos membros imaturos da cultura letrada ao conhecimento construído e acumulado pela ciência e a procedimentos metacognitivos, centrais próprio modo de articulação dos conceitos científicos (DE LA TAILLE, OLIVEIRA, DANTAS, 1992, p.33).

Nesse sentido, podemos dizer que o professor atua na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) do aluno, criando situações para que ele possa desenvolver novas habilidades por meio do seu auxílio. A ZDP é um conceito criado por Vygotsky que ilustra a relação entre desenvolvimento e ensino-aprendizagem dentro do contexto histórico e sociocultural dos indivíduos. Para entender o significado de ZDP, antes é preciso saber que há o Desenvolvimento Real, que é o nível cognitivo em que o indivíduo está, ou seja, é o desenvolvimento que ele já alcançou e isso pode ser demonstrado por tarefas que ele faz sozinho; enquanto que o nível de Desenvolvimento Potencial é demonstrado por atividades que o indivíduo não consegue realizar sozinho, mas pode realizá-las sob a orientação de uma pessoa que o auxilie, um professor, por exemplo.

Segundo Vygotsky (1991), a ZDP seria então:

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1991, p.58).

Conhecendo a ZDP de seus alunos, o professor pode então elaborar momentos pedagógicos dentro de suas aulas que promovam a aquisição de novos conceitos. Essas intervenções planejadas são oportunidades para que os alunos conquistem níveis mais elevados em seu estágio de Desenvolvimento Real, e assim, desenvolvam-se em relação ao nível cognitivo de aquisição de raciocínios mais elaborados dentro da área de conhecimento

que o professor ministra aulas.

### **3 A Intervenção Dialógica e Problematizadora desenvolvida pelo Professor por meio das Atividades de Ensino Investigativo**

Existe uma concepção muito tradicional a respeito do ensino de Ciências, principalmente na rede pública de educação. A maioria dos professores utiliza métodos repetitivos e tradicionais de ensino como aulas expositivas no quadro-branco ou aulas com leitura e cópia de livros didáticos que muitas vezes são descontextualizados da realidade dos alunos e trazem uma linguagem de difícil compreensão e inacessível para a maioria dos estudantes. Diante disso há uma emergente necessidade de que haja uma profunda mudança na forma de ensinar Ciências e nos currículos escolares que propõe o ensino das disciplinas de maneira fragmentada e não interdisciplinar. Gehlen et al. (2008, p. 64) comentam sobre esses aspectos argumentando sobre a necessidades de mudanças nesse cenário.

As pesquisas, em âmbito nacional e internacional, têm aglutinado esforços em busca de alternativas e soluções diante da precariedade do ensino praticado nas instituições escolares. As possíveis soluções projetadas até o momento, todavia, como as tentativas de reconfigurar os currículos escolares com a inclusão de novas temáticas ou novas disciplinas e de adotar uma nova metodologia em sala de aula, são importantes, mas ainda insuficientes. É preciso pensar novas formas de organização da dinâmica na escola que visem à superação do ensino meramente disciplinar e fragmentado, uma vez que os currículos vigentes nas instituições escolares necessitam de constantes reconstruções (GEHLEN et al., 2008, p.64).

Em consequência desse modelo de ensino, existem alunos que concluem a educação básica sem aprenderem o mínimo de Ciências considerado adequado para esse nível de ensino. Temos então, nesse caso, um grande desafio tanto para os alunos quanto para o professor de Ciências, pois há a necessidade de uma mudança nos papéis que ambos desempenham em aulas tradicionais: o aluno como “aquele que recebe” passivamente o conteúdo sem questioná-lo e o professor como “aquele que transmite” esse conteúdo acumulado historicamente durante os milênios da existência do ser humano na Terra.

Freire (1987) chama este tipo de postura tradicional aluno-professor de “educação bancária”, pois os alunos receberiam os “depósitos” de conteúdos feitos pelo professor em suas mentes. O autor afirma que nessa concepção bancária de educação:

[..] a) o educador é o que educa; os educandos, os que são educados; b) o educador é o que sabe; os educandos, os que não sabem; c) o educador é o que pensa; os educandos, os pensados; d) o educador é o que diz a palavra; os educandos, os que a escutam docilmente; e) o educador é o que disciplina; os educandos, os disciplinados; f) o educador é o que opta e prescreve sua opção; os educandos os que seguem a prescrição; g) o educador é o que atua; os educandos, os que têm a ilusão de que atuam, na atuação do educador) o educador escolhe o conteúdo programático;

os educandos, jamais ouvidos nesta escolha, se acomodam a ele) o educador identifica a autoridade do saber com sua autoridade funcional, que opõe antagonicamente à liberdade dos educandos; estes devem adaptar-se às determinações daquele) o educador, finalmente, é o sujeito do processo; os educandos, meros objetos (FREIRE, 1987, p.34).

Bachelard (1996) comenta sobre a falta de compreensão que muitos professores de Ciências têm a respeito da necessidade de aulas mais dinâmicas e envolventes que atraiam o alunado:

Na educação, a noção de obstáculo pedagógico também é desconhecida. Acho surpreendente que os professores de ciências, mais do que os outros se possível fosse, não compreendam que alguém não compreenda. Poucos são os que se detiveram na psicologia do erro, da ignorância e da irreflexão... Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana (BACHELARD, 1996, p. 23).

Refletindo sobre a importância da formação integral do estudante em Ciências, que corresponde ao processo de Alfabetização Científica e do ensino contextualizado por meio dos temas Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) (SANTOS; MORTIMER, 2002), fica evidente a necessidade de repensar as práticas pedagógicas que são comuns nas aulas de Ciências nas escolas públicas brasileiras, pois elas não estão sendo desenvolvidas nessas perspectivas.

E nesse sentido, sugerimos que novas abordagens ou metodologias possam melhorar a qualidade das aulas de Ciências nos níveis fundamental e médio (Biologia, Química e Física) nas escolas públicas brasileiras. Entre as novas propostas que já tem sido desenvolvidas nesse sentido, existe a abordagem do Ensino por Investigação.

Para Sasserom (2015, p.59), “o ensino por investigação demanda que o professor coloque em prática habilidades que ajudem os estudantes a resolver os problemas a eles apresentados, devendo interagir com seus colegas, com os materiais à disposição, com os conhecimentos já sistematizados e existentes”. Nesse sentido, surge a Sequência de Ensino Investigativa (SEI), que é “o encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento possam ser trabalhados.”

Ao falar sobre Alfabetização Científica, Lorenzetti e Delizoicov (2001, p.8-9) a definem como “[...] o processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire

significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade”, ao que Viecheneski e Carletto (2013, p. 219) complementam “pode e deve ser iniciada desde a entrada do aluno no espaço escolar, garantindo assim a sua inserção à cultura científica.

As atividades incluídas em uma Sequência de Ensino podem ser aulas experimentais, vídeos, desenhos confeccionados pelos alunos, leitura de textos de reportagens informativas extraídos de jornais e revistas, exposições e seminários internos dentro da própria sala de aula ou externos no pátio do colégio para toda comunidade escolar no modelo de “Feira de Ciências” etc.

Acreditamos que o uso de Sequências de Ensino Investigativas seja muito proveitoso, pois permite ao professor realizar um conjunto de atividades bem planejadas com tarefas diferenciadas que contemplem determinado tema previsto na matriz curricular de maneira mediadora, contextualizada e multidisciplinar. Ao aplicar esse tipo de metodologia “o educador problematizador refaz, constantemente, seu ato cognoscente, na cognoscibilidade dos educandos” que deixam de ser meros “recipientes dóceis de depósitos, [e] são agora investigadores críticos, em diálogo com o educador, investigador crítico” (FREIRE, 1987, p.40).

Gil Perez e Valdés Castro (1996) destacam que as atividades investigativas devem ter as seguintes características (tradução nossa):

Apresentar situações-problema abertas com um nível de dificuldade adequado (correspondente a zona de desenvolvimento potencial dos estudantes). [...] Favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse das situações propostas, que dê sentido a seu estudo (considerando as possíveis implicações CTS, etc.) e evite um estudo descontextualizado, socialmente neutro. [...] Conceder uma especial importância a elaboração de memórias científicas que reflitem o trabalho realizado e possam servir de base para ressaltar o papel da comunicação e o debate na atividade científica [...] Potenciar a dimensão coletiva do trabalho científico organizando equipes de trabalho e facilitando a interação entre cada equipe [...] (GIL PEREZ; VALDÉS CASTRO, 1996, p. 156-157).

A SEI apresentada no Quadro 1 foi desenvolvida para abordar o conteúdo de Polaridade e Solubilidade das soluções e aplicada entre maio e junho de 2018 para duas turmas da disciplina de Química da 2ª Série do Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual de educação no município de Anápolis - Goiás.

As etapas da SEI foram planejadas segundo os pressupostos de Carvalho (2013) e seguiram o modelo proposto por Sperandio et al. (2017).

