



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO

ROBSON ALMEIDA MONTEIRO DE FARIAS

**ANÁLISE DE UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA À LUZ DA TEORIA DA
FORMAÇÃO PLANEJADA POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS E DOS
CONCEITOS DE P. YA. GALPERIN PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA NO ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS DE PRECIPITAÇÃO**

Recife
2024

ROBSON ALMEIDA MONTEIRO DE FARIAS

ANÁLISE DE UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA À LUZ DA TEORIA DA
FORMAÇÃO PLANEJADA POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS E DOS
CONCEITOS DE P. YA. GALPERIN PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA NO ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS DE PRECIPITAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Pernambuco, campus Recife, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação.

Área de concentração: Educação.
Linha de pesquisa: Educação em Ciências.

Orientador: Prof^o Dr. Petronildo Bezerra da Silva

Recife

2024

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Farias, Robson Almeida Monteiro de.

Análise de uma Intervenção Pedagógica à Luz da Teoria da Formação Planejada por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos De P. Ya. Galperin para a Alfabetização Científica e Tecnológica no Ensino de Reações Químicas de Precipitação / Robson Almeida Monteiro de Farias. - Recife, 2024.

134f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Educação, Programa de Pós-graduação em Educação, 2024.

Orientação: Petronildo Bezerra da Silva.

1. Alfabetização Científica e Tecnológica; 2. Teoria de Galperin; 3. Formação das Ações Mentais; 4. Reação de Precipitação; 5. Intervenção Pedagógica. I. Silva, Petronildo Bezerra da. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

CDD 370



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Ata da defesa/apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Educação - CE da Universidade Federal de Pernambuco, no dia 19 de agosto de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Petronildo Bezerra da Silva - [Participação via videoconferência]

Prof. Dr. Alessandro Augusto de Barros Façanha - [Participação via videoconferência]

Prof.^a Dr.^a Ruth do Nascimento Firme - [Participação via videoconferência]

CANDIDATO AO GRAU DE MESTRE

Robson Almeida Monteiro de Farias - [Participação via videoconferência]

Dr. ALESSANDRO AUGUSTO DE BARROS FAÇANHA, UFRN

Examinador Externo à Instituição

Dra. RUTH DO NASCIMENTO FIRME

Examinadora Externa à Instituição

Dr. PETRONILDO BEZERRA DA SILVA, UFPE

Presidente

ROBSON ALMEIDA MONTEIRO DE FARIAS

Mestrando(a)

DEDICATÓRIA

À Maria do Carmo de Almeida, por todo cuidado e paciência.

Amo-te.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder força, sabedoria e resiliência durante toda a jornada de elaboração desta dissertação. Sua presença constante foi um alicerce inabalável em minha vida e me guiou em cada passo deste processo.

À minha mãe, meu mais sincero agradecimento pelo amor incondicional, apoio e incentivo ao longo de toda a minha trajetória acadêmica. Sou grato por nunca ter desistido de mim. A senhora, dedico este trabalho com todo o meu carinho e gratidão.

Ao meu pai, pelo cuidado e pela educação que me proporcionou ao longo da vida, meu sincero agradecimento. Obrigado por tanto. A você, dedico também este trabalho com muita gratidão e respeito.

Agradeço também ao meu orientador, pela orientação. Seu conhecimento e experiência foram essenciais para a realização desta pesquisa. Sua confiança em meu potencial foi um grande motivador para que eu superasse os desafios encontrados ao longo do caminho.

Aos meus amigos, que estiveram sempre presentes, oferecendo apoio emocional e me acolhendo nos momentos mais desafiadores. A amizade de vocês e compreensão foram um alento nos momentos de tensão e incerteza.

Aos meus colegas de trabalho, que, com compreensão e solidariedade, permitiram-me conciliar as demandas profissionais com os estudos. Agradeço a todos pela colaboração e pelas palavras de incentivo.

E, finalmente, aos meus alunos, que participaram ativamente deste estudo, contribuindo com seus conhecimentos e experiências. Sua dedicação e entusiasmo foram inspiradores e reforçaram em mim a importância da pesquisa e do ensino. Este trabalho é, em grande parte, fruto das interações e aprendizados que compartilhei com vocês. Gratidão.

A todos vocês, meu sincero agradecimento. Este trabalho é uma conquista coletiva, e sou imensamente grato por tê-los ao meu lado nessa jornada.

RESUMO

Esta pesquisa analisa as contribuições e limitações da Teoria da Formação das Ações Mentais e de Conceitos de P. Ya. Galperin no processo de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), com foco na temática da Reação de Precipitação. O objetivo é examinar as contribuições da Teoria de Galperin no desenvolvimento da Alfabetização Científica e Tecnológica por meio de atividades teóricas relacionadas à Reação Química de Precipitação. A dissertação apresenta uma fundamentação teórica sobre a Alfabetização Científica e Tecnológica no contexto brasileiro, destacando duas novas concepções: i) parâmetros para o desenvolvimento de conceitos científicos e ii) a ausência de contextos que envolvem a tecnologia em sua definição social, científica e sociocientífica. A pesquisa detalha a Teoria da Formação das Ações Mentais e de Conceitos de Galperin, que propõe etapas para a internalização de conteúdos, baseadas nas teorias de Leontiev e Vygotsky. A metodologia adotada é a de Intervenção Pedagógica, apresentando os impactos dos instrumentos de coleta de dados e uma análise da própria intervenção, que representa o Esquema da Base Orientadora Completa da Ação para identificar características de uma Reação Química de Precipitação. A discussão é dividida em duas partes: os efeitos da intervenção pedagógica e a descrição detalhada da intervenção. Nos resultados, destacam-se as concepções na Teoria de Galperin, incluindo a importância de contextos tecnológicos no desenvolvimento de conceitos científicos e a relevância da prática experimental no processo de aprendizagem. Além disso, a intervenção pedagógica baseada na Teoria de Galperin proporciona uma metodologia de ensino voltada para a independência do aluno por sua vez limita-se pela complexidade em elaboração das atividades das Etapas. Conclui-se a presença da ACT prática em todas as atividades propostas para o desenvolvimento das etapas de assimilação, enquanto a ACT cívica e cultural não se destacou nas atividades, sugerindo áreas para pesquisas futuras.

Palavras-chave: Alfabetização Científica e Tecnológica; Teoria de Galperin; Formação das Ações Mentais; Reação de Precipitação; Intervenção Pedagógica.

RESUMEN

Esta investigación analiza las contribuciones y limitaciones de la Teoría de la Formación de las Acciones Mentales y de Conceptos de P. Ya. Galperin en el proceso de Alfabetización Científica y Tecnológica (ACT), con un enfoque en la temática de la Reacción de Precipitación. El objetivo es examinar las contribuciones de la Teoría de Galperin en el desarrollo de la Alfabetización Científica y Tecnológica a través de actividades teóricas relacionadas con la Reacción Química de Precipitación. La disertación presenta una fundamentación teórica sobre la Alfabetización Científica y Tecnológica en el contexto brasileño, destacando dos nuevas concepciones: i) parámetros para el desarrollo de conceptos científicos y ii) la ausencia de contextos que involucren la tecnología en su definición social, científica y sociocientífica. La investigación detalla la Teoría de la Formación de las Acciones Mentales y de Conceptos de Galperin, que propone etapas para la internalización de contenidos, basadas en las teorías de Leontiev y Vygotsky. La metodología adoptada es la de Intervención Pedagógica, presentando los impactos de los instrumentos de recopilación de datos y un análisis de la propia intervención, que representa el Esquema de la Base Orientadora Completa de la Acción para identificar características de una Reacción Química de Precipitación. La discusión se divide en dos partes: los efectos de la intervención pedagógica y la descripción detallada de la intervención. En los resultados, se destacan las concepciones en la Teoría de Galperin, incluyendo la importancia de los contextos tecnológicos en el desarrollo de conceptos científicos y la relevancia de la práctica experimental en el proceso de aprendizaje. Además, la intervención pedagógica basada en la Teoría de Galperin proporciona una metodología de enseñanza orientada hacia la independencia del estudiante, aunque se ve limitada por la complejidad en la elaboración de las actividades de las Etapas. Se concluye que la ACT práctica está presente en todas las actividades propuestas para el desarrollo de las etapas de asimilación, mientras que la ACT cívica y cultural no se destacó en las actividades, lo que sugiere áreas para investigaciones futuras.

Palabras clave: Alfabetización Científica y Tecnológica; Teoría de Galperin; Formación de Acciones Mentales; Reacción de Precipitación; Intervención Pedagógica.

ABSTRACT

This research analyzes the contributions and limitations of P. Ya. Galperin's Theory of the Formation of Mental Actions and Concepts in the process of Scientific and Technological Literacy (STL), focusing on the topic of Precipitation Reaction. The objective is to examine the contributions of Galperin's Theory to the development of Scientific and Technological Literacy through theoretical activities related to Chemical Precipitation Reactions. The dissertation presents a theoretical foundation on Scientific and Technological Literacy in the Brazilian context, highlighting two new conceptions: i) parameters for the development of scientific concepts and ii) the absence of contexts involving technology in its social, scientific, and socio-scientific definitions. The research details Galperin's Theory of the Formation of Mental Actions and Concepts, which proposes stages for the internalization of content, based on the theories of Leontiev and Vygotsky. The adopted methodology is Pedagogical Intervention, presenting the impacts of data collection instruments and an analysis of the intervention itself, which represents the Complete Orienting Basis of Action Scheme to identify characteristics of a Precipitation Reaction. The discussion is divided into two parts: the effects of the pedagogical intervention and a detailed description of the intervention. The results highlight the conceptions in Galperin's Theory, including the importance of technological contexts in the development of scientific concepts and the relevance of experimental practice in the learning process. Moreover, the pedagogical intervention based on Galperin's Theory provides a teaching methodology aimed at student independence, though it is limited by the complexity in designing the activities of the stages. It is concluded that practical STL is present in all activities proposed for the development of assimilation stages, while civic and cultural STL did not stand out in the activities, suggesting areas for future research.

Keywords: Scientific and Technological Literacy; Galperin's Theory; Formation of Mental Actions; Precipitation Reaction; Pedagogical Intervention.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Diagrama, segundo os critérios do PRISMA, representando a amostragem dos artigos em cada estágio da nossa revisão sistemática.....	41
Figura 2 – Fluxograma da metodologia do tipo intervenção pedagógica.....	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Níveis de ACT a partir de Shen (1975) e de Bocheco (2011)...	33
Quadro 2 –	Relações entre etapas de compreensão de uma revisão sistemática e as categorias elaboradas nesta revisão sistemática.....	38
Quadro 3 –	Categorias de classificação dos artigos.....	42
Quadro 4 –	Artigos utilizados nesta Revisão Sistemática.....	44
Quadro 5 –	Etapas da Teoria de Formação das Ações Mentais e de Conceitos de P. Ya. Galperin.....	69
Quadro 6 –	Planejamento da Intervenção Pedagógica.....	79
Quadro 7 –	Relação entre as Etapas da Teoria de Galperin como Instrumentos de coleta de dados.....	83
Quadro 8 –	Caso problematizador para a elaboração da BOA.....	85
Quadro 9 –	BOA entregue aos alunos como suporte.....	86
Quadro 10 –	EBOCA para identificar Reação Química de Precipitação (Modelo do objeto e Modelo da ação).....	87
Quadro 11 –	Procedimentos para a atividade de materialização.....	89
Quadro 12 –	Respostas dos alunos à primeira questão da avaliação diagnóstica.....	93
Quadro 13 –	Respostas dos alunos à segunda questão da avaliação diagnóstica.....	95
Quadro 14 –	Respostas dos alunos à terceira questão da avaliação diagnóstica.....	96
Quadro 15 –	Respostas a questão problema “Que argumentos você usaria para explicar o que pode ser o sólido azul?” para a elaboração da BOA.....	98
Quadro 16 –	Respostas a questão problema “o sólido gelatinoso azul não afunda, mas fica entre a superfície e o fundo. Ao analisar essa situação, você acredita que houve uma transformação química?” para a elaboração da BOA.....	100
Quadro 17 –	Respostas a questão três para a elaboração da BOA.....	101
Quadro 18 –	Respostas à questão “Trata-se do mesmo tipo de	104

	transformação química? Se sim, qual?” para a concretização da etapa da materialização.....	
	Respostas à questão “Como os precipitados formados nas	
Quadro 19 –	reações entre os sais metálicos e o hidróxido de sódio podem ser identificados visualmente?” para a concretização da etapa da materialização.....	106
Quadro 20 –	Respostas à questão “Os precipitados formados são solúveis em água? Como isso influencia na sua identificação durante a reação de precipitação?” para a concretização da etapa da materialização.....	109
Quadro 21 –	Respostas à questão “Qual é o processo envolvido em uma reação de precipitação e como ele difere de outros tipos de reações químicas?” para a concretização da etapa da internalização.....	109
Quadro 22 –	Respostas à questão três para a concretização da etapa da internalização.....	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área de interesse envolvida nas investigações acerca de concepções de ACT nos artigos avaliados no período de 2013 até 2022, disponíveis na plataforma CAFe-CAPES.....	43
Tabela 2 – Tipos de artigos acerca das concepções de ACT publicados entre 2013 até 2022 na plataforma CAFe-CAPES.....	48
Tabela 3 – Foco dos artigos de levantamento de concepções de ACT publicados no período entre 2013-2022, disponíveis na plataforma CAFe-CAPES.	50
Tabela 4 – Apresentação de termos utilizados para alfabetização científica e tecnológica nos artigos avaliados no ensino de química.....	51
Tabela 5 – Valores (estaduais e municipais) do Saeb da EREF João Bento de Paiva.....	81

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO 1. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA: PARA ALÉM DA FORMAÇÃO CIDADÃ	23
1.1 SIGNIFICADOS, DIMENSÕES E BREVIDADE HISTÓRIA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA.....	24
CAPÍTULO 2. A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO ENSINO DE QUÍMICA: PERCEPÇÕES DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA (2013-2022) NO CONTEXTO BRASILEIRO	34
2.1 O CONCEITO DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA.....	52
CAPÍTULO 3. PIOTR YAKOVLEVICH GALPERIN E A TEORIA DA FORMAÇÃO PLANEJADA POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS E DOS CONCEITOS	57
3.1 A TEORIA DA FORMAÇÃO PLANEJADA POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS E DOS CONCEITOS: PRESSUPOSTOS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA DIDÁTICA DESENVOLVIMENTAL.....	58
3.2 ESQUEMA DA BASE ORIENTADORA COMPLETA DA AÇÃO (EBOCA).....	61
3.2.1 A atividade da ação na constituição do EBOCA para a elaboração de uma recomendada boa.....	63
3.3 AS CINCO ETAPAS DA TEORIA DE GALPERIN PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE DE INTERNALIZAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS.....	64
3.3.1 Etapa Motivacional.....	64
3.3.2 Base Orientadora da Ação, estabelecimento da BOA.....	65
3.3.3 Etapa da formação da ação da forma material ou materializada.....	66
3.3.4 Etapa de formação da ação como linguagem verbal externa.....	67
3.3.5 Etapa da formação da ação no plano mental (linguagem interna e internalização).....	68
CAPÍTULO 4. A HABILIDADE DE IDENTIFICAR REAÇÕES QUÍMICAS DE PRECIPITAÇÃO	70
4.1 RELAÇÃO DA TEORIA DA ATIVIDADE COM A HABILIDADE DE IDENTIFICAR REAÇÃO QUÍMICA DE PRECIPITAÇÃO.....	72
4.2 AS ETAPAS DA FORMAÇÃO DA AÇÃO MENTAL DE GALPERIN APLICADA AO CONCEITO DE REAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO.....	73
CAPÍTULO 5. METODOLOGIA	76

5.1 MÉTODO DA INTERVENÇÃO.....	78
5.1.1 Planejamento da Intervenção Pedagógica: Elaboração da Base de Orientação dos Conceitos e das Ações (EBOCA).....	79
5.1.2 Campo de pesquisa.....	79
5.1.3 Sujeitos da pesquisa.....	82
5.2 MÉTODO DA AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA.....	82
5.2.1 Instrumento de coleta dos dados.....	82
5.2.1.1 Avaliação Diagnóstica.....	83
5.2.1.2 Atividade para a Etapa da Motivação.....	84
5.2.1.3 Atividade para a Etapa de elaboração da Base Orientadora da Ação (BOA).....	85
5.2.1.4 Atividades para a Etapa de Formação da Ação Material (materialização)....	88
5.2.1.5 Atividades para a Formação da Ação Verbal Externa.....	90
5.2.1.6 Atividades para a Formação da Ação no Plano Mental (linguagem interna e internalização).....	91
CAPÍTULO 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	93
6.1 ACHADOS RELATIVOS AOS EFEITOS DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA: ANÁLISE DO NÍVE INICIAL DE ACT DOS ALUNOS.....	93
6.1.1 Análise das respostas à Etapa da BOA.....	98
6.1.2 Atividade de Materialização.....	103
6.1.3 Atividade de Internalização.....	109
6.2 ACHADOS RELATIVOS À INTERVENÇÃO PROPRIAMENTE DITA: análise do EBOCA como pressuposto para a ACT.....	113
6.3 ACHADOS DAS BOAS QUE SE APROXIMARAM DO EBOCA: aproximações reais a concretização e internalização do conceito Identificar Reações Químicas de Precipitação.....	115
CONSIDERAÇÕES FINAIS	118
REFERÊNCIAS	121
APÊNDICES	129

INTRODUÇÃO

Como acontece a internalização de conceitos científicos durante o processo de aprendizagem nas Ciências Exatas e da Natureza? Esse questionamento surge a partir da investigação em trabalhos da área de Ensino de Ciências, uma vez que esse componente curricular é responsável por grande retenção e evasão de jovens na educação básica (Fourez, 2003; Garcia; Gomes, 2022; Matthews, 1995; Rosa; Lorenzetti; Lambach, 2019; Núñez; Amaral; Oliveira; Pereira, 2021).

Este Componente Curricular prioriza elementos importantes para o aprendizado, tais como a capacidade de pensar criticamente, argumentar e compreender (Brasil, 2017). Ele é projetado para ajudar na criação de conceitos e teorias que podem ter uma aplicação imediata na realidade daqueles que estão estudando (Brasil, 2006).

Por essa perspectiva, este estudo busca elucidar as questões que envolvem os desafios da internalização de conceitos desses Componentes em questão, com ênfase na Química. Ademais, propõe-se a apresentar os conteúdos científicos como elementos constitutivos do desenvolvimento histórico-social do qual faz-se parte, por meio de processos de construção de significados, através do movimento da Alfabetização Científica e Tecnológica (Branco *et al*, 2018).

A Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) pode ser definida como o processo no qual a linguagem das Ciências Naturais é compreendida e permite que o indivíduo expanda seu conhecimento e cultura, tornando-se um cidadão informado na sociedade (Chassot, 2003).

Essa abordagem visa ajudar os alunos a perceberem a Ciência e a Tecnologia como parte integrante de seu mundo, buscando capacitá-los a analisar, de forma crítica, o ambiente social. Essa ação é contínua ao longo da vida, envolvendo diversos sujeitos e contextos, mas é crucial que comece desde o início da educação escolar da criança (Bochecco, 2011).

Concomitantemente, pela complexidade em definir a ACT (Sasseron; Carvalho, 2011), estudos contribuem com a divisão dessa por diversos contextos (Acevedo *et al.*, 2003; Lorenzetti; Delizoicov, 2001; Lorenzetti Siemsen; Oliveira, 2017; Shen, 1975), por sua vez, iremos, aqui, atribuir níveis para o processo da ACT no Ensino de Química (Shen, 1975; Lorenzetti; Siemsen; Oliveira, 2017), esses

níveis serão o prático, cívico e cultural, pois foram os primeiros a serem apresentados pela pesquisa de Benjamim Shen (1975).

Entende-se como ACT prática a relação de conceitos científicos e tecnológicos ao cotidiano do cidadão, permitindo que ele compreenda fenômenos naturais e o funcionamento de dispositivos tecnológicos (Shen, 1975). Exemplos incluem o congelamento de alimentos para evitar a proliferação de bactérias ou a compreensão de como funciona a internet Wi-Fi em aparelhos tecnológicos.

Já a ACT cívica capacita o cidadão a pensar criticamente e a participar ativamente das decisões democráticas da sociedade (Bochecco, 2011). Por exemplo, entender o descarte de plásticos no ambiente, como canudos e sacolas, prejudica a vida marinha, por sua vez deve-se buscar alternativas ao uso desses materiais. Esse tipo de alfabetização promove o desenvolvimento de uma postura crítica em relação às aplicações e implicações da ciência e da tecnologia na sociedade.

Por fim, a ACT cultural refere-se ao entendimento da Natureza da Ciência e Tecnologia e sua relação com a cultura humana. Nesse nível, o indivíduo compreende como a ciência e a tecnologia influenciam o desenvolvimento humano (Bochecco, 2011). Entender como a ciência evoluiu ao longo da história, desde as descobertas de Galileu até a tecnologia moderna, como os avanços na medicina com vacinas e antibióticos.

Ao ensinar os conteúdos de Ciências, por essas perspectivas, de modo conectado à prática social dos alunos, é possível ampliar seus conhecimentos e integrá-los à cultura científica (Carvalho, 2007). Outro ponto: a discussão e compreensão das relações entre sociedade, ciência e tecnologia ajudam a evitar a fragmentação do conhecimento e contribuem para uma abordagem diferenciada no Ensino de Ciências nos Anos Iniciais e Finais da Educação Básica (Gonçalves, 2022; Sasseron; Carvalho, 2008; Zeidler *et al.*, 2005).

Diversos pesquisadores da área de Ensino de Ciências (Almeida; Guimarães, 2019; Zeidler; Herman; Sadler, 2019) e documentos oficiais nacionais (Brasil, 1996, 2006, 2018) defendem que a atual educação científica deve formar sujeitos críticos, (auto)reflexivos e emancipados; sujeitos capazes de questionar, participar, opinar e atuar em debates que envolvem problemáticas, presentes no desenvolvimento histórico e cultural da sociedade, relativas às atividades científicas e tecnológicas.

Ao pesquisar essa temática, este estudo busca investigar processos históricos de cognição (formação do pensamento teórico) envolvidos nas etapas de internalização e de ensino sobre as Ciências e as Tecnologias voltadas ao desenvolvimento social, com a finalidade de formação crítica e (auto)reflexão. Assim, encontra outras pesquisas (Acevedo *et al.*, 2005; Conrado; Nunes-Neto, 2018; Gonçalves, 2022; Ratcliffe; Grace, 2003; Puentes; Longarezi, 2012; Sasseron; Carvalho, 2011; Rego, 1995) que versam pela contribuição de um ensino científico, pautado nas realidades sociais, como pertencente do processo de construção do desenvolvimento humano, logo inerente às relações histórico-culturais.

As características próprias da Ciência e da Tecnologia possibilitam caminhos formativos no âmbito de atuação cidadã, considerando a complexidade existente entre o entrelaçamento da tecnociência, da tecnologia com a ciência, da ciência com a sociedade, da sociedade com a ciência, da tecnologia com a sociedade e da sociedade com a tecnologia (Hahari, 2012). Essa relação está internalizada na construção histórico-cultural da humanidade, como produto natural humano, por processos de internalização da linguagem desde a apropriação material até a formação do argumento e do juízo, ou seja, a formação de um indivíduo crítico e reflexivo (Vygotsky; Luria; Leontiev, 2010).

Buscamos em Lev Vygotsky (1998; 2007) pressupostos para entrelaçar os pontos acerca da temática discutida: a formação crítica e reflexiva através da Educação Científica, pela ACT, na construção histórico-social. Vygotsky expressa a importância dos seres humanos internalizarem o conhecimento através da interação com o mundo físico e social (Oliveira, 2010). A assimilação de conceitos e conteúdo na aprendizagem ocorrem de forma social para o individual, em que pessoas mais experientes ajudam aquelas menos experientes a compreender significados culturais. Isso destaca a importância do papel do outro na formação do indivíduo, tornando a construção de conhecimentos uma atividade compartilhada (Talyzina; Solovieva; Rojas, 2010)

Nos estudos vygotskyano, destaca-se a linguagem não apenas como um meio de comunicação, mas uma ferramenta cognitiva que molda o pensamento e a compreensão. Ele defendeu que o uso da linguagem internalizada - o pensamento em forma de linguagem -, desempenha um papel crucial no processo de assimilação de conceitos e conteúdo. Por meio da interação social e da linguagem, os indivíduos

são capazes de internalizar conhecimentos e padrões culturais, construindo assim seu entendimento sobre o mundo ao seu redor (Vygotsky, 2007).

Vygotsky foi influência para muitos pesquisadores, desses, destaca-se P. Ya. Galperin (Núñez; Ramalho, 2017) que propôs a Teoria da Formação das Ações Mentais e de Conceitos (TFAMC).

Pável Yákovlevich Galperin foi um psicólogo soviético nascido em 1902. Ele é conhecido por sua teoria da formação por estágios das ações mentais e sua aplicação na pedagogia e na psicologia educacional. Galperin desenvolveu sua teoria com base nos princípios do materialismo dialético, enfatizando a interação entre o sujeito e o ambiente social e cultural. Ele argumentou que a aprendizagem e o desenvolvimento ocorrem por meio de estágios sequenciais, começando com a orientação e culminando na automatização das ações (Núñez; Ramalho; Oliveira, 2020).

Galperin (Núñez; Oliveira; Ramalho, 2021) sugere que a aprendizagem ocorre por meio de quatro etapas, a partir da orientação do professor: a execução, a explicação, a generalização e a automatização das atividades desenvolvidas pelos alunos. Na orientação, o aprendiz recebe instruções e orientações verbais que o ajudam a compreender a tarefa. Durante a execução controlada, o aprendiz realiza a tarefa sob supervisão, aplicando as instruções recebidas. Na generalização o estudante é capaz de aplicar o conceito em diversas situações de sua vida. Por fim, na automação, a tarefa é executada de forma automática e sem a necessidade de supervisão constante (Núñez; 2009).

Esta Teoria introduz que as ações mentais são desenvolvidas por etapas, por meio de atividades planejadas, assim internalizado o conceito acerca do objeto estudado considerando a essência desse objeto e percebendo que esse faz parte de uma atividade (Núñez; 2009).

Considerar a Teoria de Galperin como base para o entendimento de conceitos e conteúdo científicos, como os de Química, por exemplo, pode nos levar à promoção da ACT nos processos de ensino e aprendizagem para uma autonomia e no desenvolvimento de raciocínio crítico e na tomada de decisão.

Ser alfabetizado em Ciências e em Tecnologias é superar as dificuldades de assimilação do processo de aprendizagem (Chassot, 2003). Os conteúdos em Ciências, pela abordagem da Teoria de Galperin, podem possibilitar formação integral nos alunos, a fim de desenvolver habilidades cognitivas. Esses, por sua vez,

devem (re)construir o indivíduo que o aprecia de tal modo que ressignifique as necessidades do sujeito no seu contexto sócio-histórico.

Por essa razão, esta pesquisa se desenvolve para responder a seguinte questão: como a ACT podem ser identificadas, nos sujeitos investigados, a partir da temática Reações Químicas de Precipitação pelas Etapas da Formação Mental e de Conceito da Teoria de Galperin?

Neste cenário, considerando o conteúdo escolhido (Reações Químicas de Precipitação), este trabalho apresenta a seguinte hipótese: a Teoria da Formação das Ações Mentais e de Conceitos de P. Ya. Galperin, por meio de atividades acerca das Reações Químicas de Precipitação, pode contribuir no processo de Alfabetização Científica e Tecnológica no ensino de Química, em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental.

Para responder à questão de pesquisa, surge o seguinte objetivo geral: identificar o processo de Alfabetização Científica e Tecnológica por meio de atividades teóricas acerca da temática Reação Química de Precipitação pelas atividades da Teoria de Formação das Ações Mentais e de Conceitos de P. Ya. Galperin. E, para alcançar esse objetivo, desenvolveu-se os seguintes objetivos específicos:

1. Elaborar um Esquema da Base Orientadora Completa da Ação (Intervenção Pedagógica) para o desenvolvimento da habilidade de identificar uma Reação Química de Precipitação;
2. Diagnosticar a etapa do processo de assimilação que os alunos se encontram, em relação ao conceito de Reações Químicas de Precipitação, por meio de indicadores de ACT (prático, cívico e cultural);
3. Analisar as respostas dos alunos às atividades da BOA, da materialização e da internalização desenvolvidas com vistas à articular aos níveis de ACT;
4. Avaliar a experiência pedagógica, frente à BOA e ao EBOCA, para a formação da Habilidade de Identificar Reações Químicas de Precipitação, pelas Etapas de Formação das Ações Mentais da Teoria de Galperin, considerando os níveis prático, cívico e cultural da ACT.

Com o propósito de responder aos objetivos da pesquisa, buscamos na Teoria de Formação das Etapas das Ações Mentais de P. Ya. Galperin,

pressupostos teóricos para superar essas indagações, bem como intervir no desenvolvimento científico desta pesquisa assim, desenvolvemos definições sobre Alfabetização Científica e Tecnológica aplicadas ao Ensino de Ciências, em especial no Ensino de Química.

Esta pesquisa está dividida em seis capítulos, a saber: no capítulo um – Alfabetização Científica e Tecnológica: para além da formação cidadã, analisamos as definições, de forma breve, acerca dessa temática especialmente no âmbito da Educação Básica.

No capítulo dois, A Alfabetização Científica e Tecnológica no Ensino de Química: Percepções de uma Revisão Sistemática (2013-2022) no Contexto Brasileiro, apresentamos os dados de uma Revisão Sistemática sobre os termos de ACT em periódicos brasileiros nos últimos dez anos e como esses são abordados. Ao fim dessa revisão, são apresentadas duas novas concepções acerca desse tema para o Ensino de Química.

O capítulo três explora a Teoria de Formação das Ações Mentais e de Conceitos de P. Ya. Galperin, em que são abordados, brevemente, sua base teórica-filosófica, a fim de entender sua teoria e como essa pode ser essencial para a formação de ACT no Ensino de Química.

No capítulo quatro apresenta-se as concepções teóricas sobre o conceito científicos de Reações Químicas de Precipitação e como esse conceito pode ser desenvolvido pela Teoria de Galperin.

A metodologia é apresentada no capítulo cinco, em que seguimos pressupostos da Teoria Histórico-cultural de Vygotsky como desenho metodológico para esta pesquisa. Ademais, são apresentadas as atividades (como instrumentos de coleta de dados) e a Intervenção Pedagógica.

Por fim, no capítulo seis, são apresentados os dados desta pesquisa. Neste capítulo intitulado Achados são descritas as avaliações dos efeitos da Intervenção Pedagógica e da Intervenção Propriamente Dita.

Ao final apresenta-se as considerações finais como caminhos para pesquisas futuras.

CAPÍTULO 1. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA: PARA ALÉM DA FORMAÇÃO CIDADÃ

No mundo em constante transformação, impulsionado pelos avanços científicos e tecnológicos, o ensino de Ciências assume um papel na formação de cidadãos críticos e atuantes. No entanto, a abordagem tradicional, focada na memorização e na transmissão passiva de conhecimentos, torna-se cada vez mais inadequada para as demandas atuais, bem como a assimilação desses como construtores de uma sociedade crítica (Gonçalves, 2022).

Repensar o ensino de Ciências, especialmente a Química, sob a ótica da Educação Científica e Tecnológica, é essencial. Essa perspectiva visa à Alfabetização Científica e Tecnológica que pode ser entendida como a linguagem para compreender a relação entre os fenômenos naturais e as necessidades sociais e como essa relação produz novas percepções sobre como a Ciência e a Tecnologia interferem e moldam o indivíduo em sua totalidade (Chassot, 2003).

Os estudos sobre essa temática são amplos e contribuem para o desenvolvimento de abordagens de ensino ativa, uma vez que põe o estudante como sujeito crítico de suas ações.

Acevedo *et al.* (2005) e Sasseron (2015) destacam que a implementação de um ensino voltado à ACT auxilia na aprendizagem dos alunos em perceber como a ciência e a tecnologia contemporâneas funcionam. Isto é, o ensinar ciências deve priorizar a atuação cidadã, com vistas à formação de seres críticos, responsáveis e comprometidos com o mundo que vivem. Portanto, a discussão de problemas sociais e históricos, abordando nuances científicos e tecnológicos, no ensino científico e tecnológico contribui para a ACT.

De maneira geral, pode-se dizer que o principal objetivo do ensino de ciências é promover a ACT, que envolve a exposição dos alunos aos conhecimentos técnico-científicos e às relações que influenciam a construção desse conhecimento ao longo da história e da cultura.

Entretanto, muito se discute sobre ACT no Ensino em Ciências, em especial em Química, para fins de uma sociedade democrática e crítica de suas ações, mas nos perguntamos: qual é o propósito da ACT?

