

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação
Mestrado Profissional em Educação e Docência

FILIPPE PEDROSA BARBOSA

**ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
INVESTIGATIVA SOBRE ÁCIDOS E BASE: POSSIBILIDADES DE
APRENDIZAGENS PROCESSUAIS E ATITUDINAIS**

Belo Horizonte

2024

FILIPPE PEDROSA BARBOSA

**ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA
INVESTIGATIVA SOBRE ÁCIDOS E BASE: POSSIBILIDADES DE
APRENDIZAGENS PROCESSUAIS E ATITUDINAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação e Docência.

Linha de pesquisa: Ensino de Ciências

Orientadora: Profa. Dra. Andréa Horta Machado

Belo Horizonte

2024

B238e
T

Barbosa, Filipe Pedrosa, 1992-

Ensino de química a partir de uma sequência didática investigativa sobre ácidos e base [manuscrito] : possibilidades de aprendizagens processuais e atitudinais / Filipe Pedrosa Barbosa. -- Belo Horizonte, 2024.

114 f. : enc, il., color.

Dissertação -- (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Orientadora: Andréa Horta Machado.

Bibliografia: f. 80-85.

Anexos: f. 86-114.

1. Educação -- Teses. 2. Ciências (Ensino médio) -- Estudo e ensino -- Teses. 3. Ciências (Ensino médio) -- Métodos de ensino -- Teses. 4. Química -- Estudo e ensino (Ensino médio) -- Teses. 5. Química -- Métodos de ensino -- Teses. 6. Ácidos -- Estudo e ensino (Ensino médio) -- Teses. 7. Aprendizagem -- Avaliação -- Teses.

I. Título. II. Machado, Andréa Horta. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 540.7

Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROMESTRE - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

FILIPPE PEDROSA BARBOSA

Realizou-se, no dia 10 de maio de 2024, às 14:30 horas, por videoconferência, da Universidade Federal de Minas Gerais, a 498ª defesa de dissertação, intitulada Ensino de Química a partir de uma sequência de ensino investigativa sobre ácidos e base: possibilidades de aprendizagens processuais e atitudinais, apresentada por FILIPPE PEDROSA BARBOSA, número de registro 2022658684, graduada no curso de QUÍMICA/NOTURNO, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Andrea Horta Machado - Orientador (UFMG), Prof(a). Luciano de Almeida Pereira (COLTEC UFMG), Prof(a). Nilma Soares da Silva (UFMG).

A Comissão considerou a dissertação:

- Aprovada.
- Reprovada.
- Aprovada com indicação de correções.

A Banca sugeriu e o candidato acatou a mudança do título da dissertação para:

Ensino de Química a partir de uma sequência de ensino investigativa sobre ácidos e base: possibilidades de aprendizagens processuais e atitudinais.

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.

maio de 2024. Belo Horizonte, 10 de

Machado (Doutora)

Prof(a). Andrea Horta

da Silva (Doutora)

Prof(a). Nilma Soares

Almeida Pereira (Doutor)

Prof(a). Luciano de



Documento assinado eletronicamente por **Nilma Soares da Silva, Professora do Magistério Superior**, em 23/05/2024, às 10:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciano de Almeida Pereira, Coordenador(a) de curso**, em 18/06/2024, às 11:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Andrea Horta Machado, Professor(a)**, em 09/07/2024, às 15:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3232042** e o código CRC **FBE8F1A5**.

*À Deus que pelo teu Espírito nos concedeu
a arte de pensar*

AGRADECIMENTOS

À Deus, meu melhor amigo, meu Salvador, o lócus de toda plenitude da sabedoria e do poder, que em todos os momentos de minha vida está presente, me guiando e ensinando por meio da Bíblia Sagrada.

À minha esposa Yara por ser presente em todos os momentos, pelo amor incondicional, pela amizade, pelos incentivos, por me compreender, pelo carinho e pelos momentos felizes juntos. Sem ela esse trabalho não seria possível.

Aos meus pais Hermenegildo e Dulciléia e ao meu irmão Thiago, por me proporcionarem meios para que conseguisse chegar até aqui, pelo esforço, por sempre acreditarem em mim e pelo amor demonstrado na forma de cuidado.

À Professora e orientadora Andréa Horta Machado pela amizade, apoio, orientação, conselhos, sugestões e por acreditar em mim no início deste trabalho. A melhor orientadora do mundo.

Aos amigos do curso por todos os momentos compartilhados na pós-graduação.

Aos componentes da banca examinadora, por terem aceitado o convite de contribuir com as discussões desta pesquisa.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação.

Aos funcionários da Fae.

“Como químico, percebo a assinatura do Criador em tudo, nos átomos e nas moléculas, na periodicidade dos elementos, na singularidade da água e do carbono, nos aminoácidos, proteínas e enzimas, no ciclo de Krebs e na Sua obra prima maior, a molécula do DNA”.

Marcos Eberlin

ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ÁCIDOS E BASE: POSSIBILIDADES DE APRENDIZAGENS PROCESSUAIS E ATITUDINAIS

RESUMO

Neste estudo, propomos atividades com uma abordagem investigativa para o ensino e aprendizagem de conceitos científicos relacionados aos ácidos e bases. O objetivo é investigar as aprendizagens processuais e atitudinais a partir da elaboração, desenvolvimento e análise de uma sequência de ensino investigativa (SEI). Sugerimos uma avaliação qualitativa que busca incorporar as aprendizagens processuais e atitudinais como uma alternativa à diversificação das práticas tradicionais de avaliação. Para possibilitar essas aprendizagens, desenvolvemos uma SEI, que foi aplicada aos alunos de uma escola pública da rede estadual em Santa Luzia/MG. Os resultados indicam que a utilização da SEI pode contribuir para o progressivo avanço dos alunos no entendimento dos conceitos e processos relacionados ao conteúdo sobre ácidos e bases, além de aproximá-los da cultura científica, conforme observado por meio da avaliação processual e atitudinal.

Palavras-chave: Ensino de ciências por investigação; Avaliação das aprendizagens processuais e atitudinais; ácidos e bases; Sequência de ensino investigativa

CHEMISTRY TEACHING FROM AN INVESTIGATIVE TEACHING SEQUENCE ON ACIDS AND BASES: POSSIBILITY OF PROCEDURAL AND ATTITUDINAL LEARNING

ABSTRACT

In this search, we propose activities with an investigative approach for teaching and learning scientific concepts related to acids and bases. The objective is to investigate procedural and attitudinal learning based on the elaboration, development, and analysis of an investigative teaching sequence (ITS). We suggest a qualitative assessment that seeks to incorporate procedural and attitudinal learning as an alternative to the diversification of traditional assessment practices. To practice these strategies, we developed an ITS, which was applied to students at a public state school in Santa Luzia/MG. The results indicate that the use of ITS can contribute to the progressive advancement of students in understanding the concepts and processes related to the content on acids and bases, in addition to bringing them closer to scientific culture, as observed through procedural and attitudinal assessment.

Keywords: Research-based science teaching; Assessment of procedural and attitudinal learning; Acids and bases; Investigative teaching sequence

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ENCI - Ensino de Ciências por Investigação

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

CBC – Currículo Básico Comum

SEI – Sequências de Ensino Investigativas

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Apresentação em Word do Grupo 4: Quadro 1	67
Figura 2 - Apresentação em Word do Grupo 4: Quadro 2	68

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 - Esquema de etapas para SEI proposto por Carvalho (2013) e Aguiar Jr.(2005).....	38
Quadro 2 - Síntese da Sequência de Ensino Investigativa	41
Quadro 3 - Categorias do pensamento científico – Aprendizagem atitudinal e Aprendizagem processual do Ensino de Ciências	47
Quadro 4 – Evidências de aprendizagem processual	75
Quadro 5 – Evidências de aprendizagem atitudinal	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Esquema estrutural da Sequência de Ensino investigativa	40
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	21
2.1. Objetivo geral	21
2.2. Objetivos específicos	21
3. JUSTIFICATIVA	21
3.1. Alfabetização científica	21
3.1.1. Alfabetização científica: em busca de uma definição	21
3.1.2. Alfabetização científica: em busca de indicadores	23
3.1.3. Alfabetização científica e o Ministério da Educação (MEC)	24
3.2. Ensino de Ciência por investigação (ENCI)	26
3.3. Avaliação: aprendizagem processual e atitudinal	30
4. METODOLOGIA.....	33
4.1. Pesquisa qualitativa	33
4.2. O mestrado profissional na área de educação.....	34
4.3. Caracterização da amostra	37
4.4. A construção da SEI	38
4.5. Análise dos dados.....	46
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
5.1. Introdução aos conhecimentos científicos sobre ácidos e bases – 1º momento da 1ª aula.....	48
5.2. Introdução aos conhecimentos científicos sobre ácidos e bases e levantamento de hipóteses – 2º momento da 1ª aula.....	50
5.3. Um novo olhar para a definição de ácidos e bases – 1º momento da 2ª aula.....	54
5.4. Um novo olhar para a definição de ácidos e bases: teste de hipótese – 2º momento da 2ª aula	55

5.5. Um novo olhar para a definição de ácidos e bases: Sistematização do conhecimento – 3º momento da 2ª aula.....	57
5.6. Problematização experimental – 3ª aula	59
5.7. Problematização experimental: Levantamento e teste de hipóteses – 4ª aula	60
5.8. Organização dos dados - 5ª aula	66
5.9. Sistematização do conhecimento: 6ª aula.....	69
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
ANEXO.....	86
Anexo I.....	86
ANEXO II - CONVITE E AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA ...	103
ANEXO III - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)...	107
ANEXO IV - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO MENOR (TALE).....	110
ANEXO V - DECLARAÇÃO DE ISENÇÃO DE CUSTO	113
ANEXO VI - DECLARAÇÃO DE USO E DESTINAÇÃO DO MATERIAL COLETADO	114

1. INTRODUÇÃO

Tudo começou quando lecionei minha primeira aula particular de química ainda no primeiro ano do Ensino Médio. Me percebi grato por poder ajudar uma colega de classe a começar a entender um pouco mais dessa disciplina fascinante. Naquele momento tinha decidido minha profissão. Escolhi ser professor. Tomei essa decisão por ser uma das atividades mais bonitas, mais apaixonantes, mais gratificantes que existem. Ádua, sem dúvidas, mas indescritivelmente honrosa. Conhecer os alunos, possibilitar conhecimento, receber conhecimento, criar relações, ver o desenvolvimento e contribuir para que ele se dê de forma prazerosa foram minhas primeiras motivações e continuam sendo.