**Quadro 1.** Etapas e ações utilizadas durante as aulas de Química ministradas para duas turmas de Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual de educação no município de Anápolis, Goiás utilizando uma Sequência de Ensino Investigativa para o conteúdo de Polaridade e Solubilidade das soluções no ano de 2018.

ETAPAS	AÇÕES REALIZADAS DURANTE AS AULAS
1) Identificar os conhecimentos prévios dos alunos para iniciar os novos	A professor escreveu no quadro as palavras: homogêneo, heterogêneo, soluto, solvente, solução, suspensão, coloide e em seguida perguntou aos alunos o significado de cada palavra anotando no quadro as respostas. Após a manifestação de todos os alunos, a professor sistematizou e ampliou os conhecimentos iniciais apresentados pelos alunos.
2) Procedimento experimental	Material usado no experimento: 4 béqueres de 250ml contendo água de torneira até 150ml, sal, óleo de soja, areia e álcool etílico, detergente de lavar louças, colheres de plástico. Procedimento 1: adicionou-se uma colher de sal no béquer 1 contendo água. Procedimento 2: adicionou-se uma colher de areia no béquer 2 contendo água. Procedimento 3: adicionou-se 100ml de álcool etílico no béquer 3 contendo água. Procedimento 4: adicionou-se 50ml de óleo de soja no béquer 4 contendo água. Todos os béqueres foram agitados com colheres de plástico após serem adicionados os “reagentes”. No béquer 4, após a adição do óleo e observação dos alunos de que a água e o óleo não se misturavam, adicionou-se também detergente de lavar louças.
3) Proposição do problema	A respeito dos sistemas formados foram feitos os seguintes questionamentos: Quais sistemas são homogêneos? Quais são heterogêneos? Quais são soluções? Qual é uma suspensão? Há algum coloide? Em relação ao quinto sistema (água, detergente e óleo), os alunos observaram que a adição do detergente fez com que o óleo e a água se misturassem. Então a professor propôs aos alunos o problema: Como o detergente conseguiu misturar água e óleo?
4) Resolução do problema	Os alunos iniciaram um debate, apresentando as suas hipóteses até concluírem que o detergente permite a solubilização da água em óleo devido as interações intermoleculares.
5) Sistematização coletiva do conhecimento	Foram exibidos dois vídeos mostrando a ação dos detergentes (Telecurso 2000 - Aula 43- Química - Como o Detergente Tira a Gordura e Aula 44 - Química - Diferença Sabão e Detergentes, Água Dura). Após a exibição dos vídeos a professor instigou os alunos a comentarem sobre o conteúdo assistido.
6) Sistematização individual do conhecimento	Os alunos fizeram desenhos legendados dos experimentos realizados.
7) Contextualização social do conhecimento	Os alunos, organizados em grupos, leram e debateram notícias sobre os problemas trazidos para a população pela poluição das águas por meio do esgoto doméstico e elaboraram apresentações orais que foram apresentadas para toda a escola.
8) Avaliação	A avaliação ocorreu de maneira contínua. Observou-se o interesse e o desempenho dos alunos em cada etapa, o trabalho em grupo, os desenhos e as apresentações orais.



#### 4 Aplicação da SEI na perspectiva da Pedagogia libertadora e da Mediação Pedagógica do Professor

Neste tópico, procederemos a análise de cada etapa contida na SEI do Quadro 1, relacionando-as com a postura problematizadora e dialógica do professor-pesquisador enquanto facilitador do processo de ensino-aprendizagem.

Na etapa 1 da SEI foram identificados os conhecimentos prévios dos alunos. O objetivo desta etapa foi diagnosticar os níveis de Desenvolvimento Real e Potencial em que os alunos se encontravam dentro do conteúdo de Química “Soluções e Interações Intermoleculares”. Cada aluno demonstrou estar em um nível de desenvolvimento diferente do outro através das respostas que foram dadas por eles para as perguntas da professora. Após cada resposta dada, a professora fazia a mediação pedagógica intervindo na Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos para que eles conseguissem chegar ao nível de Desenvolvimento Real esperado a fim de que avançassem em direção à etapa 2 da SEI. Para melhor compreensão dessa mediação, alguns episódios das falas da Professora e dos alunos (A1...An) são transcritos a seguir:

**Professora:** “Vocês podem falar e eu escrevo no quadro. O que é um sistema homogêneo e um sistema heterogêneo?”

**A1:** “homogêneo mistura. Heterogêneo não.”

Professora: “Mistura o quê?”

**A2:** “A gente olha e fica uma coisa só quando é homogêneo. No heterogêneo fica mais de uma coisa”.

Professora: “Como assim: uma coisa?”

**A1:** “Coisa é o que a gente mistura.”

Professora: “Pois é, então explique melhor.”

**A3:** “No sistema homogêneo temos apenas uma fase e no sistema heterogêneo, mais de uma fase”

Professora: “Isso aí. Fase seria então cada porção homogênea em um sistema?”

**A4:** “Quando olhamos um sistema homogêneo parece que só tem um componente.”

**A2:** “No sistema heterogêneo os componentes não se misturam.”

Percebe-se nas falas entre a professora e os alunos que por meio das intervenções da professora houve um direcionamento das respostas dadas. Esse diálogo promovido pela professora para fazer os alunos empregarem os termos adequados dentro do contexto mostra a postura dialógica e problematizadora sugerida por Freire (1987) que lhes permite compreender a realidade de uma forma mais ampla e se apropriar de uma linguagem científica que antes era pouco conhecida deles.

Este é um esforço que cabe realizar, não apenas na metodologia da investigação temática que advogamos, mas também, na educação problematizadora que defendemos. O esforço de propor aos indivíduos dimensões significativas de sua realidade, cuja análise crítica lhes possibilite reconhecer a interação de suas partes (FREIRE, 1987, p.55).

Dessa forma, os alunos conseguiram empregar corretamente os vocábulos próprios do tema abordado que compõem a cultura científica, inserindo-os na cultura científica através da intervenção mediadora da professora. A teoria de Vygotsky tem “raiz nas questões educacionais... sendo antes de tudo, uma teoria de educação, em que aprender significa entrar na cultura via tutoria dos membros mais desenvolvidos de uma cultura dada” (BURNER, 1985 *apud* FÁVERO, 2014, p. 211).

**Na etapa 2** ocorreu o procedimento experimental. Cada uma das partes do procedimento realizado foi planejado a partir dos resultados da etapa anterior, tendo em vista a intervenção na Zona de Desenvolvimento Proximal dos alunos por parte da professora em um processo mediador. Os procedimentos feitos serviram para que os alunos vissem concretamente as diferenças entre solução, suspensão e coloide. Além disso, possibilitaram um processo de desconstrução de conceitos quando se adicionou detergente à água e óleo e eles se misturaram a partir daquele momento. Para Ribeiro (2007, p.14), o desenvolvimento está profundamente associado “ao contexto sócio cultural em que a pessoa se insere e se processa de forma dinâmica (e dialética) através de rupturas e desequilíbrios provocadores de contínuas reorganizações por parte do indivíduo,” de acordo com a teoria de Vygotsky.

Novos episódios de fala são transcritos a seguir:

**Professora:** “Água e óleo formam um sistema homogêneo ou heterogêneo?”

**A1:** “Heterogêneo”

**Professora:** “E depois que colocamos o detergente?”

**A2:** “Ai fica homogêneo”.

**Professora:** “Então era uma mistura heterogênea que virou uma solução coloidal?”

**A1:** “Se misturou, então virou mistura homogênea.”

**Professora:** “Se fosse uma mistura homogênea ou solução verdadeira, as partículas dispersas seriam muito pequenas e nesse caso, não são, pois é possível perceber a presença de substâncias dissolvidas.”

**A3:** “Na mistura homogênea as partículas dispersas não podem ser vistas nem com microscópio, então não é.”

Sem a presença da professora que idealizou o procedimento experimental completo e orientou como deveria ser feita cada parte dentro do processo, os alunos não conseguiriam nesse caso, avançar na construção de novos conhecimentos do conteúdo proposto em Química, dada a complexidade dos passos a serem seguidos até o ponto de introduzir a relação entre polaridade e solubilidade.

Vemos então que houve um processo mediado de construção do conhecimento que se adequa aos pressupostos da Teoria Sócio-Histórica de Vygotsky. De acordo com Oliveira (2010, p.59) “em Vygotsky, justamente por sua ênfase nos processos sócio históricos, a ideia

de aprendizado inclui a interdependência dos indivíduos envolvidos no processo...aquele que aprende, aquele que ensina e a relação entre as pessoas.”

**Na etapa 3** houve a proposição do problema. A professora fez perguntas a respeito dos procedimentos experimentais sequenciados que formaram o processo global que culminou na mistura de água, óleo e detergente. É importante salientar que antes da adição do detergente, os alunos já haviam classificado cada sistema e que só após as considerações dos alunos foi acrescentado o detergente. Isso foi feito de maneira intencional para gerar inquietações na mente dos alunos a fim de que eles começassem a pensar no que aconteceu para que houvesse a solubilização da água e do óleo.