Para Lorenzetti e Delizoicov (2001) e Chassot (2003) os quais foram corroborados e revistos por Sasseron e Carvalho (2011) e por Bocheco (2011), o processo de ACT deve ser contínuo, ou seja, deve estar presente em todas as etapas da Educação Básica (séries iniciais e finais) e nas universidades, nos cursos de graduação e pós-graduação.

Segundo Teixeira (2013), ser alfabetizado científica e tecnologicamente é compreender os textos científicos e saber interpretar aspectos não verbais como gráficos, diagramas, expressões matemáticas, além de saber distinguir opiniões de interpretações de fatos. Esta autora, destaca a atenção que o público-alvo deve ter em avaliar e interpretar textos científicos, tendo em vista que ele precisa conhecer os assuntos científicos e tecnológicos que o texto aborda, além de ter a capacidade de desenvolver e organizar pensamentos com autonomia.

As pesquisadoras Richetti e Milaré (2021) dissertam que o processo de ACT promove uma melhor comunicação entre as pessoas sobre os acontecimentos e a compreensão sobre o papel da ciência e da tecnologia diante de problemas políticos e histórico sociais, por exemplo.

Muitas são as definições para a ACT, visto que ACT é cercada de polissemias que expressam diversas dimensões e objetivos, assim apresentamos, no tópico a seguir, uma breve revisão histórica sobre os significados e dimensões da ACT.

1.1 SIGNIFICADOS, DIMENSÕES E BREVIDADE HISTÓRIA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

A ACT passou (e passa) por modificações de seus significados, uma vez que relaciona a Educação em Ciências ao contexto sócio-histórico da sociedade. O termo original em inglês *Scientific Literacy* surgiu na década de cinquenta do século XX no livro "*Scientific Literacy: Its Meaning for American Schools*" em 1958, do professor e pesquisador estadunidense Paul De Hart Hurd.

Por sua vez, Na URSS, com o lançamento da Sputnik, primeiro artefato construído pelo homem a ser lançado ao espaço (satélite artificial), em 1957, a aplicação de uma educação científica e tecnológica era marcante e estava na cultura dos soviéticos. Isso era visível pelos destaques alcançados por eles anteriores a 1958, como, por exemplo, o desenvolvimento de tecnologias avançadas em áreas como a engenharia aeronáutica, física nuclear e exploração espacial. O investimento

em educação e pesquisa científica resultou em grandes avanços e inovação, preparando gerações de cientistas e engenheiros que contribuíram significativamente para a corrida espacial e para o desenvolvimento tecnológico global (Kojevnikov, 2008).

A ênfase na educação científica na URSS não apenas fomentou a curiosidade e a investigação científica entre os jovens, mas também gerou uma cultura de valorização do conhecimento técnico e científico. Os soviéticos estabeleceram um sistema educacional que integrava teorias científicas complexas com aplicações práticas, permitindo aos alunos desenvolverem habilidades e conhecimentos necessários para enfrentar desafios tecnológicos do mundo real (Mauer, 2019).

Além disso, a estrutura de ensino soviética incentivava a colaboração entre instituições de pesquisa e a indústria, promovendo um ambiente de inovação contínua. Programas de treinamento intensivo para professores de ciências e a implementação de currículos atualizados eram comuns, assegurando que o ensino estivesse alinhado com as demandas tecnológicas contemporâneas (Mauer, 2019).

Em resumo, a cultura educacional científica e tecnológica da URSS desempenhou um papel crucial na capacitação de profissionais competentes que puderam contribuir significativamente para os sucessos científicos e tecnológicos do país, especialmente no contexto da corrida espacial e outras áreas de pesquisa avançada (Kojevnikov, 2008).

Segundo Sasseron e Carvalho (2011), a expressão *Scientific Literacy* recebeu três traduções para o português, são elas: letramento científico, enculturação científica, e alfabetização científica.

Cada tradução é justificada por diferentes grupos de autores/pesquisadores, e neste sentido, o grupo que usa a tradução letramento científico toma por base a epistemologia linguística da língua portuguesa, ou seja, processo de ensinar ou aprender a ler e escrever; o grupo que usa a tradução enculturação científica considera a bagagem cultural, religiosa e histórica de uma sociedade, bem como documentos da UNESCO, onde o termo *literacy* é traduzido pela palavra cultura; e ainda há o grupo que usa a tradução alfabetização científica (Sasseron; Carvalho, 2011).

Segundo Carvalho (2007, p. 46) para a enculturação científica ser promovida em sala de aula é preciso que o aluno tenha contato e se familiarize “com todas as diferentes linguagens empregadas nos processos de construção de significados

científicos”, e que as/os professoras/es dominarem habilidades de linguagem e discussão para transformar a linguagem cotidiana das/os alunos em linguagem científica.

Neste contexto, para Paulo Freire (2013) ser alfabetizado é aprender a escrever sua vida, como autor e como testemunha de sua história, ou seja, o processo de alfabetização está na sua construção histórica, na sua construção cultural, é a sua autobiografia.

A partir das considerações de diversos autores nacionais (Auler; Delizoicov, 2001; Bocheco, 2011; Carvalho, 2011; Chassot, 2003; Freire, 2013; Sasseron; Carvalho, 2011; Milaré; Richetti, 2021) e autores internacionais (Acevedo *et al.*, 2005; Kolsto, 2001; Penick, 1998; Shen, 1975), adotamos a tradução alfabetização científica.

Adicionalmente, Auler e Delizoicov (2001) apresentam a Alfabetização Científica (AC) sob duas perspectivas, a reducionista e a ampliada. A primeira, reducionista, valoriza a construção do conhecimento científico-tecnológico com neutralidade. Segundo os autores, esta perspectiva é decorrente dos mitos de superioridade, salvação e determinismo da ciência e tecnologia que permeiam na sociedade. A segunda, a ampliada, busca compreender as interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, onde “o ensino de conceitos associados ao desvelamento de mitos vinculados à ciência e tecnologia” (Auler; Delizoicov, 2001, p.131).

Bocheco (2011) apresenta a AC deve estar de acordo com o contexto histórico, filosófico e ideológico da época em que se desenvolve. Tomando por base as ideias de DeBoer (2000), Bocheco (2011, p. 75) coloca que para alcançar a AC é necessária a “compreensão vasta e funcional da ciência para propósitos de educação geral [atuação cidadã] e, não, para a preparação de carreiras especificamente científicas e técnicas”.

Milaré e Richetti (2021) destacam a grande dificuldade na escolha de quais assuntos e, principalmente, como abordá-los, na perspectiva da AC, e apontam a inclusão de temas sociais nas aulas de Química, sendo esses temas abordados por aspectos diversos como política, economia, meio ambiente, pois fazem parte da realidade de alunos.

Nesse contexto, entende-se a AC como um processo de ensino que vai além da exposição de conceitos científicos, buscando promover a compreensão das

interações entre ciência, tecnologia, sociedade, história, cultura e política. Ao abordar aspectos históricos e culturais, a Alfabetização Científica permite aos alunos compreenderem como a ciência e a tecnologia foram utilizadas em diferentes contextos ao longo da história, contribuindo para uma análise crítica do papel da dessas na sociedade.

Assim sendo, essa definição conversa com os textos internacionais consultados e traduzidos abaixo.

Acevedo *et al.* (2005) afirma que a AC envolve questões culturais, sociais e ideologias, sendo “praticamente impossível estabelecer um modelo universal sobre sua concessão” (p. 9, tradução nossa). Por outro lado, estes autores afirmam que os propósitos da AC são valorizados considerando que pessoas alfabetizadas estão mais preparadas a tomar decisões complexas, mas entendem que a tomada de decisão pode ser distinta para cada sujeito.

Segundo Kolsto (2001), a AC “é a compreensão de dilemas de natureza científica e tecnológica voltada à atuação cidadã” (p. 291, tradução nossa). Conforme este autor, na educação em ciências, a partir da perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade, a ênfase nas interconexões entre ciência e sociedade implicou um enfoque nas questões sociais relacionadas à ciência.

Dessa forma, para capacitar alunos como cidadãos, são necessários enfatizar a ciência como uma instituição e os processos pelos quais o conhecimento científico é produzido.

A AC, segundo Penick (1998), é a habilidade em ler e discutir sobre ciência de uma forma não técnica, ou seja, valorizando a produção da ciência no contexto social e histórico em que essa está inserida.

Para Shen (1975) a AC é uma visão crítica sobre as ações da ciência e da tecnologia na sociedade.

Por fim, a Alfabetização Científica engloba uma análise crítica sobre o uso da ciência e da tecnologia, questionando não apenas os benefícios, mas também os possíveis impactos negativos e as questões éticas envolvidas. Dessa forma, a AC busca capacitar os indivíduos a tomarem decisões informadas e a participarem ativamente na sociedade, contribuindo para um desenvolvimento mais sustentável e humano.

Quanto à Tecnologia aplicada ao contexto da AC, Acevedo Díaz (1996) destacou a importância da tecnologia na educação e o como o conhecimento

tecnológico estava moldando o comportamento da sociedade. Adicionalmente, Acevedo Díaz, Alonso e Mas (2003) evidenciam que a tecnologia foi adicionada ao processo de AC afirmando que “[...] a dimensão tecnológica é agora explicitamente adicionada à noção de alfabetização científica e se estende a todas as pessoas” (p. 31) (tradução nossa).

Segundo Gilbert (1992), há três formas diferentes de abordar o processo de alfabetização tecnológica, visando uma reflexão curricular acerca dos recursos materiais e, principalmente, humanos, como meios didáticos e mais qualidade na formação de professores. O autor distingue entre:

- a) Alfabetização para tecnologia – essa abordagem tem como objetivo formar profissionais para o setor industrial tecnológico. Sendo muito comum em cursos técnicos e tecnológicos, como os Institutos Federais e pelas escolas de SENAI.
- b) Alfabetização sobre tecnologia – este tipo de alfabetização visa as discussões sociotecnológicas, ou seja, construtivas e concepções de valores, em outras palavras, os alunos aprendem sobre como a tecnologia é construída e seus impactos na sociedade e no meio ambiente.
- c) Alfabetização em tecnologia – aqui seria uma alfabetização abrangente e holística da tecnologia, pois envolve técnicas, organização e cultura nas práticas tecnológicas buscando um entendimento integral dos conhecimentos que a envolve.

Em conjunto, essas formas de alfabetização tecnológica contribuem para uma formação mais completa dos indivíduos, preparando-os não apenas para atuar profissionalmente, mas também para compreender e refletir criticamente sobre o papel da tecnologia na sociedade contemporânea.

Ora, essa abordagem conversa bem com as percepções acerca da AC, logo compreender os aspectos sociais científicos-tecnológicos está além da percepção organizacional e cultural que a tecnologia e a ciência desenvolvem, é preciso discutir os conhecimentos técnicos e científicos, uma vez que, são nestes conhecimentos que estão toda a linguagem envolvida.

Bocheco (2011) afirma que ambos os conhecimentos (científicos e tecnológicos) precisam ser abordados, pois a AC e a Alfabetização Tecnológica são

processos que ocorrem simultaneamente e, muitas vezes, é complicado desenvolver um independente do outro.

Por essa razão, Rosa e Martins (2007), na Língua Portuguesa a palavra alfabetização remete a ideia de processo, de inserção na cultura científica, e este processo de inserção demonstra a amplitude do conceito de AC, que vai desde a capacidade de reconhecer fórmulas e dar definições corretas até o entendimento dos conceitos e compressão sobre a natureza da ciência e suas dimensões.

Quando consideramos os vários significados da AC e da AT, percebemos que esses permeiam entre diferentes autores e autoras e dependem do contexto histórico e cultural de uma sociedade na qual as relações com a ciência e tecnologia se estabelecem.

Neste cenário, vale destacar que nesta pesquisa adotamos a expressão Alfabetização Científica e Tecnológica como a compreensão de:

Conceitos e processos próprios da ciência e da tecnologia (conhecimento de C e T), e ao mesmo tempo, de valores e premissas que a C e T empregam para produzir conhecimento no mundo atual, isto é, conhecimento acerca da C e T ou conhecimento sobre a natureza da ciência e tecnologia (Alonso, 2010, p. 61, tradução nossa).

Shen (1975) propôs três níveis da AC a partir de critérios como objetivos e público-alvo, por exemplo, mas destaca que estes níveis ocorrem em conjunto. No primeiro nível este autor denominou de AC prática relacionando-a à apropriação e uso de conhecimento científico na resolução de problemas práticos do cotidiano. Um exemplo simples que podemos citar refere-se ao sujeito saber diferenciar gordura *cis* de gordura *trans* ou entender como os sabões e detergentes agem na limpeza das mãos.

Ao segundo nível, Shen (1975) denominou de AC cívica, na perspectiva de uma formação política, a partir do pensamento crítico e da tomada de decisão frente às aplicações e implicações da ciência na sociedade. Um exemplo desse nível de AC é o indivíduo entender que os produtos de limpeza têm sua funcionalidade, mas geram resíduos que podem ser contaminantes e interferir negativamente no ecossistema marinho, caso esse resíduo não seja tratado.

Este nível, conforme Shen (1975), torna o cidadão mais consciente das questões científicas, donde “[...] ele [o cidadão] e seus representantes possam aplicar seu bom senso e, dessa forma, participar mais plenamente nos processos

democráticos de uma sociedade cada vez mais tecnológica.” (p.266, tradução nossa).

O terceiro nível proposto por Shen (1975) é o AC cultural, compreendida como o conhecimento sobre Natureza da Ciência como atividade humana. Neste nível de ACT o indivíduo tem condições de entender a interferência da ciência no desenvolvimento humano. Desta forma, o nível da AC cultural pode contribuir para desmistificar superstições e crenças acerca da ciência que permeiam a sociedade (Shen, 1975). Para Shen (1975) a alfabetização científica cultural é o entendimento da ciência como grande conquista humana.

Outras dimensões acerca da AC podem ser identificadas. Bybee (1995), por exemplo, propõe três dimensões da AC, as quais são: funcional; conceitual e procedimental; e multidimensional. Em síntese, a dimensão funcional refere-se ao desenvolvimento de conceitos, ou seja, objetiva a compreensão e valorização de um vocabulário técnico e acerca da ciência e da tecnologia. A segunda dimensão, conceitual e processual, circunda sobre a perspectiva de compreensões relativas aos procedimentos e processos que fazem da ciência um dos caminhos para o conhecimento, ou seja, não se dicotomiza os processos e os produtos da ciência. Na terceira dimensão, a multidimensional, os indivíduos são capazes de adquirir e explicar os conceitos, além de aplicá-los na solução de problemas do dia a dia.

Fourez (1997; 2003) e as três finalidades pedagógicas da ACT. No âmbito pessoal ou humanista – autonomia. A constante valorização de teorias inacabadas, inibe o desenvolvimento da autonomia do indivíduo. Nos âmbitos cultural, social, ético e teórico – comunicação. Conhecer o assunto, ter iniciativa, abranger proposições, argumentar, saber trabalhar em equipe. No âmbito econômico – domínio. Relacionado a conhecer uma coisa é saber fazer e um poder fazer, ter responsabilidade em tomar decisões.

Uma pessoa alfabetizada científica e tecnologicamente deve demonstrar autonomia na busca de soluções, comunicação e diálogo para defender suas ideias e reconhecer as limitações dessas, e o domínio de informações e conceitos científicos relevantes.

Entretanto, nesta pesquisa adotamos as categorias propostas por Shen (1975).

Adicionalmente, Bocheco (2011) segue uma linha de pensamento sobre a AT com aproximações à proposta de Shen (1975), classificando-a em AT em três dimensões, a prática, a cívica e a cultural.

A AT prática, segundo Bocheco (2011), é entendida como a compreensão de conhecimentos e linguagens tecnológicos básicos para uso e manuseio no cotidiano. Trazemos como exemplo, entender o significado das diversas linguagens tecnológicas utilizadas no dia a dia para telas de TV e celulares, como HD, 4K, LCD ou AMOLED. Neste sentido, compreender os conceitos científicos envolvidos e aprender a saber conectar cabos e manusear o controle não é suficiente, e sim compreender essas linguagens. Outras linguagens tecnológicas são os pictogramas que representam periculosidade, como os utilizados em transportes de produtos químicos. Adicionalmente, outras representações como as letras e imagens que podem ser identificadas em diversos tipos de embalagens como PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS, utilizadas para acondicionar produtos de limpeza e cosméticos, por exemplo.

A AT cívica corresponde aos aspectos cultural e organizacional da tecnologia, ou seja, envolve a dimensão sociotecnológica, tais como: relações da tecnologia com a economia e a política; o papel de profissionais das atividades tecnológicas e manipulação de equipamentos, principalmente quando este tiver poder de escolha sobre as tecnologias no processo de produção; o papel responsável do cidadão como consumidor da tecnologia; os valores, éticas, hábitos e crenças que permeiam o progresso da atividade tecnológica (Bocheco, 2011).

Ressaltamos que o exemplo das tecnologias das telas de televisões apresentado na discussão da AT prática, pode ser ampliado para exemplificarmos a AT cívica. São tantos tipos de telas que nos perguntamos: qual o melhor tipo? Será que há diferenças significativas entre LCD e 4K? Ou são apenas armadilhas da economia de consumo capitalista? Telas “antigas” estão em desuso sendo substituídas por “novas” com diferença de 0,1 mm de diâmetro, então como está sendo feito esse descarte? Qual o impacto ambiental ao produzir uma tela de celular? Enfim, são inúmeros questionamentos que precisam ser considerados na perspectiva da AT cívica.

Quanto a AT cultural, ela se refere às concepções sobre o que é tecnologia, ou seja, sobre sua natureza, concebendo-a como uma construção humana que

envolve etapas, procedimentos, objetivando o desenvolvimento de artefatos conforme planejado (Bocheco, 2011).

Segundo Bocheco (2011, p. 123), a AT cultural contribui para esclarecer diferenças e semelhanças entre a ciência e a tecnologia, em que:

A primeira foca problemas cognitivos com objetivos interligados ao entendimento centrado em hipóteses ou experimentos, enquanto a segunda ocupa-se de problemas práticos cujo objetivo final é o fazer centrado em projetos e programas.

Homens e mulheres moldam a tecnologia como uma ponte entre si e o mundo, tecendo uma complexa relação de compreensão, transformação e desenvolvimento. Em constante evolução, a tecnologia se torna um espelho da nossa própria natureza. A jornada tecnológica é uma aventura humana, um processo contínuo de aprendizado e crescimento (Gonçalves, 2022).

A ACT busca questionar, por exemplo, concepções equivocadas erguidas ao longo da história sobre a natureza da ciência, dado que é considera-se necessário discutir o papel da ciência e da tecnologia no contexto social, histórico e cultural.

Nesse contexto, a Química se torna uma ferramenta essencial para a compreensão do mundo ao nosso redor, desde os processos biológicos até os materiais que utilizamos no dia a dia. O ensino de Química deve ser contextualizado e conectado com a realidade dos alunos, promovendo a investigação científica, a experimentação e a resolução de problemas.

Isso posto, desenvolve-se habilidades essenciais para a atuação como a comunicação e argumentação (expressar-se com clareza e precisão em diferentes contextos, utilizando a linguagem científica de forma adequada, argumentar de forma lógica e fundamentada, utilizando dados e evidências científicas), o pensamento crítico e criativo (analisar criticamente informações e dados científicos, reconhecendo vieses e inconsistências, formular hipóteses e soluções criativas para problemas científicos e tecnológicos e avaliar os impactos sociais, éticos e ambientais da ciência e da tecnologia) e o trabalho em equipe e colaboração (cooperar na realização de atividades científicas, compartilhando conhecimentos e responsabilidades, assumir diferentes abordagens em trabalhos em equipe, demonstrando liderança e respeito mútuo e negociar e resolver conflitos de forma construtiva).

A Educação Científica e Tecnológica é fundamental para a Alfabetização Científica e Tecnológica, capacitando os alunos para compreender o mundo, tomar decisões informadas, comunicar-se de forma eficaz e agir de forma responsável e ética (Farias; Firme, 2020). A mudança no ensino de Ciências, especialmente da Química, é urgente e necessária para formar cidadãos críticos, atuantes e conscientes na era tecnológica.

A partir das categorias propostas por Shen (1975) para a AC e por Bocheco (2011) para a AT, elaboramos uma síntese para as categorias desses autores e propomos três níveis para a ACT, os quais estão descritos no quadro 1:

Quadro 1 – Níveis de ACT a partir de Shen (1975) e de Bocheco (2011)

Categorias	Níveis de AC (Shen, 1975)	Níveis de AT (Bocheco, 2011)	Níveis de ACT
Prática	Compreende conhecimentos e linguagens científicos e usa na resolução de problemas do cotidiano.	Compreende conhecimentos e linguagens tecnológicos e usa na resolução de problemas do cotidiano.	Compreende e usa conhecimentos e linguagens científicos e tecnológicos na resolução de problemas do cotidiano.
Cívica	Compreende criticamente a relação ciência-sociedade.	Compreende criticamente a relação tecnologia-sociedade.	Compreende aspectos sociais relativos à ciência e à tecnologia.
Cultural	Compreende questões relativas à natureza da ciência.	Compreende questões relativas à natureza da tecnologia.	Compreende questões sobre a natureza da ciência e da tecnologia.

Fonte: Farias; Firme (2020).

A partir dos diferentes níveis que propomos para a ACT, podemos dizer que, em conjunto, compreendem diferentes aspectos, como, por exemplo, científicos, tecnológicos, sociais etc.

Isto posto, o processo de ensino e aprendizagem deve ser intencional nas ações lógicas dos objetivos de aprendizagem propostos pela educação científica e tecnológica, ou seja, pela formação histórico-cultural crítica. A união dessas categorias ressalta que nesse tipo de ensino há a possibilidade de desenvolver novas habilidades cognitivas para entendimento das atividades de apropriação dos conhecimentos.

CAPÍTULO 2. A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO ENSINO DE QUÍMICA: PERCEPÇÕES DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA (2013-2022) NO CONTEXTO BRASILEIRO

Ao passo que nós professores e pesquisadores da área de Ensino de Ciências defendemos: a não neutralidade da ciência e da tecnologia; um ensino que verse pela humanização e respeito ao próximo – quanto ao uso e limitações dos conhecimentos científicos e tecnológicos; a ruptura envolta do misticismo salvacionista da ciência e da tecnologia; um ensino que superara a divulgação de métodos e conceitos por simples memorização, descontextualização e a ausência de interrelação com as demais áreas de conhecimento; a criticidade ética sobre o uso de conhecimentos científicos e tecnológicos nas relações sociais e políticas, ainda encontramos na sala de aula concepções superficiais acerca das questões científicas e tecnológicas, em que os agentes do processo de ensino e aprendizagem não sabem identificar a sua própria ação construtora do saber, modeladora de uma sociedade e de uma política (Acevedo *et al.*, 2003; Pérez *et al.*, 2001).

Reconhecemos que o ensino de ciências apresenta falhas em seu processo, pois são ministrados em aulas que envolvem teorias e conceitos distantes da realidade dos alunos e até mesmo dos professores. Apresenta-se a falsa ideia de que a ciência e a tecnologia produzem bem-estar social e ambiental, uma ideia de salvação à luz do desenvolvimento de novos equipamentos e de novas descobertas científicas (Lorenzetti, 2000).

Nesse contexto, é necessário saber ler e interpretar as dinamicidades sociais presentes na natureza e depois é preciso saber o significado de suas ações diárias. Na perspectiva de ciências e de tecnologia, esse processo de leitura e interpretação é considerar o ser alfabetizado em ciências e em tecnologias, ou seja, esse ser é capaz de desenvolver uma cultura com novas habilidades e necessidade prestigiadas pelas teorias e pelos conceitos em ciências e pelas habilidades em tecnologias (Ratcliffe; Grace, 2003).

A alfabetização científica e tecnológica (ACT) é proposta como objetivo da educação científica (e tecnológica) para que os alunos consigam agir de forma autônoma, entendam como a ciência e a tecnologia estão presentes em atividades

práticas, e tenham condições de participar em decisões cívicas e democráticas (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

As contribuições da ACT para a formação cidadã dependem das estratégias e do ensino apresentado, onde o processo deve ser o mais abrangente, pois deve fazer sentido no cotidiano das pessoas, a fim de entender os fenômenos naturais e possibilitar suporte em transformar a realidade, abandonando paradigmas como o conhecimento ser restrito ao mundo acadêmico. Na tentativa de dar sentido ao que se aprende, os alunos pensam nos conceitos científicos a partir de suas concepções (Gonçalves, 2022).

Por isso, acreditamos que há poucos trabalhos de revisão sobre a temática ACT no ensino de ciências, outrossim, os trabalhos de revisões bibliográficas acerca da ACT são datados a partir de dez anos. O fator tempo não diminui sua relevância e contribuição aos estudos profundos sobre a ACT no ensino de ciências, no contexto brasileiro. Entretanto, com a rápida evolução de informações e comunicações, significados são modificados a depender de suas perspectivas e realidades envolvidas.

Porém, essas percepções denotam características singulares de seu tempo. Por exemplo, a inteligência artificial que se reinventa a cada divulgação de informação pessoal do usuário, como o reconhecimento facial, a assistentes de voz e o corretor ortográfico de smartphones e notebooks passando pela evolução dos Temperatura de Fusão e cálculos de descoberta e fotos de buracos negros ou até mesmo a linguagem científica em cosméticos e produtos de beleza.

Assim, desenvolvemos essa pesquisa com o objetivo maior de identificar e entender concepções atuais da ACT no ensino de química, bem como atribuir uma consistência quantitativa para o que tem sido produzido na área de ACT.

Nesse cenário, percebemos a necessidade em analisar quais os tipos de trabalhos voltados à ACT, para identificar perspectivas acerca dessa temática, no ensino de Ciências, em especial o ensino de Química.

Essa preocupação levou a elaborar uma revisão sistematizada e coerente, a fim de encontrar as respostas necessárias aos problemas envolvendo principalmente a definição da ACT, tal qual perceber quais os contextos que a ACT se expressa no processo de ensino e de aprendizagem no ensino de Química.

Assim, o presente trabalho busca analisar artigos voltados à Alfabetização Científica e Tecnológica no contexto de ensino de Química para identificar suas

concepções e elencar possíveis contribuições necessárias no desenvolvimento de pesquisas futuras. Logo, a revisão da literatura buscou responder as seguintes questões:

I) Quais as características de pesquisa desses trabalhos?

- Interessa-se avaliar: a) quais os tipos de artigos, de acordo com o que fora esclarecido pelos autores; b) quais os objetivos mais comuns nessas pesquisas, ou seja, quais os tipos de trabalho, considerando o objeto analisado (sujeitos e materiais) – artigo de revisão teórica, estudo empírico com as concepções de alunos, artigo de concepções de professores, avaliação de documentos, entre outros, ou seja, identificar um perfil acerca da ACT; c) avaliar se há um aumento de estudos dessa temática no contexto brasileiro.

II) Como a tecnologia está inserida nesses artigos?

Iremos analisar como a tecnologia é tratada, no âmbito de ensino, uma vez que há artigos que apresentam concepções de Alfabetização Científica (AC) em uma época de diversas concepções Tecnológicas, já outros explicitam diferenças entre Alfabetização Científica (AC) e Alfabetização Tecnológica (AT).

Em primeira instância, ao se desenvolver uma pesquisa acerca de determinado tema é necessário realizar uma revisão de literatura sobre o tema em questão, a fim de que seja do conhecimento do pesquisador entender o que já foi publicado sobre, bem como perceber o tratamento dado ao tema. Para além, é possível, com a revisão de literatura, saber os limites e as lacunas acerca da temática, bem como perceber até que ponto esse tema já foi estudado e discutido, vislumbrando novas concepções.

Diante da ampla disponibilidade de trabalhos científicos, como determinar quais são de relevância para a pesquisa; como saber quais fontes confiáveis para retirar esses trabalhos? Essas perguntas são importantes, pois hoje presenciamos uma corrida por avaliação e questionamentos sobre o que é fato e o que opinião. Desconsidera-se o trabalho investigativo dos pesquisadores, bem como questiona-se quais os interesses desses em pesquisar determinado tema.

Assim, no Brasil, o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) é uma confiável fonte de

artigos, livros, capítulos de livros, teses e dissertações publicados nas revistas, por esse órgão. Ademais, deve-se ter rigorosidade e exaustão, porque o seu alcance final será delimitado pela concretização dos protocolos *a priori* (Afonso; Souza; Ensslin L.; Ensslin S., 2011)

Isso posto, indagamo-nos sobre a necessidade de realizar uma revisão sistemática da literatura. considerando o conformismo superficial da revisão de literatura. A Revisão Sistemática (RS) apresenta um protocolo rigoroso e exaustivo para o seu desenvolvimento, donde busca dar logicidade a um grande esboço documental, além de possibilitar a sua replicação em outros contextos (Lara; Siqueira A.; Siqueira D., 2023). Dessa forma, uma RS busca elencar evidências em base empírica, por determinado critério pré-definido a fim de responder determinada questão de investigação. Outrossim, a RS é vista como um caminho explícito e sistemático para minimizar conclusões superficiais e decisões equivocadas (Donato H; Donato M, 2019).

A principal diferença entre a revisão de literatura e a RS está na imparcialidade dessa última. A revisão sistemática é imparcial, pois apresenta o passo a passo pré-definido para identificar todos os documentos. Além de ser possível a sua replicação por outros pesquisadores.

Há muitos tipos de revisão sistemática e essas são bastantes aplicadas em pesquisas da área de saúde (Liberati *at al.*, 2009). Historicamente, a RS surgiu a partir de um formulário de investigação nomeada de *QUOROM* (*Quality of Reporting Of Meta-analysis*), que representava um formulário para a avaliação e revisão de artigos da área de saúde. O *QUOROM* era um grupo de pesquisadores e médicos que elaborou um formulário que solicitava informações sobre o tema analisado, geralmente relacionado a saúde e continha as descrições dessas metadados. Serviu de protocolo para muitas revisões envolvendo pesquisas de saúde, bem como para análises de revisão sistematizada em outras áreas de pesquisa (Liberati *et al.*, 2009; Moher *et al.*, 1999). Posteriormente, o *QUOROM* evoluiu para o protocolo *PRISMA* (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses). No *PRISMA* cada item é explicado pela sua aplicação e por seu surgimento. Ao utilizar o protocolo *PRISMA* é importante entender que esse método esclarece toda uma possível revisão sistemática, uma vez que fora desenvolvido para meta-análises de avaliação dos benefícios de uma intervenção de saúde, conforme esclarecem Liberatti *et al.* (2009).

Ademais, Donato H. e Donato M. (2019) apresentam etapas para compreender e realizar uma revisão sistemática. São 9 etapas: 1) formular uma questão de investigação; 2) produzir um protocolo de investigação e efetuar o seu registo - itens 1 e de 3 a 8 devem constar no protocolo de elaboração da revisão sistemática - 3) definir os critérios de inclusão e de exclusão; 4) desenvolver uma estratégia de pesquisa e pesquisar a literatura – encontrar os estudos; 5) Seleção dos estudos; 6) avaliação da qualidade dos estudos; 7) extração dos dados; 8) síntese dos dados e avaliação da qualidade da evidência; 9) disseminação dos resultados – publicação. Esse tipo de pesquisa deve ser exaustivo, pois demanda de revisões e análises de todos os documentos sobre a temática escolhida e seguir as etapas explicitamente descritas.

Para esta RS essas nove etapas foram organizadas em três grandes grupos, a saber: a) Procedimento de busca e seleção das fontes apropriadas de informações. Nesse primeiro grupo iremos abranger as etapas 4, 5 e 6; b) Critérios de exclusão e inclusão. Aqui serão embarcadas as etapas 3, 5 e 6; e c) Extração das informações dos artigos e análise. Nessa última, serão consideradas as etapas 7 e 8. As etapas 5 e 6 se repetem nos dois primeiros grupos, pois acreditamos que são procedimentos essenciais que devem ser revistos e reafirmados pela questão central e objetivos prévios. Por fim, destacamos que a etapa 1 está inserida na nossa questão de pesquisa, previamente esclarecida.

Quadro 2 – Relações entre etapas de compreensão de uma revisão sistemática e as categorias elaboradas nesta revisão sistemática

Categorias desta RS	Etapas de uma RS
a) Procedimento de busca e seleção das fontes apropriadas de informações	4) desenvolver uma estratégia de pesquisa e pesquisar a literatura – encontrar os estudos; 5) Seleção dos estudos; 6) avaliação da qualidade dos estudos.
b) Critérios de exclusão e inclusão	3) definir os critérios de inclusão e de exclusão; 5) Seleção dos estudos; 6) avaliação da qualidade dos estudos.
c) Extração das informações dos artigos e análise	7) extração dos dados; 8) síntese dos dados e avaliação da qualidade da evidência.

Fonte: Autores (2024).