Vamos entender melhor como esse processo de ser professor se tornou real em minha vida. No segundo semestre de 2012 comecei a cursar Química Licenciatura na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Foi um tempo de bastante aprendizado químico, físico e matemático, mas a minha paixão sempre foi a educação. Por isso comecei a direcionar minha formação nesse sentido ao participar de um programa de iniciação à pesquisa de agosto de 2013 a novembro de 2014 chamado Projeto Práticas Motivadoras de Ensino de Química para Escolas Públicas de Minas Gerais coordenado pela Profa. Ana Luiza Quadros.

Esse projeto foi concebido com a expectativa de auxiliar no Ensino de Química, na formação continuada de professores, na formação inicial e dos estudantes da educação básica. Seus principais objetivos eram: ampliar a aprendizagem química de estudantes da rede pública de Minas Gerais; facilitar o acesso de alunos de escola pública à Universidade; buscar uma maior interação entre Universidade, professores da educação básica e estudantes de licenciatura; proporcionar aos alunos de Licenciatura dessa instituição uma oportunidade de prática pedagógica, buscando seu aperfeiçoamento didático, através da inserção no campo de trabalho antes do final do curso, época em que tradicionalmente acontecem os estágios curriculares; despertar o interesse dos estudantes da rede pública pelo estudo da Química; produção de material didático de Química para o Ensino Médio.

Como estava formando e tinha poucas experiências em turmas de Ensino Médio, decidi entrar no projeto para adquirir conhecimentos em aulas ministradas por mim. O que mais me chamou atenção foi a oportunidade de ter as minhas aulas gravadas e posteriormente analisadas pela professora Ana Luiza de Quadros e pelos

professores de Química das Escolas. Sabia que seria uma excelente oportunidade. Tive meu primeiro contato com a sala de aula, com a utilização de sequências didáticas temáticas, uso de uma abordagem de ensino dialógica e focada na interação social com os alunos bem como a produção de sequências didáticas. Foi uma experiência de grande aprendizado que me introduziu no Ensino de Ciências e suas linhas temáticas possíveis.

Durante a graduação participei de dois encontros educacionais nos quais foram apresentados resumos expandidos sobre relatos de experiências docentes. III (2015) e IV (2017) Simpósio Mineiro de Educação Química (SMEQ) que procuraram criar um espaço formativo de interlocução entre estudantes e profissionais da Educação Básica e do Ensino Superior para reflexões sobre formação docente, Ensino e Pesquisa em Educação Química. Nos encontros tive a oportunidade de apresentar meus trabalhos e discutir questões importantes relativas aos modos de ação da docência em química e da valorização das especificidades dos sujeitos da aprendizagem.

Nos três semestres finais da graduação fiz as disciplinas de estágio com a Profa. Nilma Soares da Silva. O estágio I foi um período de observação. O estágio II fizemos observações e intervenções didáticas. No estágio III as intervenções didáticas foram maiores e produzi um artigo sobre o papel da leitura no ensino de química. Os referidos estágios tiveram a função de complementar minha formação, proporcionando uma experiência acadêmico-profissional por meio de vivências nos campos de prática do professor no ambiente escolar; estabelecer relações entre a teoria e a prática profissional, refletindo sua aprendizagem com ideias sobre o trabalho cotidiano do professor, aperfeiçoando habilidades técnico-científicas necessárias ao exercício profissional e no ambiente escolar.

Após minha formatura no segundo semestre de 2017 comecei a lecionar Química em escolas estaduais de Belo Horizonte e Sabará. Atualmente trabalho em dois cargos estaduais e em duas empresas da iniciativa privada (To be Centro de Ensinos e Aprender em Casa). No meu trabalho tenho a oportunidade de colocar em prática todo aprendizado que a UFMG me proporcionou. Minha experiência até aqui demonstra que apesar do amplo debate em torno das tendências de ensino, grande parte das escolas mantém o padrão tradicional, no qual o ensino é centrado em conceitos, nem sempre relacionados ao contexto social e aos outros campos do saber. Meu papel tem sido contribuir para mudar essa dinâmica utilizando abordagens de ensino que possibilitem a interação discursiva e dialógica com os estudantes, além de

possibilitar uma nova maneira de pensar que seja significativa em desenvolver autonomia e capacidade de tomada de decisões pelos estudantes.

Após a graduação ingressei no Ceci - Curso de Especialização em Educação em Ciências da Faculdade de Educação (FAE) da UFMG, voltado para o aprendizado de Ensino de Ciências por Investigação. Tive a oportunidade de realizar disciplinas e começar a construir conceitos sobre Ensino de Ciências, Ensino de Ciências por Investigação, elaboração de atividades investigativas, formação e evolução de conceitos, história e filosofia da Ciência, abordagem CTS, Tecnologias de Comunicação e Informação, reflexões sobre o sentido de ensinar ciências e elaboração de projetos em Ensino de Ciências. A especialização foi minha maior experiência no Ensino de Ciências.

O ingresso no curso de pós-graduação lato-sensu Ceci foi uma mudança de chave na jornada no ensino de química. Já havia estudado durante a graduação em Química Licenciatura alguns conceitos da área da educação, mas me surpreendi com as oportunidades de aprimorar minha prática docente e as ferramentas disponíveis para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais interessante e interativo.

Antes de estudar as diferentes abordagens de ensino acreditava que apenas conhecendo a fundo um conteúdo já era possível ensiná-lo. Entendia que os ensinamentos da graduação eram utópicos frente ao contexto de uma escola pública sem investimentos e com laboratórios de ciências inadequados. O curso Ceci me proporcionou uma maneira diferente de perceber minha prática docente por meio de reflexões que proporcionaram mudanças. Notei que é possível colocar em prática os ensinamentos da abordagem investigativa mesmo em contextos inesperados como uma aula tradicional.

Notei que o método tradicional tão criticado pela FAE, de fato, não funcionava. O desenvolvimento dos meios de comunicação propiciou a acessibilidade e a disponibilidade da informação para a maioria dos cidadãos. Esse avanço repercutiu na educação e possibilitou mudanças no ensino que precisam ser incorporadas pelos professores atuais. O uso de atividades investigativas foi um divisor de águas nas minhas aulas de Química, pois estava insatisfeito com a abordagem tradicional.

A tentativa de produzir essa dissertação de mestrado surge da inquietação em relação ao Ensino de Ciência vivenciado por mim nas escolas onde trabalho. Apesar das muitas mudanças propostas para o Ensino de Ciências, observamos nas escolas que muitos professores desta disciplina ainda têm seguido um modelo de ensino que

não estimula a investigação e a argumentação sobre os conteúdos ensinados nas salas de aula.

A prática meramente expositiva, com a apresentação de conceitos e definições sem valorizar a problematização e a relação com a realidade do dia a dia do aluno resulta apenas na transmissão de conhecimentos prontos e absolutos, como princípios, leis e definições, deixando de engajar os estudantes de forma significativa (MUNFORD; LIMA, 2007). O que vemos hoje, são professores que copiam no quadro e depois explicam, enquanto os alunos copiam e ouvem sem interagir com o conteúdo lecionado. Notadamente existe um contraste entre a ciência praticada pelos cientistas e a ciência escolar praticada pelos professores. Enquanto os cientistas estão sempre testando possibilidades a fim de solucionar, provar ou compreender problemas e fenômenos naturais, os professores de ciências estão habituados a apresentar conceitos prontos (CARVALHO, 2013).

Um rápido olhar na literatura aponta para a necessidade de mudanças no ensino, de forma geral, e em particular, no Ensino de Ciências (MORTIMER, 2002; DA COSTA RAMOS; DA SILVA ROSA, 2008; PAULA; LIMA, 2010).

Para superar a lacuna entre essas duas ciências, Munford e Lima (2007) sugerem a implementação de atividades com abordagens investigativas no ensino de ciências como uma solução eficaz para promover o desenvolvimento e a aproximação da atividade científica. Essa abordagem de ensino proporciona aos alunos o avanço de suas habilidades de investigação, observação e planejamento, além de estimular a formulação de hipóteses, a interpretação de fenômenos, a reflexão e a construção de explicações de natureza científica. A abordagem investigativa também facilita a assimilação de valores e o aprimoramento de habilidades, atitudes e ações frequentemente empregadas por cientistas (CARVALHO, 2013).

O Ensino de Ciências pode ajudar consideravelmente nesse processo de mudanças, explorando as informações científicas presentes no cotidiano do aluno e divulgadas pelos meios de comunicação. Neste sentido, por meio de uma análise crítica e reflexiva, a ciência oferece aos educandos a oportunidade da construção de uma postura de ressignificação do conhecimento. Portanto, os retira da posição de meros e ingênuos receptores de informações e os transforma em estudantes capazes de apropriar-se do conhecimento científico (CARVALHO, 2013).

Diante disso, é possível concluir que há uma necessidade em diversificar as práticas de ensino de modo a indicar novos caminhos que promovam a motivação dos

educandos, ao invés de incentivar apenas a transmissão de conhecimentos e discursos de autoridade. É importante utilizar atividades que despertem a autonomia, o interesse, a habilidade de criticar, investigar e formar argumentos e a curiosidade natural dos estudantes, para que construam explicações científicas para fenômenos da natureza, como sinaliza o Ensino de Ciência por investigação (ENCI) (MUNFORD; LIMA, 2007).

Além disso, no contexto do ENCI a contextualização dos conceitos científicos e a resolução de problemas ligadas a fenômenos e situações reais são consideradas basilares nesse processo de mudanças. Uma vez que pode aproximar a ciência escolar da ciência dos cientistas, motivando os estudantes, já que o ensino de química nas escolas sofre com a falta de interesse e dificuldades dos alunos. Despertar o interesse do aluno pela química tem a ver com aproximar a Química da escola com a Química da vida como por exemplo, por meio das questões ambientais e de saúde: poluição do solo, ar e águas; agronegócio; doenças relacionadas à má alimentação; novos medicamentos; problemas de drogas lícitas e ilícitas; agrotóxicos; instalação de indústrias em sua região e muito mais (CARVALHO, 2013).

Sabemos que, atualmente, jovens e adolescentes têm apresentado uma notável mudança em seus hábitos em relação às novas tecnologias e redes sociais, o que tem provocado desinteresse em disciplinas convencionais da escola. No entanto, o uso de temáticas contextualizadas podem engajar estudantes na busca de resoluções de problemas, como é o caso do ensino de ácidos e bases.

Eduardo et al (2003) apontam que o estudo de ácidos e bases faz parte de muitas situações do dia a dia dos alunos como, por exemplo, a ingestão de um antiácido utilizado para amenizar a acidez estomacal, a utilização de produtos de limpeza, a ocorrência de chuvas ácidas, a ação dos xampus sobre os cabelos, a composição química dos refrigerantes ou ainda, a partir de determinações políticas, econômicas e sociais que envolvem as indústrias e o seu consequente impacto ambiental.