Houve então mais um momento em que a professora interveio na ZDP dos alunos, pois eles estavam com muitas dúvidas sobre o ocorrido. Então a professora fez uma breve recapitulação sobre substâncias polares e apolares e começou a perguntar aos alunos se a água, o detergente e o óleo seriam polares ou apolares. Nesse momento alguns se lembraram que a água é polar e o óleo apolar e concluíram que para que os dois se misturassem seria necessário que o detergente possuísse uma extremidade polar e outra apolar em sua molécula.

Segundo Vygotsky quando há um processo de mediação entre um professor que oferece caminhos aos alunos diante de suas limitações ocorre o aprendizado que leva o indivíduo a progredir para níveis mais avançados de maturação, pois “a zona de desenvolvimento proximal, permite-nos delinear o futuro imediato da criança e seu estado dinâmico de desenvolvimento, propiciando o acesso não somente ao que já foi atingido através do desenvolvimento, como também àquilo que está em processo de maturação (VYGOTSKY, 1991, p.58).

**Na etapa 4** ocorreu a resolução do problema. Na etapa anterior os alunos já haviam concluído que a água é polar, o óleo é apolar e o detergente possui uma extremidade polar e outra apolar em sua molécula. Então nesse momento, os alunos começaram a tentar organizar suas ideias para explicar como a adição do detergente possibilitou a mistura da água e do óleo. Mais uma vez, a professora mediou o processo entre o desenvolvimento real e o potencial dos alunos intervindo na ZDP através de comentários sobre as características das moléculas de água, óleo e detergente. Então, finalmente, um aluno começou a explicar que se a água e o óleo se misturaram foi porque na extremidade polar do detergente ele se ligou à água que também é polar e na extremidade apolar do detergente, ele se ligou ao óleo que também é apolar. De maneira que o detergente seria uma “ponte” entre a água e o óleo. E a partir daí,

esse aluno começou a explicar para os seus colegas o que ele havia compreendido. É interessante notar que Vygotsky apresenta em sua teoria que as pessoas se desenvolvem através do contato social com outros indivíduos, entre eles e o professor ou até um colega de turma, como foi nesse caso.

[...] o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em operação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento independente da criança (VYGOTSKY, 1991, p.58).

Nas etapas 2, 3 e 4 percebemos que a professora desenvolveu com os alunos um diálogo problematizador que os levou a pensar além do que eles conseguiriam imaginar sozinhos, fazendo-os relacionar os experimentos realizados com os conteúdos que eles já haviam estudado e assim conseguir entender de que forma seria possível o processo de solubilização água/detergente/óleo. Dessa forma, eles foram guiados por meio da postura dialógica e problematizadora da professora a percorrer um caminho que os levou à resolução do problema. De acordo com Freire (1987), o professor problematizador é aquele que conhece a realidade ou os interesses do aluno e pode assim conhecer quais assuntos podem tornar-se temas de aulas, que ele chama de “temas geradores”. No entanto, o professor permite aos alunos pensar sua realidade de forma mais reflexiva ao criar situações investigativas que os forcem a pensar criticamente para resolver um problema e assim ampliar sua visão de mundo.

Educação e investigação temática, na concepção problematizadora da educação, se tornam momentos de um mesmo processo. Enquanto na prática “bancária” da educação, anti-dialógica por essência, por isto, não comunicativa, o educador deposita no educando o conteúdo programático da educação, que ele mesmo elabora ou elaboram para ele, na prática problematizadora, dialógica por excelência, este conteúdo, que jamais é “depositado”, se organiza e se constitui na visão do mundo dos educandos, em que se encontram seus “temas geradores”. Por tal razão é que este conteúdo há de estar sempre renovando-se e ampliando-se. A tarefa do educador dialógico é, trabalhando em equipe interdisciplinar este universo temático, recolhido na investigação, devolvê-lo, como problema, não como dissertação, aos homens de quem recebeu (FREIRE, 1987, p. 58,59).

**Na etapa 5** ocorreu a sistematização coletiva dos conhecimentos. Vídeos escolhidos pela professora foram utilizados de acordo com os resultados da etapa anterior. Foi possível perceber que os alunos não conheciam bem as estruturas moleculares da água, óleo e detergente. Então nos vídeos selecionados, procurou-se mostrar claramente estas moléculas e como elas se uniam nos processos de solubilização de água em óleo através do detergente. Após os vídeos, a professora pediu aos alunos que comentassem o que observaram e mediou o processo para levá-los a falar sobre as estruturas das moléculas e assim, fazê-los avançar mais

em seu nível de Desenvolvimento Real em relação as interações intermoleculares.

**Na etapa 6** aconteceu a sistematização individual do conhecimento. Os alunos, individualmente, puderam representar por meio de desenhos e legendas explicativas, as suas conclusões. Esse momento foi muito importante, pois permitiu uma visão do processo de desenvolvimento real de cada aluno, uma vez que por meio da análise dos desenhos ficou evidente aqueles que se desenvolveram ou não, no processo de formação dos conceitos relacionados a polaridade e solubilidade. E para aqueles que revelaram não ter aprendido, houve um novo momento de mediação em que a professora os auxiliou a refazerem seus desenhos e legendas.

Alguns exemplos das legendas extraídas dos desenhos elaborados pelos alunos nessa etapa são dados a seguir:

**A1:** A mistura de água e óleo é heterogênea, ou seja, o óleo não se dissolve na água. Mas quando se mistura o detergente, se obtém uma mistura homogênea, pois o detergente se dissolve no óleo e na água ao mesmo tempo. Essa mistura é uma solução coloidal.

**A2:** É um coloide. O detergente por ser tanto polar, quanto apolar, misturou a água e o óleo.

**A3:** O detergente tem uma parte polar e [outra] apolar. O polar interage com a água e o apolar com o óleo, fazendo uma ponte entre eles.

**A4:** O detergente quebra o óleo em pequenas partes para ficar dentro da água durante um tempo.

**A5:** O detergente quebra as moléculas de óleo em pedaços pequenos facilitando para que a água carregue o óleo.

**A6:** O detergente tem duas partes polar/apolar, e quebra as moléculas do óleo e a água as carrega.

É possível perceber por meio dos exemplos dados das legendas que em todos os passos da SEI organizada pela professora houve uma lógica de ideias que foram sendo incorporadas ao cognitivo dos educandos, levando-os a compreenderem os conceitos científicos relacionados a polaridade e solubilidade das soluções. Esse fato demonstra que “o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer” (VYGOTSKY, 1991, p. 61).

**Na etapa 7** aconteceu a contextualização social do conhecimento. Esse foi um momento muito importante em relação ao nível profundo de interações sociais e das mediações que ocorreram entre professora e alunos. Todos os alunos participaram dentro da sala de aula, contando algum exemplo de caso de poluição por esgotos próximos as suas casas. Posteriormente, os alunos em grupos, apresentaram para toda a escola o que aprenderam através de exposições orais, cartazes e maquetes. Antes da realização das

apresentações, a professora orientou os grupos assistindo antecipadamente as apresentações duas vezes. Percebemos aí, mais uma vez o papel de mediação realizado pela professora, pois ela orientou os alunos nos grupos, analisando as suas dificuldades, atuando na ZDP e consolidando o conhecimento real que eles precisariam ter para falar às pessoas da escola quando fossem apresentar seus trabalhos.

Durante as apresentações, os alunos também puderam aprender através do processo de interação social com os outros alunos e demais pessoas que os assistiram. Esse foi um momento ímpar de interações discursivas que ocorreu na SEI, pois os alunos puderam dizer “a sua palavra”, ou seja, o que concluíram pessoalmente do assunto que estudaram e de que forma esse conhecimento mudou a forma com eles percebem a realidade e com ela interagem. Esse evento foi conclusivo dentro do processo dialógico que desenvolvemos na sequência de aulas, pois “o importante, do ponto de vista de uma educação libertadora, e não “bancária”, é que [...] os homens se sintam sujeitos de seu pensar, discutindo o seu pensar, sua própria visão do mundo, manifestada implícita ou explicitamente, nas suas sugestões e nas de seus companheiros” (FREIRE, 1987, p. 69)

Essa também foi uma oportunidade de divulgação da cultura científica para toda a comunidade escolar, “assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas” (VYGOTSKY, 1991, p.61). Sasseron e Souza (2019) defendem que as práticas científicas quando transpostas para situações cotidianas podem auxiliar em processos de tomada de decisões e de posicionamento do sujeito frente a questões diversas. Os autores ainda afirmam que:

o desenvolvimento de atividades investigativas em sala de aula permite aos alunos o desenvolvimento de liberdade intelectual para que os processos de construção de explicações e de modelos explicativos sejam por eles realizados com ajuda do professor e em contato com os colegas, com os materiais e com os conhecimentos que já possuem (SASSERON; SOUZA, 2019, p. 140).