Procedimento de busca e seleção das fontes apropriadas de informações

Aqui, iremos identificar os termos de busca mais relevantes para os objetivos do nosso estudo. A escolha da base de dados para a busca por esses termos foi a plataforma CAFE-CAPES (Comunidade Acadêmica Federada-Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), uma vez que essa é uma das maiores plataformas virtuais com acervos científicos do Brasil. Possibilita o pesquisador a encontrar artigos em periódicos reconhecidos por essa, sobre diversos temas de pesquisa científica, nacional e internacional. São mais de 49 mil periódicos com textos completos (CAPES, 2023). Ademais, essa plataforma realiza pesquisa de dados sob a segurança da Scopus, em que essa é subsidiada pela Elsevier, companhia acadêmica alemã especializada em publicações de trabalhos científicos, técnicos da área de saúde.

A escolha por essa plataforma de periódicos se deu por três fatores: i) os artigos selecionados são revisados por pares; ii) a plataforma apresenta um maior número de artigos selecionados por periódicos já indexados, logo permite uma busca mais inclusiva; iii) apresenta periódicos latino-americanos, o que possibilita contextualizar artigos de forma mais ampla.

Não obstante, esse processo envolveu a definição de critérios específicos para identificar as fontes de informações mais relevantes, neste caso a plataforma CAFE-CAPES, assim, sendo um processo rigoroso, evitando que as informações fossem superficiais. Posterior, realizou-se avaliação crítica dessas informações coletadas, garantindo a qualidade e confiabilidade.

Critério de seleção e exclusão

Para a seleção de artigos, identificamos a expressão “alfabetização científica e tecnológica” e “química” nos títulos, resumo e palavras-chaves, na barra de busca da plataforma CAFE-CAPES. A escolha por essas expressões envolve, principalmente, o contexto do ensino na formação do sujeito diante dos problemas científicos e tecnológicos. Atualmente é impossível remeter às ciências sem relacioná-la com o desenvolvimento tecnológico.

Não obstante, os artigos que envolviam áreas diferentes da educação e ensino de ciências foram excluídos. Acreditamos que esses não contribuem para o

nosso foco, bem como envolviam concepções de Alfabetização Científica e Tecnológica em outros contextos fora da área de educação e ensino de ciências. O período definido foi o intervalo de dez anos (2013-2022), por ser uma revisão sistemática (Webster; Watson, 2020) recente e não ter pesquisas publicadas nesse período. Ademais, acessamos os sites dos periódicos que esses estavam publicados, para verificar a área de temática que esse trabalho estava inserido.

Outro destaque (justificando o período escolhido) tomamos como referência temporal o artigo Alfabetização Científica: uma Revisão Bibliográfica, de Lúcia Sasseron e Anna Carvalho, de 2011, publicado pelo Periódico Investigações em Ensino de Ciências. Esse artigo é datado de 2011 e, segundo o Google Acadêmico, apresenta mais de 950 citações, sendo assim, considerado referência na área de ACT. Posterior a esse tempo, não encontramos trabalhos com tal quantidade de citações, em uma rápida busca (2011-2022) no Google Acadêmico.

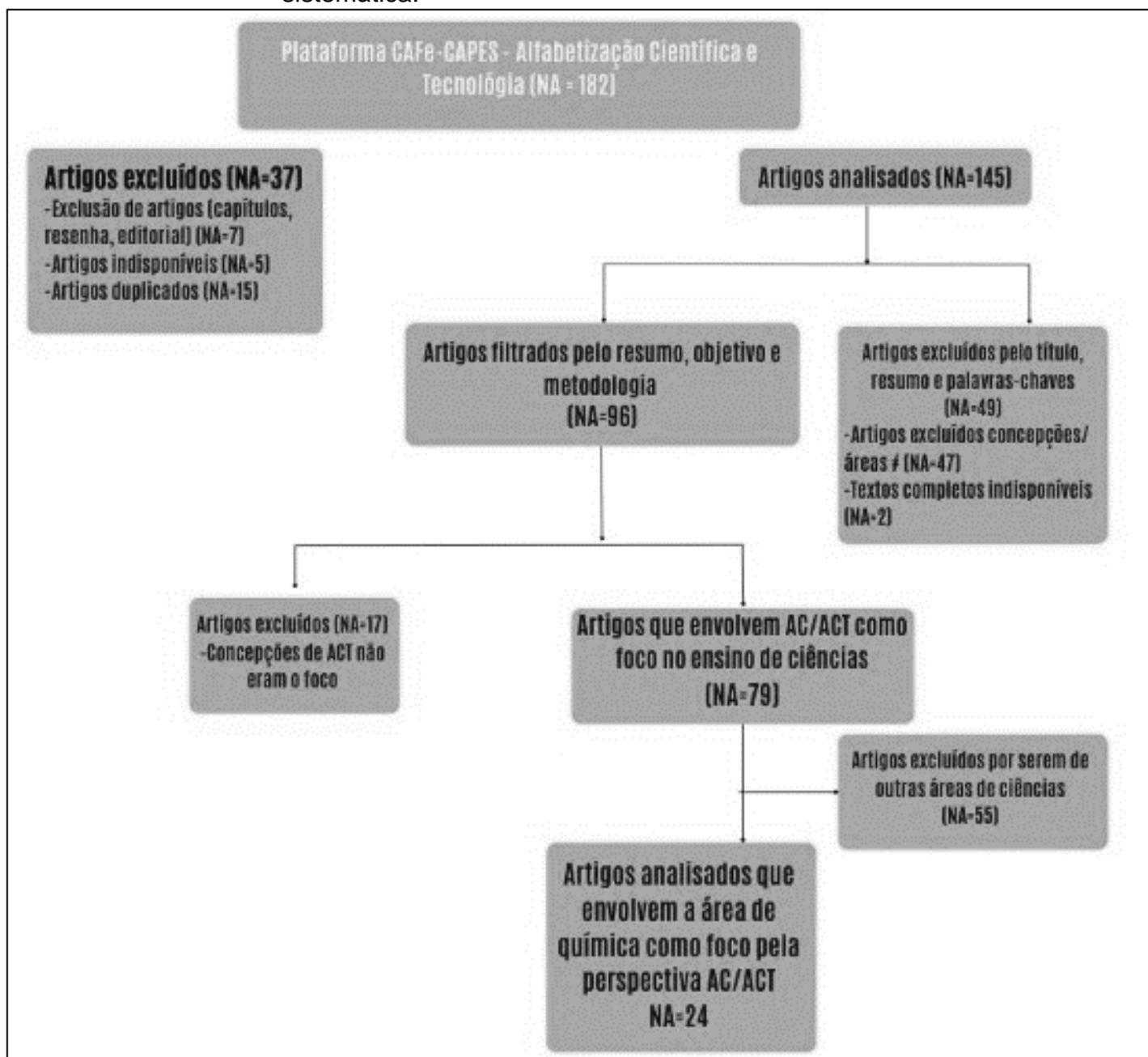
Assim, consideramos as seguintes etapas (figura 1): i) identificação (levantamento preliminar dos artigos); ii) triagem (cuja qual, após leitura mais detalhada, excluímos aqueles cuja concepção de ACT não era o foco; iii) seleção (análise detalhada dos artigos); iv) inclusão (fechamento do banco de dados). Após a etapa de seleção inicial dos artigos, foram excluídas as duplicatas de artigos publicados em mais de um periódico (em diferentes idiomas ou com variações de redação e estrutura) e aqueles cujo texto integral não estava disponível.

Extração das informações dos artigos e análises

Nesta parte da pesquisa, iremos relatar as etapas 7 e 8 do protocolo PRISMA essencial para uma Revisão Sistemática eficiente. Essas etapas são descritas como a extração e posterior síntese dos dados e avaliação da qualidade da evidência, respectivamente. Segundo Helena Donato e Mariana Donato (2019), na etapa de extração de dados é obrigatório o uso de um formulário de extração de dados, o Excel por exemplo, a fim de que seja depositado os dados extraídos dos artigos, como as características do estudo, objetivos, participantes, metodologias e intervenção pedagógica, por exemplo. Já na etapa de síntese dos dados e avaliação da qualidade da evidência, segundo essas mesmas autoras, é essencial que os dados envolvam conclusões válidas e sejam evidências claras para responder à questão central que promoveu a investigação.

As categorias que estão detalhadas no quadro 1 são *a priori* e foram constantemente refinadas ao longo da amostragem e das leituras. Sempre que necessário, os artigos foram revisitados à medida que as novas categorias eram determinadas. Mais uma vez, foram expostas em planilhas todas as fases da análise dos artigos.

Figura 1 – Diagrama, segundo os critérios do PRISMA, representando a amostragem dos artigos em cada estágio da nossa revisão sistemática.



Legenda: NA corresponde ao número de artigos.
Fonte: Autores (2024).

Quadro 3 – Categorias de classificação dos artigos

Pergunta da revisão	Descrição da categoria	Divisões das categorias
l) Quais as características de pesquisa desses trabalhos?	a) quais as áreas de interesse, conforme o objetivo dos trabalhos	Identificamos 4 áreas de interesse no Ensino de Química que envolve percepções da ACT: Educação básica, Ensino superior e formação docente, Modalidade de ensino (EJA) e Teórica.
	b) Tipos de artigos.	Os artigos foram classificados, <i>a posteriori</i> , em que os objetivos descritos pelos autores, foram avaliados: artigos de levantamento de concepções de ACT de um grupo, ACT enquanto instrumento para elaboração e desenvolvimento de Intervenção pedagógica e a ACT enquanto avaliação de materiais didáticos e exames de qualificação.
	c) Investigar os objetivos mais comuns nessas pesquisas, ou seja, quais os tipos de trabalho, considerando o objeto analisado (sujeitos e materiais).	Criamos 6 categorias, conforme o foco em um ou mais objetos de estudos, categorias essas consideradas <i>a posteriori</i> . Alunos do Ensino Médio/anos finais do Ensino Fundamental; Formação continuada de professores; Formação inicial de professores, Documentos/projetos pedagógicos/currículos, Livros didáticos e avaliação; Material produzido pelos professores (Intervenção Pedagógica) em todos os níveis de ensino
	d) avaliar se há um aumento de estudos dessa temática no	-

	contexto brasileiro.	
II) Como a tecnologia está inserida nesses artigos?	-	Iremos analisar como a tecnologia é tratada, uma vez que há artigos que apresentam concepções de Alfabetização Científica (AC), em uma época de diversas concepções de ACT, já outros explicitam diferenças entre AC e Alfabetização Tecnológica (AT).

Fonte: Autor (2024).

Reforça-se, nesta parte da pesquisa buscou-se identificar padrões e tendências, além de preencher lacunas identificadas neste campo de estudo, como exposto no quadro 1. Assim, elaboramos categorias *a posteriori*, determinadas pela leitura prévia.

Em seguida iremos discutir as categorias determinadas *a priori* com o referencial teórico e as categorias *a posteriori* enquanto consequência das leituras e interpretações dos objetivos dos artigos finais classificados para esta revisão sistemática.

A lista com os Artigos Utilizados para a Revisão Sistemática de Alfabetização Científica e Tecnológica está no APÊNDICE A. Esses artigos foram utilizados para a criação desta Revisão Sistemática.

Quais as características de pesquisa desses trabalhos?

Aqui serão descritos quais as principais áreas de interesses desses artigos (Tabela 1), considerando sua abordagem pedagógica em na sala de aula.

Tabela 1 – Área de interesse envolvida nas investigações acerca de concepções de ACT nos artigos avaliados no período de 2013 até 2022, disponíveis na plataforma CAFE-CAPES.

	Áreas de interesse	Quantidade de artigos	Percentual (%)
Educação Básica	Sequência Didática - teórico	1	4,2
	Empírico	7	29,2
	Livro Didático (LD)	2	8,3
	Esse artigo avalia o nível no Ensino Médio e na Educação Superior	1	4,2

Educação Superior	Formação Inicial de professores	6	25,0
	Formação Continuada de professores	2	8,3
Teóricos	Revisão de Literaturas	2	8,3
	Fontes de notícias on-line	2	8,3
	Exame de Seleção (ENEM)	1	4,2
Total		24	100

Fonte: Autores (2024).

Quadro 4 – Artigos utilizados nesta Revisão Sistemática

Áreas de interesse		Artigos
Educação Básica	Sequência Didática - teórico	Uma Proposta Didática com Abordagem CTS para o Estudo dos gases e a cinética química Utilizando a Temática da Qualidade do Ar Interior, Oliveira, S.; Guimarães, O. M.; Lorenzetti, L. R.B.E.C.T., v.8, n.4, 2015.
	Empírico	<p>O Ensino de Química e a Qualidade do Ar Interior: Análise de uma Proposta de Abordagem Temática com Enfoque CTS, Oliveira, S.; Guimarães, O. M.; Lorenzetti, Revista Bra. Pesq. Educa. Cien. V. 16, n.3, 2016.</p> <p>Análise de Interações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e de Níveis de Alfabetização Científica em uma Atividade Extensionista. Firme, R. N.; Nascimento, J. J. Ver. Eletron. De Extens. V. 16, n. 32, 2019.</p> <p>Teatro, Experimentação e Divulgação Científica na Educação Básica: uma Tríade Possível para a Alfabetização Científica, Reis, N. A.; Moreira, L. M.; Silva, E. L. REnCiMa, v. 10, n.1, 2019.</p> <p>Termoquímica na perspectiva CTSA para o processo de alfabetização científica de alunos do 2o ano do Ensino Médio, Ensino e Multidisciplinaridade, v. 5, n. 2, 2019.</p> <p>Possibilidades e limitações da abordagem de questão sociocientífica na alfabetização científica e tecnológica de estudantes. Farias, R. A. M.; Firme, R. N. Dialogia, n.39, 2021</p> <p>Evidências da alfabetização científica em grafias de ilustrações na perspectiva CTSA no Ensino de Química. Moretti, A. A.; Rocha, Z. F. D. C.; Silva, C. A. REnCiMa, v.12, n.1, 2021.</p> <p>A utilização da bioquímica dos alimentos no contexto escolar: uma estratégia para o aprendizado de química orgânica no ensino médio. Cipriani, A.; Silva, A. R. RPD, v. 7, n.1, 2022.</p>

	Livro Didático (LD)	<p>Parâmetros de Alfabetização Científica e Tecnológica na Educação em Química: analisando a temática ácidos e bases. Lorenzetti, L.; Siemsen, G. H.; Oliveira, S. ACTIO, v.2, n.1, 2017</p> <p>Alfabetização Científica no Ensino de Química na Educação de Jovens e Adultos: analisando um livro didático. Siqueira, R. M.; Araújo, F. S.; Freitas, G. M. C. ENCITEC, v. 11, n. 3, 2021</p>
	Esse artigo avalia o nível no Ensino Médio e na Educação Superior	Determinação do nível de alfabetização científica de estudantes da etapa final do ensino médio e etapa inicial do ensino superior, Greszczyszyn, M. C. C.; Filho, P. S. C.; Monteiro, E. L. RBECT, v. 11, n.1, 2018.
Educação Superior	Formação Inicial de professores	<p>Museu Itinerante De Química (Miq): Experiência como Foco para discussões sobre Alfabetização Científica na Formação Inicial Docente no Instituto Federal Do Piauí (IFPI-Picos), Silva, F. C. A.; Almeida, M. M. B.; Santiago, S. B. Conex. Ci e Tecnol. V,9, n.4, 2015.</p> <p>PROMOVENDO A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DE ENSINO INVESTIGATIVO NO ENSINO MÉDIO DE QUÍMICA: CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE, Miranda, M. S.; Suar, R. C.; Marcondes, M. E. R. Revista Ensaio, v. 17, n. 3, 2015.</p> <p>Uma Análise do Desenvolvimento de Sequências de Aulas por Licenciandas de Química ao Longo de um Processo de Reflexão Orientada, Suar, R. C. <i>et al.</i> IENCI, v.20, n.2, 2015.</p> <p>Aspectos Sociocientíficos e a Questão Ambiental: uma Dimensão da Alfabetização Científica na Formação de Professores de Química, Leite, R. F.; Rodrigues, M. A. REnCiMa, v.9, n.3, 2018.</p> <p>O Processo de Reflexão Orientada na Formação Inicial de um Licenciando de Química Visando o Ensino por Investigação e a Promoção da Alfabetização Científica, Suar, R. C.; Marcondes, M. E. Ensaio, v.20, 2018.</p> <p>Impactos De Um Processo Formativo Na Alfabetização Científica E Tecnológica De Licenciandos Em Química, Firme, R. N.; Miranda, R. D. v.13, n.1, 2020.</p>
	Formação Continuada de professores	<p>Alfabetização Científica: Visões de Professores de uma Escola Estadual de São Paulo, Chehimi, S. N.; Jordão, R. S. Ens. Cienc. Tecnolo. Revista, v.4, n.2, 2014.</p> <p>Indicadores de alfabetização científica de professores em serviço: a bioquímica como contexto formativo, Paz, G. S. B.; Junior, P. A.;</p>

		Leal, S. H. B. S. Linhas Críticas, v. 25, 2019.
Teóricos	Revisão de Literaturas	Um Levantamento Bibliográfico sobre Alfabetização Científica a Partir do Google Acadêmico. Santos, S. B.; Sousa, E. S.; Cordeiro, R. S.; Martins, J. S. C. Rev. Prat. Docen, v.4, n.2, 2019 Abordagens Educacionais das Biotecnologias no Ensino de Ciências Através de uma Análise em Periódicos da Área, Marcelino, L. V.; Marques, C. A. IENCI, v.22, n.1, 2017.
	Fontes de notícias on-line	Solução Mineral Milagrosa: um Tema para o Ensino de Química na Perspectiva da Alfabetização Científica e Tecnológica. Milaré, T.; Richetti, G. P.; Sailva, L. A. R. Ciência e Educação, Baurú, v.26, 2020. O Óleo no Nordeste Brasileiro: Aspectos da (an)alfabetização Científica e Tecnológica. Rev. Bra. Pesq. Educa. Cienc. Richetti, G. P.; Milaré, T. 2021
	Exame de Seleção (ENEM)	Níveis de Alfabetização Científica e Tecnológica na Avaliação de Química do Exame Nacional do Ensino Médio. Rosa, T. F.; Lorenzetti, L.; Lambach, M. Educação Química em Ponto de Vista, v.3, n.1, 2019

Fonte: Autores (2024).

Avaliando os artigos que expõem a ACT para o Ensino de Química, encontra-se algumas diferenças de seguimentos e áreas interessadas em desenvolver mais as perspectivas de ACT que outras. Conforme essa primeira investigação de dados, os artigos classificados enquanto teóricos (revisão de literaturas, fontes de notícias on-line, exames de seleção) foram os que apresentaram menor percentual (20,8%) do total. Analisando a área teórica, essa apresenta um foco em revisões bibliográficas sobre determinadas perspectivas. Trabalhos desse estilo demanda tempo e vasta leitura para a sua conclusão. Esses trabalhos de ACT no viés teórico/revisão bibliográfica fornece uma visão geral sobre a situação de ACT no ensino de química, porém, não define, por exemplo, a essência da ACT nessa abordagem de ensino.

Os trabalhos voltados a Educação Básica contabilizam o maior percentual (45,9%). Isso demonstra maior interesse nas pesquisas sobre como a ACT pode desenvolver concepções no ensino de química. Apresentar esses dados faz-se perceber que o ensino de química vislumbra desenvolver a ACT pelos seus conteúdos problematizados, além do domínio de conceitos e procedimentos científicos. A ACT também é vista enquanto competência avaliativa em materiais

didáticos, livros didáticos, por exemplo, e em sistemas de avaliação em larga escala (Exame Nacional de Ensino Médio – ENEM). Concomitantemente, a ACT serve de base para a elaboração, desenvolvimento e avaliação de Intervenções Didáticas a partir das categorias/níveis de ACT propostos por diversos autores, em contextos amplos, conforme Bybee (1995), Fourez (2003), Bochecco (2011), Milaré, Richetti e Alves Filho (2011) e Sasseron e Carvalho (2011). Isso significa que a ACT é trabalhada de modo a perceber-se enquanto item estruturante de uma abordagem de ensino e na construção de materiais didáticos.

A alfabetização científica e tecnológica no ensino de Química deve incluir a promoção da capacidade dos alunos de compreender e analisar informações científicas em diferentes contextos. Outro aspecto que é frequentemente destacado nesses artigos é a necessidade de estimular a participação ativa dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, por meio de atividades práticas, investigativas e reflexivas. Dessa forma, busca-se desenvolver habilidades como o pensamento crítico, a tomada de decisões e a resolução de problemas que são essenciais para a formação de cidadãos capazes de lidar com as demandas da sociedade contemporânea. Em resumo, os artigos sobre alfabetização científica e tecnológica no ensino de Química para o ensino médio destacam a importância de promover uma formação científica que inclua não apenas o conhecimento conceitual, mas também habilidades, atitudes e valores que permitam aos alunos compreenderem a ciência em sua relação com a tecnologia e a sociedade.

Na área de interesse “Ensino Superior”, destaca-se 31,8% dos artigos analisados. Esses apresentam resultados sobre entendimentos iniciais de professores em atuação (formados), assim como licenciandos, todos da área de química. Os licenciandos em Química, em geral, analisam a ACT a partir de diferentes perspectivas, que podem incluir:

- i) compreensão dos conceitos científicos: os licenciandos em Química avaliam a alfabetização científica a partir de sua capacidade de compreender os conceitos científicos básicos, como as leis da termodinâmica, a tabela periódica, entre outros. Essa compreensão é essencial para que esses possam interpretar e avaliar informações científicas no cotidiano de alunos;
- ii) capacidade de resolver problemas científicos: os licenciandos em Química também avaliam a alfabetização científica a partir de sua

capacidade de resolver problemas científicos, aplicando os conceitos e as técnicas aprendidas em sala de aula.

- iii) uso de tecnologias: a alfabetização tecnológica também é avaliada nos licenciandos em Química. Verifica-se a sua capacidade de utilizar ferramentas tecnológicas para acessar informações e realizar experimentos científicos, além de perceber essa demanda enquanto inerentes aos problemas e soluções sociais;
- iv) tomada de decisões: os licenciandos em Química proporcionam com base em informações científicas, a tomada de decisão. Isso significa que os alunos devem ser capazes de avaliar criticamente as informações científicas e tecnológicas que recebem e tomar decisões que levem em consideração o impacto dessas informações em suas vidas e na sociedade como um todo.

Os licenciandos em Química avaliam a alfabetização científica e tecnológica dos alunos a partir de múltiplas perspectivas, levando em consideração não apenas a compreensão de conceitos científicos, mas também a capacidade de resolver problemas, utilizar tecnologias e tomar decisões informadas. Essa análise é fundamental para que os futuros professores possam desenvolver estratégias pedagógicas adequadas para aprimorar a alfabetização científica e tecnológica de seus alunos.

Quanto aos tipos de artigos, de acordo com o esclarecido pelos autores, encontramos algumas singularidades, principalmente quando relacionadas as Áreas de interesse (Tabela 2). Encontramos quatro tipos de classificações, após a leitura e análise dos artigos, sendo essas: levantamento de concepções de ACT de um grupo (docentes e licenciandos); ACT enquanto instrumento para elaboração e desenvolvimento de intervenção didática (Educação Básica); enquanto avaliação de materiais didáticos e exames de qualificação; e suporte para revisão bibliográfica da área.

Tabela 2 – Tipos de artigos acerca das concepções de ACT publicados entre 2013 até 2022 na plataforma CAFE-CAPES.

Tipo de artigo	Quantidade de artigos	Porcentagem (%)
ACT enquanto instrumento para elaboração e desenvolvimento de intervenção na Educação Básica	8	33,4

ACT enquanto instrumento para elaboração e desenvolvimento de intervenção avaliativa de docentes e licenciandos	8	33,4
ACT enquanto avaliação de materiais didáticos e exames de qualificação	4	16,6
ACT enquanto suporte para revisões bibliográficas da área	4	16,6
TOTAL	24	100

Fonte: Autores (2024).

Quanto aos artigos que envolvem a ACT enquanto instrumento para elaboração e desenvolvimento de alguma intervenção didática na Educação Básica (33,4%) representa a maior concentração de pesquisas.

Após essa revisão sistemática, esse tipo de artigo demonstra que as categorias de ACT tradicionalmente divulgadas e trabalhadas, são utilizadas como artifício descritores, para a construção de metodologias no desenvolvimento das interrelações Ciência, Tecnologia e Sociedade, com fins de formação de cidadania. Não obstante, essas aulas são vislumbradas com temas polêmicos, que envolvem os conhecimentos científicos e tecnológicos como base para a sua possível solução, sempre na perspectiva de que esses conhecimentos são interrelacionados entre si, bem como embrionados nas relações sociais.

Percebe-se que no mesmo caminho, porém no ensino superior, 33,4% correspondem a artigos que se preocupam em utilizar as categorias, os níveis e objetivos/habilidades de ACT, previamente esclarecidos, a fim de avaliar os discursos e as ações de professores em formação e formados. Isso significa, mais uma vez, que a ACT é vista enquanto suporte para um ensino e formação de professores que vislumbra a cidadania, autonomia e o saber julgar valores frente aos pressupostos da ciência e da tecnologia na construção social.

Outrossim, identifica-se que 16,6% são artigos que envolvem a ACT como base para avaliação e elaboração de materiais didáticos e exames (neste caso o ENEM). Esses trabalhos são objetivados em construir materiais para o auxílio em aulas específicas para o desenvolvimento da ACT enquanto formadora cidadã. Ademias, as categorias de ACT servem como pressuposto para a elaboração de itens avaliativos, como questões de vestibulares.

Destaca-se que todos os artigos advogam para o uso favorável das categorias e objetivos da ACT no desenvolvimento de alguma metodologia/intervenção pedagógica ou na avaliação de algum material didático.

Isso demonstra o posicionamento teórico dos pesquisadores, uma vez que escolhem estudar essa temática vislumbrando aspectos positivos. Por outro lado, apenas em dois artigos identifica-se as limitações do desenvolvimento da ACT pela intervenção didáticas escolhida, por exemplo:

- i) o nível de compreensão: nem todos os alunos têm o mesmo nível de compreensão de conceitos científicos e tecnológicos. Portanto, a linguagem usada nas intervenções didáticas pode ser difícil para alguns alunos compreenderem, o que pode levar a uma falta de engajamento ou compreensão limitada. Soluções são a aplicação de avaliações diagnósticas. Pode-se desenvolver intervenções e pesquisas voltadas a superar dificuldades relacionadas a equidade no ensino, exclusividade de memorização de conceitos e técnicas ou até mesmo enfatizar a objetividade e a neutralidade, ignorando questões éticas e sociais relacionadas ao uso das ciências e das tecnologias;
- ii) falta de experiência: nem todos os professores têm experiência em ensinar conceitos científicos e tecnológicos, o que pode afetar a qualidade das intervenções didáticas.

Quais os objetivos mais comuns dessas pesquisas?

Quanto a terceira subcategoria, *a priori*, investigar os objetivos mais comuns nessas pesquisas, ou seja, quais os tipos de trabalho, considerando o objeto analisado (sujeitos e materiais), esclarecemos esses na tabela 3.

Tabela 3 – Foco dos artigos de levantamento de concepções de ACT publicados no período entre 2013-2022, disponíveis na plataforma CAFe-CAPES.

Foco do estudo	Quantidade de artigos	Porcentagem (%)
Intervenções no Ensino Médio/anos finais do Ensino Fundamental (estudos empíricos)	7	29,2
Formação continuada de professores	2	8,3
Formação inicial de professores	6	25
Revisão bibliográfica	5	20,8
Livros didáticos e avaliação	3	12,5
Material produzido pelos professores (Intervenção Pedagógica) em todos os níveis de ensino	1	4,2

TOTAL	24	100
-------	----	-----

Fonte: Autores (2024).

Como a tecnologia está inserida nesses artigos?

Iremos analisar (tabela 4) como a tecnologia é tratada, uma vez que há artigos que apresentam concepções de Alfabetização Científica (AC), em uma época de diversas concepções de ACT. Já outros explicitam diferenças entre AC e Alfabetização Tecnológica (AT).

Os artigos que utilizam o termo AC utilizam-no a partir do seu referencial teórico, o mesmo acontece com as demais siglas AT e ACT.

Tabela 4 – Apresentação de termos utilizados para alfabetização científica e tecnológica nos artigos avaliados no ensino de química.

Termos utilizados	Quantidades de artigos	Porcentagem %
Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT)	22	91,6
Alfabetização Científica (AC)	1	4,2
Alfabetização Tecnológica (AT)	1	4,2
TOTAL	24	100

Fonte: Autores (2024).

Segundo Gilbert (1992), há três formas diferentes de abordar o processo de alfabetização tecnológica, visando uma reflexão curricular acerca dos recursos materiais e, principalmente, humanos, como meios didáticos e mais qualidade na formação de professores. O autor distingue entre: i) alfabetização para tecnologia – essa abordagem tem como objetivo formar profissionais para o setor industrial tecnológico. Sendo muito comum em cursos técnicos e tecnológicos, como os Institutos Federais e pelas escolas de SENAI; ii) alfabetização sobre tecnologia – este tipo de alfabetização visa as discussões socio-tecnológicas, ou seja, construtivas e concepções de valores, em outras palavras, os alunos aprendem sobre como a tecnologia é construída e seus impactos na sociedade e no meio ambiente. iii) alfabetização em tecnologia – aqui seria uma alfabetização abrangente e holística da tecnologia, pois envolve técnicas, organização e cultura nas práticas tecnológicas buscando um entendimento integral dos conhecimentos que a envolve.

Compreender os aspectos socio-tecnológicos está além da percepção organizacional e cultural que a tecnologia desenvolve, é preciso discutir os

conhecimentos técnicos que são nestes conhecimentos que estão toda a linguagem ligada a tecnologia propriamente dita.

Apenas um artigo destaca a Alfabetização Tecnológica (AT) como objetivo de ensino e aprendizagem da Tecnologia enquanto modeladora de habilidades em investigação e compreensão epistemológica no saber tecnológico no ensino de química. Isso demonstra que a tecnologia não é entendida e apresentada enquanto construtora de pensamento crítico. Quanto a natureza da tecnologia é possível afirmar que esta constitui um campo de conhecimentos demonstrando que para alcançar o processo de Alfabetização Tecnológica é preciso discutir acerca das fronteiras entre o natural e o artificial, as etapas de construção do conhecimento tecnológico (pesquisa, desenvolvimento e produção) e suas conexões com amplos setores da sociedade.

O conceito de Alfabetização Científica e Tecnológica

Será elaborado, a partir dessas inferências, uma definição para o que vem a ser a Alfabetização Científica e Tecnológica, no âmbito do ensino da química em todos os níveis e etapas de ensino. Entende-se a alfabetização científica e tecnológica como a *compreensão do conceito científico para a formação de atuação cidadã, com a ética e a criticidade no mundo que o cerca, bem como perceber o conceito tecnológico na formação cidadã, e no bem-estar, por fim, deve-se entender a tecnologia, as ciências e as sociedades interrelacionadas, mas que podem ser independentes entre si.*

No âmbito do ensino, essas construções podem acontecer por metodologias que permitem o desenvolvimento de concepções éticas e de criticidade sobre situações sociais, políticas, econômicas locais e globais.

Após essa definição, *posteriori*, identificamos duas concepções que compõem o conceito de Alfabetização Científica e Tecnológica proposto nesta Revisão Sistemática. Essas concepções são capazes de fornecer estruturas necessárias de serem consideradas no momento da elaboração e planejamento de aulas e propostas de aulas visando a Alfabetização Científica e Tecnológica.

A primeira concepção recebe o nome de **parâmetro para o desenvolvimento de conceitos científicos** e permite desenvolver nos alunos saberes científicos de forma que sejam capazes de identificá-los no contexto

específico de sua realidade social. Assim, elenca-se categorias *a priori* da alfabetização científica – prática, cívica, por exemplo, expostas por autores diversos: Shen (1975), Bybee (1995) e Fourrez (2005).

Nos artigos avaliados, percebe-se que, nas aulas desenvolvidas, o conceito de alfabetização científica e tecnológica era alcançado por metodologias de ensino específicas (Três Momentos Pedagógicos, Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade e CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade) voltado ao tema escolhido, seja um tema próximo a realidade dos alunos, seja uma problemática global.

Na segunda concepção, identifica-se ***a ausência de conceitos que envolvem a tecnologia pela sua essência no âmbito social e científico.***

A dimensão da tecnologia no processo de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) no ensino de Ciências Químicas é volta-se para a construção de um conhecimento mais aplicado. A tecnologia oferece ferramentas interativas, simulações e experimentos virtuais que permitem que os alunos explorem conceitos de química de forma crítica e prática. Ela transforma o ensino tradicional, que pode ser limitado a aulas expositivas, em um processo dinâmico, onde os alunos aplicam o conteúdo científico em problemas reais, conectando a química ao seu cotidiano.

Por meio de estudos de caso interativos, os alunos compreendem como a química se manifesta em diversos contextos sociais e ambientais, como a poluição dos rios e o impacto de resíduos químicos. A tecnologia, portanto, não apenas atualiza o material didático, mas também promove o desenvolvimento de competências fundamentais como pensamento crítico, resolução de problemas e colaboração, preparando os alunos para os desafios contemporâneos e para um papel ativo na sociedade.