Dentro deste contexto é importante ressaltar que, tradicionalmente, o ensino de ácidos e bases está inserido nas funções inorgânicas e é um tema que, como vários outros, apresenta grande dificuldade conceitual por parte dos alunos, e ainda considerado de extensa memorização devido a excesso de informações e definições. Tal situação, muitas vezes, é agravada pelos métodos de ensino tradicionais que apresentam as informações de forma fragmentada, não relacional e complexa, e

impossibilitam que o aluno incorpore tal conhecimento a suas experiências diárias (ZAPP, EDUARDO et al, 2015).

Outro problema diz respeito à forma de avaliar a aprendizagem dos estudantes. Tradicionalmente as avaliações têm sido reduzidas a formas mensuráveis e quantitativas. Em detrimento dos seus benefícios, esse tipo de avaliação considera a qualidade da aprendizagem em apenas números e definições de conceitos (ZABALA, 1998). Por outro lado, outros estudos vêm sendo focados no desenvolvimento de formas de avaliações qualitativas para a valorização de todo o processo, porém esse tipo de avaliação é considerado complexo pelos professores ao possibilitar múltiplas interpretações e não apresentar parâmetros de avaliação definidos (ZABALA, 1998).

Soluções para os problemas envolvidos na avaliação da aprendizagem e para uma possível consolidação dos conhecimentos pelos alunos são propostas por Zabala (1998). Segundo o autor o aprimoramento e a formação docente dos professores são imprescindíveis para alcançar esses objetivos. Além de estabelecer critérios para uma avaliação qualitativa que abarca valores e atitudes essenciais para uma formação integral, é necessário considerar a proximidade com a cultura científica e as habilidades que promovem a capacidade crítica, autonomia e argumentação do aluno.

Diante do exposto, com o intuito de propor uma alternativa para o ensino de Ciências, o objetivo deste estudo é apresentar uma proposta de atividades com abordagem investigativa a fim de contribuir para o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos relacionados aos processos envolvidos na temática ácidos e bases, objetivando a aproximação dos alunos às atividades científicas. Ainda utilizamos uma proposta alternativa para analisar os resultados dessa intervenção, adaptada de Carvalho (2013), igualmente proposta por outros autores, como Zabala (1998), essa abordagem leva em conta o envolvimento dos alunos nas dimensões atitudinais e processuais, destacando a importância da aprendizagem dos processos inerentes à cultura científica e das atitudes adotadas durante as atividades.

Para isso, construímos e desenvolvemos uma sequência de ensino investigativa (SEI), a fim de observar e avaliar o aprendizado dos conhecimentos por meio do envolvimento dos alunos nos procedimentos e em suas atitudes no decorrer das atividades, visto que uma abordagem diferenciada com diferentes objetivos exige uma forma de avaliação com aspectos distintos da tradicional.

Na construção desse conjunto de atividades procuramos a adequação à carga horária e aos recursos disponíveis em uma escola pública estadual desse estado, de

modo que a atividade possa constituir uma alternativa para o maior número de professores das redes municipais, estaduais, federais e particulares.

Neste sentido, com o intuito de propor uma alternativa para o ensino de Ciências, este trabalho intenciona proporcionar um trabalho que tenha como foco a intervenção nos espaços de educação escolar e não escolar, que sejam capazes de melhorar a qualidade da educação e aproximar a pesquisa científica da prática escolar.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Investigar as aprendizagens processuais e atitudinais a partir da elaboração, desenvolvimento e análise de uma sequência didática investigativa (SEI) sobre ácidos e bases.

2.2. Objetivos específicos

- Verificar na literatura o que estudos apontam em relação ao ensino por investigação e a alfabetização científica.
- Verificar na literatura o que os estudos apontam em relação ao processo de ensino e aprendizagem de Ácidos e Bases.
- Elaborar, desenvolver e analisar um conjunto de atividades que com a temática de Ácidos e Bases.
- Incorporar, na concepção da sequência, pressupostos teórico-metodológicos que são resultados de pesquisas na área de Educação em Ciências, tais como ensino por investigação, letramento científico e atividades experimentais no Ensino de Química.
- Avaliar o processo de alfabetização científica a partir das atividades propostas.

3. JUSTIFICATIVA

3.1. Alfabetização científica

3.1.1. Alfabetização científica: em busca de uma definição

Ao observar a literatura a respeito da AC percebemos uma extensa discussão sobre qual termo utilizar. A expressão Alfabetização Científica (CARVALHO, 2013; AULER e DELIZOICOV, 2001) ou também Alfabetização Científico-Tecnológica (RIBEIRO;GENOVESE, 2015), bem como Letramento Científico (KRASILCHIK; MARANDINO, 2004; MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005; SANTOS, 2007; MARTINS, 2008) ou mesmo Enculturação Científica (DRIVER et al., 1994; FOUREZ, 1997; MORTIMER; MACHADO, 1996; CARVALHO; TINOCO, 2006), abordam referenciais, a nosso ver, complementares e dependentes dos contextos de pesquisa.

A Enculturação Científica propõe que se promovam condições aos estudantes para inserção na cultura científica. O Letramento científico pode ser entendido como um conjunto de práticas realizadas para interação entre seus conhecimentos e a sociedade. Já a Alfabetização Científico-Tecnológica como sinônimo de Alfabetização científica sinaliza um ensino com foco na promoção de capacidades e competências entre os alunos que os tornem capazes de participar dos processos de decisões cotidianas (SASSERON; CARVALHO, 2011). Utilizaremos nesta pesquisa o termo Alfabetização Científica (AC).

Segundo Sasseron e Carvalho (2011):

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

No contexto do Ensino de Ciências esse conceito extrapola as habilidades propostas para alfabetização tradicional, e está marcado pelas requisições da educação atual, que está voltada à iniciação e formação científica como forma de inserção na cultura científica e na sociedade. Sendo assim, a AC pode desenvolver a capacidade de posicionamentos críticos e conscientes.

Nesse ponto de vista, a “Alfabetização Científica é vista como processo e, por isso, como contínua” (SASSERON, 2015, p. 56). Uma vez que o conhecimento científico é construído e necessita de atualizações de acordo com as demandas da sociedade, são nessas situações problema que AC se interessa em construir conhecimentos para tomadas de decisões relevantes para a humanidade. Nesse

âmbito, de construção da sociedade em direção à formação integral do indivíduo, que floresce a Alfabetização Científica.

Outros autores que dissertam sobre a Alfabetização Científica se alinham com Sasseron e Carvalho (2011) e Sasseron (2008). Fleming (1989) considera uma pessoa alfabetizada como aquela que tem acesso à cultura científica e possui capacidade de extrapolação para criar formas de cultura. Ramsey (1993), exhibe a AC como compreensão da ciência como principal realização humana e como parte de nossa cultura geral. Miller (1983) define AC como a capacidade de ler, compreender e expressar opinião sobre assuntos de caráter científico.

Embora haja essa polissemia de termos percebemos um movimento intenso em busca de um Ensino de Ciências que considere o conceito de iniciar os estudantes em uma cultura científica.

Existem preocupações nítidas e comuns dos pesquisadores a respeito da inserção dos alunos em um novo olhar para sociedade por meio do Ensino de Ciências. Como exposto, a definição da AC engloba um conjunto importante de crenças e valores além de influências éticas, sociais, econômicas e culturais. Portanto, com o objetivo de minimizar a polissemia das expressões, assim como Sasseron (2008) utilizaremos o termo Alfabetização Científica de acordo com os entendimentos de Paulo Freire:

“...a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. (...) Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto.” (p.111, 1980)

3.1.2. Alfabetização científica: em busca de indicadores

Sasseron (2015) realiza um trabalho na tentativa de considerar a AC no planejamento de aulas e na avaliação da sua implementação. A autora define os denominados Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica que nasceram da análise de referenciais da área de Ensino de Ciências que apresentavam ideias e habilidades a serem desenvolvidas no processo de AC (LAUGKSCH, 2000; BYBEE, 1994).

Segundo Sasseron (2015) os três eixos são:

(a) a **compreensão básica de termos e conceitos científicos**, retratando a importância de que os conteúdos curriculares próprios das ciências sejam debatidos na perspectiva de possibilitar o entendimento conceitual; (b) a **compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática**, deflagrando a importância de que o fazer científico também ocupe espaço nas aulas de mais variados modos, desde as próprias estratégias didáticas adotadas, privilegiando a investigação em aula, passando pela apresentação e pela discussão de episódios da história das ciências que ilustrem as diferentes influências presentes no momento de proposição de um novo conhecimento; e (c) o **entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente**, permitindo uma visão mais completa e atualizada da ciência, vislumbrando relações que impactam a produção de conhecimento e são por ela impactadas, desvelando, uma vez mais, a complexidade existente nas relações que envolvem o homem e a natureza (SASSERON, 2015, p. 57)

De acordo com Sasseron (2015) esses eixos não precisam estar presentes em todas as aulas de Ciências, mas devem ser considerados durante um planejamento ou sequência didática para o desenvolvimento de um tema.

Sasseron e Carvalho (2008, 2011) propuseram os indicadores de Alfabetização Científica, na tentativa de identificar processos e habilidades envolvidos no entendimento de temas científicos e na busca ativa dos alunos nessa compreensão.

Sasseron (2015) argumenta que os indicadores se referem:

(a) ao trabalho com as informações e com os dados disponíveis, seja por meio da organização, da seriação e da classificação de informações; (b) ao levantamento e ao teste de hipóteses construídas que são realizados pelos estudantes; (c) ao estabelecimento de explicações sobre fenômenos em estudo, buscando justificativas para torná-las mais robustas e estabelecendo previsões delas advindas; e (d) ao uso de raciocínio lógico e raciocínio proporcional durante a investigação e a comunicação de ideias em situações de ensino e aprendizagem (SASSERON, 2015, p. 57).

Segundo Sasseron (2015) os indicadores não devem ser tratados como objetivos a serem alcançados nem os seguir de forma cronológica. Na verdade, a autora pretende identificar o envolvimento dos estudantes durante o processo, seja por meio de discussão ou resolução de problemas ligados às ciências.

Diante do exposto, temos eixos e indicadores que configuram apontamentos para identificar em planejamentos, situações de ensino e avaliação de situações em que a Alfabetização Científica é desenvolvida.

3.1.3. Alfabetização científica e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é o documento normativo da educação brasileira. Essa base exhibe as aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica (BRASIL, 2017). Dentre os objetivos de ensino está em destaque a Alfabetização Científica (AC) (SASSERON, 2018).