**A etapa 8** ocorreu de maneira contínua e possibilitou à professora fazer os ajustes necessários nas etapas posteriores e assim intervir de forma mediadora no processo de desenvolvimento cognitivo de seus alunos de acordo com o Desenvolvimento Potencial que estes demonstravam ter nas etapas anteriores à próxima que seria realizada. E assim, ocorreu um processo contínuo de mediação pedagógica durante todas as etapas de realização da SEI. Acreditamos que se essa mediação não tivesse existido, a maioria dos alunos não teria conquistado autonomia para realizar as apresentações finais para toda a escola. Segundo

Oliveira (2010, p.80) “para desenvolver-se plenamente como ser humano, o homem necessita, assim dos processos de aprendizagem que movimentarão seus processos de desenvolvimento”.

## **5 Considerações Finais**

Por meio da análise da aplicação da SEI dentro da perspectiva da Teoria de desenvolvimento proposta por Vygotsky (1991) e da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire (1987) percebemos que a postura dialógica e mediadora adotada pela professora foram fundamentais para que o processo de ensino-aprendizagem se concretizasse. As etapas da SEI foram planejadas de acordo com a evolução dos alunos em cada momento, considerando-se a sua Zona de Desenvolvimento Proximal.

O papel de mediação pedagógica que o professor exerce é decisivo no processo de desenvolvimento cognitivo dos alunos dentro da escola, pois ele tem uma visão global de todas as etapas que devem ser seguidas para que determinado conteúdo seja apreendido dentro de uma sequência de aulas por ele planejadas. A proposição de SEIs permite que se desenvolva um ensino problematizador que possibilita os alunos vivenciarem práticas científicas e assim, a pensar de maneira científica. Dessa maneira, aplicando-se a proposta do ensino investigativo à luz da teoria de Vygotsky, percebemos o quanto ela ainda é atual e permite compreender os processos de desenvolvimento dos alunos dentro da escola por meio da mediação pedagógica realizada pelo professor. O processo de mediação pedagógica pode modificar o ambiente dentro da escola, tornando-o mais acolhedor e interessante para os alunos, despertando o interesse pela Ciência e promovendo maior engajamento dos alunos, de modo que se envolvam nas aulas de maneira livre e não coercitiva.

Assim, de acordo com Ribeiro (2007), o professor por meio de sua postura mediadora pode "trabalhar com o ambiente e a experiência dos alunos e conseguir que cheguem à construção de conhecimentos através da interferência nesse ambiente dispondo de elementos e atividades". Dessa maneira, o professor por meio da mediação e da dialogicidade promove um clima de criatividade e democracia, criando em sua sala de aula um ambiente propício ao processo de ensino-aprendizagem. Agindo assim, o professor permite que os alunos tornem-se sujeitos ativos no seu processo de desenvolvimento.

## 6 Referências Bibliográficas

- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316 p.
- CARVALHO, A. M. P. de. Um ensino fundamentado na estrutura da construção do conhecimento científico. **Scheme -Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genética**. v. 9, Número Especial, p. 131-158. 2017.
- DE LA TAILLE, Y.; OLIVEIRA, M. K.; DANTAS, H. **Piaget, Vygotsky, Wallon**: teorias psicogenéticas em discussão. São Paulo: Summus, 1992, p. 23-34.
- FÁVERO, M. H. **Psicologia & Conhecimento**. Subsídios da psicologia do desenvolvimento para a análise do ensinar e aprender. Brasília: Editora UnB, 2014, p. 185-230.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17e. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GIL PÉREZ, D.; VALDÉS CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 2, p. 155-163.
- GEHLEN, S.T.; AUTH, M. A.; AULER, D. Contribuições de Freire e Vygotsky no contexto de propostas curriculares para a Educação em Ciências. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v.7, n.1, p. 65-83, 2008.
- LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 8-9 jun., 2001.
- MOURA, E. A.; MATA, M. S. da; PAULINO, P. R. V.; FREITAS, A. P.; MOURÃO JÚNIOR, C. A.; MÁRMORA, C. H. C. Os Planos Genéticos do Desenvolvimento Humano: A Contribuição de Vygotsky. **Revista Ciências Humanas - Educação e Desenvolvimento Humano**. UNITAU, Taubaté/SP - Brasil, v. 9, n 1, edição 16, p. 106 - 114, Junho 2016.
- OLIVEIRA, M. K. de. **Vygotsky**: Aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio histórico. São Paulo: Scipione, 2010, p.58-81.
- PLACCO, V M. **Psicologia e Educação**. Revendo Contribuições. São Paulo: EDUC, 2000, p.33-61.
- RIBEIRO, E. da C. **A prática pedagógica do professor mediador na perspectiva de Vygotsky** (Dissertação). Rio de Janeiro, 2007, p. 30-38. Disponível em: <http://www.avm.edu.br/monopdf/6/ELIZABETH%20DA%20CRUZ%20RIBEIRO.pdf>.
- Acesso: 23/10/2018.
- SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da



abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da Educação Brasileira.

**Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n.2, p. 133-162, 2002.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e Escola. **Revista Ensaio**, v.17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015.

SASSERON, L. H.; SOUZA, T. N. de. O engajamento dos estudantes em aula de Física: apresentação e discussão de uma ferramenta de análise. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.24, n.1, pp. 139-153, 2019.

SPERANDIO, M. R. da C.; ROSSIERI, R. A.; ROCHA, Z. F. D.; GOYA, A. O Ensino de Ciências por Investigação no processo de Alfabetização e letramento de alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências** v.12, n.4, p. 1-17. 2017.

TELECURSO2000 - **Aula 43/50** - Química - Como o Detergente Tira a Gordura. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=l4pfzIbyExE>. Acesso em 01/04/2018.

TELECURSO2000 - **Aula 44/50** - Química - Diferença Sabão e Detergentes, Água Dura. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eBimdh9HmF8>. Acesso em 01/04/2018.

VIECHENESKI, J. P.; CARLETTO, M. Por que e para quê ensinar Ciências para crianças. **R. Bras. de Ensino C&T**. v.6, n.2, p. 213-227, mai-ago. 2013.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. Rio de Janeiro, RJ: Martins Fontes, 1991, p.53-61.

**APÊNDICE 1– Produto Educacional**



**MESTRADO PROFISSIONAL EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS**

**Produto Educacional**  
**Sequência de Ensino Investigativa (SEI):**  
**Polaridade e Solubilidade das Soluções Para o Ensino Médio**

Mestranda: Emília Fádua Sued Paulino  
Orientadora: Profa. Dra. Mirley Luciene dos Santos

Anápolis-GO | 2020

# SAUDAÇÕES



## Saudações Professor/a (a)! Que bom que você está lendo esse material!

Q

uerido amigo (a) professor/a (a) de Química, este livreto é resultado de um árduo trabalho de pesquisa desenvolvido com o intuito de proporcionar a você a oportunidade de ter uma proposta de material didático que seja acessível e ao mesmo tempo atraente e inovador. Esperamos que ele se constitua em uma fonte de pesquisa para o planejamento de suas aulas e que possa ampliá-las e enriquecê-las de forma a torná-las cada vez mais atrativas e empolgantes tanto para você quanto para seus alunos.

Após anos de trabalho no ofício docente, nós, como autoras desse material percebemos a falta de material didático investigativo que proponha atividades que mobilizam a atenção dos alunos com atividades que possam ser feitas por eles de forma autônoma e mediada pela ação do professor. Por isso idealizamos essa Sequência de Ensino que contempla algumas atividades investigativas para a disciplina de Química ministrada no Ensino Médio.

O material didático apresentado procura articular o ensino de Química, as contribuições da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire e o Ensino por Investigação. Para colocar em prática em sala de aula a abordagem metodológica construída por meio dessa combinação optamos pelo uso de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). A SEI é um conjunto de aulas organizadas de forma dinâmica que propõe um caminho a ser seguido para que o aluno solucione um problema que permite o entendimento de um conceito, teoria ou conjunto de informações que fazem parte do conteúdo que o professor/a está desenvolvendo em sala de aula.

Ela deve ser aplicada tendo em vista a postura mediadora do professor/a que se fundamenta na teoria de aprendizagem proposta por Vygotsky. Esse tipo de postura dialógica e mediadora significa que o professor/a participa ativamente da aula problematizando cada etapa, conduzindo os alunos de forma a fazê-los percorrer o caminho proposto pela SEI de maneira autônoma, mas organizada, respeitando o ritmo de todos os participantes e promovendo debates críticos sempre que necessário para instigar a participação coletiva de forma ativa.

Sugerimos que para melhor compreensão da proposta e de sua fundamentação teórica seja feita uma boa leitura dos tópicos a seguir.

Desejamos um bom proveito da proposta! Sucesso!