A tecnologia pode ser utilizada para estimular o pensamento crítico, a criatividade, a resolução de problemas e a comunicação, preparando os alunos para os desafios do mercado de trabalho e para a vida em sociedade.

Considerando a concepção *ausência de conceitos que envolvem a tecnologia pela sua essência no âmbito social e científico*, essa é vista enquanto modeladora de um sistema que deve considerar momentos de tecnologia na construção de debates críticos para o desenvolvimento da ciência, bem como os conceitos e as teorias sobre a ciência e a tecnologia em contextualização ética e social na realidade de alunos e professores, no ensino de química na educação básica e superior, bem como a elaboração de material didático.

A revisão da literatura mostra a importância de um ensino de ciências e de tecnologia que vá além da mera transmissão de conteúdos teóricos, buscando a humanização, o respeito ao próximo e o bem-estar. Destaca-se a importância de um ensino que vá além da memorização e descontextualização, promovendo a interrelação com outras áreas do conhecimento e uma abordagem crítica e ética sobre o uso desses conhecimentos na sociedade.

Reconhece-se as falhas no ensino de ciências, que muitas vezes apresenta teorias distantes da realidade dos alunos. Critica-se a ideia falsa de que a ciência e a tecnologia são garantias de bem-estar social e ambiental, destacando que a diferença entre veneno e remédio está na dose. Alerta-se para as consequências internas e externas desse desconhecimento, como a reprodução de ideias insustentáveis e a degradação ambiental.

Ser alfabetizado em ciências e tecnologias implica em desenvolver habilidades e uma cultura que promovam a compreensão das interrelações entre ciência e tecnologia, para uma sociedade responsável e capaz de decidir o que é melhor para as gerações futuras.

A dialética entre ciência, tecnologia e sociedade é considerada uma construção histórico-cultural da humanidade, que envolve a apropriação material, a internalização, em pensamentos, e a expressão, em linguagem argumentativa. Ser alfabetizado, nesse contexto, implica em superar obstáculos e encontrar uma verdade relativa para entendendo que essa pode e deve ser modificada de acordo com as necessidades sociais.

O objetivo final da ACT, nesta pesquisa é promover caminhos para alcançar a autonomia no ensino de Química e desempenhar nos alunos um papel fundamental na construção dos primeiros significados sobre o mundo. A ACT aumenta seus conhecimentos e cultura e ajudar a compreender e participar efetivamente na sociedade.

Nessa abordagem, o ensino deve começar considerando o contexto social dos alunos e não ser visto apenas como preparação para o futuro, mas como uma formação que os capacita a pensar e agir de forma responsável no presente. Lembrar que as crianças não são cidadãs do futuro, mas já são cidadãs hoje, e o conhecimento científico amplia suas oportunidades de participação social no presente e no futuro.

Identifica-se diferenças nas áreas de interesse e enfoques. Os resultados mostram que os artigos teóricos representaram a menor porcentagem, com foco em revisões bibliográficas, enquanto os trabalhos voltados para a Educação Básica foram os mais numerosos.

Esse estudo demonstra interesse em como a ACT pode desenvolver concepções no ensino de Química, abordando sua aplicação em materiais didáticos e sistemas de avaliação. Além disso, a ACT serve de base para a elaboração de intervenções didáticas, visando o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico e resolução de problemas, como verificado neste Revisão Sistemática. No ensino superior, os artigos analisam os entendimentos iniciais de professores e licenciandos em Química, abrangendo a compreensão de conceitos científicos, resolução de problemas, uso de tecnologias e tomada de decisões. Em resumo, este estudo ressalta a importância de promover a alfabetização científica e tecnológica, incluindo habilidades, atitudes e valores, para formar cidadãos capazes de compreender a ciência em sua relação com a tecnologia e a sociedade.

Destaca-se que todos os artigos abordam as categorias e objetivos da ACT de forma favorável, demonstrando o posicionamento teórico dos pesquisadores, que escolhem estudar essa temática considerando seus aspectos positivos. No entanto, apenas dois artigos mencionam as limitações do desenvolvimento da ACT por meio das intervenções didáticas adotadas. Essas limitações incluem o nível de compreensão dos alunos, que pode variar e dificultar o engajamento e a compreensão, além da falta de experiência dos professores em ensinar conceitos científicos e tecnológicos, o que pode afetar a qualidade das intervenções didáticas. Soluções propostas incluem a aplicação de avaliações diagnósticas e o desenvolvimento de pesquisas voltadas para superar essas dificuldades, como equidade no ensino, memorização exclusiva de conceitos e técnicas, e a consideração de questões éticas e sociais relacionadas ao uso das ciências e das tecnologias.

Outrossim, a ausência de concepções sobre a tecnologia no processo de alfabetização no ensino de química é preocupante, pois compreender os aspectos socio-tecnológicos está além da percepção organizacional e cultural que a tecnologia desenvolve, é preciso discutir os conhecimentos técnicos, uma vez que, são nestes conhecimentos que estão toda a linguagem ligada a tecnologia propriamente dita.

Diante disso, apresenta-se duas concepções acerca da alfabetização científica e tecnológica de **parâmetro para o desenvolvimento de conceitos científicos e a ausência de contextos que envolvem a tecnologia pela sua própria definição no âmbito social, científico e socio-científico**, essas categorias foram identificadas após a análise dos 24 artigos (APÊNDICE A) que compõem essa Revisão Sistemática, logo foram elaboradas como sustentação de definição da Alfabetização Científica e Tecnológica.

Por fim, a partir dessas duas concepções, *a posteriori*, apresenta-se a definição de Alfabetização Científica e Tecnológica como a *compreensão do conceito científico para a formação de atuação cidadã, com a ética e a criticidade no mundo que o cerca, bem como perceber o conceito tecnológico na formação cidadã, e no bem-estar, por fim, deve-se entender a tecnologia, as ciências e as sociedades interrelacionadas, mas que podem ser independentes entre si.*

Concomitantemente, a temática Alfabetização Científica e Tecnológica envolve complexidade de perspectivas sobre a área de ensino, os sujeitos envolvidos, bem como aos níveis e etapas de ensino. Logo, esta pesquisa contribui para a concepção desse tema no Ensino de Química.

Sobre o referencial teórico para trabalhar a ACT no ensino básico em Química, este trabalho se apoia na Teoria da Formação Planejada por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos de Galperin.

Pretende-se que a teoria forneça as bases teóricas e metodológicas para o estudo da sua contribuição para a formação científica e tecnológica dos alunos do ensino fundamental II a partir da disciplina de química.

CAPÍTULO 3. PIOTR YAKOVLEVICH GALPERIN E A TEORIA DA FORMAÇÃO PLANEJADA POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS E DOS CONCEITOS

Galperin propôs sua Teoria de Formação Planejada por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos, no final dos anos 1940 e início dos anos 1950. Essa teoria fora formulada para explicar a atitude orientadora como elementar na formação da psique (mente, comportamento e interações físicas e sociais) humana. No qual, para ele, uma atividade orientada forma o pensamento humano. Em 1965, defendeu sua tese de pós-doutorado com os resultados mais significativos de suas pesquisas acerca da formação das ações mentais e dos conceitos. Galperin faleceu em 1988. Criou uma legião de seguidores e pesquisadores de sua tese, entre eles N. F. Talízina, V. V. Dadydov, N. S. Patina (Núñez; Oliveira, 2015).

Ele não achou respostas a algumas inquietações sobre a Psicologia naquela época, principalmente sobre como acontecia a formação de conceitos científicos pelos alunos na escola, ou seja, como era o processo de formação de conceitos.

Galperin elaborou sua teoria por meio de contradições das ideias primárias (principalmente de Vygotsky e Leontiev) isso produziu criticidade ao seu trabalho desenvolvendo abordagem científica numa então nova ciência Psicológica. Assim, afirma que a ZDP (Zona de Desenvolvimento Próximo) apresenta algumas imprecisões, por exemplo, não expõe critérios prévios para diferenciar o que a criança sabe fazer sozinha do que ela poderia fazer com a ajuda de uma outra pessoa (mais velha ou não, mas mais experiente) (Galperin, 1984).

Isso foi essencial para concretizar o processo de formação das ações mentais como resultado do processo de internalização de ações externas materiais, mediadas e em situações de colaboração.

Não obstante, as contribuições de Vygotsky na construção da Teoria de Galperin foram essenciais, pois na medida que Galperin se aprofundava na Teoria de Vygotsky, encontrava lacunas e respondia com estudos teóricos e empíricos, formulando assim sua teoria (Núñez; Ramalho, 2015; 2017).

Já em Leontiev, segundo Galperin (1984), que critica a ideia de Vygotsky sobre a formação de conceitos científicos nas crianças, afirma que a assimilação de conceitos acontecia pela compreensão desse na vida cotidiana da criança. Para Leontiev o desenvolvimento humano acontecia pela experiência histórico-social que o sujeito individualiza (objetiva) por processos de apropriação nas relações com

objetos e fenômenos do mundo bem como nas relações verbais que realiza com as pessoas ao seu redor.

Outrossim, Leontiev afirma que é a atividade que o sujeito realiza nas relações sociais com outros que determina o desenvolvimento superior da psique, ou seja, é a vida real que orienta a formação do pensamento humano na perspectiva de características superiores (Leontiev, 1979). Destaca-se que Vygotsky concentra-se na função das ferramentas culturais (signos) como mediadoras do desenvolvimento dos processos mentais humanos.

Por fim, Galperin desenvolveu sua Teoria propondo uma abordagem mais científica. Importa-se que o desenvolvimento humano ocorre pela internalização de ações mediadas socialmente e pela atividade em contextos históricos e sociais.

3.1 A TEORIA DA FORMAÇÃO PLANEJADA POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS E DOS CONCEITOS: PRESSUPOSTOS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA DIDÁTICA DESENVOLVIMENTAL

O principal foco de estudo de Galperin fora a aprendizagem e como ela se desenvolvia. Por essa razão, seus trabalhos são fundamentados nas teorias Histórico-Cultural, de Vygotsky, e da Atividade, de Leontiev, seja em sua totalidade ou na formulação de soluções às limitações dessas.

Nesse sentido estruturamos este capítulo com a definição, a característica e a aplicabilidade teórica de sua teoria desenvolvimental.

Segundo Núñez e Ramalho (2017), a Didática Desenvolvimental está relacionada a uma abordagem que respeita o ritmo e as características psicológicas individuais de cada estudante, sem impor padrões de resultados a serem atendidos. Essas características psicológicas são as do desenvolvimento (racionalidade, generalização, criticidade e autonomia) e surgem de acordo com os processos alcançados pelo sujeito.

Em um cenário educativo, de ensino de conteúdos, essa abordagem enfatiza a importância da mediação do professor no processo de ensino e aprendizagem, bem como se estabelecer uma relação dialética entre o ensino e a aprendizagem, de forma a promover a formação de conceitos científicos e a aquisição de habilidades e valores necessários para a vida em sociedade (Núñez; Ramalho, 2015).

Assim, a Didática Desenvolvimental é um caminho de ensino que tem como objetivo promover o desenvolvimento integral dos alunos, considerando não apenas a esfera cognitiva, mas também as dimensões afetivas, sociais e culturais da personalidade, por meio da formação planejada das ações mentais e dos conceitos (Núñez, 2009).

A partir do exposto, seguimos, na perspectiva de Vygotsky, pela ação da orientação.

A orientação, segundo Núñez, León, Ramalho (2020), é responsável por apresentar aos alunos as ações mentais e os conceitos que devem ser assimilados, de forma clara e objetiva. Galperin destaca a importância da orientação que o sujeito constrói para a atividade, o que determina, entre outros fatores, a qualidade da aprendizagem.

Nesta etapa, deve ser elaborada tarefas simples e diretas para que os alunos possam compreendê-las facilmente. É importante que esses compreendam o que se espera das tarefas e quais são os objetivos a serem alcançados. As tarefas devem ser planejadas de forma a garantir a progressão do processo de assimilação, respeitando o ritmo de aprendizagem dos alunos e evitando atrasos desnecessários no processo pelas etapas de assimilação (Núñez; Ramalho, 2015; 2017).

A orientação é uma etapa fundamental para a assimilação das ações mentais e dos conceitos, pois é a partir dela que os alunos constroem uma nova orientação para a atividade, mobilizando os conceitos e outros recursos afetivos na solução das tarefas e das situações-problema (Leontiev, 2012).

Por esse caminho, Galperin apresenta três tipos de orientação, que denominou de Base Orientadora da Ação (BOA), em três níveis. A BOA I, a BOA II e a BOA III. Cada uma dessas orientações tem características específicas que as diferenciam entre si (Núñez, 2009).

A BOA I é uma orientação incompleta, que se aplica a uma única tarefa ou fenômeno. Ela é utilizada para a assimilação de ações mentais e conceitos simples, que não exigem uma grande complexidade cognitiva. A BOA I é composta por três etapas: orientação, fixação e automatização, ou seja, é um processo lento, constituinte de inúmeros erros e tentativas na solução da tarefa (Núñez; Ramalho, 2017). Um professor, por exemplo, dá instruções gerais sobre como escrever uma poesia, sem exemplos claros ou estratégias específicas para diferentes tipos de poesias.

A BOA II é uma orientação intermediária, que se aplica a um conjunto de tarefas de uma mesma classe. Ela é utilizada para a assimilação de ações mentais e conceitos mais complexos, que exigem uma maior capacidade cognitiva. A BOA II é composta por quatro etapas: orientação, fixação, automatização e transferência. Em outras palavras a BOA II é típica do ensino tradicional, em que o estudante recebe todas as instruções para resolver o problema proposto. Esse tipo de orientação não há uma atitude independente do estudante (Núñez; Ramalho, 2015). Por exemplo, um manual de instruções detalhado para resolver um problema de matemática específico, mas que não ensina a estratégia geral para resolver problemas similares.

Já a BOA III é uma orientação completa e generalizada, que se aplica a um conjunto de fenômenos e de tarefas de uma mesma classe. Ela é utilizada para a assimilação de ações mentais e conceitos mais complexos, que exigem uma grande capacidade cognitiva. A BOA III é composta por cinco etapas: orientação, fixação, automatização, transferência e generalização (Núñez, 2009).

Para Núñez (2009), a BOA III permite aos alunos planejar, dirigir e controlar a resolução de diferentes tipos de situações-problema de um mesmo tipo ou uma classe destas, com potencial para o desenvolvimento da criatividade. Concordamos com ele, pois essa orientação é considerada a mais completa e generalizada, pois está contida a essência invariante da atividade por se tratar de uma orientação teórica. O estudante pode construí-la de forma independente, com ajuda de métodos gerais que lhe são fornecidos pelo professor.

A principal diferença entre as três orientações está na sua abrangência e complexidade. Enquanto a BOA I é utilizada para tarefas simples e específicas, a BOA II e a BOA III são utilizadas para tarefas mais complexas e abrangentes.

Percebemos que na elaboração da Base de Orientação Galperin utilizou-se dos conceitos de Ação e Atividade, propostos por Leontiev, em sua Teoria (Núñez; Amaral, 2021).

A atividade, segundo esse tipo de orientação, forma-se rapidamente com poucos erros e se caracteriza por estabilidade, alto nível de generalização e, portanto, por maior transferência a situações novas. A BOA III expressa o que é essencial ao objeto de assimilação em questão (invariante), permitindo responder a uma variedade de problemas propostos dentro dos limites da generalização.

Para que as etapas sejam organizadas de forma adequada, é necessário levar em consideração o ritmo de aprendizagem dos alunos, respeitando o tempo

que cada uma precisa para assimilar as ações e conceitos propostos. Além disso, é importante evitar atrasos desnecessários nas etapas de assimilação. O subsistema das etapas é composto por três tipos de etapas: etapas de orientação, etapas de fixação e etapas de automatização. Cada uma dessas etapas tem uma função específica no processo de assimilação das ações mentais e dos conceitos (Núñez, 2009).

Nas etapas de fixação são responsáveis por consolidar as ações mentais e os conceitos na memória dos alunos. Os alunos devem praticar as ações e conceitos apresentados na etapa anterior, de forma a fixá-los na memória de longo prazo.

Nas etapas da orientação e fixação, as atividades do subsistema das etapas visam auxiliar os alunos na assimilação das ações mentais e dos conceitos propostos. Essas tarefas podem ser variadas, dependendo da natureza das ações e conceitos a serem assimilados, bem como do nível de desenvolvimento dos alunos (Núñez, 2009).

Além disso, as tarefas devem ser planejadas de forma a garantir a progressão do processo de assimilação, respeitando o ritmo de aprendizagem dos alunos (Talízina, 1988).

Esse modelo baseado na Teoria da Atividade de A. N. Leontiev fornece uma estrutura que não apenas melhora a compreensão dos conceitos de química pelos alunos, mas também promove o pensamento crítico, as habilidades de resolução de problemas e a criatividade no processo de aprendizagem, levando, em última análise, a um ensino de química mais eficiente e eficaz.

Nesse processo, Galperin, segundo Núñez (2009), apresenta os Esquemas da Base Orientadora Completa da Ação (EBOCA), que são elaborados pelo professor ou disponibilizado no conteúdo das disciplinas.

3.2 ESQUEMA DA BASE ORIENTADORA COMPLETA DA AÇÃO (EBOCA)

O EBOCA é a representação esquemática da BOA do tipo III, uma orientação completa e generalizada que se aplica a um conjunto de fenômenos e de tarefas de uma mesma classe.

Esse esquema pode ser uma ferramenta cultural para a generalização teórica, que permite a compreensão de um conjunto de situações ou de um dado domínio. Ele fornece aos alunos, pelo professor, as condições essenciais para a adequada

execução da ação, que é a base sobre a qual o funcionamento mental é estruturado. As ações desenvolvidas e apoiadas no EBOCA possibilitam contrastar, de forma consciente, os esquemas mentais dos alunos e suas bases de orientação Núñez; Amaral, 2021).

Segundo Núñez e Ramalho (2017), o EBOCA surge como uma base de orientação desejada para os alunos desde o início do processo de assimilação da ação. É elaborado pelo professor e representa o esquema da BOA do tipo III, que é uma orientação completa e generalizada que se aplica a um conjunto de fenômenos e de tarefas de uma mesma classe.

Esse esquema, conforme Núñez e Amaral (2021), fornece aos alunos as condições essenciais para a adequada execução da ação, que é a base sobre a qual o funcionamento mental é estruturado.

As ações desenvolvidas e apoiadas nos EBOCAs possibilitam contrastar, de forma consciente, os esquemas mentais dos alunos e suas bases de orientação. Logo, o EBOCA é um esquema que representa a invariante do conteúdo na forma do que Galperin chamou de mapa da atividade, que é uma ferramenta para a orientação dos alunos em relação ao conteúdo das disciplinas.

Nesse cenário, a aprendizagem por etapas pode ser vista como uma abordagem de ensino que se baseia na ideia de que a assimilação de uma nova ação mental ou um novo conceito, para o estudante, ocorre em um processo gradual e sequencial, que envolve a passagem por diferentes etapas. Essas etapas, por sua vez, são organizadas de forma a permitir que o estudante desenvolva gradualmente as habilidades e conhecimentos necessários para a realização da ação ou compreensão do conceito em questão (Leontiev, 2012; Núñez, 2009).

Ao auxiliar os alunos do Ensino de Química como apresentam Núñez e Amaral (2021) a planejar, executar e controlar de forma consciente o processo de resolução de problemas, o EBOCA permite que eles façam correções necessárias, se for o caso. Este esquema serve como guia para os alunos desenvolverem seu pensamento científico e criatividade, proporcionando uma abordagem estruturada para as atividades experimentais.

Aplicado para o desenvolvimento da habilidade de identificar Reações Químicas de Precipitação, o EBOCA é um elemento concebido para auxiliar os alunos no contexto do ensino e aprendizagem, pois é uma estrutura organizada que

orienta os alunos no planejamento, execução e controle das atividades de resolução de problemas em ambiente laboratorial, por exemplo.

Por meio do EBOCA, os alunos são incentivados a registrar suas ideias e ações durante as atividades de resolução de problemas, o que promove uma compreensão mais profunda do conteúdo e estimula o envolvimento ativo no processo de aprendizagem. O modelo ressalta a importância da participação ativa dos alunos no processo de resolução de problemas, guiados pelos elementos do EBOCA, para aprimorar sua experiência de aprendizagem e desenvolver suas habilidades de pensamento químico.

3.2.1 A atividade da ação na constituição do EBOCA para a elaboração de uma recomendada boa

De acordo com Leontiev (Leontiev, 1978), essas ações fazem parte de uma atividade mais ampla e são impulsionadas por objetivos conscientes. Cada ação tem aspectos intencionais (o que precisa ser alcançado) e operacionais (como alcançá-lo), exigindo o domínio das operações correspondentes. A sequência de operações forma um sistema que suporta a execução de ações dentro da atividade.

Dividir as atividades em ações e operações pode ajudar os alunos a se envolverem em tarefas de resolução de problemas de forma mais eficaz. Esta abordagem incentiva os alunos a planejar e organizar atividades, estimulando o pensamento científico e a criatividade. Compreender as distinções entre ações e operações ajuda os alunos a navegar no processo de resolução de problemas e a desenvolver uma compreensão mais profunda do conteúdo através da aplicação prática e do envolvimento no processo de aprendizagem (Núñez; Oliveira, 2015).

A aprendizagem por etapas não deve ser pensada como um esquema fixo, mas como uma orientação heurística, ou seja, organizada, que possibilita ao professor alinhar um ensino que promova o desenvolvimento intelectual dos alunos. As etapas podem ser abreviadas, combinadas entre si ou ainda algumas delas, omitidas, dependendo da natureza das tarefas, da ação que se deve assimilar, dos níveis de desenvolvimento inicial da ação (que inclui o domínio conceitual e o operacional) (Núñez; Ramalho; Oliveira, 2021)

Em resumo, a aprendizagem por etapas é uma abordagem de ensino que se baseia na ideia de que a assimilação de uma nova ação mental ou conceito ocorre

em um processo gradual e sequencial, que envolve a passagem por diferentes etapas organizadas de forma a permitir o desenvolvimento gradual das habilidades e conhecimentos necessários para a realização da ação ou compreensão do conceito em questão.

A compreensão desses elementos estruturais pode ajudar os alunos a organizar e executar sistematicamente atividades de resolução de problemas. Ao compreender os componentes da ação e suas interconexões, os alunos podem aprimorar seu pensamento científico, habilidades de resolução de problemas e criatividade no âmbito das atividades experimentais. Esta abordagem metódica incentiva uma compreensão mais profunda do assunto e incentiva a participação ativa no processo de aprendizagem (Talízina, 1988).

Por fim, visamos elencar e confirmar a teoria da atividade de Leontiev como pressuposto às etapas de formação das ações mentais de Galperin. Nesse contexto, a assimilação para melhor acontecer necessita da mediação, como bem esclarecido nas bases orientadoras da ação (I, II e III), especificamente na BOA III – pelo Esquemas da Base Orientadora Completa da Ação. Em Galperin (Núñez; Ramalho, 2015) o desenvolvimento do psicológico humano deve viabilizar entendimento consciente de necessidades físicas, materiais, culturais e espirituais. A relação sujeito e objeto é sempre mediada por ferramentas materiais e simbólicas também denominadas de artefatos culturais de mediação.

3.3 AS CINCO ETAPAS DA TEORIA DE GALPERIN PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE DE INTERNALIZAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS

Através de cinco etapas interligadas – motivação, base orientadora da ação, materialização, linguagem verbal e internalização – os alunos embarcam em um processo de descoberta gradual, construindo habilidades conceituais de identificações reações químicas de precipitação e internalizando o conhecimento de forma significativa.

3.3.1 Etapa Motivacional

Nesta fase inicial, que Talízina (1988) chama de "etapa zero", não há ação ou introdução de conhecimentos. O principal objetivo é preparar os alunos para absorverem novos conhecimentos.

Atualmente, a maioria dos professores concorda que, se os alunos não estiverem motivados para estudar, não irão aceitar as atividades propostas ou as realizarão de forma superficial. Por isso, o primeiro passo na formação de atividades é criar nos alunos um interesse positivo pelo estudo. A motivação para aprender está ligada a valores que sustentam e justificam a aprendizagem como uma atividade valiosa (Cachapuz *et al.*, 2005).

3.3.2 Base Orientadora da Ação, estabelecimento da BOA

É uma representação antecipada da tarefa e apresenta o sistema de orientação para a sua execução. Talízina (1988) afirma que a BOA reflete a ação que será realizada bem como as condições de realização dessa ação. A BOA deve refletir todas as partes estruturais e funcionais da atividade: orientação, execução e controle.

Existem três tipos de orientação conhecidos como BOA (Boa Orientação de Aprendizagem): BOA I, BOA II e BOA III.

Aqui, detalharemos a BOA do tipo III. Essa, é uma orientação completa e generalizada, aplicável a um conjunto amplo de fenômenos ou tarefas de uma mesma classe. Essa orientação contém a essência invariante da ação e permite ao estudante construí-la de forma independente, com o auxílio de métodos gerais fornecidos pelo professor. Isso resulta em uma formação rápida da ação, com poucos erros, e uma alta transferência de conhecimentos para diversas situações.

A materialização da BOA pela elaboração de um cartão ou ficha de estudo ou mapa da atividade. O que o cartão deve conter: a invariante conceitual, a invariante procedimental e os meios de controle (Núñez, 2009).

Desse modo, o cartão de estudo envolve tanto o sistema de características necessárias e suficientes do conceito a ser estudado como o sistema de ações que determina o tipo de atividade a ser realizada (Núñez; Oliveira, 2012).

A etapa de estabelecimento da BOA é um momento no qual o estudante reúne e formata todos os conhecimentos da ação e cria as condições para seu êxito.

No entanto, o estudante não executa a atividade a ser assimilada. Isso ocorre na etapa de formação da ação do plano material ou materializado.

3.3.3 Etapa da formação da ação da forma material ou materializada

Essa parte só acontece com a auxílio de um cartão da atividade ou uma ficha da atividade ou um mapa da atividade.

Essa etapa deve acontecer de forma grupal e deve acontecer para cumprir todas as operações de modo bem detalhado descritas na BOA. Recomenda-se a resolução de problemas, para a execução desta atividade, como pressuposto nos esquemas da BOA, nos mapas da atividade.

As atividades a serem realizados devem representar os exemplos típicos de aplicação do conceito e da ação, a fim de assegurar sua generalização. A generalização deve abranger dois tipos de situações: i) quando o objeto pertence a uma classe específica e ii) quando não pertence à mesma classe. Por exemplo, imagine que estamos ensinando o conceito de "animal" para crianças pequenas. Para garantir a generalização desse conceito, podemos criar tarefas que envolvam dois tipos de situações: a) situação em que o objeto se refere à determinada classe: apresentamos às crianças várias imagens de animais diferentes, como cachorro, gato, pássaro etc. Pedimos para elas identificarem quais são os animais. Nesse caso, as crianças estão generalizando o conceito de "animal" para diferentes exemplos dentro da mesma classe. b) situação em que o objeto não se refere à mesma classe: agora, apresentamos imagens de objetos que não são animais, como carro, bola, cadeira etc. Pedimos para as crianças identificarem quais não são animais. Aqui, as crianças estão generalizando o conceito de "não-animal" para objetos que não pertencem à classe de animais (Núñez; León; Ramalho, 2020).

Nessa fase, o estudante começa a ação de maneira externa e detalhada, executando todas as operações que compõem a atividade. A supervisão do professor acontece durante a execução da atividade, que ocorre em colaboração com colegas. Os objetivos se concentram na transformação de uma situação objetiva, e o estudante regula sua ação através da percepção da situação (Núñez; Oliveira, 2015).

Os mapas da atividade personalizam o processo de aprendizagem, proporcionando apoio externo para cada estudante realizar a atividade. Eles também

simplificam a redução da ação e a transição para um maior nível de autonomia do estudante, tornando-o mais ativo e responsável pela situação durante a execução da tarefa (Núñez; Oliveira, 2015).

Em relação ao uso dos mapas da atividade, eles têm o poder de transformar a atitude do estudante diante da tarefa. Sua presença torna o estudante mais ativo e responsável pela situação, enquanto sua ausência pode deixá-lo passivo e dependente de orientações externas. O estudante se torna o protagonista da atividade ao receber o mapa da atividade, assumindo o controle da situação e facilitando seu engajamento e aprendizado. Eles desempenham um papel fundamental na organização, regulação e controle do processo de assimilação de conceitos, especialmente na etapa materializada da aprendizagem (Núñez; Ramalho; Oliveira, 2020).

O direcionamento do professor e o uso de mapas da atividade ajudam o estudante a perceber cada um dos elementos da atividade ao longo das tarefas. Os materiais de estudo permitem personalizar o processo, além de facilitar a aquisição, a compreensão e a memorização de uma quantidade maior de conhecimentos e procedimentos gerais (Núñez, 2009). O professor supervisiona a realização de cada uma das etapas que compõem a ação, avaliando as tarefas completas pelos alunos. Esse acompanhamento é baseado em todo o conteúdo e não apenas nos resultados.

Em seguida, percebe-se o uso da forma verbal como apoio externo, onde os alunos verbalizam tudo que aprendem, porém de modo de indicação da realidade material, ou seja, que essa etapa está em execução. Nas etapas seguintes, a linguagem passa a ser ferramenta essencial na realidade material convertendo-se em uma única base de ação. A ação do plano verbal acontece por meio da linguagem externa para o outro e para si.

3.3.4 Etapa de formação da ação como linguagem verbal externa

Nesta fase, a ação se transforma em linguagem verbal externa, destacando a importância da linguagem falada na atividade humana. A representação da ação é feita de forma verbal, seja oral ou escrita, e a ação se torna um raciocínio sobre si mesma. A representação dos objetos vai se tornando cada vez mais fraca e o

significado das palavras com que se expressa a ação passa a ser cada vez mais compreendido diretamente (Núñez; Ramalho; Oliveira, 2020).

Resolução de problemas em duplas: em uma aula de matemática, os alunos trabalham em duplas para resolver problemas oralmente ou por escrito. Um estudante explica o raciocínio em voz alta enquanto o outro atua como controlador, verificando a lógica e os procedimentos utilizados. Discussão de posicionamentos: durante um debate em sala de aula, os alunos expressam seus pontos de vista oralmente, justificando suas opiniões e argumentando com base em evidências.

Desse modo, a formação da ação no plano da linguagem falada depende da forma de comunicação.

3.3.5 Etapa da formação da ação no plano mental (linguagem interna e internalização)

A etapa mental, segundo Galperin, é a fase final da formação da ação, onde a ação se internaliza e se torna um processo mental. Ela inicia com a linguagem verbal abreviada, onde a ação é verbalizada para si mesmo. A linguagem interna se transforma em função mental interna, proporcionando novos meios para o pensamento. A ação verbal externa se transforma em ação mental através da linguagem interna (imagens, representações mentais). A ação se automatiza e se converte em "ação por fórmulas", inacessível à auto-observação (Núñez; Ramalho; Oliveira, 2020).

No processo da linguagem interna, o indivíduo executa a tarefa de forma autônoma, com detalhes e consciente das operações realizadas, como se estivesse falando consigo mesmo (Talízina, 1988). Inicialmente, essa linguagem parece ser dirigida a um interlocutor imaginário, mas à medida que a ação é internalizada, o controle imaginário se afasta cada vez mais. Assim, a transformação da ação material em pensamento, ou seja, o pensamento propriamente dito, torna-se predominante.

A forma mental da ação é o reflexo da ação material, com objeto e composição operacional de caráter ideal. A ação pode ser totalmente trasladada para o plano mental ou apenas em sua parte de orientação. A atividade gnóstica externa é obrigatória para a aprendizagem quando as imagens e operações

necessárias não estão formadas. Se as imagens e operações já existem, a atividade gnóstica interna é suficiente.

A etapa mental é fundamental para a formação de ações cognitivas e conceitos, garantindo a aprendizagem com o nível de qualidade desejado (Núñez; Ramalho; Oliveira, 2020).

Em suma, essas etapas, quando seguidas de forma sistemática, facilitam a formação de ações mentais e conceitos complexos, levando a uma aprendizagem profunda e duradoura. O quadro 5, apresenta essas ideias sistematizadas.

Quadro 5 – Etapas da Teoria de Formação das Ações Mentais e de Conceitos de P. Ya. Galperin

Etapa	Descrição	Objetivo
Motivação e Orientação	Apresentação dos objetivos e significados das ações, estabelecendo a importância e o contexto.	Despertar o interesse do aluno e fornece uma base sólida para a ação futura.
Formação da Base Orientadora da Ação (BOA)	Fornecimento de todos os conhecimentos necessários e métodos para executar a ação.	Criar uma BOA clara e completa, adaptada ao nível de compreensão do aluno.
Execução Material (ou Materializada) da Ação	Realização da ação de forma concreta, utilizando objetos físicos ou representações visuais.	Ajudar na internalização dos processos envolvidos através da manipulação de materiais.
Execução da Ação em Plano Verbal (ou Verbo-Motora)	Transposição da ação para o plano verbal, onde os alunos descrevem os passos da ação.	Consolidar a compreensão e facilitar a transição para o plano mental.
Execução da Ação em Plano Mental	Internalização e realização da ação de forma autônoma e interna.	Mostrar que o conceito foi plenamente compreendido e pode ser realizado mentalmente.