Na apresentação da área Ciências da Natureza, o documento afirma que a “sociedade contemporânea está fortemente organizada com base no desenvolvimento científico e tecnológico” (BRASIL, 2017, p.319). Portanto, para debater e tomar posição sobre os mais diversos temas atuais são imprescindíveis conhecimento de diversas áreas, sendo uma delas o conhecimento científico. As Ciências da Natureza e a AC se comprometem com a formação integral de indivíduos capazes de tomar posição crítica diante das situações problemas do mundo. Segundo Brasil (2017) a finalidade da AC é o desenvolvimento da capacidade de atuação dos indivíduos no mundo, o que concretiza um pleno exercício da cidadania. Segundo o documento.

a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. (BRASIL, 2017, p.319).

Nessa perspectiva, o conhecimento científico em articulação com conhecimentos éticos, políticos e culturais, devem ser assegurados e promovidos como fundamentais na cultura escolar. Somado a isso, o documento dispõe sobre a importância da aproximação gradativa dos estudantes aos “principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica” (BRASIL, 2017).

Deseja-se, desse modo, que os estudantes sejam apresentados a um novo modo de perceber o mundo e suas relações com os conhecimentos adquiridos nas diversas áreas de conhecimento. Sejam também estimulados ao interesse e à curiosidade científica. Bem como tenham capacidade de fazer escolhas e tomar posição sobre temáticas da sociedade.

Sasseron (2018), ao explicar sobre o Ensino de Ciências enfatiza a formação integral do cidadão. A autora argumenta que os alunos não devem apenas entender conteúdos científicos, mas compreender suas atividades e as relações que elas têm com a sociedade. Desse modo, articulando os conteúdos com o mundo, pode-se

desenvolver autonomia intelectual, promovendo uma visão mais ampla sobre a humanidade, que os possibilite tomar decisões mais conscientes e críticas.

Diante das novas tendências do Ensino de Ciências, os dilemas da sociedade e o avanço científico tecnológico – com desdobramentos éticos, políticos, sociais, ambientais e econômicos – bem como o analfabetismo científico sinalizamos a necessidade de aprofundar estudos e propostas voltadas para a Alfabetização Científica na Educação Básica.

Instaurada a AC como uma necessidade e um objetivo a ser alcançado pelo Ensino de Ciências, para sua concretização é necessário que seja realizada a implementação de abordagens de ensino adequadas e harmônicas com o que se ambiciona alcançar. Entendemos que uma das maneiras possíveis para promover a AC dos estudantes seja por meio do Ensino de Ciências por Investigação.

3.2. Ensino de Ciência por investigação (ENCI)

Já apontamos neste trabalho sobre a necessidade de mudanças no Ensino de Ciências. No espectro de possibilidades de mudanças encontramos várias abordagens dentre as quais se destaca o Ensino de Ciência por Investigação (ENCI). Essa abordagem possibilita condições para desenvolver as habilidades e compreensões dos alunos sobre a ciência e a pesquisa científica por meio do estudo de conceitos científicos.

Ao refletir sobre o ENCI, estamos nos referindo a abordagem de ensino e aprendizagem diferentes das que têm sido mais frequentemente exploradas nas escolas. Contudo, não há um consenso na literatura acerca de como caracterizar ou definir o que é uma atividade investigativa, à medida que este conceito se apresenta sob diferentes perspectivas e em diferentes contextos.

É possível encontrar na literatura autores que relacionam a abordagem investigativa com diferentes perspectivas, como é o caso da abordagem CTS – ciência, tecnologia e sociedade – (Auler; Bazzo, 2001) e a abordagem problematizadora (Delizoicov, 1983).

Entretanto, existem características que podem nos ajudar a entender o que é uma atividade investigativa proposta para ser realizada em ambiente escolar. De acordo com Sá et al. (2011), essas características dizem respeito a um dado conjunto de processos, tais como: apresentação de uma situação problema, valorização do

debate e argumentação, obtenção e a avaliação de evidências, aplicação e avaliação teorias científicas e possibilidades de múltiplas interpretações.

Neste sentido, os estudantes participam da aprendizagem e não são meros receptores de informações, acredita-se, então, que eles podem se sentir estimulados aos estudos das Ciências, bem como poderia estimular o interesse em aprender. Logo, o estudante seria um sujeito mais ativo no processo de ensino-aprendizagem. Nessa perspectiva o conhecimento pode ser construído e as salas de aulas podem ganhar mais dinamicidade.

Outra característica comum sobre o Ensino de Ciências por Investigação é a necessidade de aproximação entre a ciência exercida nas instituições de pesquisa e a ciência aprendida em sala de aula. Munford e Lima (2007) afirmam que esses dois tipos de ciência estão em lados opostos atualmente:

Aparentemente, muitas vezes, essas “duas ciências” – a escolar e a dos cientistas – têm muito pouco em comum. Tal distanciamento pode ser facilmente identificado nos próprios conteúdos estudados. Contudo, alguns autores argumentam que mais preocupantes são as diferenças entre a representação das práticas “científicas” escolares e aquelas que são de fato práticas “científicas” dos cientistas. (Munford e Lima, 2007, p.92)

Ocorre assim, uma distinção entre a ciência praticada nas escolas e a ciência praticada pelos cientistas. A aproximação dessas ciências sugere a participação de algumas práticas dos cientistas pelos estudantes, tais como desafiar as ideias anteriores dos alunos mediante o conhecimento científico e a introdução dos alunos a uma forma diferente de pensar sobre a natureza e suas explicações.

As atividades de caráter investigativo se caracterizam também na conjectura de situações problema que orientam e acompanham todo o processo de investigação. Para Sá et al. (2007) as atividades investigativas devem conter um problema que precisa instigar e envolver o estudante a buscar respostas para ele. O papel do professor é ser o mediador no processo de construção do conhecimento, incentivando e provocando a autonomia crítica do estudante, aumentando sua capacidade de tomada de decisões, pois o estudante é o agente da construção do conhecimento.

Pensando nas atividades investigativas é importante lembrar que o ensino de ciências por investigação não envolve necessariamente atividades práticas ou experimentais. Munford e Lima (2007) apontam que a partir dos conhecimentos sobre essa abordagem pode-se inferir que uma atividade experimental, muitas vezes, não

apresenta características essenciais da investigação. Investigação não é sinônimo de experimentação, mas um modo de perceber o mundo e de gerar hipóteses, o que significa se apropriar de teorias do campo científico para investigar e explicar esses fenômenos.

Entretanto, as atividades investigativas experimentais se configuram como uma alternativa para a ampliação das práticas de ensino por investigação em sala de aula e podem ser muito importantes para o desenvolvimento e aprendizagem do estudante. Desde que essas atividades estejam contextualizadas, focando em assuntos que despertam nos estudantes o senso crítico, a capacidade de analisar e questionar sobre certos assuntos relativos à vida social e às questões éticas e ambientais. Para Mortimer e Machado,

No ensino tradicional, o experimento, quando existe, é geralmente separado da teoria e serve apenas para comprová-la. As aulas práticas envolvem procedimentos muito bem definidos, que o aluno segue como uma receita para chegar a um resultado que já sabe qual é antes mesmo de iniciar o experimento. Não há espaço para dúvidas, erros, acaso e intuição. Os resultados, muitas vezes, são forjados para adaptá-los ao que estava previsto em teoria. Além disso, a principal função atribuída ao experimento é aumentar a motivação dos alunos, envolvê-los mais com a matéria. Estudos mostram que nem sempre isso acontece e que os alunos consideram esse tipo de aula experimental. (Mortimer e Machado, 2013, p. 324-325).

Considerando essa discussão, é importante que os professores de Ciências diversifiquem as aulas ao máximo, pois é preciso mais do que simples transmissões de definições e conceitos. Apenas transmitir definições não garante o aprendizado satisfatório para um estudante (Mortimer e Machado, 2013). O professor precisa lançar mão de estratégias, fazer estas conexões entre o que ele sabe e o que ele precisa saber. Acreditamos que incluindo em suas aulas algumas atividades investigativas experimentais, os professores de Ciências possam aproximar os estudantes do fazer científico.

Ao estudar os Parâmetros Curriculares Nacionais Norte-Americanos para o Ensino de Ciências, Munford e Lima (2007) chegam à conclusão de que esses documentos possuem o objetivo de orientar o professor no sentido de desenvolver entre os estudantes de ciências habilidades para fazer investigações e uma melhor compreensão sobre a investigação científica.

Nesse contexto, Munford e Lima (2007) apontam para a combinação de teorias e conceitos para compreensão da natureza da investigação científica, a partir de

processos, tais como observação, inferência e experimentação. Portanto, as autoras afirmam que “fazer ciências significa se apropriar de teorias do campo científico para investigar e explicar esses fenômenos” (p. 99). Para isso, uma das alternativas é que o educador planeje as situações de aprendizagem de forma que suas atividades tenham caráter investigativo. Para manter a investigação em vista, Munford e Lima (2007) utilizaram de um artigo chamado *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*, elaborado em 2000, para descrever os componentes investigativos. Esse trabalho propõe como essencial que os estudantes:

Engajem-se com perguntas de orientação científica; deem prioridade às evidências ao responder questões; façam explicações a partir de evidências; avaliem suas explicações à luz de outras alternativas, em particular as que refletem o conhecimento científico; avaliar; comuniquem e expliquem explicações propostas. (Munford e Lima, 2007, p. 98).

Portanto, é recomendado que o professor prepare as situações de aprendizagem de forma que atividades relacionadas a cada um desses componentes acompanhem a investigação. Além disso, é necessário proporcionar aulas variadas para trabalhar temas por meio da investigação. Como consequência, é adequado pensar em uma sequência de aulas que proporcione investigação e, não apenas em uma única aula investigativa. Podemos dizer, segundo Munford e Lima (2007) que:

o nível de direcionamento e coordenação por parte do professor varia conforme as condições do contexto de ensino-aprendizagem, tais como disponibilidade de tempo, conceitos a serem trabalhados, características dos estudantes, relações dentro da turma e experiência do docente. (Munford e Lima, 2007, p. 98).

Em resumo, entende-se no processo em que o estudante vive todos esses aspectos essenciais, talvez consiga desenvolver autonomia, capacidade de tomar decisões, de avaliar e de resolver problemas. Portanto, o uso dos processos da investigação científica e conhecimentos científicos, pode tornar a aprendizagem dos conceitos científicos mais significativa, a partir do Ensino de Ciências organizado pelo professor.

3.3. Avaliação: aprendizagem processual e atitudinal

Segundo Zabala (1998) quando se pensa inicialmente no ato de avaliar é comum refletir sobre mensurar os resultados alcançados pelos alunos em relação a alguns objetivos previstos de acordo com a etapa de ensino. Segundo esse autor avaliar seria nessa perspectiva um ato sancionador e qualificador que não considera outros detalhes do processo de aprendizagem. Portanto, Zabala (1998) passou a entender a avaliação a partir de outra forma, cuja qual não se limita apenas à valoração dos resultados obtidos pelos estudantes.