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA PERSPECTIVA DA PEDAGOGIA LIBERTADORA DE PAULO FREIRE E DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO .....</b>	<b>11</b>
2	A MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA DE VYGOTSKY DURANTE A APLICAÇÃO DA SEI.	15
3	A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI).....	17
3.1	Etapas da SEI.....	18
3.1.1	Identificar os conhecimentos prévios dos alunos para iniciar os novos .....	18
3.1.2	Procedimento experimental .....	19
3.1.3	Proposição do problema .....	21
3.1.4	Resolução do problema .....	22
3.1.5	Sistematização coletiva do conhecimento .....	23
3.1.5.1	Sistematizando o conhecimento: o processo de solubilização do óleo em água na presença de detergente.....	24
3.1.6	Sistematização individual do conhecimento .....	29
3.1.7	Contextualização social do conhecimento.....	29
3.1.8	Avaliação .....	29
4	RECOMENDAÇÕES FINAIS.....	31
5	REFERÊNCIAS .....	33

# 1

## A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA PERSPECTIVA DA PEDAGOGIA LIBERTADORA DE PAULO FREIRE E DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

**Q**ual a compreensão de Alfabetização Científica (AC)? De acordo com Lorenzetti e Delizoicov (2001, p.8-9) a AC pode ser compreendida “[...] como o processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade”. Essa alfabetização pode e deve ser iniciada desde a entrada do aluno no espaço escolar, garantindo a sua inserção à cultura científica. Ela é ainda, imprescindível nos dias atuais, pois nossa sociedade está cada vez mais tecnológica e por isso as pessoas necessitam compreender as bases teóricas dessa tecnologia que repousam nos conhecimentos acumulados pela Ciência no decorrer dos séculos. Daí vem a necessidade de se ensinar Ciências de maneira contextualizada, pensando nas aplicações práticas dos conhecimentos pelos indivíduos na sociedade atual.

*Quais habilidades pretendidas para um cidadão alfabetizado cientificamente?* Entre as habilidades pretendidas estariam, por exemplo: entender uma notícia que cita assuntos relacionados à novas descobertas científicas, compreender uma bula de medicamento, saber alimentar-se e exercitar-se corretamente, beber água limpa, ter higiene pessoal,



relacionar os movimentos da terra com a duração do dia e da noite e com as estações do ano, entre outros temas como estes que fazem parte de atividades corriqueiras que relacionam-se à aplicação de conhecimentos científicos no ritmo diário de vida do ser humano. Isso é entender Ciência e aplicá-la ao cotidiano.

Frente a importância de que todo cidadão esteja engajado em seu processo de Alfabetização Científica, o ensino de Química desenvolvido no ensino médio deve ser direcionado para que isso aconteça. Escola e professores devem reestruturar suas práticas para que a pedagogia tradicional seja mesclada com outras propostas mais ativas e dialógicas de ensino.

*Qual a contribuição da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire para a AC?* Nessa perspectiva há a possibilidade de um ensino centrado na problematização e na dialogicidade que são as propostas da Pedagogia Libertadora de Paulo Freire, claramente antagônicas ao ensino tradicional. Essa educação libertadora além de estar fundamentada na *problematização*, também se relaciona ao diálogo entre aluno e professor/a que conversam a fim de desenvolverem juntos o processo de construção do conhecimento em sala de aula. O ensino de Química desenvolvido no Ensino Médio pode se beneficiar da proposta de ensino dialógico de Paulo Freire, pois através de conversas mediadoras em sala de aula o professor/a pode mostrar aos alunos que na realidade as Ciências fazem parte do cotidiano das pessoas. Outro ponto positivo do diálogo é que ao falar com o aluno e ouvi-lo, o professor/a aproxima-o do conhecimento científico, pois as conversas mediadas pelo professor/a sobre o tema das aulas são também uma forma de ensinar Química de forma mais dinâmica.

*Como trabalhar de forma dialógica e problematizada?* Para implantar esse tipo de *abordagem* é preciso que o professor/a planeje detalhadamente suas aulas e crie estratégias de atividades que promovam a investigação de assuntos relacionados com os conteúdos. Nessa proposta de Ensino por Investigação, o professor/a não oferece respostas prontas para os alunos, mas cria caminhos para que os alunos pensem de forma ativa e cheguem ao ponto de construir seus próprios conceitos científicos através da realização de aulas experimentais, debates, trabalho em grupos, leituras, visitas a locais relacionados com o assunto da aula, videoaulas, conversas informais

direcionadas pelo professor/a sobre o tema em estudo etc.

Vários são os autores que tem pesquisado a respeito dessa abordagem didática de Ensino por Investigação, mas este livreto fundamenta-se nos estudos da autora Ana Maria Carvalho (2013) que propõe uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) que é uma forma de aplicação prática desse tipo de abordagem. A SEI sugerida por essa autora é estruturada em três etapas: “o problema”, “a sistematização dos conhecimentos” e a “contextualização dos conhecimentos”, cada etapa sendo executada por meio do desenvolvimento de algumas atividades.

[...] uma Sequência de Ensino Investigativa deve ter algumas atividades chaves: na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e dê condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático [...] após a resolução do problema, [há] uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. Essa sistematização é feita preferivelmente através da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relatado no texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois nesse momento eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social (CARVALHO, 2013,p.9).

Os passos da SEI sugeridos nesse livreto seguem o proposto por Sperandio et al. (2017), que são: i. Identificar os conhecimentos prévios dos alunos para iniciar os novos, ii. proposição do problema e levantamento das hipóteses, iii. resolução do problema, iv. sistematização coletiva do conhecimento, v. sistematização individual do conhecimento, vi. contextualização social do conhecimento e vii. Avaliação.





## 2

### A MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA DE VYGOTSKY DURANTE A APLICAÇÃO DA SEI

Durante o desenvolvimento das pesquisas que originaram esse material percebemos que ainda que o Ensino por Investigação se configure em uma abordagem de ensino centrada em atividades a serem realizadas pelos alunos durante as aulas, a participação do professor/a que efetivamente entenda o processo de construção de novos conhecimentos na estrutura cognitiva do aluno é essencial para o sucesso do processo. Daí a necessidade de abordarmos aqui uma teoria psicopedagógica que fundamenta esse entendimento.

Na Teoria Sócio-Histórica de Lev Semenovic Vygotsky (1991) encontramos um ponto de conciliação que nos permite entender por que o professor/a deve ter uma postura mediadora durante a aplicação da SEI. Ou seja, o professor/a deve realizar intervenções planejadas buscando intervir na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos alunos, ajudando-os a alcançar novas etapas em seu processo de desenvolvimento.

A ZDP está entre o conhecimentos/habilidades que o aluno possui ou consegue realizar sozinho (desenvolvimento real) e aqueles conhecimentos/habilidades que o aluno consegue entender ou realizar com o apoio de um adulto, colega mais experiente ou o próprio professor/a (desenvolvimento potencial).

Conforme Carvalho (2017):

Vygotsky ao discutir a construção do conhecimento e de habilidades dentro das ZDP, volta sempre ao papel desempenhado pelo adulto mostrando a necessidade deste auxílio. O que propomos é que seja o professor/a o mediador desse processo auxiliando o desenvolvimento intelectual dos alunos em um processo de aprendizagem (CARVALHO, 2017, p.139).

A Pedagogia Libertadora de Paulo Freire também pode ser relacionada com a teoria de desenvolvimento de Vygotsky, pois ambos os teóricos ressaltam a importância da participação do ambiente social no processo de aprendizagem do indivíduo. Em relação aos novos papéis de alunos e professores nesse processo, ressaltamos o papel do professor/a de mediador entre o aluno e o conhecimento, por meio de um planejamento de aulas que conduza o aluno diante das situações de aprendizagem propostas. De acordo com Vygotsky (1991, p. 61) “o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer” (VYGOTSKY, 1991, p.61).

Dessa maneira, aluno e professor/a devem atuar juntos de forma dialógica no processo de aplicação da SEI: o aluno não deve mais se colocar na posição de ouvinte de aulas expositivas, tornando-se sujeito em seu processo de Alfabetização Científica e participando ativamente das propostas investigativas planejadas e direcionadas pelo professor.



# 3

## A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI)

A SEI foi elaborada para ser utilizada no 2º ano do Ensino Médio, no entanto, antes que ocorra a sua aplicação é altamente recomendável que você, professor/a, realize uma revisão de alguns assuntos de Química que geralmente são trabalhados no 1º Ano do Ensino Médio como:

- Ligações químicas com ênfase na ligação covalente,
- Eletronegatividade e polaridade das ligações em moléculas,
- Geometria molecular,
- Interações intermoleculares,
- Polaridade e solubilidade.

A revisão poderá ter entre 2 a 4 aulas de 50 minutos ou até mais, pois o número de aulas dependerá do nível de conhecimentos que a turma já possui desses assuntos. Ela se faz necessária principalmente porque garantirá que os alunos entendam com clareza as atividades propostas na SEI e consigam participar de cada uma de suas etapas.