Fonte: Autores (2024).

CAPÍTULO 4. A HABILIDADE DE IDENTIFICAR REAÇÕES QUÍMICAS DE PRECIPITAÇÃO

A etimologia nos ajuda a compreender melhor o significado e a origem das palavras. Sobre a palavra precipitação, essa origina-se do latim "*praecipitatio*", que significa "ação de cair de repente". No contexto químico, refere-se à formação de um sólido a partir de uma mistura de reagentes e algumas condições (como temperatura, solubilidade e propriedades iônicas).

A partir disso, busca-se em Atkins e Jones (2014) a definição sobre a reação de precipitação como sendo uma mistura de duas ou mais soluções eletrolíticas e essas reagem para formar um sólido insolúvel. Entende-se um eletrólito como uma substância que tem a capacidade de alterar a condutividade elétrica do meio. Há a formação de íons em soluções (Mueller; Souza, 2016).

Esta reação ocorre quando íons positivos (cátions) e íons negativos (ânions) se combinam para formar um composto que não é solúvel na água. Assim, um precipitado formado é um sólido insolúvel (Mortimer; Machados, 2013).

Em soluções aquosas de sais, a solubilidade pode variar dependendo da temperatura. Segundo Mahan e Myers (1995):

- Um sal é considerado solúvel se sua solubilidade for maior que 0,01 mol/L, como 0,1 mol/L.
- Um sal insolúvel tem solubilidade muito menor que 0,01 mol/L.
- Sais pouco solúveis têm solubilidade próxima de 0,01 mol/L.

A natureza de uma solução, iônica ou molecular, depende do tipo de soluto. A capacidade de conduzir eletricidade indica a presença de íons na solução, pois a corrente elétrica é um fluxo de cargas, e somente soluções contendo íons podem conduzi-la.

Ao misturarmos duas soluções, geralmente obtemos uma nova solução que contém ambos os solutos. Quando este sólido se forma na água, ele precipita imediatamente. Na equação química, usamos (aq) para indicar substâncias dissolvidas em água e (s) para o sólido que precipitou. Vejamos alguns exemplos:

Exemplo A: Nitrato de Prata e Cloreto de Potássio

Quando uma solução de nitrato de prata (AgNO_3) é misturada com uma solução de cloreto de potássio (KCl), ambas incolores, ocorre o seguinte:

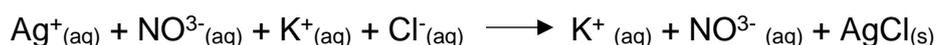
A solução de nitrato de prata contém íons Ag^+ e NO_3^- , e a solução de cloreto de potássio contém íons K^+ e Cl^- , já que ambos os sais são solúveis em água.

Ao misturar as duas soluções, forma-se imediatamente um precipitado, um depósito de sólidos finamente divididos. A análise revela que o precipitado é o sal insolúvel cloreto de prata (AgCl), resultante da combinação dos íons Ag^+ e Cl^- presentes na solução.

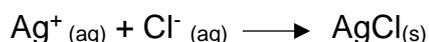
Esta reação pode ser representada pelas seguintes equações químicas:



Equação iônica:



Equação iônica simplificada:



Na última equação, os íons K^+ e NO_3^- são omitidos, pois são íons espectadores, presentes na solução sem participar da reação (Atkins e Jones, 2014).

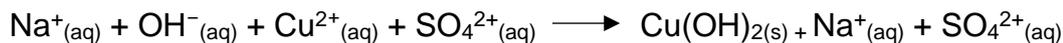
Exemplo B: Hidróxido de Sódio e Sulfato de Cobre

Ao misturar uma solução incolor de hidróxido de sódio (NaOH) com uma solução azulada de sulfato de cobre (CuSO_4), considerando as regras de solubilidade, podemos prever a formação de um precipitado. A análise mostra que a combinação dos íons Cu^{2+} e OH^- resulta na formação de um precipitado azul de hidróxido de cobre ($\text{Cu}(\text{OH})_2$) enquanto os íons Na^+ e SO_4^{2-} permanecem em solução como íons espectadores.

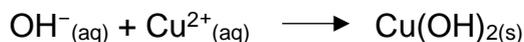
Esta reação pode ser representada pelas seguintes equações químicas:



Equação iônica:



Equação iônica simplificada:



Para que a percepção da habilidade de identificar reação de precipitação consiga obter êxito, é importante a elaboração de atividades pedagógicas intencionais, como a elaboração de casos fictícios ou estudo de casos reais, que facilitem na compreensão nas características essenciais, como íons e sólidos insolúveis.

Assim, a Teoria das Ações Mentais de Galperin contemplar a contextualização dos conceitos considerando as diferentes aplicações dessas substâncias. Esse tipo de associação implica em abordar as diferentes propriedades exibidas pela formação de sólidos insolúveis.

4.1 RELAÇÃO DA TEORIA DA ATIVIDADE COM A HABILIDADE DE IDENTIFICAR REAÇÃO QUÍMICA DE PRECIPITAÇÃO

A. N. Leontiev enfatizam a interdependência entre a psique humana e as atividades práticas em contextos histórico-culturais. A psique humana se desenvolve e se manifesta através da atividade do sujeito, a qual é um sistema integrado que inclui componentes como motivo, objetivo, base orientadora, meios de execução e resultado (Oliveira, 2010).

Leontiev argumenta que a atividade deve ser compreendida como um sistema unificado, onde a psique se expressa através da ação e não pode ser dividida em funções isoladas (Leontiev, 2010).

A relação entre a psique e a atividade é descrita como essencial, onde a psique existe em dois planos: como parte da atividade prática externa e como atividade interna independente. A interiorização é o processo pelo qual atividades externas se transformam em processos internos, refletindo-se na consciência do sujeito (Vigotskii; Luria; Leontiev, 2010).

Essa teoria pode ser aplicada ao estudo de reações químicas de precipitação, proporcionando um entendimento mais profundo e contextualizado deste fenômeno químico.

Na identificação de reações de precipitação, o estudante ou pesquisador realiza uma série de ações com objetivos claros, como misturar soluções e observar a formação de um precipitado. Essas ações são mediadas por ferramentas experimentais e conceitos científicos, como tabelas de solubilidade e conhecimentos sobre compostos iônicos. Segundo a teoria da atividade, essas ações não são meramente técnicas, mas fazem parte de uma atividade significativa e socialmente mediada, onde a consciência do indivíduo é moldada pela interação com o meio experimental (Núñez; Oliveira, 2012; Núñez; Ramalho, 2015)

A teoria da atividade sugere que o conhecimento químico não é adquirido de forma isolada, mas através da participação ativa em práticas experimentais que são influenciadas por contextos históricos e culturais. Assim, ao aplicar essa teoria ao estudo de reações de precipitação, reconhecemos que o aprendizado e a compreensão dos fenômenos químicos são processos integrados que envolvem a motivação, objetivos específicos, a base orientadora das ações, e a interação com ferramentas e símbolos científicos. Dessa forma, a teoria da atividade oferece uma perspectiva holística e contextualizada para o ensino e a prática da química, promovendo uma integração mais efetiva entre teoria e prática experimental (Núñez; Amaral; Oliveira; Pereira, 2021).

4.2 AS ETAPAS DA FORMAÇÃO DA AÇÃO MENTAL DE GALPERIN APLICADA AO CONCEITO DE REAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO

A formação da ação mental, segundo Galperin, é um processo complexo que se desenvolve em cinco etapas distintas. Ao aplicar esse conceito à compreensão da reação de precipitação, que envolve a formação de um sólido insolúvel a partir da combinação de íons em solução aquosa, podemos elucidar a construção do conhecimento científico nesse contexto específico (Núñez, 2009).

A primeira etapa, a motivacional, é crucial para despertar o interesse do aprendiz. Neste caso, a curiosidade pode ser estimulada por meio de questões como: "O que acontece quando misturamos duas soluções aquosas?" ou "Por que

alguns sais se dissolvem em água e outros não?". Pode-se apresentar uma situação real ou fictícia sobre o tema, envolvendo questões norteadoras.

A segunda etapa, a Base Orientadora da Ação (BOA), fornece um guia para a investigação (Núñez; Ramalho, 2015). Aqui, o estudante é direcionado a observar a solubilidade de diferentes sais, identificando os que são solúveis e os que não são, e a perceber a formação de um sólido ao misturar soluções contendo íons apropriados.

Na terceira etapa, a ação é realizada de forma materializada, ou seja, os alunos realizam experimentos práticos para observar a reação de precipitação. Eles podem misturar soluções de nitrato de prata e cloreto de sódio, por exemplo, para observar a formação de cloreto de prata, um sólido insolúvel.

A quarta etapa envolve a verbalização externa da ação. Aqui, os alunos são incentivados a descrever verbalmente o que observaram durante o experimento, articulando o processo de formação do sólido insolúvel em termos científicos, como "reação de precipitação" e "sólidos iônicos".

Por fim, na quinta etapa, ocorre a internalização da ação no plano mental. Os alunos são capazes de recriar mentalmente o experimento, entendendo os conceitos envolvidos e sendo capazes de explicar o fenômeno da reação de precipitação sem a necessidade de realizar o experimento novamente.

A correlação entre as cinco etapas da formação das ações mentais de Galperin e a promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica pode ser fundamental para formar cidadãos críticos e racionais sobre o uso de saberes científicos e tecnológicos na sociedade.

A motivação para a aprendizagem é essencial para despertar o interesse dos alunos pela ciência e tecnologia. Ao criar contextos significativos e questionamentos relevantes, os educadores podem incentivar os alunos a se engajarem com os temas científicos e tecnológicos (Núñez; Oliveira, 2012; Núñez; Ramalho, 2015).

A orientação da ação ajuda os alunos a entenderem como abordar problemas e questões científicas de forma sistemática. Isso os capacita a analisar criticamente informações e tomar decisões informadas com base em evidências.

A ação materializada por experimentos práticos e atividades concretas permite que os alunos explorem conceitos científicos e tecnológicos na prática. Isso

ajuda a solidificar o entendimento e a aplicação dos conhecimentos adquiridos (Nú Núñez; Amaral; Oliveira; Pereira, 2021).

Quanto a verbalização externa da ação, ao externar seus pensamentos e explicar seus raciocínios, os alunos desenvolvem habilidades de comunicação científica. Isso é essencial para a transmissão de conhecimento e para participar de debates informados sobre questões científicas e tecnológicas na sociedade.

Por sim, a internalização no plano mental permite que os alunos desenvolvam uma compreensão profunda e duradoura dos conceitos científicos e tecnológicos. Isso os capacita a aplicar esse conhecimento em diversas situações e a contribuir de forma significativa para a construção histórico-cultural da sociedade (Núñez; Ramalho; Oliveira, 2020).

Assim, ao utilizar as cinco etapas da formação das ações mentais de Galperin no ensino da ciência e tecnologia, é possível formar cidadãos críticos e racionais, capazes de compreender e utilizar os saberes científicos e tecnológicos de forma ética e responsável, contribuindo para o progresso e desenvolvimento da sociedade.

CAPÍTULO 5. METODOLOGIA

Esta pesquisa apresenta dois momentos investigativos, visando alcançar os objetivos específicos. O primeiro momento, debatido no capítulo 2, destaca-se apresentar a revisão sistemática acerca da temática Alfabetização Científica e Tecnológica, adicionalmente no capítulo 3, com a apresentação das etapas necessárias para a formação da habilidade de identificar uma Reação Química de Precipitação. No segundo momento, melhor discutido aqui, busca-se descrever as etapas de elaboração das atividades propostas na Intervenção Pedagógica (ou EBOCA) sobre o conteúdo Reações Químicas de Precipitação para assimilação da Alfabetização Científica e Tecnológica

Neste estudo seguimos algumas características da pesquisa qualitativa, visto que neste tipo de pesquisa:

Preocupa-se muito mais com o processo do que com o produto. Na análise dos dados coletados, não há preocupação em comprovar hipóteses previamente estabelecidas, porém estas não eliminam a existência de um quadro teórico que direcione a coleta, a análise e a interpretação dos dados [...] (Prodanov; Freitas, 2013, p. 70).

Dessa forma, em razão da análise de textos que serão os achados relativos à intervenção sobre os participantes da intervenção e da análise do cenário que esta pesquisa pretende intervir, pois assim cria-se melhoras no processo educacional, os procedimentos técnicos utilizados para o desenho metodológico desta pesquisa foram a pesquisa bibliográfica e a Intervenção Pedagógica, com caráter Histórico-Cultural, considerando nosso principal aporte teórico: a Teoria das Formação Planejada por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos de Galperin.

Na pesquisa bibliográfica as fontes foram retiradas da plataforma CAFe, do portal Periódicos CAPES. Esses serviram de base confiável para a construção deste trabalho.

A pesquisa desenvolvida é do Tipo Intervenção. Segundo Castro e Damiani (2017, p. 88), o termo intervenção é usado para denominar pesquisas, na área pedagógica, baseadas “em mudanças introduzidas em processos educacionais, com

base em um dado referencial teórico e com o propósito de melhorar tais processos, avaliados ao final”.

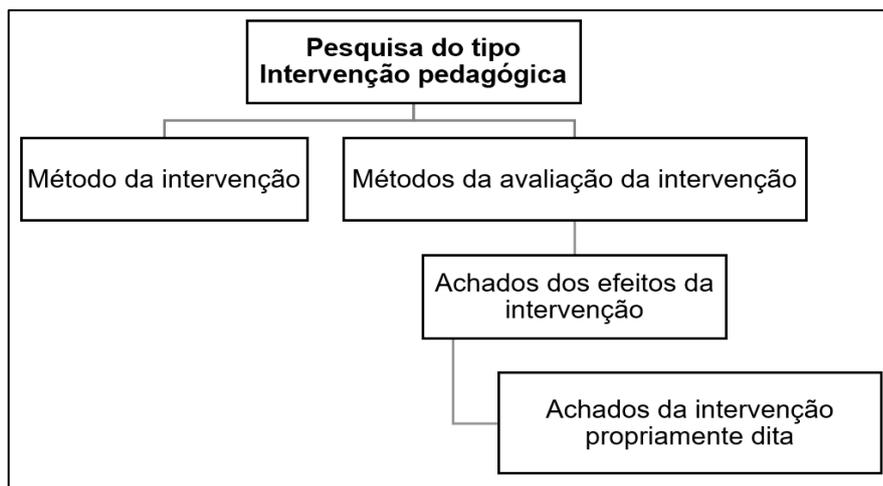
Adicionalmente, este tipo de pesquisa tem como fundamentos preceitos histórico-culturais na perspectiva de Vygotsky, e “se baseia na perspectiva metodológica defendida por Damiani *et al.* (2013), cujo objetivo é gerar conhecimento para a aplicação prática e/ou dirigidos à solução de problemas educacionais concretos específicos” (Castro; Damiani, 2017, p.88).

Tomando por base as ideias de Damiani (2012, p. 7), podemos dizer que: 1) esta pesquisa é aplicada; 2) partimos de uma intenção de mudança, no caso desta pesquisa, no Ensino de Química, “constituindo-se, então, em práticas a serem analisadas”; 3) trabalhamos com dados criados, em paralelo aos dados existentes que são simplesmente coletados; e 4) realizamos “uma avaliação rigorosa e sistemática dos efeitos de tais práticas, isto é, uma avaliação apoiada em métodos científicos, em contraposição às simples descrições dos efeitos de práticas que visam à mudança ou inovação”.

Esta autora destaca que na pesquisa do tipo intervenção, do ponto de vista metodológico, são considerados dois métodos, o interventivo e o investigativo. No método da intervenção, é descrita “a prática pedagógica implementada, de maneira detalhada, fundamentando-a teoricamente”, e no método de avaliação da intervenção, são especificados “os instrumentos de coleta e análise de dados utilizados para tal intervenção” (Damiani, 2012, p. 8).

Segundo Damiani *et al.* (2013), a avaliação da intervenção é constituída de duas dimensões, as quais são: os achados relativos aos efeitos da intervenção sobre seus participantes e os achados relativos à intervenção propriamente dita.

Figura 2 – Fluxograma da metodologia do tipo intervenção pedagógica



Fonte: Autores (2024).

É importante destacar que neste tipo de pesquisa, o professor assume dois papéis: o de professor e o de pesquisador. A atuação do professor se destaca no momento do planejamento e da aplicação da intervenção (agente da intervenção), e a atuação do pesquisador se desenvolve no momento da avaliação da intervenção (agente da investigação). Portanto, o autor desta pesquisa assume os papéis de professor e de pesquisador.

Esta pesquisa visa contribuir para a educação, considerando que o processo de ensino e aprendizagem pode ser sistemático ao abordar conceitos pelo planejamento, monitoramento e controle das ações. Além de desenvolver habilidades superiores como a atenção e a independência para resolver problemas complexos, busca criar caminhos para a autorregulação, onde é possível monitorar o processo de aprendizagem.

5.1 MÉTODO DA INTERVENÇÃO

Sobre o método da intervenção descrevemos o planejamento e a aplicação da intervenção pedagógica. Nesta parte, percebemos, *a posteriori*, que assemelha-se aos processos de Elaboração da Base de Orientação dos Conceitos e das Ações (EBOCA) proposto por Galperin como planejamento do professor a fim de que os alunos desenvolvessem as habilidades de identificar Reações Químicas de Precipitação.

5.1.1 Planejamento da Intervenção Pedagógica: Elaboração da Base de Orientação dos Conceitos e das Ações (EBOCA)

O planejamento da intervenção pedagógica foi constituído de dois momentos considerando os seguintes objetivos: 1) identificar concepções prévias de alunos sobre os conteúdos de Reações Químicas de Precipitação (1º momento); 2) relacionar desastres ambientais com as Reações Químicas de Precipitação (2º momento);

Neste momento, considerar-se-á os seguintes critérios para a definição do objetivo da Intervenção Pedagógica:

- i) Definir o objetivo em termo da habilidade a ser formada;
- ii) Considerar o vínculo da habilidade com a realidade dos alunos;

Sobre a habilidade a ser formada pelos alunos espera-se que saibam identificar as características químicas das Reações Químicas de Precipitação, bem como as suas limitações para explicar situações reais da natureza.

Quanto ao item dois: considerar o vínculo da habilidade com a realidade dos alunos, nesta fase os alunos irão externalizar o que fora aprendido (internalizado) pela fala e pela percepção/observação. Em seguida, retorna a internalizar as ações desenvolvidas para que seja a formação no plano mental.

Por fim, associar objetivo aos critérios da qualidade da habilidade, na forma de indicadores qualitativos, com as categorias de ACT, os indicadores da ACT serão expostos pelas ações (na forma material; externa e no plano mental).

Destaca-se que as atividades foram elaboradas a partir de Estudo de Casos, que, segundo Sá, Francisco e Queiroz (2007), narra uma história ou estória que não apresenta um fim concreto e busca despertar o interesse do leitor pela narrativa, que envolve um drama com as personagens envolvidas. Esses casos estão expostos no item 5.2.1 Instrumentos de coleta de dados.

Em síntese, o planejamento da intervenção pedagógica é apresentado no quadro 6.

Quadro 6 – Planejamento da Intervenção Pedagógica

Momentos da intervenção pedagógica	Aulas	Objetivos	Conteúdos	Atividades	Recursos
		Identificar	Reações	Aplicação do	Questionário

Momento 1	2	concepções prévias de alunos sobre os conteúdos de Reações Químicas	Químicas de precipitação	questionário diagnóstico	diagnóstico impresso Noticiários sobre descarte ilegal e acidente de derrame de produtos químicos
Momento 2	3	Diferenciar tipos de Reações Químicas e destacar para as do tipo Precipitação; Relacionar aspectos sociais, éticos e ambientais referentes às atividades abordadas aos conteúdos científicos abordados	Reação Químicas de Precipitação, Ionização e Solubilidade	Aula expositiva dialogada Leitura das atividades de Elaboração da BOA	Atividades de Elaboração da BOA
Momento 3	2	Identificar Reação Química de Precipitação; Ionização	Reação Químicas de Precipitação, Ionização e Solubilidade	Aula expositiva dialogada Experimentos, leitura e execução das atividades de Materialização	Atividades de Materialização (Linguagem Interna)
Momento 4	1	Consolidação dos conceitos abordados anteriormente	Reação Químicas de Precipitação, Ionização e Solubilidade	Aplicação do questionário da Etapa de Internalização	Atividade de Internalização

Fonte: Autores (2024).

5.1.2 Campo de pesquisa

Esta pesquisa, foi realizada na Escola de Referência em Ensino Fundamental João Bento de Paiva, localizada no município de Itapissuma, no estado de Pernambuco. O motivo da escolha desta Instituição fora porque o autor desta pesquisa é professor de Ciências da escola a mais de três anos. Esta pesquisa foi autorizada pelo Gestor Escolar, conforme o Termo de Outorga (Apêndice B).

A escola em tempo integral funciona sob a Portaria Nº 0033, de 30 de janeiro de 1986 e oferta a modalidade de Ensino Fundamental - Anos Finais. Atende a 480 alunos, contando com 70 funcionários, entre equipe gestora, professores, monitoras e demais colaboradores em setores diversos.

A EREF João Bento de Paiva compreende que a educação deve garantir o desenvolvimento dos alunos em todas as suas dimensões – intelectual, física, emocional, social e cultural, através de um projeto coletivo, compartilhado por toda a comunidade escolar em prol dos avanços da educação municipal.

Localizada no centro de Itapissuma, a escola apresenta como visão de é oferecer educação de excelência em um ambiente acolhedor, focando no desenvolvimento das potencialidades e talentos únicos de cada aluno.

A escola é comprometida no ensino por projetos, considerando o componente curricular Eletiva, que entre outros, envolve Robótica, Teatro de Mamulengos e cultura local, além de LIBRAS, Marcenaria, Confecção de Histórias em Quadrinhos e Cordéis e Clube de Ciências. Esses, produzem projetos que são apresentados em Feiras Científicas externas locais (Semana Municipal de Ciência e Tecnologia de Itapissuma) e nacionais (Ciência Jovem, QCiências – UFPE, Semana Nacional de Ciência e Tecnologia do CECINE – UFPE, Feira Nordestina de Ciência e Tecnologia – FENECIT, Feira Mineira de Iniciação Científica – FEMIC, Exposição de Ciência, Engenharia, Tecnologia e Inovação – EXPOCETI e outras).

Apresenta-se, na tabela 5, os valores de Proficiência em Língua Portuguesa e Matemática no Saeb – Sistema de Avaliação da Educação Básica, nas últimas quatro edições.

Tabela 5 – Valores (estaduais e municipais) do Saeb da EREF João Bento de Paiva

Edição	Língua Portuguesa		Matemática	
	Itapissuma	Pernambuco	Itapissuma	Pernambuco
2017	274,21	250,43	299,98	248,81
2019	282,36	254,99	306,49	258,13
2021	273,48	252,74	231,76	251,89

Fonte: Inep (2024).

O Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) é um conjunto de avaliações externas em larga escala que permite ao Inep realizar um diagnóstico da educação básica brasileira e de fatores que podem interferir no desempenho do estudante.

Esse sistema permite que as escolas e as redes municipais e estaduais de ensino avaliem a qualidade da educação oferecida aos alunos. O resultado da

avaliação é um indicativo da qualidade do ensino brasileiro e oferece subsídios para a elaboração, o monitoramento e o aprimoramento de políticas educacionais com base em evidências.

As médias de desempenho dos alunos, apuradas no Saeb, juntamente com as taxas de aprovação, reprovação e abandono, apuradas no Censo Escolar, compõem o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb).

5.1.3 Sujeitos da pesquisa

Os participantes desta pesquisa são meninas e meninos com idades entre 14 e 15 anos. Eles são moradores próximos à escola e alunos do 9º ano do Ensino Fundamental.

Trinta alunos participaram das atividades propostas na intervenção pedagógica.

Por serem menores de idade, todos os responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (para responsável legal pelo menor de 18 anos), descrito no Apêndice C.

5.2 MÉTODO DA AVALIAÇÃO DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

Sobre o método da avaliação da intervenção pedagógica descrevemos “os instrumentos de coleta e análise de dados utilizados para levantar os efeitos da intervenção” (Damiani *et al.*, 2013, p. 62).

5.2.1 Instrumento de coleta dos dados

As atividades serão suporte de qualidade para a (re)construção da Base Orientadora da Ação (BOA) dos alunos. Segundo Galperin (1987) a BOA é a orientação para execução de determinada tarefa por meio de parâmetros e condições elaborados para que o sujeito possa desempenhar as ações necessárias para alcançar o objetivo da atividade proposta.

A seguir (quadro 7), iremos apresentar as direções das atividades de estudo desta pesquisa, considerando os objetivos específicos:

Quadro 7 – Relação entre as Etapas da Teoria de Galperin como Instrumentos de coleta de dados

Objetivos específicos	Instrumentos de coleta de dados	Fonte de dados
Propor uma atividade diagnóstica para determinar em que etapa do processo de assimilação (demonstrando os indicadores de ACT) os alunos se encontram, em relação ao conceito de Reação Química de Precipitação.	Avaliação Diagnóstica	Respostas dos alunos
Elaborar uma Intervenção Didática a luz da Teoria de Galperin como fundamento às concepções que compõem o conceito da ACT frente ao ensino de Reação Química de Precipitação.	Atividades para a Formação das Ações Mentais de Galperin	Respostas dos alunos às atividades
Avaliar a qualidade da Base Orientadora da Ação para o processo de ensino e de aprendizagem de Reação Química de Precipitação, na Intervenção Didática.	BOA e EBOCA	Respostas dos alunos à BOA e EBOCA

Fonte: Autores (2024).

O processo de ensino-aprendizagem estar estruturado em uma lógica que aborda a compreensão psicológica da aprendizagem e explica a relação o objeto do conhecimento e o sujeito que aprende. Esse processo está bem estruturado nos itens 3.3 “as cinco etapas da teoria de Galperin para o desenvolvimento da habilidade de internalização de conceitos científicos” e 4.2 “as etapas da formação da ação mental de Galperin aplicada ao conceito de reação de precipitação” desta dissertação.

5.2.1.1 Avaliação Diagnóstica

Encontro inicial para apresentar a proposta aos alunos, em seguida conhecer suas compreensões iniciais acerca da temática “Reações Químicas de Precipitação”, com as seguintes questões: 1) O que é uma transformação química e quais suas principais características? 2) Você já ouviu falar no termo precipitação? Explique com um exemplo. 3) Como você pode identificar uma transformação química de precipitação?

O objetivo desta atividade é identificar os níveis iniciais de ACT dos alunos frente a temática Reações Químicas de Precipitação. Para que assim seja possível direcionar as Atividades para um melhor desenvolvimento do nível de ACT inicial, bem como níveis de ACT avançados.

Foram apresentados conceitos de Precipitação por Reações/Transformações Químicas.

As perguntas foram elaboradas pensando nos níveis de ACT (Prático, Cívico e Cultural) envolvidos e associados no entendimento prévio que esses alunos têm, bem como contextualizado a sua realidade.

A primeira questão, aborda um nível prático, pois exige dos alunos a capacidade de identificar e descrever uma transformação química com base em observações simples, como mudança de cor, liberação de gases ou formação de sólidos.

Já a segunda questão, pode apresentar respostas de níveis prático, pois os alunos podem reconhecer a precipitação como uma reação química em que ocorre a formação de um sólido insolúvel, pelo excesso de um soluto em um solvente.

Por fim, a terceira questão pode apresentar os três níveis de ACT (prático, cívico e cultural). No nível prático os alunos podem descrever os sinais visíveis de uma reação de precipitação, como a formação de um sólido turvo ou a mudança de cor da solução. No nível cívico, é possível discutir a importância de identificar reações de precipitação em contextos como controle de poluição e preservação de ecossistemas aquáticos. E no nível cultural, explora como diferentes culturas tradicionais identificam e utilizam reações de precipitação em práticas cotidianas, como na produção de alimentos ou medicamentos tradicionais.

5.2.1.2 Atividade para a Etapa da Motivação

Nesta etapa foram apresentadas algumas notícias ^{1, 2, 3} sobre desastres ambientais envolvendo derrame de efluentes e produtos químicos em cursos de rios, como o acidente do Ácido Sulfônico no Rio Seco, na cidade de Joinville, em Santa

¹<https://paulista.pe.gov.br/2024/dinamico/noticia-detalle.php?id=790>

²<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/prefeitura-de-joinville-retoma-captacao-de-agua-apos-vazamento-quimico-em-rio/>

³https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/politicaspublicas/convencao_minata/#:-:text=Em%201956%2C%20a%20origem%20da,maiores%20desastres%20ambientais%20do%20planeta.

Catarina (2024), descarte de efluentes de indústrias têxtil, no Rio Paratibe, na cidade de Paulista, em Pernambuco (2015) e o acidente de Minamata, Japão (1968).

Essa etapa se alinha ao conceito de que a motivação é um dos motores principais para a aprendizagem eficaz, ajudando a conectar o conteúdo ao cotidiano do aluno ou a situações significativas, o que facilita o desenvolvimento da ação mental consciente e dirigida, conforme proposto por Galperin (1988).

Esta etapa permite que os alunos visualizem e experimentem os conceitos, tornando-os mais acessíveis e compreensíveis antes de avançarem para níveis mais abstratos de entendimento.

Em seguida, foram apresentados conceitos de Precipitação por Reações/Transformações Químicas, com a utilização do quadro branco e piloto.

Essa atividade potencializa percepções e discussões acerca do nível de ACT cívico, pois, conforme esclarece Radcliffe e Grace (2003), referem-se à capacidade de uma pessoa participar sabiamente em um debate social sobre questões relacionadas à ciência e à tecnologia. Neste caso, a abordagem de notícias com essa temática desperta o interesse dos alunos, considerando que eles vivem em uma região costeira e sua maior fonte de sustento vem de ecossistemas aquáticos.

5.2.1.3 Atividade para a Etapa de elaboração da Base Orientadora da Ação (BOA)

A elaboração desta etapa contou com uma situação problema fictícia intitulada “A Mistura Azul no Canal de Santa Cruz”, descrita no quadro 8. Essa estória é bem próxima a realidade dos alunos. Em seguida foram elaboradas três questões contextualizadas a situação problema e que vislumbram níveis de ACT elevados, como o cívico – o estudante é estimulado a posicionar-se diante do problema a encontrar uma solução, e o cultural – quando deve relacionar os conceitos de reação de precipitação aos acontecimentos históricos anteriores reconhecendo e integrando perspectivas de diferentes áreas do conhecimento para abordar problemas complexos de maneira holística, superando a fragmentação do saber científico.

Quadro 8 – Caso problematizador para a elaboração da BOA

A Mistura Azul no Canal de Santa Cruz

Em uma manhã ensolarada, Dona Júlia, uma pescadora artesanal que depende dos frutos do Canal de Santa Cruz para sustentar sua família, percebe algo estranho na água enquanto prepara sua canoa para mais um dia de pesca. Ela vê uma substância azul gelatinosa se formando na superfície do rio, próxima à margem e região da Caiçara.

Preocupada, ela chama seu vizinho, Seu João, também pescador, que estava consertando suas redes. Eles observam a substância azul e logo percebem que está afetando os peixes, deixando-os agitados.

Enquanto isso, na indústria química localizada próximo ao rio, o Sr. Carlos, gerente da fábrica, está discutindo com seu funcionário, o Sr. Pedro, responsável pelo tratamento dos efluentes da empresa. O Sr. Pedro admite que houve um problema no tratamento e que uma quantidade significativa de efluente contaminado por cobre foi descartada no rio de forma inadequada durante a noite.

De volta ao rio, Dona Júlia e Seu João se perguntam como resolver o problema. Eles sabem que a substância azul está afetando a reprodução dos peixes e a qualidade da água, colocando em risco a pesca artesanal local. Eles decidem chamar a Dra. Sabrina, uma pesquisadora ambiental que trabalha na região e é especialista em poluição aquática.

Dra. Sabrina chega ao local e, após analisar a situação, conclui que o cobre do efluente reagiu com resíduos de hidróxido de sódio deixado na margem do rio pelas lavadeiras que preparavam sabão artesanal, formando uma substância azul gelatinosa (hidróxido de cobre) e tóxica para os peixes.

Diante disso, vocês se unem para encontrar uma solução.

1. Que argumentos você usaria para explicar o que pode ser o sólido azul?
2. Segundo o texto, o sólido gelatinoso azul não afunda, mas fica entre a superfície e o fundo. Ao analisar essa situação, você acredita que houve uma transformação química?
3. Como você faria para evitar o surgimento desse sólido azul?

Fonte: Autores (2024).