Zabala (1998) afirma que a avaliação deve considerar as pessoas no processo de ensino / aprendizagem, sendo um processo percorrido pelos estudantes de forma a alcançar progressos pessoais ou progressos coletivos. O autor indaga que os objetivos da avaliação podem ser tanto a aprendizagem dos alunos ou seus resultados quanto a intervenção do professor. Nesse sentido, a avaliação pode auxiliar o professor na reflexão de sua prática e ajudar os alunos no processo de aprendizagem, acompanhando seu envolvimento nas atividades de forma individual e coletiva. Portanto, os objetivos da avaliação levam a uma necessidade de ressignificação no sentido de oferecer aos estudantes a maior oportunidade de desenvolver suas capacidades segundo suas possibilidades pessoais.

De acordo com Zabala (1998) para que uma avaliação alcance seus objetivos o professor deve conhecer bem a sua turma, seus alunos pessoalmente, suas formas de aprender e suas capacidades, procure se informar sobre as experiências e conhecimentos prévios para estabelecer metas, metodologias e objetivos para suas avaliações.

Outro ponto fundamental é que o professor compreenda qual é a verdadeira função do processo avaliativo. Seu objetivo não é selecionar os mais aptos, mas desenvolver ao máximo a capacidade de cada um, e o processo avaliativo deve servir de instrumento para analisar a adequação das intervenções e caminhos escolhidos pelo professor para o desenvolvimento das habilidades esperadas (ZABALA, 1998).

Por meio da avaliação o professor é capaz de identificar os progressos individuais e coletivos de cada aluno, além de perceber quais são as habilidades ainda não desenvolvidas, e possuir evidências para reestruturar suas metodologias e abordagens. Nesse sentido, a avaliação pode fornecer dados que contribuem ao

mesmo tempo para o crescimento do aluno e para o aperfeiçoamento da prática educativa do professor (ZABALA, 1998).

Dentro da temática de avaliações e suas possíveis formas, Zabala (1998) propõe uma classificação de conteúdos divididos em quatro tipos que podem servir de parâmetros para avaliações qualitativas: Avaliação dos conteúdos factuais, conceituais, processuais e atitudinais.

1) *Avaliação dos conteúdos factuais*: são conteúdos ligados a fatos como por exemplo a data de uma guerra ou o nome de uma obra prima de um autor famoso. Sua aprendizagem se torna mais significativa quando relacionada aos seus contextos, fenômenos e acontecimentos relacionados. A maioria desses conteúdos parece ser mais fácil de avaliar, pois na maioria das vezes ou o aluno sabe ou não sabe. Portanto, em muitas situações, perguntas diretas servem de instrumento para sua avaliação.

2) *Avaliação de conteúdos conceituais*: esse conteúdo está ligado à apreensão de conceitos e requer instrumentos de avaliação mais complexos por apresentar diversos graus de profundidade. Muitas vezes é cobrado a reprodução de uma aula expositiva ou um conceito presente no livro didático, porém o discente não utiliza tal conceito de forma a interpretar situações problemas. Outra forma de avaliar os conceitos seria de forma individualizada, fazendo a pergunta diretamente, o que é considerada pelo autor um nível mais avançado de contextualização. No entanto, ele considera a forma mais eficaz de diagnosticar esse conteúdo por meio da observação do seu uso em diferentes contextos como trabalhos em grupos, discussões, debates ou diálogos durante as aulas.

3) *Avaliação dos conteúdos procedimentais*: esse conteúdo implica em “saber fazer”, e o conhecimento sobre o domínio deste saber só pode ser avaliado em situações de aplicação desse conteúdo. O que define sua aprendizagem é a capacidade de transferir o conhecimento para a prática, se prioriza o “saber fazer” mais do que os conceitos. As atividades mais adequadas para compreender o domínio do estudante, seria as que proponham situações em que se utilizam tais procedimentos comportamentais. Atividades que permitam realizar a observação sistemática dos estudantes, como por exemplo um debate, uma apresentação de trabalho, um diálogo, se orientar no espaço, uma pesquisa ou um trabalho em equipe. “Devem ser atividades abertas, feitas em aula, que permitam um trabalho de atenção por parte dos professores e a observação sistemática de como cada um dos alunos transfere o conteúdo para a prática” (ZABALA, 1998, p. 207).

A passagem da ação manipulativa para a ação intelectual e a tomada de consciência de seus atos nessas ações é muito relevante para apropriação de um novo conceito. Também é interessante que o professor leve o aluno, através de questionamentos, a tomar consciência de como o problema foi resolvido ou não, devido a suas próprias ações práticas (CARVALHO, 2013).

Carvalho (2013) aponta que certos comportamentos que demonstram aprendizagem procedimental podem ser identificados nesse tipo de atividade. Tais comportamentos incluem: promover discussões para gerar ideias que possam servir como hipóteses e testá-las; descrever as ações observadas; estabelecer relações de causa e efeito; explicar o fenômeno observado; e relatar, por meio de texto e/ou desenhos, a sequência das ações realizadas e as relações entre essas ações e o fenômeno investigado.

4) *Avaliação dos conteúdos atitudinais*: a natureza dos procedimentos atitudinais torna complexa a avaliação da aprendizagem dos alunos, uma vez que a escola não valoriza tais atitudes e também pelo viés ideológico de cada professor diante de atitudes de alunos, de forma que uma mesma atitude poderia ser interpretada de forma distinta por dois professores diferentes. Existe um receio por parte da escola de mensurar as atitudes uma vez que faltam instrumentos para avaliar as aprendizagens de forma “científica”.

Zabala (1998) afirma que a dificuldade não se encontra na expressão do conhecimento, mas na dificuldade de adquirir tal conhecimento. Neste sentido, para observar os valores e atitudes dos alunos, é necessária a criação de momentos “conflitantes”, de debates, discussões, de trabalhos em equipe, passeios e excursões, trabalho com figuras, construção de painel, observação de vídeos da internet, divisões de tarefas e a responsabilidade em cumpri-las. Dessa forma, é possível que o professor presencie suas atitudes e consiga perceber quais dificuldades dentro os conteúdos atitudinais precisam ser trabalhados e valorizados. Assim, a avaliação fornecerá evidências para que o professor trace seus objetivos e planeje intervenções para o progresso de cada aluno.

Em relação aos aspectos atitudinais em SEIs, Carvalho (2013) identifica também comportamentos que podem ser observados nos alunos durante seu desenvolvimento, como colaboração mútua na busca por soluções para os problemas, respeito à ordem de fala, atenção e consideração às contribuições dos colegas, e a utilização de verbos de ação no plural, demonstrando respeito pelo trabalho em

equipe. Assim como a aprendizagem processual, os aspectos atitudinais não são frequentemente considerados nos métodos de avaliação mais comuns, no entanto, são de suma importância para a formação integral do aluno e não devem ser negligenciados na avaliação de uma SEI.

Focaremos a análise de resultados da SEI à luz das teorias das aprendizagens procedimentais e atitudinais. Acreditamos que essa análise pode ser uma sugestão para outros profissionais que valorizam a formação integral do indivíduo e valorizam outros saberes importantes para a vida em sociedade que não só os saberes conceituais e factuais.

4. METODOLOGIA

4.1. Pesquisa qualitativa

A pesquisa qualitativa incorpora muitas tendências teóricas reconhecíveis por seus fundamentos, tais como fundamentos fenomenológicos, construtivistas, críticos, etnometodológicos, pós-modernistas, entre outros (Chizzotti, 2003).

Segundo Godoy (1995), a pesquisa qualitativa, não procura mensurar e quantificar os resultados, mas parte de questões e interesses amplos que se delineiam com o desenvolvimento da pesquisa. Envolve também a descrição dos dados, lugares e processos oriundos do contato direto do pesquisador com o objeto de pesquisa, na busca de compreender os fenômenos e sujeitos participantes da situação de estudo.

Segundo alguns autores (ex. Bogdan & Biklen, 1994), as características da investigação qualitativa são múltiplas:

a) Acontece em ambientes naturais; frequentemente o investigador vai ao local dos participantes para recolher os dados com grande detalhe; b) Usa múltiplos métodos de recolha de dados e que são interativos e humanistas; há uma participação ativa do investigador e uma sensibilidade para com os participantes no estudo; c) Emerge do processo de investigação em vez de ser pré-estabelecida; em consequência, as questões de investigação podem mudar e ser redefinidas durante o processo; d) É profundamente interpretativa e descritiva; o investigador faz uma interpretação dos dados, descreve os participantes e os locais, analisa os dados para configurar temas ou categorias e retira conclusões; e) É indutiva; o investigador analisa os dados indutivamente; não há a preocupação em arranjar dados ou evidência para provar ou rejeitar hipóteses; f) É significativa; é uma preocupação essencial na abordagem qualitativa. O investigador está preocupado em saber como diferentes pessoas fazem sentido ou dão significado às suas vidas e quais são as perspectivas pessoais dos participantes. g) O investigador qualitativo vê os fenômenos sociais holisticamente; este facto explica por que os estudos qualitativos parecem gerais e visões panorâmicas

em vez de microanálises; g) O investigador qualitativo reflete sobre o seu papel na investigação; reconhece possíveis enviesamentos, valores e interesses pessoais. O “eu” pessoal é inseparável do “eu” investigador. Assume-se, portanto, que toda a investigação está eivada de valores. h) O investigador qualitativo usa, em simultâneo, a recolha de dados, a análise e o processo de escrita; privilegiam-se os significados e como os participantes dão sentido às suas vidas, o que experienciam, o modo como interpretam as suas experiências e como estruturam o mundo social em que vivem; i) O investigador qualitativo é o principal instrumento de recolha de dados; o investigador passa imenso tempo no local de estudo a compreender os contextos; j) O investigador qualitativo preocupa-se mais com o processo do que simplesmente com os resultados. (Bogdan e Biklen, 1994, p. 168).

A opção por uma abordagem metodológica ou por pressupostos metodológicos que orientaram e referendaram a investigação proposta nesta pesquisa inicialmente pareceu ser um desafio. Dentre todas as possibilidades, qual poderia melhor contribuir para a produção de conhecimento a partir da reflexão do professor sobre sua prática e interação entre os sujeitos?

A alternativa considerada mais oportuna para responder este questionamento foi a qualitativa. Dadas as características e possibilidades oportunizadas pela pesquisa qualitativa, entende-se que ela pode contribuir substancialmente para reflexões favoráveis acerca do letramento científico e o ENCI.

4.2. O mestrado profissional na área de educação

O Mestrado Profissional na área de Educação (MPE) se organiza em uma modalidade de formação que propicia a articulação integrada da formação profissional às instituições educativas com objetivo de identificar situações problemas do cotidiano e indicar direções. Trata-se de uma nova perspectiva para os profissionais da educação que atuam com pesquisas acadêmicas. O principal objetivo do MPE é possibilitar aos profissionais da educação um ambiente para pesquisar a própria prática baseada em referenciais teórico-metodológicos, de forma a conduzir uma aproximação entre a Educação Superior e a Educação Básica (Fialho e Hetkowski, 2017).