## **Etapas da SEI**

### **3.1.1 Identificar os conhecimentos prévios dos alunos para iniciar os novos**

O diagnóstico inicial dos conhecimentos prévios dos alunos é feito por meio de uma atividade escrita, em que é apresentado um conjunto de questões abordando o tema dispersões, polaridade e solubilidade das soluções (Apêndice 1). É importante que você professor/a esteja atento aos alunos durante todo o período em que eles estiverem resolvendo a atividade. Nesse momento, não tire dúvidas ou explique novamente o conteúdo que já foi anteriormente revisado, mas sim oriente a resolução, observando se os alunos compreenderam corretamente a proposta de cada questão. O tempo de aplicação desse questionário é de uma aula de 50 minutos e não é aconselhável que se permita que os alunos consultem materiais de pesquisa ou terminem a atividade em casa, pois isso não revelaria os conhecimentos reais dos alunos. Se julgar necessário, você poderá retirar algumas questões, sendo que as mais importantes são as questões de número 4, 5, 6 e 7. É importante ter flexibilidade, pois cada turma tem as suas especificidades por isso podem ser feitas adaptações, mas sem perder o foco da questão principal da solubilidade da água, do óleo e do detergente.

Sugere-se que a correção seja feita em outro local e data sem a presença dos alunos, pois será por meio deste diagnóstico inicial que você perceberá quais conhecimentos os alunos já possuem sobre o assunto e assim comparar as respostas dessa atividade com as das outras atividades da SEI para então concluir se houve aprendizado de novos conceitos durante esse processo.

Após esse momento feito a parte, volte à sala de aula e converse com os alunos de maneira geral sobre os conhecimentos iniciais que foram evidenciados pelas respostas dadas por eles. Durante esse comentário, não responda ou corrija as questões, pois se você fizer isso a proposta da atividade investigativa perde o sentido. Durante os comentários alguns alunos com certeza irão se manifestar e haverá posições diferentes, mas você não deve se posicionar, mas apenas mediar as falas dos alunos evitando assim que o assunto seja esgotado. É necessário problematizar o assunto que irá sendo esclarecido nas etapas posteriores da SEI. Comente cada



questão oralmente, sem, contudo, apresentar aos alunos a solução para o problema da solubilidade entre água, sabão e óleo. O tempo previsto para esses comentários é de uma aula de 50 minutos.

### 3.1.2 Procedimento experimental

Os materiais a serem utilizados nos experimentos deverão ser providenciados com antecedência. Cabe ao professor/a solicitar ao grupo gestor da escola ou combinar com os grupos de alunos as responsabilidades de cada integrante. É recomendável que cada grupo tenha seu próprio material para evitar atrasos e dificuldades de compartilhamento que podem surgir entre os grupos causando disputas que tragam distrações que não conduzem ao processo de aprendizagem.

O local em que os procedimentos experimentais serão realizados deverá ser organizado antecipadamente. Para os experimentos, copos plásticos poderão substituir os béqueres. O descarte dos “reagentes” pode ser feito em lixo comum, devidamente acondicionado em saco plástico.

O procedimento experimental, como um todo, deve ser supervisionado pelo professor/a para garantir que os procedimentos realizados pelos alunos finalizem dentro do tempo previsto. A proposta de realização dos procedimentos visando otimizar o tempo e economizar material é que seja desenvolvido em grupos de 4 alunos, sendo que cada um dos integrantes do grupo poderá realizar um dos procedimentos. A seguir são descritos os materiais necessários e a sequência para o desenvolvimento dos procedimentos experimentais:

*Você irá precisar de:* 4 béqueres de 250ml contendo água de torneira até 150ml, sal, óleo de soja, areia e álcool etílico, detergente de lavar louças, colheres de plástico.

*Como fazer:*



**Procedimento 1** – adicionar uma colher de sal no béquer  
1 contendo água



**Procedimento 2** – adicionar uma colher de areia no béquer  
2 contendo água



Todos os béqueres devem ser agitados com colheres de plástico após terem sido acrescentados os “reagentes”. No béquer 4, após a adição do óleo e a observação dos alunos de que a água e o óleo não se misturam deve-se adicionar também detergente de lavar louças.

Uma sugestão de roteiro é utilizar a ficha do procedimento experimental como forma de guiar o processo e controlar o tempo. É importante ter paciência com a execução do procedimento experimental, pois os alunos geralmente ficam eufóricos e demoram a realizar os procedimentos. Incentive os alunos a responder a ficha durante a execução dos procedimentos e se possível promova entre os grupos um debate de ideias durante a resolução de cada questão. Faça a mediação do processo, mas não opine nas conclusões dos alunos.

A respeito dos sistemas formados após todos os procedimentos terem sido realizados pelos grupos você poderá fazer os seguintes questionamentos:

**Quais sistemas são homogêneos? Quais são heterogêneos?  
Quais são soluções? Qual é uma suspensão? Há algum coloide?**

Os alunos apresentarão suas conclusões oralmente e por escrito na ficha para relatório de experimento.

O tempo previsto para a realização de todos os procedimentos experimentais e da resolução da ficha até a questão de número 4 é uma aula de 50 minutos. Se preferir é possível retirar a questão 5 da ficha experimental e utilizá-la somente na etapa da proposição do problema.

### **3.1.3 Proposição do problema**

Em relação ao quinto sistema (água, detergente e óleo), os alunos observaram que a adição do detergente fez com que o óleo e a água se misturassem. Nesse momento você deverá propor aos alunos o problema: Como o detergente conseguiu misturar água e óleo?

Promover um curto debate, oportunizando a palavra a cada um dos grupos para que um ou mais integrantes de cada grupo falem as suas conclusões e socializem com a turma. Tenha cuidado para não dar a resposta ao problema e nem favorecer o grupo que eventualmente esteja no caminho certo. Ouça os grupos e faça a mediação das falas dando tempo suficiente para que todos se expressem. Nesse momento é importante estimular os alunos a elaborarem e discutirem suas hipóteses sobre o fenômeno observado.

Feche o momento de debate e peça aos alunos para se sentarem em grupo e produzirem um texto com as conclusões do grupo a respeito da solubilização do detergente, água e óleo.

#### **3.1.4 Resolução do problema**

Os alunos reunidos em grupos de quatro integrantes apresentarão as suas hipóteses sobre a solubilização da água em óleo na presença do detergente. O esperado é que todos os grupos consigam perceber que essa solubilização ocorre devido à polaridade das moléculas e as interações intermoleculares. Relembrando que os conteúdos necessários para que os grupos cheguem a essa conclusão já foram explicados por você professor/a no momento da revisão inicial sugerida antes da aplicação da SEI. A situação de análise proposta apenas se configura em um exemplo de solubilidade possível de ser entendido diante dos conhecimentos que os alunos teoricamente deveriam ter diante dos estudos realizados.

Cada grupo produzirá um texto com a explicação do processo de solubilização de água, óleo e detergente. A produção do texto é a resolução da questão 5 do relatório de aula experimental (Apêndice 2).

O tempo previsto para a realização dessas duas últimas etapas (proposição e resolução do problema) também é de uma aula de 50 minutos. É também possível que você utilize duas aulas de 50 minutos caso perceba que seja necessário. Nesse caso ficaria uma aula para o debate e uma aula para a produção de texto a seu critério.

### 3.1.5 Sistematização coletiva do conhecimento

Esse é um momento muito importante da SEI, pois nele os alunos que ainda não compreenderam bem o assunto e não conseguiram solucionar satisfatoriamente o problema poderão finalmente entender por que ocorre a solubilização do óleo em água após ter sido acrescentado o detergente.

Sugere-se a exibição de um vídeo que mostre a ação dos detergentes para “remover a gordura”. O vídeo sugerido nessa SEI é exibido nas aulas de Química do Programa Telecurso2000 (Telecurso2000–Aula 43–Química–Como o Detergente Tira a Gordura). Esse vídeo está disponível no *youtube* e pode ser baixado gratuitamente ou acessado *online*, caso a escola tenha internet disponível nas salas de aula.

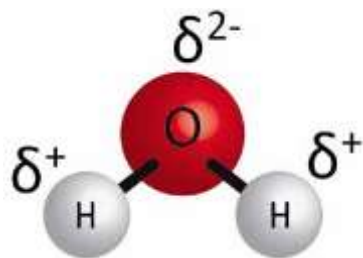
Existem várias maneiras de dar continuidade à aula após a exibição do vídeo. Uma delas pode ser utilizar o próprio vídeo pausando e mostrando as imagens, explicando e sempre oportunizando para que os alunos questionem ou complementem as suas falas. Outra maneira pode ser um momento de aula dialogada que você poderá explicar o processo de solubilização aos alunos utilizando um texto escrito para sistematizar o conhecimento, ficando a seu critério elaborar o texto ou utilizar algum material de livros didáticos ou internet que tragam esse assunto. No final deste texto apresentamos algumas sugestões de livros didáticos contendo explicações e imagens. Outra sugestão é que você devolva a ficha de diagnóstico inicial para os alunos e utilize-a para mostrar as imagens da estrutura espacial das moléculas da água, do óleo e de detergente ou se preferir, use o projetor multimídia (*Datashow*) para exibir as imagens das três moléculas.