Destaca-se que a partir desse Estudo de Caso, as questões norteadoras foram elaboradas seguindo o pressuposto teórico da ACT prática. Acredita-se que isso ocorreu de forma intuitiva, considerando que a abordagem investigativa seguiu princípios pedagógicos que valorizam a contextualização e a prática, promovendo a construção ativa do conhecimento pelos alunos. Desse modo, as questões norteadoras foram desenvolvidas para estimular relação prática do conteúdo teórico. Acredita-se que essa intuição pedagógica contribuiu para uma compreensão mais profunda do conteúdo, facilitando a relação entre os conceitos teóricos e sua aplicação prática no cotidiano dos estudantes.

No quadro 9, apresenta-se a BOA estruturada e entregue aos grupos de alunos para que preenchessem de acordo com as soluções e questões levantadas durante o debate e auxílio do professor.

Quadro 9 – BOA entregue aos alunos como suporte

BASE ORIENTADORA DA AÇÃO (BOA) – MAPA PARA RESOLUÇÃO DAS ATIVIDADES DUPLA:	
Modelo do objeto (Qual a natureza de uma transformação química do tipo precipitação?)	Modelo da ação (Como se identifica uma transformação química do tipo precipitação?)
-	-
-	-
-	-
-	-

Fonte: Autores (2024).

Para a construção da BOA, os alunos foram guiados pelo professor-pesquisador a fim de alcancem o modelo da ação ideal para identificar reação de precipitação. Essa orientação aconteceu pela BOA do tipo 3, conforme esclarece Talízina (1988), o conteúdo da base orientadora da ação pode ser apresentado por meio de uma lista organizando as características necessárias e suficientes do conceito e mostrando as ações que devem ser realizadas com o objeto proposto, assim como a sequência da execução.

Essa lista inicia-se com a definição clara dos objetivos, que incluem identificar e classificar diferentes tipos de reações químicas, descrever o processo de formação de precipitados em reações de dupla troca (precipitação do hidróxido de cobre pela reação do sulfato de cobre e hidróxido de sódio), e prever produtos de reações pela observação.

A ação envolve uma introdução teórica sobre os conceitos básicos, seguida pela identificação dos reagentes e produtos, escrita das equações de dupla troca e iônica, e verificação experimental dos resultados.

Por fim, a generalização e aplicação dos conhecimentos adquiridos permitem que os alunos resolvam problemas em diferentes contextos (Etapa da Internalização), desenvolvendo habilidades para prever e identificar precipitados em novas reações de dupla troca.

Quadro 10 – EBOCA para identificar reação química de precipitação

ESQUEMA DA BASE DE ORIENTAÇÃO COMPLETA DA AÇÃO para identificar reação química de precipitação	
Modelo do objeto (Qual a natureza de uma transformação química do tipo precipitação?)	Modelo da ação (Como se identifica uma transformação química do tipo precipitação?)
<ul style="list-style-type: none"> - A transformação química envolve a mudança das substâncias iniciais em novas substâncias com diferentes propriedades químicas e físicas. Por exemplo, na reação de precipitação, dois reagentes formam produtos diferentes dos reagentes originais. - Em uma reação de dupla troca, os íons dos reagentes trocam de parceiros para formar novos compostos. - A solubilidade dos compostos pode ser testada experimentalmente para confirmar a natureza insolúvel do precipitado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Para identificar uma transformação química, observe se há uma mudança nas propriedades das substâncias iniciais para formar novos produtos com propriedades distintas, como a formação de um precipitado, mudança de cor, ou liberação de gás. - Para identificar uma reação de dupla troca, escreva as fórmulas dos reagentes e preveja os produtos, trocando os cátions e ânions entre os dois reagentes. - Para identificar uma precipitação, realize testes de solubilidade com os produtos formados, verificando se o composto permanece insolúvel em várias condições experimentais. - Para identificar uma transformação de precipitação, reconheça os reagentes solúveis que,
-A transformação química do tipo	

<p>precipitação envolve a interação de íons em solução que formam um composto insolúvel.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durante a precipitação, íons livres na solução reagem para formar um sólido insolúvel, retirando esses íons da solução. - A composição do precipitado é um composto iônico insolúvel resultante da combinação de íons específicos em solução. 	<p>quando misturados, produzem um composto insolúvel, utilizando a tabela de solubilidade para prever a formação do precipitado.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para identificar a precipitação, escreva as equações iônicas completa e líquida para a reação, isolando os íons que participam na formação do precipitado. - Para identificar uma precipitação, determine a fórmula química do precipitado a partir dos íons presentes na solução e verifique a solubilidade do composto resultante.
---	--

Fonte: Autores (2024).

O EBOCA, descrito no quadro 10, pode ser classificado como a Invariante da Ação, ou seja, é o modelo da ação que os alunos devem se assemelhar com a elaboração das suas BOAs.

Uma transformação química, também conhecida como reação química, é um processo no qual uma ou mais substâncias, chamadas de reagentes, são convertidas em novas substâncias, chamadas de produtos. Durante uma transformação química, ocorre uma reorganização dos átomos das substâncias iniciais para formar novas substâncias com propriedades diferentes das originais (Atkins; Jones, 2014)

Essas atividades permitem que os alunos visualizem e experimentem os conceitos, tornando-os mais acessíveis e compreensíveis antes de avançarem para níveis mais abstratos de entendimento (Galperin, 2001).

Foram apresentados conceitos de Precipitação por Reações/Transformações Químicas, com as características microscópicas como as interações entre íons.

5.2.1.4 Atividades para a Etapa de Formação da Ação Material (materialização)

As tarefas para a ação material de identificar as Reações Químicas de Precipitação foram elaboradas com o objetivo de discutir o caráter de essencialidade em relação às propriedades desses tipos de reações.

As tarefas desta operação foram realizadas em formato de atividade experimental, onde a turma foi organizada em grupos. A justificativa adotada foi de promover a discussão do caráter invariante da ação para identificar Reação Química de Precipitação.

Foram elaboradas duas tarefas experimentais. A primeira fora a precipitação do sulfato de Bário (BaSO_4), um sólido insolúvel de coloração branca que é muito

utilizado como medicamento de contraste em procedimentos de raio-x e ultrassonografia. O segundo experimento foi a obtenção de hidróxidos insolúveis (de cobre e de ferro), esse último sendo utilizados como agentes coagulantes.

No contexto de utilização de um modelo para se identificar um conceito científico, o processo através do qual se pretende ajudar o estudante a construir conhecimento é geralmente orientado pelo corpo docente. Assim, a aprendizagem ocorre quando conseguimos identificar e explicar os modelos que foram desenvolvidos, utilizando as ferramentas formais nas várias disciplinas.

A seguir, é mostrado o esboço do planejamento das duas atividades experimentais (Quadro 11).

Quadro 11 – Procedimentos para a atividade de materialização

Precipitação do Sulfato de Bário	
Vidrarias/Reagentes	Procedimentos
<ul style="list-style-type: none"> • Sulfato ferroso (FeSO_4) • Cloreto de bário (BaCl_2) • Água (H_2O) • Tubos de ensaio • Vidro de relógio • Espátulas 	<p>Passo 1: adicionar um pouco do sal ferroso no vidro de relógio, retirar uma alíquota com a espátula e adicionar no tubo de ensaio, em seguida adicionar um pouco de água pela pisseta; Realizar o mesmo procedimento com o sal de bário.</p> <p>Passo 2: misturar as soluções em um terceiro tubo de ensaio.</p>
Precipitação dos Hidróxidos insolúveis (Cu^{2+}, Fe^{2+} e Fe^{3+})	
Vidrarias/Reagentes	Procedimentos
<ul style="list-style-type: none"> • Sulfato ferroso (FeSO_4) • Sulfato de cobre (CuSO_4) • Hidróxido de Sódio (NaOH) • Água (H_2O) • Tubos de ensaio • Vidro de relógio • Espátulas 	<p>Passo 1: adicionar um pouco do sal ferroso no vidro de relógio, retirar uma alíquota com a espátula e adicionar no tubo de ensaio, em seguida adicionar um pouco de água pela pisseta; Realizar o mesmo procedimento com o sulfato de cobre.</p> <p>Passo 2: em um terceiro tubo de ensaio, adicionar gotas de hidróxido de sódio dissolvido com a solução de sulfato ferroso;</p> <p>Passo 3: em um quarto tubo de ensaio, adicionar gotas de hidróxido de sódio dissolvido com a solução de sulfato de cobre.</p>

Fonte: Autor (2024).

As questões abaixo foram apresentadas aos alunos após os dois experimentos:

1. Trata-se do mesmo tipo de transformação química? Se sim, qual?
2. Como os precipitados formados nas reações entre os sais metálicos e o hidróxido de sódio podem ser identificados visualmente?
3. Os precipitados formados são solúveis em água? Como isso influencia na sua identificação durante a reação de precipitação?

O objetivo desta atividade foi permitir que os alunos compreendessem as situações-problema e planejassem uma execução soluções de maneira regulada e consciente. Da mesma forma que as questões norteadoras apresentadas ao caso da Atividade da BOA as questões acima foram elaboradas seguindo pressuposto teórico da ACT prática.

Essa etapa utiliza o Esquema da Base Orientadora Completa da Ação (EBOCA), já descrito, como ferramenta mediadora para a internalização da orientação necessária para resolver as tarefas. Durante essa fase, os alunos trabalharam colaborativamente, comunicando-se oralmente, para resolver as tarefas expostas de acordo com os indicadores estabelecidos, além de utilizarem a BOA fazendo as alterações necessárias.

Na etapa de materialização, os alunos colocam em prática os conceitos e procedimentos aprendidos, através de atividades cuidadosamente planejadas que:

- a) Promovem a Experimentação Ativa: os alunos são incentivados a realizar os experimentos para observar, identificar e analisar os fenômenos precipitação de forma direta e concreta;
- b) Estimulam a Investigação Científica: Através de atividades de investigação, os alunos desenvolvem o pensamento crítico e a capacidade de formular perguntas e buscar respostas.

A materialização permite que os alunos testem suas hipóteses, consolidem seus conhecimentos e desenvolvam habilidades práticas essenciais para a investigação científica.

5.2.1.5 Atividades para a Formação da Ação Verbal Externa

Pela linguagem oral, os alunos irão ler as respostas pesquisadas sobre as questões inicialmente apresentadas. Propõem-se a verbalização de conceitos e ao mesmo tempo contextualização sobre esses conceitos às suas realidades.

Neste momento, o professor-pesquisador elabora questões oralizadas de tal forma que possa relacionar as respostas aos três níveis de ACT: a) prático: apresentar os resultados de experimentos e pesquisas sobre a reação de precipitação do cloreto de bário de forma oral e escrita, desenvolvendo habilidades de comunicação científica; b) cívico: defender seus pontos de vista com base em argumentos científicos sobre as reações de precipitação e características de um

sólido insolúvel; c) cultural: ensinar os conceitos básicos da precipitação para outras pessoas, consolidando essa habilidade historicamente.

5.2.1.6 Atividades para a Formação da Ação no Plano Mental (linguagem interna e internalização)

Corresponde à internalização da ação externa. A comunicação dá lugar para à reflexão. Nesta etapa, os alunos realizam a atividade de forma individual. É importante ressaltar que, à medida que a ação é executada e sua operação se torna mais eficaz, ela se transforma em um processo altamente representativo. Isso é evidenciado pelo fato de que o estudante é capaz de resolver a tarefa de forma independente, uma vez que a ação se automatiza.

A seguir é apresentada a atividade que serviu como pressuposto para desenvolver ou concretizar a Ação do Plano Material:

1. Qual é o processo envolvido em uma reação de precipitação e como ele difere de outros tipos de reações químicas?
2. Descreva um exemplo de reação de precipitação que ocorre naturalmente no ambiente e explique suas implicações para o ecossistema local.
3. Quais são os fatores que podem influenciar a formação de precipitados em uma reação de precipitação?

O objetivo desta atividade foi de identificar a capacidade de transposição da função identificar Reação Química de Precipitação e suas características do exterior para o interior (psique humana), ou seja, é a construção das estruturas internas da consciência para a habilidade de identificar Reações Químicas de Precipitação.

As questões, de forma intuitiva, foram elaboradas seguindo pressuposto teórico da ACT prática.

Esta atividade está relacionada com as definições da ACT pelos três níveis, uma vez que Galperin (2001) afirma que durante esta etapa do trabalho dos alunos, é exigida a justificação, a argumentação e/ou a explicação, seja oral ou escrita, do processo de resolução das tarefas. O estudante não precisa memorizar o conteúdo, mas sim assimilá-lo conforme o utiliza na resolução das diversas tarefas e Shen (1975) é possível alcançar uma formação emancipatória através do pensamento

crítico e da tomada de decisão em relação às aplicações e implicações da ciência na sociedade. Este nível visa capacitar os indivíduos a compreenderem não apenas os impactos do descarte indevido de produtos químicos, por exemplo, mas também os impactos ambientais negativos que seus resíduos podem causar, especialmente no ecossistema marinho, caso não sejam adequadamente tratados.

Assim, essa relação está emergente na construção desta atividade, uma vez que a alfabetização científica e tecnológica é fundamental para o engajamento efetivo em uma participação moderna, onde as questões tecnológicas e científicas desempenham um papel central na vida cotidiana.

No capítulo a seguir "Achados da Pesquisa", apresentar-se-ão os dados da pesquisa, intitulados de Achados tecendo análises detalhadas, revelando os padrões e tendências que emergiram da investigação, contribuindo assim para pesquisas futuras.

CAPÍTULO 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo busca-se atender ao objetivo geral desta pesquisa, isto é, analisar as contribuições da Teoria de Formação das Ações Mentais e de Conceitos de P. Ya. Galperin no processo de Alfabetização Científica e Tecnológica por meio de atividades teóricas acerca da temática Reação de Precipitação.

Ademais, nas pesquisas do tipo Intervenção Pedagógica, os resultados são denominados achados e esses são relativos tanto aos efeitos da intervenção pedagógica sobre esses alunos, como à intervenção pedagógica propriamente dita.

Neste sentido, organizamos a discussão dos achados em dois momentos analíticos: inicialmente discutimos os achados relativos aos efeitos da intervenção pedagógica nos alunos (por meio dos instrumentos de coleta de dados – Atividades das Etapas de Formação das Ações Mentais e de Conceitos) e; posteriormente, abordamos os achados sobre a intervenção pedagógica propriamente dita (Esquema da Base Orientadora Completa da Ação do professor-pesquisador).

6.1 ACHADOS RELATIVOS AOS EFEITOS DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA: ANÁLISE DO NÍVE INICIAL DE ACT DOS ALUNOS

Para discutirmos os achados dos efeitos da intervenção pedagógica consideramos as respostas de alunos às questões da avaliação diagnóstica (momento 1), aplicada no primeiro momento, e adotamos os níveis de ACT (prática, cívica, cultural) como Indicadores Qualitativos, neste caso, será de caráter prévio, pois esses parâmetros servirão como ponto inicial do desenvolvimento das atividades das Etapas de Formação da Ação Mental para a habilidade de identificar Reações Químicas de Precipitação. Pode-se relacionar esses Indicadores como as categorias analíticas da pesquisa.

Para a primeira questão: O que é uma transformação química e quais suas principais características? As respostas estão transcritas no quadro 12.

Quadro 12 – Respostas dos alunos à primeira questão da avaliação diagnóstica

Alunos	Respostas
A01	“É um termo transformação que não volta a ser como era antes”
A02	“A transformação química ocorre quando uma coisa deixa de ser o que ela é e passa pela transformação química. Por exemplo, eu tenho dois ácidos que eu misturo os dois e ocorre uma pequena explosão”.

A03	“Água com sal”
A04	“Eu acho que a transformação química é ex: quando você junta dois tipos de ácidos que acontece uma pequena explosão e os ácidos ficam químico”.
A05	“Quando o experimento muda de cor, tá azul e vai para vermelho, e quando muda a textura da água é física”.
A06	“Uma transformação química que muda de cor.”
A07	“Um exemplo de transformação química é quando você mistura repolho roxo com ácido”.
A08	“Uma transformação química que não volta como era antes”.
A09	“A transformação química acontece quando muda a substância”.
A10	“Quando se mistura uma substância com a outra”
A11	Não volta a ser como era antes.
A12	“Não sei”.
A13	“uma transformação química é quando temos um líquido e adicionamos um outro componente que pode mudar cor e consistência.
A14	“Quando a água passa por mudança.
A15	“É a modificação da substância, um exemplo disso é se colocar sal na água, o H ₂ O (água) ao se misturar vai receber as substâncias do sal sendo assim deixando de ser H ₂ O.
A16	É um tipo de transformação que não volta a ser como era antes, por exemplo uma folha de papel queimada é uma transformação química.
A17	É quando muda a fórmula da substância. Quando misturamos vinagre e bicarbonato de sódio.
A18	Quando junta dois elementos em uma base que pode mudar a cor ou o pH.
A19	Uma transformação química é a mudança de substância. Por exemplo, uma folha normal é queimada e se torna farelo. Houve uma mudança do material.
A20	Transformações química são reconhecidas quando se muda ou adiciona alguma substância, mas não muda a forma um exemplo e se adicionarmos vinagre na água.
A21	Quando duas substâncias se misturam. Água oxigenada e pó descolorante
A22	Muda a composição de um produto. Ex. em H ₂ O jogamos sal, apesar de ter continuado líquido, mudou de composição do produto.
A23	É uma mistura de alguns produtos químicos e alguns outros reagentes.
A24	Uma mistura de produtos.
A25	São misturas de qualquer substância como ácido e outros e muda a cor do líquido e até das substâncias.
A26	Quando mistura cor e substância
A27	Um elemento químico é adicionado a outro elemento, assim mudando sua composição.
A28	Ex.: uma folha rasgada é uma transformação física e uma folha queimada é uma transformação química.
A29	É a mistura de mais de uma substância.

Fonte: Autores (2024).

Nesta etapa não há um modelo de Base de Orientação da Ação de identificar as Reações Químicas de Precipitação nos alunos, logo as respostas são diversas. Agrupamos essas em categorias *a posteriori*: i) transformação irreversível (A01, A08, A11, A16); ii) mistura de substância (A03, A10; A23, A24, A25, A26, A29); iii) observação macroscópica (A05, A06, A13, A14, A18, A22, A25); iv) mudança de substância (A09, A15, A19, A20, A27); v) práticas de reações (A02, A04, A07, A17, A21).

Para definir essas categorias de forma a contemplar as percepções prévias dos alunos sobre a temática Reação Química de Precipitação, podemos considerar as seguintes definições:

1) Transformação irreversível: uma transformação irreversível é aquela em que ocorre uma mudança permanente na matéria, resultando em produtos diferentes dos reagentes iniciais (Atkins; Jones, 2014). Na percepção prévia dos alunos, isso pode ser relacionado com a ideia de que, após a formação do precipitado, não é possível retornar às substâncias iniciais através de simples manipulações físicas.

2) Mistura de substâncias: a mistura de substâncias refere-se à combinação física de duas ou mais substâncias, sem que ocorra uma alteração na composição química de cada uma (Mortimer; Machado, 2014). Os alunos podem associar a mistura de substâncias com a ideia de soluções aquosas, onde os íons estão dispersos, mas não ocorreu uma reação química.

3) Observação macroscópica: a observação macroscópica envolve a visualização direta de fenômenos ou mudanças que ocorrem em uma escala visível a olho nu (Atkins; Jones, 2014; Mortimer; Machado, 2014;). Eles esperam observar mudanças físicas, como mudanças de cor, formação de sólidos ou liberação de gases, como evidências de uma reação química de precipitação.

4) Mudança de substância: uma mudança de substância ocorre quando uma ou mais substâncias são convertidas em novas substâncias com propriedades diferentes das originais (Atkins; Jones, 2014; Mortimer; Machado, 2014). Pela percepção prévia dos alunos, eles podem considerar que a formação de um precipitado indica uma mudança de substância, pois as propriedades do sólido formado são diferentes das propriedades dos reagentes em solução.

5) Práticas de reações: as práticas de reações referem-se às atividades experimentais que envolvem a combinação de substâncias para observar e entender as transformações químicas (Mueller; Souza, 2016; Mahan, 1995). Os alunos consideram as práticas de reações com a realização de experimentos simples para verificar a formação de precipitados e outras evidências de reações químicas.

A segunda questão “Você já ouviu falar no termo precipitação? Explique com um exemplo”, as respostas estão transcritas no quadro 13.

Quadro 13 – Respostas dos alunos à segunda questão da avaliação diagnóstica

Alunos	Respostas
--------	-----------

A01 até A18; A21, A23, A24 e A28	Não.
A19	Precipitação é pensar numa ação para evitar outra que talvez possa causar um dano.
A20	Quando algo se precipita, se ela ou aumenta. “Seu tom de voz está muito precipitado”
A22	Precipitação é utilizado para falar de algo que foi adiantado. Ex. Você foi muito precipitado em ter dado aquela resposta (se precipitou, se adiantou. Imediato).
A27	Quando ocorre uma decantação a partir de um elemento adicionado ao líquido assim cai uma decantação indicada a partir da cor.
A29	Sim, são sólidos químicos

Fonte: Autores (2024).

Verifica-se que maioria dos alunos não conhecem o termo “precipitação”: A01 até A18, A21, A23, A24 e A28. Por outro lado, A19, A20 e A22 apresentaram definições denotativas para o termo.

Por fim, A27 e A29 apresentaram uma compreensão parcial sobre o que vem a ser precipitação: A27: “Quando ocorre uma decantação a partir de um elemento adicionado ao líquido assim cai uma decantação indicada a partir da cor” e A29: “Sim, são sólidos químicos”.

Acreditamos que os alunos (A27 e 29) tenham estudado esse conteúdo em aulas de reforço, pois são alunos que se destacam em Olimpíadas Científicas e outros projetos internos da Escola.

Para a terceira questão “Como você pode identificar uma transformação química de precipitação?”, as respostas estão no quadro 14.

Quadro 14 – Respostas dos alunos à terceira questão da avaliação diagnóstica

Alunos	Respostas
A01 até A04; A08 até A10; A12 e A13; A15, A17 e A21 e A29	Não tenho conhecimento do assunto
A05 e A06	“Pode não mudar a cor, mas pode mudar a substância”
A07	“A transformação química é quando você mistura repolho roxo com ácido e outras

	substâncias, já a precipitação é quando você mistura outras substâncias químicas e não acontece nada”
A11	“uma transformação que era de um jeito e que não volta antes. Precipitação não ouvi falar”.
A16	Dependendo do reagente
A18	A cor
A19	Vendo cada detalhe da mudança da substância que podem prevenir um dano maior que pode ser ocasionado por outra transformação química.
A20	Creio que podemos identificar visualmente com bolhas na substância, mudança de cor.
A22	Quando muda a composição do produto e de forma imediata é indicada
A23	Nós podemos identificar com algumas mudanças como a cor do líquido.
A24	“Se impressionar com uma transformação do produto químico”
A25	“Nas misturas de substâncias com mudança de cor”
A26	“Quando mistura cor e substância”
A27	“Quando o hidróxido de sódio é adicionado na água e dependendo do que há nela vai decantar e a partir da cor podemos identificar o que há naquela água”
A28	“Pelas características e pelas substâncias”

Fonte: Autores (2024).

Não conhecem o termo ou não sabem responder: A01 até A04, A08 até A10, A12, A13, A15, A17, A21, A29.

As demais respostas revelam um amplo espectro de entendimentos sobre o conceito de precipitação em reações químicas, variando de desconhecimento total a uma compreensão parcial.

A correção dessas concepções e a introdução de conceitos e práticas mais claras permitirão que os alunos avancem em seu nível de alfabetização científica e tecnológica, compreendendo melhor os processos químicos e suas aplicações práticas (Pérez; Vilches, 2006).

A análise das respostas dos alunos sobre o conceito de precipitação química revelou alguns pontos que necessitam de melhoria para promover uma compreensão mais detalhada deste conteúdo: i) identificar características de uma transformação química, em especial as características envolvidas na precipitação de um sólido insolúvel, como íons, além do ii) uso correto de terminologia científica, como sólido insolúvel e precipitado branco.

Por fim, as respostas estão em um nível de ACT prático, como esclarecem Shen (1975) ao investigar sobre o conceito teórico da alfabetização científica. Dessa forma, alguns alunos (A11, A20, A22 e A25) definem a reação de precipitação enquanto uma transformação química diferente de uma reação química. Segundo Mahan (1995) uma reação química é considerada uma transformação química.

6.1.1 Análise das respostas à Etapa da BOA

Nesta análise, relacionamos as respostas aos níveis de ACT (prático, cívico e cultural), adicionalmente apresentamos esses dados com as características da BOA do tipo III. Assim como as análises das questões diagnósticas, aqui faremos o mesmo para cada resposta à Atividade BOA.

Por outro lado, iremos relacionar as respostas que mais se aproximaram da BOA elaborada pelo professor-pesquisar, ou seja, o EBOCA estruturado para o modelo da ação (Façanha; Acevedo; Souza, 2020; Núñez; Ramalho; Oliveira, 2020) Identificar Características de uma Reação Química de Precipitação.

Fora apresentado um estudo de caso (quadro 8) e três perguntas centrais para solucionar esse caso. As respostas à essas perguntas serão relacionadas aos níveis de ACT. Os alunos foram separados em trio e as respostas analisados por cada grupo.

Quadro 15 – Respostas a questão problema “Que argumentos você usaria para explicar o que pode ser o sólido azul?” para a elaboração da BOA

Grupo	Respostas
G1	O cobre em meio aquoso junto com o hidróxido de sódio se transforma no hidróxido de cobre que é a substância gelatinosa azul.
G2	O efluente da indústria se misturou com o resíduo do sabão das lavadeiras que formou um sólido gelatinoso azul.
G4	O cobre reage com resíduos de hidróxido de sódio formando uma substância azul gelatinosa (hidróxido de cobre).
G6	O cobre reagiu com hidróxido de sódio deixado na margem do rio pelas lavadeiras, formando uma substância gelatinosa chamado hidróxido de cobre que é tóxica para os peixes.
G7	O sólido azul é um tipo de química que é feito de hidróxido de cobre e é feito com hidróxido de sódio, ambas substâncias tóxicas.
G8	Hidróxido de sódio deixado na margem do rio pelas lavadeiras que preparavam sabão

	artesanal, formando uma substância azul gelatinosa (hidróxido de cobre).
G9	A mistura do hidróxido de sódio com o sulfato de cobre.
G10	Sulfato de cobre e hidróxido de sódio. Pois quando as duas ficam em meio aquoso acontece uma reação de precipitação assim ficando uma coloração azul.
G11	A "islime" azul é formada quando junta os dois líquidos, o nome das duas substâncias são: hidróxido de sódio e sulfato de cobre.

Fonte: Autores (2024).

A situação descrita envolve um problema de poluição ambiental causado pelo descarte inadequado de efluentes industriais contendo cobre, que reage com resíduos de hidróxido de sódio presentes no rio, formando hidróxido de cobre, uma substância azul gelatinosa e tóxica. A narrativa conecta diferentes personagens e suas ações, destacando a importância de entender as reações químicas para resolver problemas ambientais (quadro 8).

As respostas que demonstram uma compreensão detalhada do processo químico e usam terminologia científica adequada podem ser consideradas exemplos de uma BOA do tipo III (Núñez, 2009), onde os alunos conseguem realizar a ação de forma autônoma, seguindo a orientação internalizada: G1, G4 e G6. Essas respostas mostram uma clara compreensão da reação química envolvida e utilizam termos científicos precisos, como "hidróxido de cobre" e "substância gelatinosa".

As respostas que mostram um entendimento básico do problema, mas com alguma imprecisão ou falta de detalhes científicos, indicam que os alunos estão em um estágio intermediário de internalização (Núñez; Ramalho, 2015). da BOA do tipo III: G2 e G10. Essas respostas capturam a essência do processo químico, mas sem a precisão terminológica ou o nível de detalhe.

As respostas que revelam uma compreensão superficial ou confusão sobre o processo químico indicam uma necessidade de mais orientação e prática para alcançar a internalização: G7, G9 e G11. Essas respostas mostram que os alunos ainda estão no início do processo de internalização da BOA do tipo III.

A Base Orientadora da Ação, pela Teoria de Galperin, envolve a criação de um esquema completo de orientação para ajudar os alunos a internalizar a orientação necessária para resolver tarefas. A BOA III refere-se à fase em que os alunos trabalham colaborativamente, comunicando-se oralmente e utilizando a orientação fornecida para resolver as tarefas (Galperin, 2017).

No nível ACT prática (G1, G2, G4, G6, G7, G8, G9, G11) os alunos aplicaram o conhecimento teórico aprendido para identificar o tipo de reação química (precipitação). A BOA III facilitou essa internalização através da prática experimental e da comunicação colaborativa, conforme esclarecem Núñez e Ramalho, 2015.

Essas respostas demonstram característica do nível de ACT prática, pois segundo Bochecco (2011), há respostas de caráter técnico com a especificação dos reagentes, entretanto não identificamos níveis elevados de ACT cívica. Acreditamos que isto está vinculado ao nível das questões elaboradas na Atividade BOA.

Agora, vamos relacionar as respostas dos alunos à questão dois (quadro 16), com base nas três categorias de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT): prática, cívica e cultural, e conectá-las à Teoria de Galperin e à BOA III.

Quadro 16 – Respostas a questão problema “o sólido gelatinoso azul não afunda, mas fica entre a superfície e o fundo. Ao analisar essa situação, você acredita que houve uma transformação química?” para a elaboração da BOA

Grupo	Respostas
G1, G3 e G5	Não responderam.
G2	Sim, pois a mistura de duas substâncias em meio aquoso formou outra.
G4	Sim, podemos afirmar através de suas características que houve uma transformação química de precipitação, pois a substância transformada é um sólido de cor azul diferente da cor da água.
G6	Sim, porque o cobre do efluente reagiu com o hidróxido que forma uma substância azul na superfície da água afetando os peixes.
G7	Sim, teve uma transformação química entre substância como o sulfato de cobre que pode se com resíduos de hidróxido de sódio.
G8	Sim, teve uma transformação química de precipitação.
G9	Uma transformação química de precipitação.
G10	Sim, essas substâncias se unem e formam sólidos que podem ser solúveis ou insolúveis na água. É pela coloração da transformação química.
G11	É uma transformação química de precipitação.

Fonte: Autores (2024).

Classificamos as respostas dos grupos G2, G4, G7, G8, G9, G10 e G11, com níveis da ACT prática, pois essas envolvem a aplicação de conhecimentos científicos para resolver problemas concretos e realizar tarefas práticas (Oliveira; Guimarães; Lorenzetti, 2015).

Essas respostas indicam que os alunos reconheceram a formação de um novo produto (o sólido gelatinoso azul) como resultado de uma transformação química. Eles observaram a mudança de cor e a formação de um novo material, demonstrando a aplicação prática do conhecimento teórico na análise de experimentos.

Autores como Mortimer e Miranda (1995) afirmam que os alunos identificam uma transformação química baseando-se principalmente em mudanças perceptíveis que indicam a formação de novas substâncias, como mudança de cor, formação de gases, formação de um precipitado e mudança de temperatura.

Nas respostas essas percepções estão nítidas, logo, a Atividade corroborou para o desenvolvimento desse conceito.

No entanto, não encontramos relações com ACT cívica e cultural nas respostas dos grupos. Esses níveis devem ser bem desenvolvidos pelas questões norteadoras, o que não aconteceu nessas atividades.

Esses níveis exigem uma compreensão profunda e interdisciplinar, integrando conhecimentos de ciências naturais, história, sociologia (Farias; Firme, 2020). Essa complexidade torna desafiador o planejamento e a implementação de atividades pedagógicas. Além disso, contextualizar os conteúdos científicos dentro das práticas culturais específicas dos alunos demanda um conhecimento detalhado das culturas locais e a capacidade de relacionar esses contextos com os conceitos científicos de maneira autêntica e relevante (Deboer, 2000; Sasseron; Carvalho, 2011).

Por fim, analisaremos as respostas à questão 3 “Como você faria para evitar o surgimento desse sólido azul?” (quadro 17). Essa pergunta já exige uma atitude cívica e cultural.

Quadro 17 - Respostas a questão três para a elaboração da BOA

Grupo	Respostas
G1	Não respondeu.
G2	Proibia a lavagem de roupa no rio e criaria uma lei ambiental que se houvesse o descarte indevido desse efluente a indústria iria pagar uma quantia.
G4	Podemos observar que além da fábrica fazer um descarte ilegal as lavadeiras também fizeram um descarte inapropriado causando os dois uma poluição para o canal de Santa Cruz.
G6	Colocar lixeiras específicas para substâncias química e que podem poluir o Canal de Santa Cruz e placas escritas: não jogue lixo e nem substâncias [química] no Canal de Santa Cruz.

G7	Para evitar esse surgimento era não deixar o surgimento do sulfato de cobre e o hidróxido de sódio.
G8	Para de ficar jogando substância tóxicas para as águas causando uma substância gelatinosa azul.
G9	Evitando o descarte inadequado do cobre e escolhendo outro tipo de sabão para as lavadeiras.
G10	Falar com o prefeito da cidade para fazer uma campanha sobre isso e descontaminar a água.
G11	Evitando de jogar os efluentes no canal

Fonte: Autores (2024).