Nesse sentido, segundo Sales (2020) o MPE apresenta sujeitos da educação (pesquisador e pesquisados) como protagonistas de uma ação que investiga a própria prática. No entendimento de Silva, Sá e Nunes (2018) o MPE é o ambiente de desenvolvimento de pesquisa com foco na realidade socioeducativa, com objetivo de intervir e compreender os problemas reais do contexto do profissional de educação.

Fialho e Hetkowski (2017) apresentam a perspectiva que o MPE se caracteriza por articular o processo formativo profissional com a pesquisa, mas com algumas distinções em relação ao mestrado acadêmico, a saber a construção de um produto educacional e a relação existente entre pesquisa e pesquisador. Outro fator fundamental dessa modalidade de educação continuada é descrito por André e Princepe (2017) como sua capacidade de proporcionar ferramentas para que o mestrando possa compreender e analisar criticamente sua prática profissional e descobrir caminhos para aperfeiçoá-la.

A partir dos apontamentos e reflexões é possível concluir que a pesquisa tem relevante função na formação dos profissionais de educação ingressados no MPE. A pesquisa se relaciona com a própria prática educacional ao possibilitar que pesquisadores, estudantes e colaboradores sejam capazes de intervir nos processos investigados. Tendo em vista sua relevância no contexto profissional e educacional, a pesquisa desenvolvida nos MPE apresenta algumas classificações como: pesquisa engajada (GATTI, 2014), pesquisa aplicada/interventiva (HETKOWSKI, 2016), pesquisa aplicada/implicada (SALES, 2020).

Na pesquisa engajada segundo Gatti (2014), os Mestrados Profissionais devem focar “nas dinâmicas relacionais de trabalho nas organizações educacionais e seus consequentes”, ademais, precisam mobilizar conhecimentos que permitam melhorar a qualificação do trabalho do mestrando. A pesquisa engajada pressupõe a realidade empírica como ponto de partida e de chegada e tem o objetivo de evidenciar fatos específicos, pela compreensão de situações localizadas, buscando soluções diferenciadas.

Hetkowski (2016), ao expor sua concepção de pesquisa aplicada ou interventiva, argumenta sobre o princípio da aplicabilidade no MPE. As pesquisas aplicadas têm como alvo a delimitação e a relevância de situações específicas e potenciais de aplicabilidade, a autora afirma que quanto mais especificado o objeto de pesquisa, o espaço de atuação, os sujeitos e a metodologia de intervenção, melhor seria a oportunidade para os mestrando e possíveis resultados de pesquisa.

O princípio da aplicabilidade tem como foco as dinâmicas relacionais ao trabalho nas organizações educacionais, vistas por diferentes aspectos, as quais representam espaços para estudo em busca de compreensões e soluções, pois os MPE pressupõem investigações “engajadas”, com atuações nos processos educativos, formativos, criativos e, que provoquem impactos nas dinâmicas pedagógicas, nos procedimentos de gestão, no

redimensionamento dos recursos financeiros, na efetivação de projetos, processos, produtos, cursos, oficinas entre outras atividades junto aos alunos, professores e comunidade. (Hetkowski, 2016, p. 19)

Como resultado Hetkowski (2016) conclui que a pesquisa aplicada estimula a reflexão sobre as questões de pesquisa, possibilita novas interpretações e intervenções no espaço estudado, além de estimular o desenvolvimento do pesquisador na porção discursiva, aumentando sua capacidade de propor e atuar, juntamente com o coletivo, nas soluções de problemas reais do seu contexto de pesquisa

Sales (2021) ao descrever a pesquisa implicada afirma que ela é sensibilizada por uma ideia de política de possibilidades emancipadoras. A pesquisa se identifica com o protagonismo das ações afirmativas em educação a partir da sua orientação de envolvimento dos pesquisadores. Nesse sentido, implicação é envolvimento e comprometimento. Ato e efeito de implicar na interação consequente de uma ação. Diz-se daquele que está envolvido em uma causa, que está comprometido com uma prática educacional. Segundo a autora, “[...] marca as experiências em Programas Profissionais em Educação (PPE), tendo seus sujeitos como protagonistas de uma ação na qual se investiga a própria prática, o que contribui para o deslocamento para uma pesquisa implicada” (Sales, 2020, p. 10-11).

Portanto, as pesquisas do MPE possuem suas especificidades e com algumas nuances de denominações e compreensões (pesquisa engajada, pesquisa aplicada/interventiva, pesquisa aplicada/implicada). Não obstante, os autores estão de acordo sobre a necessidade de os sujeitos de pesquisa permanecerem implicados/engajados no desenvolvimento da pesquisa e partirem de realidades concretas do cotidiano dos profissionais da educação.

Neste trabalho optamos por desenvolver uma pesquisa que seja ao mesmo tempo aplicada e implicada. Aplicada no sentido de apresentar espaços para estudo em busca de compreensões e soluções típicas do Ensino por Investigação com suas múltiplas possibilidades. E implicada baseada no envolvimento que a pesquisa de sua própria prática proporciona, porquanto possibilita um relevante papel na formação do pesquisador.

4.3. Caracterização da amostra

O estudo foi desenvolvido entre os meses de agosto e setembro de 2023, em uma Escola Estadual localizada em Santa Luzia, Minas Gerais. As atividades propostas foram desenvolvidas com aproximadamente 20 alunos do 2º ano do Ensino Médio, no período matutino. É esperado que eles já tenham tido contato com os conceitos relacionados ao conhecimento de ácidos e bases em outros anos da educação básica.

A escola foi escolhida por ser pública e retratar as condições gerais da Educação no Brasil. Além disso, pelo fato do pesquisador ser o professor de Química da escola a muito tempo conhecendo bem os estudantes, os professores e demais funcionários da escola.

O professor desenvolveu a sequência de ensino investigativa em suas próprias turmas por já participar “da vida normal do grupo pesquisado, da cultura pesquisada” (MOREIRA, 2011, p. 80). As turmas foram de responsabilidade do professor pesquisador. Para a análise e discussão dos resultados selecionaremos os quatro grupos para o primeiro ciclo da SEI.

Para a análise e discussão dos resultados do segundo ciclo da SEI selecionamos um grupo que produziu dados de forma clara, ou seja, com áudios que apresentavam menos ruídos. Todas as etapas foram cumpridas pelo grupo que foi denominado “Grupo 1”. Esse grupo foi formado por 5 alunos que pertenciam a uma turma de 20 alunos. Existem erros de ortografia porque os dados foram apresentados exatamente como colocados pelos alunos para serem o mais fiel possível. Os nomes citados são fictícios.

Todos os envolvidos foram convidados a participar da pesquisa e esclarecidos dos objetivos dela, instruídos sobre a preservação de sua identidade e sobre os riscos mínimos que a pesquisa oferece. A autorização para a realização do trabalho no espaço escolar foi solicitada ao diretor(a) pelo termo anexado (ANEXO A) seguindo todas as normas de ética na pesquisa. Por envolver alunos menores de idade, foram solicitadas duas autorizações: a dos próprios alunos (ANEXO C) e a dos responsáveis por eles (ANEXO B).

4.4. A construção da SEI

A elaboração da SEI foi realizada com base nos trabalhos de Carvalho (2013) e Aguiar Jr. (2005). Estes autores propõem etapas para serem utilizadas em sua construção.

Quadro 1 - Esquema de etapas para SEI proposto por Carvalho (2013) e Aguiar Jr.(2005).

Etapas	Descrição
Atividade diagnóstica	A atividade possibilita ao professor observar os conhecimentos, habilidades e competências prévias dos estudantes em relação ao tema. Com base nessas informações, o professor deve determinar os conceitos científicos a serem abordados e o nível de aprofundamento necessário para cada um deles durante a SEI.
Problematização	O professor deve apresentar o problema de maneira a envolver os estudantes intelectual e emocionalmente com o estudo do tema, de acordo com os objetivos definidos. O problema deve ser formulado de modo que esteja relacionado à cultura dos alunos e os motive a buscar soluções, permitindo-lhes expressar seus conhecimentos espontâneos. Ele pode ser apresentado de diversas formas, seja por meio de questões, situações-problema, textos ou outras abordagens, tanto experimentais quanto não experimentais.
Levantamento de hipóteses	A partir da problematização, o professor deve incentivar os alunos a refletirem sobre o problema proposto e a elaborarem possíveis teses para sua resolução. Os estudantes devem ser orientados a buscar evidências e fazer especulações sobre o problema proposto, além de testar suas hipóteses na prática por meio de seus conhecimentos prévios ou experimentações.
Teste de hipóteses (Dados científicos)	Após a especulação, é crucial comparar as teses com trabalhos científicos para determinar sua fundamentação de acordo com os conhecimentos estabelecidos pela ciência. Para isso, o professor deve fornecer essas informações ou criar oportunidades para que os próprios alunos as procurem. Isso pode ser realizado de diversas maneiras, sendo a leitura de um texto ou a pesquisa exemplos importantes.
Organização de dados (linguagem científica)	Introdução dos estudantes na linguagem científica. Etapa da construção de significados aceitos pela comunidade científica como a construção de gráficos e tabelas pelos estudantes. Essa estrutura pode ajudá-los em suas análises e reflexões para elaborar suas conclusões.
Sistematização do conhecimento	Esta é a fase em que ocorre a transição da ação prática para a ação intelectual. Frequentemente, uma discussão envolvendo toda a turma e o professor é utilizada. Durante esse momento, os alunos compartilham suas atividades, hipóteses levantadas, métodos de teste e os resultados obtidos. Esse processo possibilita o desenvolvimento de atitudes científicas, como a coleta de dados e a construção de evidências. O professor guia a discussão formulando perguntas que incentivam os alunos a encontrar as melhores respostas e explicações para o problema proposto, levando em consideração os argumentos de todos os membros da turma. A participação ativa do professor nessa etapa é fundamental.

Fonte: Elaborada pelo autor

A atividade diagnóstica não é abordada pelos autores Carvalho (2013) e Aguiar Jr (2005), no entanto Aguiar Jr (2005) nos informa que “podemos conceber os objetivos do ensino em função das demandas de aprendizagem dos estudantes” (Aguiar Jr, 2005, p. 13) e que essas demandas podem ser identificadas da dicotomia entre os conhecimentos espontâneos e os conhecimentos científicos. Nesse sentido, será aplicada uma atividade diagnóstica para o desenvolvimento da SEI.