Independente da forma que você escolher para dar continuidade a SEI é importante seguir uma certa organização. Fale sobre cada molécula ressaltando suas características peculiares, como os tipos de átomos presentes, ligação química entre os átomos, polaridade das ligações e da molécula, interações intermoleculares e solubilidade. Comece pela molécula da água e dê prosseguimento com a molécula de óleo e com a molécula de detergente, e por último, explique as interações intermoleculares que ocorrem entre as três juntas que justificam o processo de solubilização. O tempo previsto para a exibição do vídeo e o fechamento com a explicação é de uma aula de 50 minutos.

A seguir apresentamos um breve comentário sobre o processo de solubilização da água e do óleo na presença do detergente. Neste texto propomos uma sugestão de como explorar o tema com seus alunos após a exibição do vídeo. Você também poderá utilizá-lo como um texto de sistematização do conhecimento para entregar aos alunos, caso queira.

### 3.1.5.1 Sistematizando o conhecimento: o processo de Solubilização do óleo em Água na Presença de Detergente

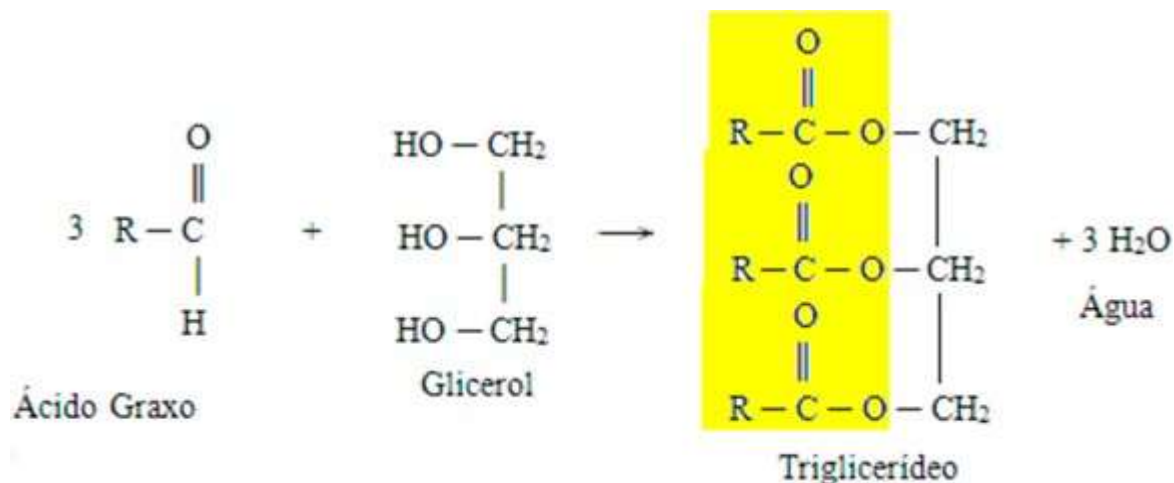
Ao nos depararmos com o modelo da estrutura da molécula da água é possível perceber que ela possui um átomo de Oxigênio e dois de Hidrogênio. Essa molécula forma-se através de ligação covalente e isso significa que há um compartilhamento de pares de elétrons pelos dois átomos. Como o Oxigênio é mais eletronegativo do que o Hidrogênio, esse elemento irá atrair mais fortemente o par de elétrons criando uma região com densidade de carga negativa ( $\delta^-$ ) no átomo de oxigênio que fica com maior concentração de elétrons ao seu redor. Como os elétrons da ligação covalente estão mais longe dos átomos de Hidrogênio, este átomo fica com uma densidade de carga positiva ( $\delta^+$ ) ao seu redor. Desse modo dizemos que a ligação entre o Hidrogênio e o Oxigênio é *polar*, pois ocorre a formação de um polo positivo e um polo negativo nas extremidades da molécula (Figura1).



**Figura 1** – Molécula da Água. Fonte: [alunosonline.uol.com.br](https://alunosonline.uol.com.br). Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/quimica/tensao-superficial-agua.html>. Acesso em março de 2018.

Quando duas moléculas ou mais moléculas de água se encontram elas se atraem mutuamente em seus polos opostos, ou seja, o átomo de Oxigênio de uma molécula de água atrai o átomo de Hidrogênio de outra molécula de água. Assim se forma uma espécie de “rede” entre as moléculas de água com todas interligadas mutuamente, fato que justifica várias propriedades da água, como a tensão superficial, por exemplo. A interação intermolecular que ocorre entre as moléculas de água é muito forte e chama-se *ligação de hidrogênio*, que é um tipo de dipolo permanente-dipolo permanente que ocorre entre moléculas polares. Como a molécula de água é polar, ela se solubiliza em outras substâncias que também são polares como ela.

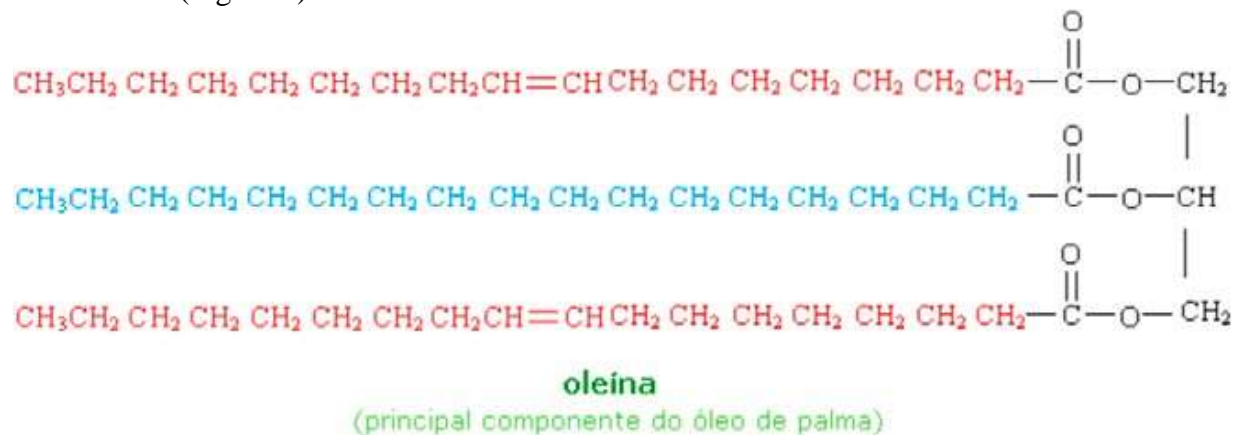
Os óleos, como o de soja utilizado no experimento, pertencem a um grupo de compostos chamado de *lipídeos*. O óleo de soja faz parte da classe dos lipídeos chamados de triglicerídeos, que são formados a partir de uma reação e esterificação entre uma molécula de glicerol (álcool) e três moléculas de ácidos graxos (ácidos carboxílicos com mais de onze carbonos) (Figura 2).



**Figura 2** – Reação de Esterificação. Fonte:mundoeducacao.bol.uol.com.br.Disponível em<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/reacoes-esterificacao.htm>. Acesso em janeiro de 2020.



A molécula de oleína, extraída do óleo de palma, é um exemplo de triglicerídeo que foi utilizado na ficha de diagnóstico inicial dos alunos (Figura 3).



26

27

**Figura 3** – Molécula de Oleína. Fonte: fcfar.unesp.br. Disponível em: [http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/introducao\\_lipidios/introducao\\_lipidios.htm](http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/introducao_lipidios/introducao_lipidios.htm).

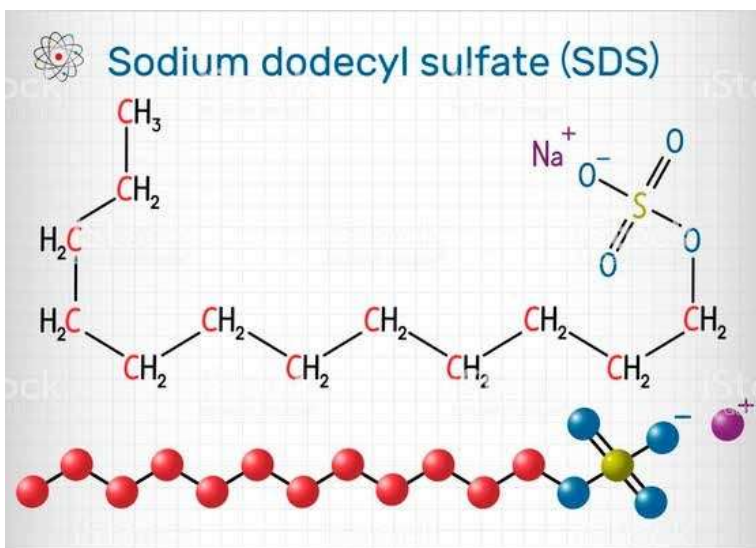
Acesso em março de 2018.

Observando a figura da estrutura da oleína é possível perceber que ela possui um longo encadeamento de átomos de Carbono e Hidrogênio e alguns de oxigênios posicionados no lado direito formando o grupo funcional que caracteriza a função orgânica éster. Todos os átomos estão unidos através de ligações covalentes e a molécula é *apolar*, sendo que o tipo de interação intermolecular que ocorre entre essas moléculas é fraca e chama-se forças de *dispersão de London* ou *dipolo instantâneo– dipolo induzido*. As moléculas de óleo são apolares como a oleína e por isso todas elas se solubilizam em outras moléculas apolares.