As respostas de G3, G5, G8 e G11 se enquadram na ACT prática, pois assim como sua própria definição envolve saberes científicos para resoluções de problemas reais de forma prática.

Essas respostas demonstram uma abordagem prática para resolver o problema do surgimento do sólido azul. Os alunos sugeriram ações concretas, como remover contaminantes do rio e evitar o descarte de substâncias tóxicas, refletindo a aplicação prática de conceitos científicos e a implementação de medidas preventivas.

As repostas dos grupos G2, G4, G6, G9 e G10 podem estar próximas do nível ACT cívica, porque expressão preocupações em elaborar soluções frente a questão ambiental. Essas respostas mostram uma compreensão das implicações sociais e ambientais do problema e sugerem soluções que envolvem a regulamentação, conscientização e prevenção (Fourez, 2003). Os alunos propuseram criar leis, campanhas de conscientização e infraestruturas adequadas para o descarte de resíduos, refletindo a importância do conhecimento científico para o bem comum e a responsabilidade cívica (Fourez, 1998; Deboer, 2000).

Quanto a categoria ACT cultural, não a identificamos nas repostas. O desenvolvimento de habilidades críticas, necessárias para que possam analisar e avaliar o impacto das ciências e tecnologias na sociedade e na cultura, pode ser uma dificuldade frente a construção desse nível de ACT nos alunos e neste tipo de atividade desenvolvido.

Através da relação das respostas dos alunos com as categorias de ACT prática e cívica, e a conexão com a Teoria de Galperin e a BOA III, podemos observar que eles estão desenvolvendo uma compreensão prática dos conceitos

científicos, considerando suas implicações cívicas. Isso reflete uma abordagem educativa que promove a experimentação ativa, a investigação científica e a valorização do conhecimento em contextos variados.

Correlacionando com os níveis de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) propostos por Shen (1975) e revistas por Bochecco (2011), as atividades propostas podem ser relacionadas aos três níveis. A primeira categoria da BOA do tipo III, que busca a completude das respostas dos alunos, pode ser associada à AC prática. Isso porque a completude das respostas indica a capacidade dos alunos de utilizar conhecimentos científicos na resolução de problemas práticos do cotidiano, como a prevenção da poluição (Cipriani; Silva, 2022; Fossa, *et al.*, 2022; Leontiev, 2012).

A segunda categoria, relacionada à generalização das respostas, pode ser correlacionada à AC cívica. A generalização implica pensar criticamente e tomar decisões sobre as implicações da ciência na sociedade, como no caso da poluição causada por produtos químicos (Galperin, 1984; Leontiev, 2022).

Dessa forma, as atividades propostas não apenas abordam as lacunas identificadas nas respostas dos alunos em relação à prevenção da poluição, como também promovem uma ACT Prática específica para identificar características de Reações Químicas de Precipitação, capacitando os alunos a compreender e agir de forma crítica e consciente em questões científicas e tecnológicas. Os alunos observaram, identificaram e descreveram o fenômeno de maneira correta, refletindo a internalização dos conceitos científicos através da experimentação ativa.

Os alunos identificaram corretamente o fenômeno da precipitação, demonstrando a aplicação prática do conhecimento teórico na realização dos experimentos, conforme afirmam Mortimer e Miranda (1995) e Lopes (1995).

6.1.2 Atividade de Materialização

A etapa da ação de materialização na Teoria de Formação da Ação Mental de Galperin é fundamental para o desenvolvimento da compreensão dos conceitos científicos, uma vez que permite aos alunos concretizar e visualizar os processos teóricos (Galperin, 1984). Esta etapa envolve a utilização de objetos físicos e materiais que representam o conteúdo a ser aprendido, facilitando a internalização dos conceitos através da manipulação direta e observação das transformações

(Galperin, 1984; Oliveira, 2010). No contexto de reações químicas de precipitação, a materialização pode ser exemplificada por tarefas experimentais que envolvem a formação de precipitados, permitindo aos alunos identificar e compreender as características dessas reações.

Para ilustrar a aplicação prática desta etapa, foram elaboradas duas tarefas experimentais. A primeira tarefa envolve a precipitação do sulfato de bário (BaSO_4), um sólido branco insolúvel amplamente utilizado como agente de contraste em procedimentos de raio-x e ultrassonografia. Este experimento permite aos alunos observar diretamente a formação de um precipitado, relacionando a reação química com uma aplicação prática na medicina. O segundo experimento foca na obtenção de hidróxidos insolúveis de cobre e ferro. O hidróxido de cobre ($\text{Cu}(\text{OH})_2$) e o hidróxido de ferro ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) são utilizados como agentes coagulantes em processos de tratamento de água.

A seguir, demonstraremos as respostas dos alunos às questões norteadoras desta atividade (quadro 18), bem como relacionaremos essas com os níveis de ACT prático, cívico e cultural.

Quadro 18 – Respostas à questão “Trata-se do mesmo tipo de transformação química? Se sim, qual?” para a concretização da etapa da materialização

Grupo	Respostas
G1	Não respondeu.
G2, G4, G7 e G8	Sim, ocorre uma reação de precipitação.
G6	Sim, mas usou substâncias diferentes.
G9	Sim é a mesma transformação química (precipitação).
G10	Sim, são as misturas de substâncias e a precipitação de algo novo.
G11	Sim é uma transformação química.

Fonte: Autores (2024).

Na presente atividade experimental, os alunos foram expostos a três diferentes reações químicas de precipitação, que envolveram a interação de sulfato ferroso com cloreto de bário, resultando em sulfato de bário, um sólido insolúvel de cor branca; sulfato ferroso com hidróxido de sódio, gerando hidróxido de ferro, um sólido preto insolúvel; e sulfato de cobre com hidróxido de sódio, formando hidróxido de cobre, um sólido gelatinoso azul e insolúvel.

As respostas dos alunos indicam um nível de compreensão significativa quanto ao conceito de precipitação (ACT prática), conforme observado na análise das respostas dos grupos. A maioria dos grupos identificou corretamente que as reações observadas eram reações de precipitação, mostrando uma clara internalização do conceito através da prática experimental. Esses resultados podem ser analisados à luz da Teoria das Formações Mentais de Galperin, especificamente no que tange à etapa de materialização (Marco; Cedro; Lopes, 2021).

A Teoria das Formações Mentais de Galperin propõe que a internalização do conhecimento ocorre através de uma sequência de etapas, sendo a materialização uma fase crucial onde os conceitos teóricos são aplicados de forma prática (Galperin, 2017). Nesta etapa, os alunos colocam em prática os conceitos e procedimentos aprendidos por meio de atividades experimentais (Núñez; Léon; Ramalho, 2020). No contexto da presente atividade, eles observaram diretamente os fenômenos de precipitação, manipularam reagentes e analisaram os resultados das reações, consolidando assim a compreensão teórica através da experiência prática.

Os resultados mostram que os alunos conseguiram identificar as principais características de uma reação de precipitação: a formação de um sólido insolúvel, as mudanças de cor e textura, e a mistura de substâncias que resultam em um novo composto. Este processo de observação e manipulação direta “*mão na massa*” é fundamental para a formação das ações mentais necessárias para a compreensão dos conceitos de reações químicas de precipitação.

Portanto, a atividade experimental demonstrou ser eficaz na aplicação da Teoria das Formações Mentais de Galperin, especialmente na etapa de materialização, promovendo uma compreensão prática das reações de precipitação. Para alcançar uma ACT mais ampla, que inclua também a dimensão cultural, é necessário integrar atividades que contextualizem esses conceitos em cenários sociais e históricos, enriquecendo assim a formação científica dos alunos.

As repostas à segunda questão da etapa de materialização serão descritas (quadro 19) e analisadas a seguir.

Quadro 19 – Respostas à questão “Como os precipitados formados nas reações entre os sais metálicos e o hidróxido de sódio podem ser identificados visualmente?” para a concretização da etapa da materialização

Grupo	Respostas
G1	A partir da cor, quando o precipitado é formado.

G2	Pela coloração formada e pelo processo de decantação.
G4	Pela coloração e sua forma sólida.
G6	Enquanto o hidróxido de cobre tem a coloração azul e o hidróxido ferroso tem a coloração preta.
G7	Pela sua coloração e sua forma sólida.
G8	Pela sua coloração e sua forma sólida.
G9	Sim.
G10	Sim, as misturas de substâncias ácidas, sais e óxidos.
G11	Sim.

Fonte: Autores (2024).

Na atividade experimental conduzida, os alunos foram desafiados a identificar visualmente os precipitados formados nas reações entre sais metálicos e hidróxido de sódio. Esta tarefa tinha como objetivo aprofundar a compreensão dos fenômenos de precipitação, bem como fortalecer a habilidade dos alunos em observar e analisar criticamente os resultados experimentais. As respostas obtidas evidenciam diferentes níveis de internalização do conceito de precipitação, alinhando-se aos princípios da Teoria das Formações Mentais de Galperin (Núñez; Ramalho, 2015).

Segundo Galperin, a etapa de materialização é crucial no processo de formação de conceitos mentais. Durante esta fase, os alunos aplicam conhecimentos teóricos em atividades práticas que permitem observar diretamente os fenômenos estudados (Núñez; Ramalho; Oliveira, 2020).

A materialização dos conceitos ocorre através de experiências concretas, facilitando a internalização e a consolidação do conhecimento (Oliveira, 2010). Na presente atividade, a identificação visual dos precipitados representa um exemplo claro dessa etapa. Através da observação direta, os alunos puderam reconhecer os principais indicadores das reações de precipitação, tais como a cor e a formação de um sólido.

A análise das respostas revela um entendimento prático satisfatório sobre a identificação dos precipitados. Os grupos G1, G2, G4, G6, G7 e G8 destacaram a cor e a forma sólida como principais indicadores visuais, demonstrando uma alfabetização científica e tecnológica prática consistente. Por exemplo, o grupo G1 respondeu: "A partir da cor, quando o precipitado é formado." Da mesma forma, o grupo G4 mencionou: "Pela coloração e sua forma sólida." Essas respostas indicam

que os alunos aplicaram de maneira eficaz a observação direta para identificar os precipitados, uma competência essencial no contexto prático das ciências.

No entanto, é importante observar que as dimensões cívica e cultural da ACT não foram alcançadas nas respostas dos alunos. Ressaltamos que essas dimensões não foram identificadas com clareza, considerando as questões norteadoras das Atividades versarem para a Alfabetização Científica e Tecnológica Prática.

A identificação visual dos precipitados poderia ser enriquecida com discussões sobre a história das descobertas químicas e suas aplicações industriais, bem como a relevância desses processos em diferentes culturas e épocas. Integrar essa contextualização histórica e cultural nas atividades práticas não só enriqueceria o aprendizado, mas também proporcionaria aos alunos uma compreensão mais ampla e holística das ciências químicas e suas inter-relações com a sociedade.

As respostas dos alunos refletem um bom nível de compreensão prática das reações de precipitação, alinhando-se bem à etapa de materialização proposta por Galperin (2017).

A habilidade de identificar visualmente os precipitados demonstra que os alunos conseguiram internalizar os conceitos de precipitação de maneira prática. No entanto, para alcançar uma ACT em seus três níveis, segundo Shen (1975), é essencial incorporar a dimensão cívica e cultural, contextualizando as atividades práticas em um cenário mais amplo e integrando aspectos históricos e culturais das ciências químicas. Dessa forma, seria possível proporcionar aos alunos uma formação significativa, em conformidade com os princípios da Teoria das Formações Mentais de Galperin.

Por fim, analisaremos as respostas (quadro 20) para a terceira questão da Etapa de Materialização.

Quadro 20 – Respostas à questão “Os precipitados formados são solúveis em água? Como isso influencia na sua identificação durante a reação de precipitação?” para a concretização da etapa da materialização

Grupo	Respostas
G1	o conseguimos identificar porque um sólido gelatinoso é formado junto de uma coloração diferente.
G2	Não, por ser precipitados sólidos, eles não se dissolvem na água.
G4	Não, por causa de sua formação sólida.
G6	Eles são insolúveis, eles não se dissolvem.

G7 e G8	Não por causa de sua formação sólida.
G9 e G11	Não, porque são hidróxidos insolúveis.
G10	Não

Fonte: Autores (2024).

Na questão sobre a solubilidade dos precipitados formados nas reações de precipitação, os alunos foram desafiados a compreender a influência dessa característica na identificação durante o experimento. A resposta dos grupos indica um entendimento satisfatório sobre a natureza dos precipitados e sua interação com a água, demonstrando um nível prático de alfabetização científica e tecnológica.

De acordo com a Teoria das Formações Mentais de Galperin (Galperin, 2017), a fase de materialização é fundamental para a formação de conceitos mentais. Durante essa etapa, os alunos aplicam seus conhecimentos teóricos em atividades práticas, como a observação direta dos fenômenos químicos. Nesse contexto, a compreensão da solubilidade dos precipitados contribui para a consolidação do conhecimento prático, permitindo aos alunos identificar visualmente os produtos das reações.

As respostas dos grupos G1, G2, G6, G9, G10 e G11 indicam que os alunos compreenderam que os precipitados formados são insolúveis em água. Por exemplo, o grupo G2 afirmou: "Não, por serem precipitados sólidos, eles não se dissolvem na água." Essa compreensão está em consonância com os princípios da solubilidade (Atkins; Jones, 2014), onde os precipitados são substâncias insolúveis que se separam da solução aquosa durante uma reação química.

Os G4, G7 e G8 responderam que os sólidos formados não são solúveis em água, pois são sólidos. Isso está correto, uma vez que identificam a formação de uma nova substância pelo seu estado física (sólido). Entretanto, destaca-se que ser sólido não significar ser insolúvel, mas é perceptível, pois o sólido permanece sólido em meio aquoso (Mahan, 1995).

Em síntese, as respostas dos alunos refletem um entendimento adequado sobre a solubilidade dos precipitados formados nas reações de precipitação, demonstrando uma boa compreensão prática dos conceitos químicos. A identificação correta dessa característica contribui para uma alfabetização científica e tecnológica prática, conforme proposto por Shen (1975) e Bochecco (2011).

6.1.3 Atividade de Internalização

A etapa da internalização, conforme descrita na Teoria de Formação das Ações Mentais por Etapas de Galperin, refere-se ao processo pelo qual as ações e conceitos, inicialmente aprendidos e realizados de forma externa e materializada, são transferidos para o plano mental e interiorizado. Nessa etapa, as ações e conceitos são assimilados de maneira que se tornam parte do pensamento do sujeito, permitindo que sejam realizados de forma silenciosa e mental, sem a necessidade de expressão externa (Galperin, 2017).

Aqui, envolvemos as etapas da Ação da Linguagem Interna, por acreditarmos que essas etapas se completam e a essa etapa é a confirmação que o estudante internalizou a ação de identificar conceito de reação química de precipitação.

Analisamos essas respostas (quadro 21) e classificamos em duas categorias: i) desenvolvimento pleno da habilidade e ii) desenvolvimento parcial da habilidade.

Desenvolvimento Pleno: indica que os objetivos foram totalmente alcançados, com domínio completo das habilidades ou conhecimentos exigidos.

Desenvolvimento Parcial: refere-se ao cumprimento parcial dos objetivos, com progresso, mas ainda apresentando áreas que precisam de mais desenvolvimento ou melhorias.

Quadro 21 – Respostas à questão “Qual é o processo envolvido em uma reação de precipitação e como ele difere de outros tipos de reações químicas?” para a concretização da etapa da internalização

Grupo	Respostas
A01	Depende da substância que pode ser reação diferente.
A04	Reação de precipitação e a mistura de duas substâncias que forma um sólido insolúvel.
A05	A precipitação é formada por substâncias e a coloração.
A07	Ele sai do líquido para o sólido.
A09	Porque na reação de precipitação acontece a decantação que forma um sólido insolúvel.
A10	O pó descolorante com a água que se mistura e fica uma cor azul.
A12	As mudanças das substâncias.
A13	A mistura de componentes químicos meio aquoso para a formação de um sólido.
A15	Reações químicas são aquelas que vão usar duas ou mais substâncias para formar uma nova. A reação de precipitação é quando a substância gerada é sólida e se precipita ou decanta.
A16	Depende da substância que pode ser reação diferente.

A17	Precipitação é quando a substância gerada se transforma em um sólido e precipita reação química e se transforma em uma nova.
A19	Precipitação tem uma forma sólida onde ocorre a decantação. Químicos é a mudança da substância e da cor.
A20	A decantação de uma substância que é transformada em um sólido insolúvel.
A22	O processo envolvido é a decantação.
A24	Ele saiu do líquido para o sólido.
A25	A reação de precipitação é formada por substâncias sólidas que aquiri dois produtos ácido como o hidróxido de ferro e o sulfato de sódio. As reações são identificadas pela coloração.
A28	É preciso que dois líquidos se formem para criar um sólido. A reação química é quando uma substância nova é criada e a reação precipitação é quando uma substância passa a ficar sólida causando uma decantação.
A29	é preciso de solidificação.
A30	Decantação é uma formação de um sólido.

Fonte: Autores (2024).

Aqui, elaboramos as respostas de acordo com o nível da habilidade alcançada: i) desenvolvimento pleno; ii) desenvolvimento parcial. Esses níveis estão estruturados na Teoria de Galperin (Galperin, 1984; Núñez; Ramalho, 2015).

Para o desenvolvimento pleno da habilidade, percebemos que A04, A09, A13, A15, A17 e A20 demonstraram uma compreensão clara e adequada do conceito de reação de precipitação, identificando corretamente que a mistura de substâncias resulta na formação de um sólido insolúvel. Suas respostas indicam que estão na fase de orientação com base na linguagem externa da Teoria de Galperin (Galperin, 2017), mostrando uma capacidade de diferenciar reações de precipitação de outros tipos de reações químicas.

Esses alunos conseguiram desenvolver plenamente a habilidade de identificar as características de uma reação química de precipitação, mostrando uma compreensão adequada e detalhada do conceito.

No desenvolvimento parcial da habilidade, analisamos a seguir:

As respostas de A05 e A19 estão no grupo parcial suficiente, uma vez que compreendem o conceito de precipitação, focando em aspectos visuais como a coloração ou a forma física do precipitado. Embora entendam que há uma mudança na substância, suas respostas não são detalhadas o suficiente para mostrar uma compreensão completa do processo químico envolvido.

Já nas respostas de A07, A22 e A24, a reação de precipitação envolve a transformação de um líquido em um sólido, mas suas respostas carecem de

detalhes específicos sobre o processo químico. Estão na fase inicial de orientação e precisam de mais prática e orientação para desenvolver uma compreensão mais próxima dos níveis de ACT propostos por Shen (1975).

Esses desenvolveram a habilidade parcialmente, apresentando compreensão parcial, falta de detalhamento ou foco inadequado em aspectos visuais ou termos técnicos incompletos (Talízina, 1988). Necessitam de mais orientação e prática para internalizar completamente o conceito de reação de precipitação.

Para a questão dois: Descreva um exemplo de reação de precipitação que ocorre naturalmente no ambiente e explique suas implicações para o ecossistema local.

Todos responderam corretamente, ou seja, conseguem identificar as propriedades de um sólido insolúvel pela sua reação iônica. Ou apresentaram a reação do Cloreto de Bário com Sulfato Ferroso produz Sulfato de Bário e Cloreto de Ferro, ou do Sulfato de Cobre com Hidróxido de Sódio produz Hidróxido de Cobre e Sulfato de Sódio ou do Sulfato Ferroso com Hidróxido de Sódio produz Hidróxido de Ferro e Sulfato de Sódio.

Isso demonstra que o nível de ACT prático foi alcançado por todos os alunos a partir das atividades propostas, especialmente pela atividade da etapa da materialização (Bybee, 1995).

Por fim, a terceira questão “Quais são os fatores que podem influenciar a formação de precipitados em uma reação de precipitação?” apresentamos as repostas no quadro 22.

Quadro 22 – Respostas à questão três para a concretização da etapa da internalização

Grupo	Respostas
A01	Quando as substâncias precisam ter cargas positivas e negativas.
A04	Íons positivo e negativo que se mistura para formar um sólido insolúvel.
A05	São os íons, de carga negativa e positiva, que se juntam para formar um sólido insolúvel.
A07	São precisos identificar os íons negativos e positivos.
A08	Precisa de íons positivos e negativos para formar um sólido insolúvel.
A09	Para formar é preciso de íons que se forme um sólido insolúvel.
A10	Ela precisa de uma carga.
A12	Precisa de íons positivo e negativo para formar um sólido.
A14	Para uma reação de precipitação acontecer as substâncias precisam ter íons de cargas opostas assim produzir um sólido insolúvel.

A16	Quando as duas substâncias precisam ter cargas negativas e positivas.
A17	Ela precisa ter íons de carga positiva e negativa.
A19	Precisa ter íons positivos (+) e negativos (-) e somam para que forme um sólido insolúvel.
A20	Para a formação de um precipitado é preciso ter íons que se juntam formando um sólido insolúvel.
A22	Precisamos de duas substâncias em meio aquoso que formasse um sólido insolúvel que essas substâncias precisam ter íons positivos e negativos.
A24	São precisos os íons.
A25	É preciso que tenha íons + e – que ele se dissolve para formar um sólido insolúvel.
A26	Precisa de íons positivos e negativos.
A28	É preciso que tenha íons de carga negativa e positiva para que tenha um sólido insolúvel.
A29	É preciso cargas negativas e positivas para formar a precipitação.
A30	Precisa que íons positivos e negativos se unam, formando um sólido insolúvel.

Fonte: Autores (2024).

Assim como na questão anterior, analisarmos essas respostas por categorias de i) desenvolveu plenamente a habilidade, ii) desenvolveu parcialmente a habilidade e iii) não desenvolveu (Galperin, 1984; Núñez; Ramalho, 2015).

Compreensão plena da habilidade: os alunos A04, A05, A09, A14, A19, A20, A22, A25, A28, A30 demonstraram uma compreensão clara e adequada dos fatores que influenciam a formação de precipitados, reconhecendo a necessidade de íons de cargas opostas (positivas e negativas) que se juntam para formar um sólido insolúvel. Suas respostas indicam que estão na fase de orientação e internalização, conforme a Teoria de Galperin (Talízina, 1988).

Compreensão Parcial com foco em íons sem detalhamento completo: os alunos A01, A07, A08, A12, A13, A16, A17, A26, A29 uma compreensão parcial, identificando a necessidade de íons positivos e negativos, mas suas respostas foram menos detalhadas ou precisas. Eles entendem o conceito básico, mas podem não ter compreendido completamente todos os fatores envolvidos no processo de formação de precipitados (Talízina, 1988).

Respostas no terceiro nível, ou seja, genéricas ou inadequadas: os alunos A10 e A24 forneceram uma resposta muito genérica que não demonstra uma compreensão específica dos fatores que influenciam a formação de precipitados e que não especifica a necessidade de íons de cargas opostas para formar um sólido insolúvel.

Assim como na primeira questão, essa atividade confirma que o nível de ACT prático é bem mais próximo a Intervenção Didática, bem como subsídio para identificar as propriedades de uma Reação Química de Precipitação.

No contexto da internalização dos conceitos científicos segundo a Teoria de Galperin (Galperin, 2017), os alunos que desenvolveram parcialmente a habilidade mostraram um entendimento básico, mas suas respostas careciam de tecnicidade, indicando a necessidade de mais prática e orientação (Talízina, 1988).

A internalização envolve a transformação das ações e conceitos aprendidos em um nível mais superficial em processos mentais mais complexos e internalizados, permitindo ao sujeito utilizar essas habilidades de forma mais autônoma e independente (Núñez; Ramalho, 2015). Esse processo de internalização é fundamental para o desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores e para a formação de um pensamento mais elaborado e abstrato.

6.2 ACHADOS RELATIVOS À INTERVENÇÃO PROPRIAMENTE DITA: análise do EBOCA como pressuposto para a ACT

O Esquema da Base Orientadora Completa da Ação (EBOCA) é uma ferramenta essencial no processo de aprendizagem, conforme descrito na psicologia pedagógica soviética. Baseando-se na teoria de Galperin, o EBOCA facilita a internalização de ações externas por meio da mediatização sociocultural (Oliveira, 2010).

Esse esquema oferece uma estrutura diretiva para a aprendizagem, proporcionando as condições necessárias para o planejamento e execução racional de ações. Ele promove a assimilação de conceitos de maneira sistemática, possibilitando aos alunos avançar do geral para o concreto através de atividades conjuntas e simbolização de conteúdo (Talízina, 1988).

Ao analisar os efeitos da Intervenção Pedagógica baseada na Teoria da Formação das Ações Mentais e de Conceitos de P. Ya. Galperin no processo de Alfabetização Científica e Tecnológica dos alunos, especificamente em atividades relacionadas à Reação de Precipitação, precisamos analisar o contexto dessa intervenção, assim, aqui iremos analisá-la luz ao Esquema da Base Orientadora da Ação do professor-pesquisador.

Em seguida, elaborou todas as atividades das Etapas ao tema “Poluição de Rios”, algo bem próximo a realidade dos alunos. Contextualizar os conteúdos científicos com está alinhado com a perspectiva de ACT que enfatiza a aplicação do conhecimento científico em contextos reais e relevantes. Segundo Bybee (1995), a ACT deve preparar os alunos para tomar decisões informadas sobre questões socioambientais, conectando o conteúdo curricular com problemas do mundo real.

Na perspectiva da ACT, a formação de habilidades específicas, como a identificação das características químicas das Reações Químicas de Precipitação, é fundamental para o desenvolvimento de competências científicas. Kolsto (2001) destaca a importância de desenvolver habilidades práticas e cognitivas que permitam aos alunos entender e aplicar conceitos científicos em diferentes contextos.

A partir disso, ao analisar os indicadores qualitativos para a habilidade de identificar Reações de Precipitações essa conforme as práticas recomendadas na ACT, que defendem uma abordagem holística para avaliar o desenvolvimento científico e tecnológico dos alunos.

Em termos funcionais, o EBOCA é visto como uma preparação especial para a execução e regulação da atividade. Ele ajuda a garantir o planejamento correto, a escolha racional de complementos possíveis e a realização consciente de correções durante o processo.

Além disso, o EBOCA (expresso no quadro 10) alinha-se com as demandas da ACT prática, preparando os alunos para a resolução de problemas e tomada de decisões baseadas em conceitos assimilados de forma teórica e não apenas descritiva. A criação desse EBOCA promove uma ação docente voltada para o desenvolvimento cognitivo dos alunos, transformando a aprendizagem em um processo mais estável e significativo. Isso pode evitar a compreensão fragmentada e reprodutivista dos conceitos, comum no ensino tradicional, e propiciar uma aprendizagem mais integrada e aplicável a diversas situações práticas.

6.3 ACHADOS DAS BOAS QUE SE APROXIMARAM DO EBOCA: aproximações reais à concretização e internalização do conceito de identificar Reações Químicas de Precipitação

Neste momento relacionaremos as respostas dos alunos na elaboração das suas respectivas BOAs com a BOA do professor-pesquisados, ou seja, ao EBOCA.

Acreditamos que essa relação é a ideal, em que a Invariante da Ação (Oliveira, 2010; Talízina, 1988), expressa no EBOCA, *a priori*, deve ser visível na BOA dos alunos, dessa forma, expressa que houve a internalização do conceito de forma parcial ou completa.

Nesse modelo da ação, identificamos aspectos visuais de uma Reação Química de Precipitação, em que, nas Atividades da Etapa da BOA, encontramos semelhanças nas seguintes respostas:

Questão 1: "Que argumentos você usaria para explicar o que pode ser o sólido azul?"

G1: O cobre em meio aquoso junto com o hidróxido de sódio se transforma no hidróxido de cobre que é a substância gelatinosa azul.

G4: O cobre reage com resíduos de hidróxido de sódio formando uma substância azul gelatinosa (hidróxido de cobre).

G9: A mistura do hidróxido de sódio com o sulfato de cobre.

Nas respostas acima identificamos que o conceito de transformação química foi alcançado, pela descrição da nova substância. Isso corrobora com a Invariante da Ação do professor-pesquisador, expressa no quadro 10.

Questão 2: 'O sólido gelatinoso azul não afunda, mas fica entre a superfície e o fundo. Ao analisar essa situação, você acredita que houve uma transformação química?'

G4: Sim, podemos afirmar através de suas características que houve uma transformação química de precipitação, pois a substância transformada é um sólido de cor azul diferente da cor da água.

G7: Sim, teve uma transformação química entre substância como o sulfato de cobre que pode se com resíduos de hidróxido de sódio.

Aqui, a insolubilidade com os produtos formados, verificada se algum composto permanece insolúvel em várias condições experimentais, foi reconhecida pelos reagentes solúveis que, quando misturados, produzem um composto insolúvel, utilizando o aspecto visual (Mueller; Souza, 2016).

Para identificar uma transformação química do tipo precipitação, observe se há uma mudança nas propriedades das substâncias iniciais, como a formação de um precipitado, mudança de cor ou liberação de gás, que indiquem a formação de novos produtos com propriedades distintas. Para isso, escreve-se as fórmulas dos reagentes e preveja os produtos, trocando os cátions e ânions entre os dois reagentes, característica de uma reação de dupla troca (Atkins; Jones, 2014).

Percebemos essa relação também nas respostas dos alunos à Atividade de Internalização, especialmente para a questão dois “Descreva um exemplo de reação de precipitação que ocorre naturalmente no ambiente e explique suas implicações para o ecossistema local” e a questão três “Quais são os fatores que podem influenciar a formação de precipitados em uma reação de precipitação?”.

Aqui, os alunos escreveram as equações iônicas completa para a reação, isolando os íons que participam na formação do precipitado, e determinaram a fórmula química do precipitado a partir dos íons presentes na solução, verificando a solubilidade do composto resultante.

Pela reação iônica, os alunos internalizaram o conceito de forma correta e expressando-o enquanto definição de umas das Invariantes da Ação do professor-pesquisador, expressa no quadro 10.

O EBOCA serve como uma referência para os professores, definindo as condições essenciais para a execução e controle adequados das ações de aprendizagem. Isso é útil no ensino de conceitos científicos, pois ajuda a caracterizar um esquema de orientação externa que baliza a negociação entre a Base Orientadora da Ação (BOA) dos alunos e o conhecimento planejado pelo professor. A utilização do EBOCA permite uma generalização teórica que facilita a compreensão de diversas situações ou domínios do conhecimento, tornando a aprendizagem mais transferível e aplicável a novas situações-problema.

No contexto da ACT, o EBOCA pode contribuir ao fornecer uma estrutura que facilita a relação entre teoria e prática. Ao ajudar na transferência do conhecimento para novos contextos, o EBOCA, alinhando-se aos objetivos da ACT, apoia a formação de cidadãos críticos e autônomos, que são capazes de aplicar o que aprenderam em situações cotidianas e profissionais.

No entanto, o EBOCA pode apresentar limitações em relação à ACT. A rigidez na aplicação de uma estrutura pré-definida pode restringir a flexibilidade

necessária para adaptar o ensino às necessidades e contextos específicos dos alunos, o que é fundamental para a ACT.

Além disso, a ênfase do EBOCA na generalização teórica pode entrar em conflito com a ACT, que privilegia o conhecimento situado e a ação em contextos específicos. Se o foco na generalização for excessivo, pode haver uma perda de profundidade na aplicação prática, limitando o impacto da abordagem contextualizada que a ACT busca promover.

O EBOCA, ao fornecer uma estrutura para orientar o aprendizado e facilitar a transferência de conhecimentos para novos contextos, pode ser uma ferramenta importante na promoção da ACT em vista ao professor. Ao apoiar a relação entre teoria e prática, o EBOCA contribui para a construção de um entendimento mais profundo dos conceitos científicos e tecnológicos, capacitando os alunos a resolver problemas reais. No entanto, para maximizar seu potencial na ACT é essencial que sua aplicação permita flexibilidade e personalização, a fim de que o ensino continue relevante e adaptado às diferentes realidades dos alunos, como preconiza a ACT. Assim, o equilíbrio entre generalização teórica e adaptação contextual pode formar cidadãos mais críticos e conscientes, capazes de interagir com o mundo de maneira responsável e inovadora.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Teoria de Galperin, conhecida como Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas, oferece um esquema robusto para a Educação Científica e pode promover a Alfabetização Científica e Tecnológica.

Essa teoria propõe que o aprendizado ocorra em etapas bem definidas, permitindo que os alunos internalizem conceitos complexos de maneira gradual e estruturada. No contexto da habilidade de identificar uma Reação de Precipitação, essa abordagem pode ser particularmente útil.

A principal contribuição da Teoria de Galperin é a estruturação do aprendizado. As etapas da ação dividem o processo de aprendizagem em orientação, execução materializada, execução por fala externa, execução por fala interna e execução automatizada. Isso permite que os alunos desenvolvam uma compreensão profunda e gradual dos conceitos científicos. Através da prática e repetição em diferentes níveis de abstração, os alunos podem internalizar os conceitos, passando de uma compreensão concreta para uma abstrata e automatizada.