Para Aguiar Jr (2005) o primeiro passo para a construção de uma sequência de ensino é a definição dos objetivos de aprendizagem. Em função deles, definimos os caminhos da SEI, ou seja, a problematização, as atividades propostas, a organização do número de aulas e das etapas a serem abordadas. Definimos que a SEI construída neste trabalho tem como objetivo a identificação de compostos ácidos e básicos do cotidiano dos estudantes e o aprofundamento desses conceitos para que eles percebam a importância da aplicação do conhecimento estudado para seu contexto, proporcionando ao professor regente situações e momentos de observação de aprendizagens processuais e atitudinais.

Definimos também que a SEI deste trabalho tem como objetivo de aplicação criar um ambiente de investigação de forma a mediar os estudantes no processo de introdução a uma cultura científica a partir de levantamento de hipóteses, de teste de hipóteses, de desenvolvimento de uma linguagem científica e da sistematização de conhecimentos, na tentativa de os alfabetizar cientificamente. Com esse foco em mente, construímos a SEI. No entanto, o foco desta pesquisa está em investigar as aprendizagens processuais e atitudinais a partir da análise dos dados obtidos por meio da aplicação da Sequência de Ensino Investigativo (SEI).

Segundo Aguiar Jr (2005) uma SEI é um conjunto organizado e estruturado de atividades planejadas com conteúdos relacionados entre si que englobam ações de ensino. Cada atividade é pensada e desenvolvida com objetivos de construção de sentidos numa dada sequência de aprendizagem, sendo que elas podem cumprir funções diferentes de acordo com a sucessão temporal de eventos em uma aula. Muitas vezes, por exemplo, uma atividade problematizadora pode ser também uma atividade diagnóstica. Essas características de uma SEI promovem uma maior autonomia para os professores, uma vez que nenhuma sequência precisa ser seguida

de forma fixa. O docente deve efetuar as adequações necessárias para sua aplicação em cada turma e contexto específico.

Para a construção da SEI, Carvalho (2013) sugere que uma sequência de atividades contenha atividades planejadas, no sentido de proporcionar interações aluno-professor e materiais necessários para ações educacionais. O objetivo é proporcionar a introdução nos tópicos de estudos, possibilitar condições de pensar sobre fenômenos, descrever concepções prévias, conversas e discussões sobre diferentes pontos de vistas do fenômeno com colegas de classe e professor, apropriação de conhecimento científico.

Nesse caminho, Carvalho (2013) afirma que a SEI pode conter um ciclo ou mais para alcançar seus objetivos por meio das atividades. Conforme descrito pela autora, cada ciclo é composto pelas etapas principais de uma SEI, que incluem problematização, levantamento e teste de hipóteses e sistematização do conhecimento. O estudo em questão apresenta uma sequência composta por dois ciclos, os quais se desdobram ao longo de um total de seis aulas (Tabela 1). A opção por dois ciclos foi feita visando proporcionar um maior número de momentos dedicados à problematização, fazendo uso de instrumentos diferenciados. Acredita-se que quanto mais problematizações são apresentadas, maior é o despertar da curiosidade do aluno. A necessidade de mais de um ciclo também se justifica pela quantidade de conceitos envolvidos no tema selecionado para ser abordado.

Tabela 1 – Esquema estrutural da Sequência de Ensino investigativa

Ciclos	Etapas tradicionais de uma SEI	Aulas
1º Ciclo	Problematização experimental e levantamento de hipóteses	1º Aula
	Fornecimento de dados científicos e teste de hipóteses	2º Aula - Momento 1
	Sistematização do conhecimento	2º Aula - Momento 2
2º Ciclo	Problematização experimental	3º Aula
	Problematização experimental e levantamento de hipóteses	4º Aula
	Fornecimento de dados científicos e teste de hipóteses	5º Aula
	Sistematização do conhecimento	6º Aula

O presente estudo foi desenvolvido com alunos do 2º ano do Ensino Médio, portanto era esperado que eles já tivessem tido contato com os conceitos relacionados às funções inorgânicas em outros anos da educação básica. Assim, a atividade da primeira aula tinha o objetivo de identificar os conhecimentos e as dificuldades que os alunos apresentavam sobre o tema a ser estudado. Além dos conteúdos científicos escolares, outros conhecimentos de senso comum poderiam ser identificados com essa atividade.

O Quadro 2 apresenta resumidamente as etapas da sequência de Ensino Investigativa utilizada neste trabalho relacionadas com alguns aspectos da cultura científica nele abordados (AGUIAR JR, 2005 e CARVALHO, 2013).

Quadro 2 - Síntese da Sequência de Ensino Investigativa

AULAS	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	ASPECTOS DA CULTURA CIENTÍFICA
1º Aula Momento 1 Momento 2	Atividade diagnóstica Degustação Definição de solução ácida	Investigação dos conceitos prévios Investigação dos conceitos prévios Emissão de hipóteses
2º Aula Momento 1 Momento 2 Momento 3	Leitura e reformulação da resposta Leitura do texto Reformulação da resposta Discussão	Teste de hipótese Introdução aos conhecimentos científicos Apropriação de conhecimentos científicos Sistematização do conhecimento
3º Aula	Investigação coletiva e realização de atividade prática	Problematização experimental Levantamento de dados e evidências
4º Aula Momento 1 Momento 2	Investigação coletiva / Discussão das questões em grupo Discussão utilizando conhecimentos prévios para responder às questões Leitura do texto científico para responder novamente às mesmas questões	Problematização não experimental Levantamento de hipóteses Levantamento de dados e evidências Investigação dos conhecimentos científicos
5º Aula	Construção de tabelas utilizando as concepções apresentadas no início e no final do processo	Organização dos dados

6º Aula	Apresentação e discussão dos resultados com toda a turma	Sistematização do conhecimento Comunicação e apresentação de opiniões críticas sobre o tema Comunicação e comentários significativos essenciais à atividade científica
---------	--	--

Na primeira aula, no primeiro momento, foi realizada uma introdução aos conhecimentos científicos sobre ácidos e bases que seriam aprofundados posteriormente por meio da degustação de algumas frutas. Os alunos deveriam degustar e posteriormente indicar seus respectivos sabores. Durante o momento da degustação foi solicitado que mastigassem devagar para perceber as sensações provocadas pelas frutas. Muitos alunos notaram que algumas frutas produziam sensações não percebidas até então.

Em seguida, os alunos foram divididos em quatro grupos e responderam por escrito algumas questões para refletir sobre as relações entre o sabor e as características ácidas e básicas das frutas de forma individual. As perguntas interagiram com o experimento realizado e teve como objetivo além de introduzi-los ao tema a ser estudado e problematizar sobre as possíveis relações entre o sabor e as propriedades ácidas e básicas dos alimentos.

No segundo momento, os alunos, organizados em grupos, foram convidados a levantarem hipóteses sobre a pergunta: *o que realmente significa dizer que um alimento, uma substância ou uma solução é ácida ou básica?* Foram orientados a citar as definições prévias, as aplicações e os relatos cotidianos envolvidos na temática, além de descrever também suas dificuldades e dúvidas sobre o assunto. Para a construção do texto foi estipulado o tempo de 20 minutos. O roteiro foi preparado de modo a trazer informações acerca do significado da palavra hipótese devido ao desconhecimento de como proceder diante deste tipo de questão.

A construção do texto, a princípio, deveria ser somente diagnóstica, mas ela se tornou também uma problematização sobre o significado de uma solução ser ácida ou básica, pois ao tentar se lembrar dos conhecimentos sobre ácidos e bases, surgiram dúvidas e dificuldades que geraram uma grande curiosidade em procurar as respostas para aquilo de que não se lembravam ou não sabiam. Assim, percebemos que a atividade diagnóstica também se constituiu em problematização e constituiu o primeiro ciclo da SEI.

[...] na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e oferece condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático (CARVALHO, 2013, p. 9).

A fase de levantamento de hipóteses desse ciclo possibilitou a interação dos integrantes dos grupos para resolução do problema por meio de discussões e levantamentos de ideias iniciais para posterior construção do texto. Durante essa atividade os estudantes ficaram livres para realizar questionamentos e para produção de argumentação entre si, no sentido de acumular ideias para a construção do texto. Assim, a atividade proporcionou uma instigação para o levantamento de hipóteses.

Na segunda aula, o primeiro momento consistiu na apresentação de um texto e teve como objetivo a introdução de conhecimentos científicos e o teste de hipóteses. Segundo Carvalho (2013), essa etapa consiste em dispor de fontes de conhecimentos científicos para que os alunos possam encontrar as informações que procuram. Diversas ferramentas podem ser utilizadas nessa atividade, como pesquisas, textos, vídeos, debates etc.

O texto de produção própria apresenta o conceito de ácidos e bases por meio de modelos explicativos baseados em teorias que surgiram ao longo do desenvolvimento histórico da ciência. As definições clássicas e o contexto de utilização das teorias de Arrhenius, Bronsted e Lowry e Lewis foram abordadas bem como a escala de pH. Além de descrever a conceituação de ácidos/bases em uma perspectiva relacional que considera as condições e interações nas quais essas substâncias se comportam como ácidos e bases, não sendo uma propriedade inerente das substâncias.

Para o segundo momento desta aula, propusemos que os estudantes reelaborassem as respostas ao problema: *o que realmente significa dizer que um alimento, uma substância ou uma solução é ácida ou básica?* Essa atividade teve o objetivo de apresentar contraste entre o conhecimento prévio e o científico, além da possibilidade de aprimorar os conceitos em questão.

Para o terceiro momento desta aula, propusemos uma discussão em que os alunos apresentaram seus questionamentos e conclusões acerca dos conceitos trabalhados no texto. Assim, finalizou a etapa de sistematização do conhecimento com a mediação do professor.

Durante a aula, a turma foi organizada em círculo e o professor convidou os estudantes para contarem aos colegas sobre a degustação, as ações realizadas por seu grupo e as hipóteses levantadas por eles. Durante a discussão, o professor fez intervenções no sentido de propiciar um ambiente de discussão dos resultados de cada grupo e orientá-los na sistematização do conceito de ácido/base.

Portanto, para essa atividade foi necessária uma aula para a leitura do texto, o levantamento de hipóteses, o teste de hipótese e posterior reestruturação da resposta inicial e ainda discussão do assunto em sala de aula. Nessa primeira aula foram tratados, ainda, conceitos sobre acidez estomacal e gastrite, acidez dos refrigerantes e introdução uma alimentação equilibrada.