Então, como a molécula de água é polar e a molécula de óleo é apolar uma não consegue se solubilizar na outra devido a essa diferença de polaridade. Na verdade, algumas moléculas de óleo conseguem se solubilizar na água, mas como essa quantidade é muito pequena, costuma-se afirmar que não há solubilidade de água em óleo. O que impede a solubilização

do óleo na água é o fato que as moléculas de água se atraem e formam agrupamentos ligados muito fortemente e as moléculas de óleo não conseguem separar duas moléculas de água e ficar entre elas, pois as forças de dispersão de London são muito mais fracas do que as ligações de hidrogênio.

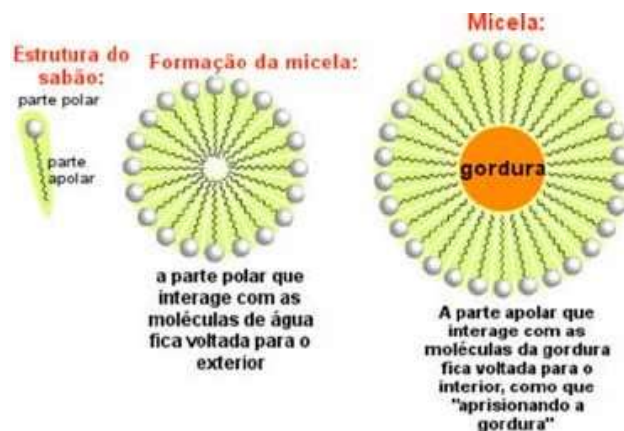
As moléculas de detergente e outros sabões de maneira geral apresentam duas extremidades com características diferentes. Uma das extremidades é formada por um encadeamento de átomos de carbono e hidrogênio ligados através de ligações covalentes, sendo apolar. E a outra extremidade apresenta um grupo iônico, ou seja, formado por um conjunto de átomos que formam um íon composto que pode ser positivo (detergente catiônico) ou negativo (detergente aniônico). Essa extremidade é polar devido à presença desse grupo iônico. A seguir é apresentada uma molécula de detergente muito comum, o lauril-sulfato de sódio (Figura4).



**Figura 4** – Lauril-sulfato de Sódio. Fonte: istockphoto.com/br Disponível em: <https://www.istockphoto.com/br/vetor/sulfato-do-dodecil-do-s%C3%B3dio-mol%C3%A9cula-do-lauril-sulfato-do-s%C3%B3dio-%C3%A9-um-surfactante-gm1156134528-314994370>. Acesso em janeiro de2020.

Veja que a molécula do detergente lauril sulfato de sódio apresenta uma extremidade apolar constituída por somente Carbono e Hidrogênio (esquerda) e outra extremidade polar onde está o grupo iônico sulfato de sódio (direita). As molécula dos detergentes apresentam então um caráter anfifílico, pois tem a capacidade de interagir tanto com moléculas polares quanto com moléculas apolares.

É devido ao seu caráter anfifílico que os detergentes conseguem solubilizar as moléculas de óleo na água. A parte polar do detergente interage com a molécula de água que também é polar e a parte apolar do detergente interage com o óleo que também é apolar. Inicialmente, a molécula de detergente “quebra” a molécula de gordura em pedaços menores e “captura” esses pedaços formando uma estrutura chamada micela, apresentada na figura 5.



**Figura 5** – Formação de Micela. Fonte: escolakids.uol.com.br Disponível em: <https://escolakids.uol.com.br/ciencias/como-o-sabao-funciona.htm>. Acesso em janeiro de 2020.

A gordura fica cercada por várias moléculas de detergente que interagem com ela pela sua extremidade apolar. Enquanto a água interage com as micelas devido a extremidade polar do detergente ficar na região exterior da micela.

### **3.1.5 Sistematização individual do conhecimento**

Após assistirem o vídeo e chegarem as conclusões finais sobre o processo de solubilização de óleo em água com a utilização do detergente, os alunos deverão realizar uma produção de texto com desenhos representativos de cada etapa do processo: os desenhos de cada molécula e dos passos do experimento (Apêndice 3).

### **3.1.6 Contextualização social do conhecimento**

Na próxima aula, organize os alunos em grupos, e entregue a eles notícias previamente selecionadas que tratam dos problemas trazidos à população pela poluição das águas por meio do esgoto doméstico que contenha detergentes. Peça aos alunos que leiam e debatam as notícias e depois elaborem cartazes com fotografias dos rios poluídos de seu município ou de outros rios do Brasil e do mundo. Em seguida cada grupo socializará o seu cartaz com a turma e o assunto deverá ser novamente debatido para propor possíveis soluções. O tempo previsto para a realização das leituras/ debates em grupo, elaboração dos cartazes e apresentações para a turma toda será de 1 aula de 50 minutos ou 2 aulas de 50 minutos cada, a critério do professor.

### **3.1.7 Avaliação**

A avaliação ocorrerá de maneira global e contínua. Deverá ser observado o interesse e o desempenho dos alunos em cada etapa: o trabalho em grupo durante a execução dos experimentos, o relatório dos experimentos, a produção de texto com as conclusões sobre a solubilidade de água, óleo e detergente, o relatório do vídeo e a apresentação dos cartazes para a turma.

É muito importante que o professor/a corrija todo o material entregue pelos alunos e dê a devolutiva para eles de seu desempenho que poderá ser determinado de forma objetiva através de notas diferenciadas de acordo com os “valores” de cada etapa e os acertos ou erros de cada um individualmente. Outra opção poderá ser também um modelo de avaliação subjetiva com base no interesse geral da turma com atribuição de nota para todos os que participaram e tiveram um claro envolvimento em todas as etapas do processo.



## 4 RECOMENDAÇÕES FINAIS

O trabalho em sala de aula com SEIs é muito interessante e desafiador tanto para os alunos quanto para o professor. Mas mesmo que haja entraves por causa de seu maior grau de complexidade em comparação com aulas expositivas comuns, você não deve deixar de executá-la pois os resultados são compensadores.

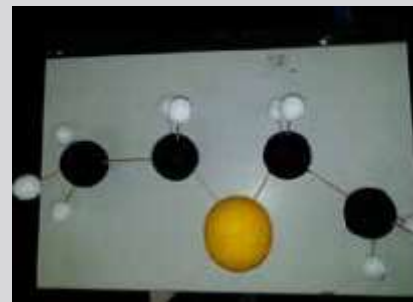
Há uma melhora no interesse dos alunos de maneira geral pelo estudo da disciplina Química e em relação aos conceitos trabalhados, ocorrendo um melhor entendimento do assunto pela turma como um todo.

No entanto, apesar de todos os benefícios decorrentes do uso dessa SEI é necessário que haja uma grande dedicação tanto do professor/a quanto dos alunos durante a sua aplicação. Ela requer um comprometimento contínuo do professor/a em mediar o processo e incentivar os alunos a terem interesse em participar de cada etapa. O tempo de aplicação da SEI incluindo as aulas de revisão é de aproximadamente um bimestre letivo e por isso muitas vezes os alunos ficam desmotivados em estudar o mesmo assunto, pois na visão deles está ocorrendo uma repetição. Cabe ao professor/a explicar aos alunos o processo como um todo e estar sempre disponível para ouvi-los, esclarecendo o caminho que está sendo trilhado.

Antes de iniciar a aplicação da SEI, sugere-se uma conversa com os alunos para explicar que eles participarão de um conjunto de aulas investigativas nas quais eles terão de mobilizar seus conhecimentos para resolver “sozinhos” um problema proposto sobre o conteúdo, mas com a mediação do professor. Essa conversa inicial é importante para que os alunos entendam a proposta do ensino por investigação e possam ser engajados pelo professor/a desde o início no processo investigativo. Para evitar possíveis dificuldades é necessário uma postura dialógica como sugerido pelo educador Paulo Freire.

Quanto à equipe gestora da escola, deve-se tê-la como parceira. Faz-se necessário esclarecer a ela com antecedência que será realizado um conjunto de aulas em que você e seus alunos assumirão posturas diferenciadas das habituais. Explique tudo o que ocorrerá e se possível entregue um cronograma aos gestores das etapas da SEI. Peça os materiais necessários se possível no início do ano letivo e agende os espaços que usará na escola com antecedência.

32



# 5

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. M. P. de. Um ensino fundamentado na estrutura da construção do conhecimento científico. **Scheme -Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genética**. v. 9, Número Especial, p. 131-158. 2017.

\_\_\_\_\_.O ensino de Ciências e a proposição de Sequências de Ensino Investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org); et al. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 129-152. 2013.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17e. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 8-9 jun., 2001.

SPERANDIO, M. R. da C.; ROSSIERI, R. A.; ROCHA, Z. F. D.; GOYA, A. O ensino de Ciências por Investigação no processo de Alfabetização e letramento de alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências** v.12, n.4, p. 1-17. 2017.