Além disso, a Teoria ajuda os alunos a compreenderem não apenas o "como", mas também o "porquê" das Reações Químicas, promovendo uma Alfabetização Científica e Tecnológica Prática. Ao estruturar o aprendizado em etapas, os alunos são incentivados a pensar criticamente sobre os processos e conceitos envolvidos nas Reações de Precipitação, fortalecendo sua capacidade de aplicar esse conhecimento em diferentes contextos.

O uso do Esquema da Base Orientadora Completa da Ação (EBOCA) é apontado como uma ferramenta no processo de internalização. Este esquema fornece uma estrutura diretiva para a aprendizagem, permitindo que os alunos avancem do geral para o concreto de maneira sistemática. No contexto das atividades propostas, os alunos que seguiram este esquema demonstraram uma capacidade maior de aplicar conceitos teóricos em situações práticas, o que é fundamental para a formação de habilidades cognitivas superiores.

Isso corrobora com a metodologia e os instrumentos de coleta de dados (atividades das Etapas das Ações Mentais e de Conceito).

Os objetivos específicos foram alcançados, pois o Esquema da Base Orientadora Completa da Ação (Intervenção Pedagógica) foi intencionalmente

elaborado para o desenvolvimento da habilidade de identificar uma Reação Química de Precipitação para que assim o objetivo específico segundo (diagnosticar a etapa do processo de assimilação que os alunos se encontram, em relação ao conceito de Reações Químicas de Precipitação, por meio de indicadores de ACT) foi desenvolvido e por seguinte o objetivo terceiro alcançado.

Quando ao terceiro objetivo, avaliar a experiência didática, frente à BOA e ao EBOCA, para a formação da habilidade de identificar Reações Químicas de Precipitação, pelas Etapas de Formação das Ações Mentais da Teoria de Galperin, consideramos algumas peculiaridades: i) os aspectos culturais da Alfabetização Científica e Tecnológica, não foram identificados, o que é crítico; ii) a complexidade das questões; conseqüentemente, iii) o tempo de execução da Intervenção.

Devido ao tipo de questão que foi elaborado, essas atividades versam para uma ACT prática e alguns aspectos da ACT cívica. Sobre a concepção cultural, os alunos devem entender a relevância cultural e social da ciência e da tecnologia em suas vidas.

Destaca-se que a ACT prática foi bem-sucedida, com todos os alunos conseguindo identificar propriedades de sólidos insolúveis e descrever reações de precipitação corretamente. Contudo, a ACT cívica e cultural mostrou-se mais desafiadora, demandando uma compreensão interdisciplinar e uma contextualização mais profunda dos conceitos científicos dentro das práticas culturais dos alunos. Isso reforça a complexidade de integrar conhecimentos científicos com contextos socioculturais específicos, exigindo um conhecimento detalhado das culturas locais e uma abordagem pedagógica mais holística.

A aplicação da teoria em turmas grandes, com mais de 30 alunos, pode ser desafiadora devido à necessidade de atenção individualizada e monitoramento contínuo das etapas de aprendizagem. Gerenciar e acompanhar o progresso de muitos alunos ao longo das várias etapas da teoria requer um tempo significativo, o que pode ser inviável em um ambiente escolar com um currículo rígido e limitado.

Em síntese, a Teoria de Galperin oferece uma abordagem estruturada e eficaz para a ACT, especialmente no contexto da habilidade de identificar Reações de Precipitação. No entanto, sua aplicação enfrenta desafios significativos, especialmente em termos de desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica cultural e na gestão de turmas grandes e tempo limitado.

Além disso, nesta pesquisa realizamos uma Revisão Sistemática sobre ACT nos periódicos brasileiros no período de 2013 até 2022, no qual apresentamos duas novas concepções sobre esse tema: i) *parâmetro para o desenvolvimento de conceitos científicos* e ii) *ausência de contextos que envolvem a tecnologia pela sua própria definição no âmbito social, científico e socio-científico*, em que vemos a ACT como a *compreensão do conceito científico para a formação de atuação cidadã, com a ética e a criticidade no mundo que o cerca, bem como perceber o conceito tecnológico na formação cidadã, e no bem-estar, por fim, deve-se entender a tecnologia, as ciências e as sociedades interrelacionadas, mas que podem ser independentes entre si.*

Isso corrobora com nossos dados *a posteriori* em que a Teoria de Galperin para desenvolver a habilidade de identificar características de reações de precipitações deve ser pensada como estratégia para perceber o conceito científicos e tecnológico na construção social.

Para futuras pesquisas, várias direções podem ser exploradas. Uma área de investigação poderia focar na aplicação da Teoria de Galperin em contextos profundos no Ensino de Química. Estudos longitudinais que acompanhem o desenvolvimento dos alunos ao longo de um período maior seriam valiosos para avaliar os impactos a longo prazo da intervenção pedagógica baseada na Teoria de Galperin. Além disso, desenvolver programas de formação contínua para professores sobre a aplicação da Teoria de Galperin e avaliar o impacto desses programas na prática pedagógica poderia contribuir significativamente para a melhoria do ensino de ciências. Por fim, a elaboração de Atividades complexas que versem para níveis de ACT cívica e cultural, pela Teoria de Galperin, podem cooperar para a reformulação do pensamento crítico e atitudes cidadãs frente aos impactos das Ciências e Tecnologias nas relações histórico-culturais.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO DIAZ, J. A.; ALONSO, A. V.; MANASSERO-MAS, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Madrid, v. 02, n. 02, p. 80-111, 2003.
- ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MARTÍN, M; OLIVA, J. M. *et. al.* Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Madrid, v. 02, n. 02, p. 121-140, 2005. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92020201>>. Acesso em: 10 jul. 2024.
- AFONSO, M. H. F.; SOUZA, J. V.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Como construir conhecimento sobre o tema de pesquisa? Aplicação do processo proknow-c na busca de literatura sobre avaliação do desenvolvimento sustentável. *Revista de Gestão Social e Ambiental*. São Paulo, v. 5, n. 2, p. 47-62, mai./ago. 2011.
- ALMEIDA, M. T.; GUIMARÃES, M. A. Raciocínio moral em questões sociocientíficas: argumentação de licenciandos de ciências sobre eutanásia. *Revista de educação em ciências e matemática*. Amazônia. v. 15, n. 34, p. 80-95. jul./dez. 2019.
- ALONSO, A. V. Importância da alfabetização científica e do conhecimento acerca da natureza da Ciência e da Tecnologia para a formação do cidadão. *In*: MACIEL, M. D.; AMARAL, C. L. C.; GUAZELLI, I. R. B (Orgs.). *Ciência, tecnologia e sociedade: pesquisa e ensino*. São Paulo: Terracota, 2010.
- ARAÚJO, R. F. R.; PIRES NETO, J. P. Formação de Conceitos sobre a Natureza do Conhecimento Científicos Utilizando a Teoria de P. Ya Galperin a Partir da História da Química. Obutchénie: Revista de Didática e Psicologia Pedagógica. Uberlândia, MG, v.5, n.3, p.803-822, set-dez. 2021. DOI: <http://doi.org/10.14393/OBv5n.3a2021-57663>
- ATKINS, P. W.; JONES, L. Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. Ed.: Bookman. 5ª edição. 2011.
- AZEVEDO, N. H.; SCARPA, D. L. Revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de natureza da ciência no ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. v. 17, n. 2, p. 579-619, 2017.
- BOCHECO, Otávio. *Parâmetros para a abordagem de evento no enfoque CTS*. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/95281/294999.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 10 jul. 2024.
- BYBEE, R. W. *Achieving Scientific Literacy: From purposes to practices*. Portsmouth: Heinmann Publishing, 1997.

BRASIL. *Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996*. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, Brasília, DF: Presidência da República, [1996]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 10 jul. 2023.

BRASIL. *Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília, DF. 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 10 jul. 202.

BRASIL. *Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018*. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Diário Oficial da União, Brasília, 22 de novembro de 2018, Seção 1, p.21. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit e.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2024.

BYBEE, R. W. Achieving scientific literacy. In: *The science teacher*, v. 62, n. 7, p. 28-33, Arlington: United States, 1995.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. A necessária renovação do ensino de Ciências. 1. ed. São Paulo: CORTEZ, 2005.

CAPES. (2023). *Qualis Periódicos*. Plataforma CAFe. Recuperado de <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez16.periodicos.capes.gov.br/index.php?>

CARVALHO, A. N. P. Habilidades de professores para promover a enculturação científica. *Contexto & Educação*, Ijuí, v. 22, n. 77, p. 25-49, 2007.

CASTRO, R. F. de.; DAMIANI, M. F. Uma intervenção sobre a escrita acadêmica: o que dizem as alunos de Pedagogia à distância? *Revista Educação*, v. 42, n. 1, p. 85-98, jan./abr. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reeducacao/article/view/22337/pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, n. 22, p. 89-100, 2003.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos do ensino de ciências. In: *Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas*. 1. ed. Salvador: EDUFBA, p. 77-118, 2018.

CLOT, Yves. Vygotsky: para além da psicologia cognitiva. *Pro-Posições*, v. 17, n. 2 (50) - maio/ago. 2006

DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F.; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. *Cadernos de Educação*, n.45, p.57-67, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/3822/3074> >. Acesso em: 10 jul. 2024.

DAMIANI, M. F. Sobre pesquisas do tipo intervenção. *In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO*, 17., 2012, *Anais [...]*. Campinas: FE/UNICAMP, 2012. p. 1-9. Disponível em: <<http://endipe.pro.br/ebooks-2012/2345b.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

DEBOER, G. E. Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, Hoboken, v. 37, n. 6, p. 582-601, 2000. Disponível em: <http://web.nmsu.edu/~susanbro/eced440/docs/scientific_literacy_another_look.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2024.

DÍAZ, A. A. La tecnología em las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias*, Madrid, v. 14, n. 01, p. 35-44, 1996.

DONATO H.; DONATO M. Etapas na condução de uma revisão sistemática. *Revista Científica da Ordem dos Médicos*. v.32, n.3, p.227-235, 2019.

FAÇANHA, A. A. B.; AZEVEDO, M. S. de; SOUZA, N. M. A caracterização de uma base orientadora para ensinar o conteúdo de mamíferos: contribuições da Teoria de P. Ya. Galperin. *Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza*. 2020.

FARIAS, R. A. M.; FIRME, R. N. Possibilidades e limitações da abordagem de questão sociocientífica na alfabetização científica e tecnológica de alunos. *Revista Dialogia*. São Paulo, n. 39, p. 1-16, e19718, set./dez. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/39.2021.19718>. Acesso em: 10 jul. 2024.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido* [recurso eletrônico]. 1. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013. Edição Kindle.

FOSSA, L.; HAZIN, I.; COELHO, P. C.; HERNÁNDEZ, H. S.; LIMA, S. Contribuições de Piort Galperin à Psicologia Histórico-Cultural e os desdobramentos para a Educação: uma revisão integrativa. *Uberlândia, MG*, v.6, n.2, p.602-626, mai-ago. 2022. DOI: <http://doi.org/10.14393/OBv6n2.a2022-65932>

FOUREZ, G. Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de La enseñanza de las ciencias. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? *Investigações no Ensino de Ciências*, v. 08, n. 02, p. 108-123, 2003.

GALPERIN, P. Ya. Memories of A. N. Leont'ev, *Soviet Psychology*, v.23. n.1, p.57-62, 1984.

GALPERIN, P. Ya. Experiência de estudar a formação de ações mentais. *Boletim da Universidade de Moscou. Série 14. Psicologia*, n. 4, p. 3-20, 2017.

GENOVESE, C. L. C. R.; GENOVESE, L. G. R.; CARVALHO, W. L. P. Questões sociocientífica: origem, características, perspectivas e possibilidades de implementação no ensino de ciências a partir dos anos iniciais do ensino fundamental. *Revista de Educação em Ciências e Matemática*, Amazônia, v. 15, n.

34, p. 05-17, jun-dez. 2019. Disponível em:

<<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/6589/6029>>.

Acesso em: 10 jul. 2024.

GILBERT, J. K. The interface between science education and technology education. *International Journal of Science Education*. v. 14, n. 5, p. 563-578, 1992.

HURD, P. D. Science Literacy: Its Meaning for American Schools. *Educational Leadership*. 1958

KOJEVNIKOV, A. The Phenomenon of Soviet Science. *The History of Science Society*. N. 23, p.115-135, 2008.

KOLSTO, S. D. Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85 (3), p. 291-310, 2001. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.1011>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

LARA, F. C. P.; SIQUEIRA D. P.; SIQUEIRA A. A. Revisão sistemática da literatura como técnica de revisão de literatura na área do direito. *Revista Direitos Sociais e Políticas Públicas*. v. 10, n. 3, p. 82-110, 2022.

LAUGKSCH, R. C.; SPARGO, P. E. Development of a Pool of Scientific Literacy Test-Items Based on Selected AAAS Literacy Goals. *Science Education*, v. 80, n. 2, p. 121-143, 1996.

LEONTIEV, A. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: L. S. Vigotskii, A. R. Luria, & A. N. Leontiev. *Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem* (12a. ed.) (pp. 59-83). São Paulo: Ícone. 2010.

LEONTIEV, A. N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: VIGOTSKII, Lev S; LURIA, Alexander Romanovich; LEONTIEV, Alexis N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. Tradução de Maria da Pena Villalobos. 12. ed. São Paulo: Ícone, 2012.

LIBERATI, A.; ALTMAN, D. G.; TETZLAFF, J.; MULROW, C., et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration, *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 62, p. 1-34, 2009.

LOPES, A. R. C. Reações Químicas: fenômenos, transformação e representação. *QUÍMICA NOVA NA ESCOLA*, N° 2, NOVEMBRO, 1995.

LORENZETTI, L. *Alfabetização científica no contexto das séries iniciais*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/79312/161264.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. *ENSAIO – Pesquisas em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 03, n. 01, p. 45-61, jan./jun. 2001.

MAHAN, B. M.; MYERS, R. J. Química - um curso universitário. Ed.: Blucher, 1995.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 03, p. 164-214, dez. 1995. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

MAUER, T. Da fome às estrelas: 40 anos de ciências soviética. *Temporalidades – Revista de História*. Ed. 31, v. 11, n. 3, set-dez. 2019.

MILARÉ, T; RICHETTI, G, P. ALVES FILHO, J. P. Alfabetização científica no ensino de química: uma análise dos temas da seção química e sociedade da revista química nova na escola. *Química Nova na Escola*. São Paulo, v. 31, n. 03, p. 165-171, ago. 2009. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/03-QS-0809.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2023.

MOHER, D.; COOK, D. J.; EASTWOOD, S.; OLKIN, I., RENNIE, D. STROUP, D. F. et al. Improving the quality of reports of meta-analyses of randomised controlled trials: the QUOROM statement. *THE LANCET*. v. 354, p. 1896-900, 1999.

MARCO, F. F.; CEDRO, W. L.; LOPES, A. L. R. V. Sistema Galperin-Talizina: princípios e orientações para o professor. In: *Ensino Desenvolvimental: Sistema Galperin-Talizina*. Andréa Maturano Longarezi, Roberto Valdés Puentes (Org.). Ed. Guarujá: Ed. Científica, 2021.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Química. V.01. São Paulo: Scipione, 2ª edição. 2013.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. *QUÍMICA NOVA NA ESCOLA*, Nº 2, NOVEMBRO, 1995.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán. *Vygotsky, Leontiev, Galperin: formação de conceitos e princípios didáticos*. 1. Ed. São Paulo: Autores Associados, 2009.

NÚÑEZ, I. B.; AMARAL, E. M. R.; OLIVEIRA, M. V. F.; PEREIRA, L. F. Activity Theory Proposed by A.N. Leontiev Applied to Signify and Structure Problem-Solving Experimental Activity in Chemistry Teaching. *Moscow University Psychology Bulletin*. n. 4, p.192–233, 2021.

NÚÑEZ, I. B.; LÉON, G. F.; RAMALHO, B. L. Apresentação O Sistema Galperin-Talizina na Didática Desenvolvimental: Elementos iniciais de uma contextualização. *Obutchénie: R. de Didat. e Psic. Pedag.* Uberlândia, v.4, n.1, p.09-31, jan./abr. 2020.

NÚÑEZ, I. B.; OLIVEIRA, M. V. de F. In: LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. (Orgs.). Ensino desenvolvimental: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos. Livro I. Uberlândia: EDUFU, 2012. p. 241-269.

NÚÑEZ, I. B.; OLIVEIRA, M. V. de F. P. Ya. Galperin: vida e obra do criador da teoria da formação por etapas das ações mentais e dos conceitos. In: LONGAREZI, Andréa Maturano. PUENTES, Roberto Valdés (Orgs.). Ensino Desenvolvimental II: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos. Uberlândia: Edufu, 2015. p. 283-314. <https://doi.org/10.14393/edufu-978-85-7078-464-3>.

NÚÑEZ, I. B.; OLIVEIRA, M. V. F.; RAMALHO, B. L. A influência de Vygotsky, de Leontiev, a questão da ação e do objeto da psicologia na Teoria de Galperin. In: *Ensino Desenvolvimental: Sistema Galperin-Talízina*. Andréa Maturano Longarezi, Roberto Valdés Puentes (Org.). Guarujá: Ed. Científica, 2021.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. A teoria de P. Ya. Galperin como fundamento para a formação de habilidades gerais nas aulas de química. *Revista Debates em Ensino de Química*. V.1, n.1, out., 2015.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L. A teoria da Formação Planejada das Ações Mentais e dos Conceitos de P. Ya. Galperin: contribuições para a Didática Desenvolvimental. *Obutchénie: R. de Didat. e Psic. Pedag.* Uberlândia, v.1, n.1, p.70-97, jan./abr. 2017.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; OLIVEIRA, M. V. F. A teoria de P. Ya. Galperin e a formação de conceitos teóricos na educação em ciências. Reflexões críticas e possibilidades. *Obutchénie: R. de Didat. e Psic. Pedag.* Uberlândia, v.4, n.1, p.107-131, jan./abr. 2020.

OLIVEIRA, J. R. S. de. A Perspectiva Sócio-histórica de Vygotsky e suas Relações com a Prática da Experimentação no Ensino de Química. *ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v.3, n.3, p.25-45, nov. 2010.

PENICK, J. E. Ensinando “alfabetização científica”. *Educar*, Curitiba, n. 14, p. 91-113, 1998. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/2031/1683>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

PÉREZ, D. G.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência e Educação*, São Paulo, v. 07, n. 02, p. 125-153, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/01.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

PETERNELLA, Alessandra; VIEIRA, Regina Célia Moraes; GHEDIN, Evandro. Vigotski e a Teoria Histórico-Cultural: Contribuições para a organização do ensino. In: Ghedin, Evandro; Peterrella, Alessandra. (Org.). *Teorias Psicológicas e suas implicações à educação em ciências*. 1ed. Boa Vista: Editora UFRR, v. 1, p. 157-170, 2016.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. *Metodologia do trabalho científico* [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico / Cleber Cristiano Prodanov, Ernani Cesar de Freitas. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PUNTES, R. V. Sistema Galperin-Talízina: um estudo introdutório da Teoria da Formação por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos. *In: Ensino Desenvolvemental: Sistema Galperin-Talízina*. Andréa Maturano Longarezi, Roberto Valdés Puentes (Org.). Ed. Guarujá: Ed. Científica, 2021.

PUNTES, R. V.; LONGAREZI, A. M. Escola e didática desenvolvimental: seu campo conceitual na tradição da teoria histórico-cultural. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 29, n. 1. 2013.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. *Science education for citizenship: teaching Socio-scientific issues*. 1. ed. Philadelphia. Maidenhead: Open University Press, 2003.

REGO, T. C. Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis: Vozes, 1995.

RIPPER, A. V. Significação e mediação por signo e instrumento. *Temas em Psicologia*. Ribeirão Preto, v. 1, n. 1, abr. 1993.

RIVERA, Yolanda Rosas. Formación de conceptos matemáticos desde la teoría de la actividad aplicada a la enseñanza: aportaciones de Galperin y Talizina. *Série Ensino Desenvolvemental*, vol. 13, p. 249-270, 2017.

ROSA, T. F.; LORENZETTI, L.; LAMBACH, M. Níveis de Alfabetização Científica e Tecnológica na avaliação de Química do Exame Nacional do Ensino Médio. *Educação Química n unto e ista*, 3(1). 2019
<https://doi.org/10.30705/eqpv.v3i1.1730>.

ROSA, K.; MARTINS, M. C. O que é alfabetização científica, afinal? *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007. Atas eletrônicas [...]*. São Paulo. Disponível em:
<<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0011-1.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2020.

SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de caso em química. *Química Nova*, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/pdf/qn/v30n3/38.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2020.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.17, p.49-67, nov. 2015. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de; Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a Proposição e a Procura de Indicadores do Processo, *Investigações em Ensino de Ciências*. V. 13, n. 3, p.333-352, 2008

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A, N, P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 01, p. 59-77, 2011.

SHEN, B. S. P. Science Literacy: Public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike. *American Scientist*. v. 16, n. 03, p. 265-268, 1975. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/27845461?seq=1>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

TALÍZINA, N. F. *Psicologia de la enseñanza*. Moscú: Editorial Progreso, 1988.

TEIXEIRA, F. M. Alfabetização científica: questões para reflexão. *Ciência Educação*, Bauru, v. 19, n. 04, p. 794-809, 2003.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. 7. ed. São Paulo, SP: Martins Fontes, 2007. 182 p. (Psicologia e Pedagogia).

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*. 2. ed. São Paulo, SP: Martins Fontes, 1998. 194 p. (Psicologia e pedagogia).

L. S. Vigotskii, A. R. Luria, & A. N. Leontiev. *Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem* (12a. ed.) (pp. 59-83). São Paulo: Ícone. 2010.

Richard T. Watson & Jane Webster. Analysing the past to prepare for the future: Writing a literature review a roadmap for release 2.0, *Journal of Decision Systems*, DOI: 10.1080/12460125.2020.1798591, 2020.

ZEIDLER, D. L.; HERMAN, B. C.; SADLER, T. D. New orientations in socioscientific issues research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*. v. 1, n. 11, p. 1-9, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s43031-019-0008-7>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

ZEIDLER, D. L.; SADLER, T. D.; SIMMONS, M. L.; HOWES, E. V. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, v. 89 (3), p. 357-377, 2005. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.20048>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

ZEIDLER, D. L.; NICHOLS, B. H. Socioscientific issues: theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, v. 21, n. 2, p. 49-58, 2009. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF03173684>>. Acesso em: 10 jul. 2024.

APÊNDICE A

LISTA DE ARTIGOS UTILIZADOS PARA A REVISÃO SISTEMÁTICA DE ACT

ANO	PERIÓDICOS	ARTIGO	AUTORES
2014	Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC / v.4, n.2	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: VISÕES DE PROFESSORES DE UMA ESCOLA ESTADUAL DE SÃO PAULO	Samar Nasser Chehimi; Rosana Jordão
2015	Conexões – Ciência e Tecnologia / v.9, n.4	MUSEU ITINERANTE DE QUÍMICA (MIQ): EXPERIÊNCIA COMO FOCO PARA DISCUSSÕES SOBRE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE NO INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ (IFPI-PICOS)	Francisca das Chagas Alves da Silva; Maria Mozarina Beserra Almeida; Silvano Bastos Santiago
2015	Enc. Pesqui. Educ. Ciênc. / v.17, n.3	PROMOVENDO A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DE ENSINO INVESTIGATIVO NO ENSINO MÉDIO DE QUÍMICA: CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE	Mayara de Souza Miranda; Rita de Cássia Suar; Maria Eunice Ribeiro Marcondes
2020	Indagation Didactica / v.12, n.4	JURI SIMULADO: RECURSOS DIDÁTICO PARA UM ENSINO CTS EM AULAS DE QUÍMICA	Terciano Fonseca de Souza; Carla Giovana Cabral; Josivânia Marisa Dantas
2015	R. Brasileira de Ensino de C&T/ v.8, n.4	UMA PROPOSTA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTS PARA O ESTUDO DOS GASES E A CINÉTICA QUÍMICA UTILIZANDO A TEMÁTICA DA QUALIDADE DO AR INTERIOR	Oliveira, S.; Guimarães, O. M.; Lorenzetti, L.
2016	R. Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências/ v.16, n.3	O ENSINO DE QUÍMICA E A QUALIDADE DO AR INTERIOR: ANÁLISE DE UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM TEMÁTICA COM ENFOQUE CTS	Oliveira, S.; Guimarães, O. M.; Lorenzetti, L.
2017	ACTIO/ v.2, n.1	PARÂMETROS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E ALFABETIZAÇÃO TECNOLÓGICA NA EDUCAÇÃO EM QUÍMICA: ANALISANDO A TEMÁTICA ÁCIDOS E BASES	LORENZETTI, L.; SIEMSEN, G. H.; OLIVEIRA, S.
2017	IENCI/ v.22, n.1	ABORDAGENS EDUCACIONAIS DAS BIOTECNOLOGIAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS ATRAVÉS DE UMA ANÁLISE EM PERIÓDICOS DA ÁREA	MARCELINO, L. V.; MARQUES, C. A.
2018	REnCiMa / v. 9, n. 3	ASPECTOS SOCIOCIENTÍFICOS E A QUESTÃO AMBIENTAL: UMA DIMENSÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA	Rosana Franzen Leite; Maria Aparecida Rodrigues

2018	R. Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências / v.20	O PROCESSO DE REFLEXÃO ORIENTADA NA FORMAÇÃO INICIAL DE UM LICENCIANDO DE QUÍMICA VISANDO O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E A PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	Rita de Cássia Suart; Maria Eunice Ribeiro Marcondes
2018	RBECT/ v.11, n.1	DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DE ALUNOS DA ETAPA FINAL DO ENSINO MÉDIO E ETAPA INICIAL DO ENSINO SUPERIOR	GRESCZYSCZYN, M. C. C.; CAMARGO FILHO, P. S.; MONTEIRO, E. L.
2019	R. Eletro. De Extensão/ v.16, n.32	ANÁLISE DE INTERAÇÕES CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS) E DE NÍVEIS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM UMA ATIVIDADE EXTENSIONISTA	FIRME, R. N.; NASCIMENTO, J. J.
2019	Linhas Críticas / v. 25	INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DE PROFESSORES EM SERVIÇO: A BIOQUÍMICA COMO CONTEXTO FORMATIVO	Giovanni Scataglia Botelho Paz; Paulo de Avila; Sérgio Henrique Bezerra de Sousa Leal
2019	Ensino e multidisciplinaridade / v. 5, n. 2	TERMOQUÍMICA NA PERSPECTIVA CTSA PARA O PROCESSO DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DE ALUNOS DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO	Andressa Algayer da Silva Moretti; Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha
2019	Educação Química em Punto de Vista/ v.3, n.1	NÍVEIS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NA AVALIAÇÃO DE QUÍMICA DO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO	ROSA, T. F.; LORENZETTI, L.; LAMBACH, M.
2019	Ciência e Educação/ v. 26	SOLUÇÃO MINERAL MILAGROSA: UM TEMA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P.; ROSENDO DA SILVA, L. A.
2019	Revista Prática Docente / v. 4, n. 2	UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO SOBRE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA A PARTIR DO GOOGLE ACADÊMICO	Sara Barbosa dos Santos; Elson Silva de Sousa; Rogério Soares Cordeiro; Jesuíno da Silva Costa Martins
2019	REnCiMa/ v.10, n. 1	TEATRO, EXPERIMENTAÇÃO E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA TRIÁDE POSSÍVEL PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	REIS, N. A.; MOREIRA, L. M.; LOPES DA SILVA, E.
2021	Dialogia/ N.39	POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DA ABORDAGEM DE QUESTÃO SOCIOCIENTÍFICA NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DE ALUNOS	FARIAS, R. A. M; FIRME, R. N.
2021	RenCiMa / v. 12, n. 1	EVIDÊNCIAS DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA EM GRAFIAS DE ILUSTRAÇÕES NA PERSPECTIVA CTSA NO ENSINO DE QUÍMICA	Andressa Algayer da Silva Moretti; Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha; Cynthia Algayer da Silva

2021	RBPEC / v. 21	O ÓLEO NO NORDESTE BRASILEIRO: ASPECTOS DA (AN)ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	RICHETTI, G. P.; MILARÉ, T.
2021	ENCITEC / v. 11 n. 3	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS: ANALISANDO UM LIVRO DIDÁTICO	SIQUEIRA, R. M.; ARAÚJO, F. S.; FREITAS, G. M. C.
2020	Educación Química / v. 31, n. 1	IMPACTOS DE UM PROCESSO FORMATIVO NA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA	FIRME, R. N.; MIRANDA, R. D.
2022	Revista Prática Docente / v. 7, n. 1	A UTILIZAÇÃO DA BIOQUÍMICA DOS ALIMENTOS NO CONTEXTO ESCOLAR: UMA ESTRATÉGIA PARA O APRENDIZADO DE QUÍMICA ORGÂNICA NO ENSINO MÉDIO	Andreza Cipriani; Arleide Rosa da Silva

FONTE: Autores (2024).

APÊNDICE B

TERMO DE OUTORGA



ESCOLA DE REFERÊNCIA EM ENSINO FUNDAMENTAL JOÃO BENTO DE PAIVA
ENSINO FUNDAMENTAL – ANOS FINAIS / EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS
 Rua Petronila Carneiro Barreto, 35 – Centro, Itapissuma PE
 Cadastro Escolar Nº 105.002 | Portaria Nº 0033 de 30 de janeiro de 1986
 INEP 26106264 | CNPJ 01.945.418/0001-34
 Celular: (81) 99277-6172 | E-mail: joabentomunicipal@gmail.com

TERMO DE OUTORGA



Itapissuma, 06 de maio de 2024.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFPE, campus Recife.

Nesta.

Eu, Rosembergh da Silva Alves, gestor da EREF João Bento de Paiva, assistida à Rua Petronila Carneiro Barreto, 35, Centro, Itapissuma, PE, de CNPJ 01.945.418/0001-34, inscrito sob o CPF 028.029.074-84, no uso de minhas atribuições legais e de acordo com a legislação vigente, venho, declarar CIÊNCIA e AUTORIZO o professor Robson Almeida Monteiro de Farias, inscrito sob o CPF 090.159.824-06, a desenvolver sua pesquisa de mestrado nas dependências desta Instituição de Ensino durante o mês de maio do ano em curso, uma vez que ele é professor de Ciências/Laboratório desta mesma Instituição.

A referida pesquisa deverá seguir todas as normas éticas e legais aplicáveis, bem como as diretrizes da Instituição de Ensino, sem prejudicar o andamento regular das atividades escolares.

Rosembergh da Silva Alves

Rosembergh da Silva Alves

Gestor Escolar

Rosembergh da Silva Alves
 Gestor da Unidade de Ensino
 Portaria GP Nº 045/2023 de 06/02/2023
 Matrícula 3217/2014 | SEDUC/Itapissuma

APÊNDICE C

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE EDUCAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS)

Solicitamos a sua autorização para convidar o(a) seu/sua representado/a _____ para participar, como voluntário(a), da pesquisa ANÁLISE DE UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA À LUZ DA TEORIA DA FORMAÇÃO PLANEJADA POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS E DOS CONCEITOS DE P. YA. GALPERIN PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO ENSINO DE TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA DE PRECIPITAÇÃO. Esta pesquisa é da responsabilidade do pesquisador mestrando ROBSON ALMEIDA MONTEIRO DE FARIAS e está sob a orientação do Professor Dr. Petronildo Bezerra da Silva.

O/a Senhor/a será esclarecido(a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o(a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias.

O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- **A pesquisa tem como objetivo analisar a Teoria de Galperin para o desenvolvimento da Alfabetização Científica e tecnológica no ensino de Transformação Química de Precipitação, que terá duração média de 4 semanas.**
- **Os participantes realizarão atividades de Ciências/Químicas e serão guiados pelo professor da disciplina. Essas atividades serão realizadas na Sala de Aula da EREF João Bento de Paiva.**
- **A coleta de dados será realizada de forma presencial individualmente e em grupo.**
- **Não há riscos para a saúde do participante nesta pesquisa.**
- **Esta pesquisa traz benefícios diretos para o/a participante, pois contribui para o seu desenvolvimento intelectual.**

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação.

O(a) senho(a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, o(a) senhor(a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida**

da Engenharia s/n – Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br).

Assinatura do pesquisador (a)

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO/A

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo ANÁLISE DE UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA À LUZ DA TEORIA DA FORMAÇÃO PLANEJADA POR ETAPAS DAS AÇÕES MENTAIS E DOS CONCEITOS DE P. YA. GALPERIN PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO ENSINO DE TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA DE PRECIPITAÇÃO, como voluntário(a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo(a) pesquisador(a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos.

Local e data _____

Assinatura do(da) responsável: _____