O segundo ciclo teve início na terceira aula, a partir da problematização experimental. Nesta etapa utilizamos atividades práticas que foram propostas pelo professor e desenvolvidas pelos próprios alunos, pois segundo Carvalho (2013), dentre os vários problemas utilizados para organização à iniciação de uma SEI, o mais comum e que mais envolve os alunos é o problema experimental. Nesta etapa, foi selecionado o experimento sobre o emprego de extrato de repolho roxo (*Brassica oleracea* L.) como indicador ácido/base, proposto por Santos, 2005. O experimento foi realizado para responder ao problema proposto *por que as soluções mudam de cor?*

Além das instruções para a realização dos experimentos, os roteiros apresentaram questões que permitiam o intercâmbio do experimento com a organização dos dados coletados. Durante a prática investigativa, é importante a realização de práticas manipulativas que municiem os alunos condições de organizar dados para posterior análise. Dessa forma, o aluno poderá se apropriar de práticas científicas (CARVALHO, 2013).

Na quarta aula, no primeiro momento, os estudantes continuaram organizados em grupos. Para a discussão foi preparada uma atividade em duas etapas: o levantamento e o teste de hipóteses. Considerando que os estudantes ainda não disponham de familiaridade com a prática de levantamento de hipóteses, o roteiro foi preparado de forma a trazer informações acerca do significado da palavra hipótese. Os alunos deveriam responder a duas questões: *“Como é possível estimar o caráter ácido ou básico de uma solução?”* e *“por que as soluções mudam de cor?”*. O foco principal da atividade estava em tentar explicar a mudança de cor observada nas soluções ao se adicionar o repolho roxo.

As ferramentas de suporte de levantamento de hipóteses foram o experimento, o Quadro 4 (anexo) com os principais indicadores ácido-base com suas respectivas faixas de pH para a variação de coloração, a equação de equilíbrio de um indicador genérico e uma dica bônus os informando sobre a faixa de viragem dos indicadores. As ferramentas tinham o objetivo de propiciar que os grupos tivessem condições de propor uma resposta para o problema proposto. Os alunos então foram convidados a discutir e a anotar suas conclusões nos espaços dedicados às respostas.

No segundo momento, a atividade foi o teste de hipótese. Para isso, as mesmas questões foram novamente apresentadas e, para solucioná-las, foi apresentado um texto que tinha como objetivo a introdução de conhecimentos científicos e o teste de hipóteses. Assim, as questões foram respondidas outra vez, agora com fundamentação científica, de acordo com as informações encontradas no texto lido pelos estudantes. Nessa etapa da sequência didática é papel do professor disponibilizar ideias e conceitos científicos para a turma (AGUIAR, 2005).

O texto de produção própria exibe como pode ser estimado o pH de uma solução a partir da variação da coloração de um indicador ácido-base, a explicação do que é um indicador com exemplos da fenolftaleína e o repolho roxo bem como seus equilíbrios de ionização além de explicar a mudança de cor observada pelas soluções do experimento realizado pelos alunos.

[...] é preciso após a resolução do problema, uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. Essa sistematização é praticada de preferência por meio da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir, discutir comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema (CARVALHO, 2013, p. 11).

Para a quinta aula, foi planejada uma atividade para observar as habilidades dos estudantes em organizar os dados produzidos em grupo nas aulas anteriores. Foi utilizada como ferramenta a construção de tabelas em grupo. As informações que deveriam constar na tabela foram pré-determinadas pelo professor. São elas: as hipóteses do grupo, as questões respondidas com fundamentação científica e uma discussão comparando as duas respostas, descrevendo, assim, o teste das hipóteses. O layout e a organização da tabela foram de livre escolha dos alunos, sendo disponibilizado o Quadro 5 (Anexo I) como um suporte na produção das tabelas, portanto foram criadas situações em que a capacidade de organização de dados pudesse ser identificada pelo professor.

[...] a sistematização dos dados leva à construção de tabelas e gráficos. Em tais casos a mediação do professor torna-se indispensável, pois, ao conduzir uma interação que vise à construção do conceito, também terá de conduzir a tradução entre a linguagem da tabela e do gráfico para a linguagem oral, buscando a cooperação e a especialização entre as linguagens científicas (CARVALHO, 2013, p. 13).

Nesta etapa, optamos pela entrega desse quadro na forma digital em Word, Excel ou Power point, enviada por e-mail para propiciar a apresentação dos grupos na aula seguinte. Também, nessa etapa foi permitido visualizar a capacidade dos alunos para produção de tabelas e sua habilidade de organizar e comparar dados.

[...] a linguagem das Ciências não é só uma linguagem verbal. As Ciências necessitam de figuras, tabelas, gráficos e até mesmo da linguagem matemática para expressar suas construções. Portanto, temos de prestar atenção nas outras linguagens, uma vez que somente as linguagens verbais – oral e escrita – não são suficientes para comunicar o conhecimento científico (CARVALHO, 2013, p. 13).

Na sexta aula, última etapa que corresponde a sistematização do conhecimento, utilizamos uma discussão envolvendo os alunos e o professor. Por meio de uma apresentação em Datashow, todos os grupos apresentaram o quadro/tabela construído (a), apresentaram para a turma o percurso para responder ao problema e suas dúvidas/questionamentos sobre as atividades realizadas. Carvalho (2013) considera fundamental a realização de uma atividade de sistematização do conhecimento produzida pelos alunos e com mediação do professor regente.

4.5. Análise dos dados

Para analisar os dados coletados, utilizei como parâmetro o sistema de avaliação proposto por Carvalho (2013), que trata da observação de aspectos da aprendizagem dos conceitos científicos envolvidos em uma atividade didática, juntamente com evidências de aprendizagens atitudinais e processuais. Estas últimas se relacionam à inclusão dos estudantes às práticas e aos valores próprios da cultura científica.

Os principais pontos a serem observados nesta forma de avaliar. As atitudes e ações apresentadas são propostas por Carvalho (2013). Dessa forma, procuramos

direcionar nossa avaliação para a aprendizagem dos processos próprios da cultura científica e as atitudes tomadas no decorrer das atividades. Para facilitar essa análise foi construído um Quadro (Quadro 3) com os principais pontos a serem observados nesta metodologia de análise dos dados.

Quadro 3 - Categorias do pensamento científico – Aprendizagem atitudinal e Aprendizagem processual do Ensino de Ciências

<p style="text-align: center;">Aprendizagem processual</p> <p>Ações e processos próprios da ciência – Deve-se observar se o(s) aluno(s):</p>	<p style="text-align: center;">Aprendizagem atitudinal</p> <p>Atitudes exibidas durante as atividades – Deve-se observar se o(s) aluno(s):</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● Discutem buscando ideias que servirão de hipóteses e as testam. ● Descrevem as ações observadas. ● Relacionam causa e efeito. ● Explicam o fenômeno observado. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Colabora (m) entre si na busca da solução do problema ● Esperam a vez de falar. ● Prestam atenção e consideram a fala do colega. ● Escrevem os verbos de ação no plural mostrando o ● Respeito pelo trabalho realizado em grupo.

Fonte: Adaptada de Carvalho (2013).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tentativa de propor uma alternativa ao ensino tradicional na busca de alfabetizar cientificamente os estudantes, o ensino de ciências por investigação pode ser uma escolha assertiva. Tanto a alfabetização quanto a investigação tratam de um novo olhar para o mundo a partir de uma iniciação e formação na cultura das ciências e sua influência na sociedade. Portanto, uma inovação em relação às práticas expositivas requer também uma nova estratégia de avaliação da aprendizagem.

Carvalho (2013) sugere que as avaliações não devem ser apenas somativas, isto é, caracterizada pelo uso de instrumentos formais avaliativos com ênfase maior no desempenho dos alunos e nos resultados. Mas devem ser formativas com objetivo principal a orientação pedagógica ao professor de como atuar com determinado aluno

ou turma. A avaliação formativa requer profunda mudança de atitude, pois o erro do aluno não mais é considerado como uma falta passível de repreensão, mas como uma fonte de informação essencial, cuja manifestação é importante oportunizar. É sobretudo uma ocasião de acompanhamento do cotidiano do aluno através da observação e das atividades propostas em sala de aula.

Nesse sentido, Carvalho (2013) disserta que a avaliação formativa possui instrumentos e processos semelhantes aos objetivadas na construção da SEI, ao avaliar o aprendizado da imersão na cultura científica com seus padrões e termos, além das atitudes, ações e valores comuns da cultura. A avaliação da aprendizagem desses aspectos da ciência proposta pela autora foi denominada de processual e atitudinal.

A aprendizagem processual se caracteriza pela participação nas etapas indicadas no processo avaliativo, tais como o levantamento de hipóteses, a habilidade de testar hipóteses por meio de pesquisas, leituras e trocas de experiências com o professor, além das ações realizadas em cada etapa do processo e dos caminhos que foram tomados para tentar responder ao problema. A aprendizagem atitudinal se apresenta por meio das atitudes empenhadas pelo aluno na busca de solucionar o problema proposto. Dentre elas podemos citar a formulação e apresentação de conhecimentos prévios, respeito e consideração à fala dos colegas como instrumentos para construção do conhecimento.

5.1. Introdução aos conhecimentos científicos sobre ácidos e bases – 1º momento da 1ª aula

Inicialmente foi realizada uma introdução aos conhecimentos científicos sobre ácidos e bases por meio de uma degustação de algumas frutas. O objetivo era engajar os estudantes na resolução das atividades posteriores. Após a alimentação de cada fruta os alunos marcaram na tabela disponível o sabor de cada fruta. Nessa etapa foi possível perceber que muitos alunos já comentavam que sabiam que o limão e o abacaxi tinham sabor azedo. A maioria dos alunos não sabiam o que significava sabor adstringente e deixaram em branco, outros alunos perceberam que a banana e a maçã deixaram a boca seca e por isso marcaram a opção de sabor adstringente.

Posterior a degustação algumas perguntas interagiram com o experimento realizado que teve como objetivo além de introduzi-los ao tema a ser estudado,

problematizar sobre as possíveis relações entre o sabor e as propriedades ácidas e básicas dos alimentos. Em grupo de cinco estudantes, responderam as questões.

Em respostas sobre a salivação e sensação de trava língua provocada pela degustação das frutas, os quatro grupos informaram que a banana e a maçã suscitaram a sensação de trava língua. Já o limão, o abacaxi, a laranja e o morango foram enquadrados como frutas que provocam salivação.

Considerando a pergunta 2.3 - (*A partir do sabor é possível identificar quais as frutas são ácidas ou básicas? Justifique.* – Tivemos as seguintes respostas:

Grupo 1 – Sim, por causa do suco da fruta e das cascas.

Grupo 2 – Sim, as frutas ácidas fazem a boca salivar e as básicas deixam a sensação de trava língua.

Grupo 3 – Sim, porque esses sabores ficam na superfície da língua e por isso são facilmente reconhecidos.

Grupo 4 – Sim, porque a gente consegue identificar os sabores cítricos.

Em relação à afirmativa do grupo 1, percebemos que esse grupo associou os sabores dos sucos ao comportamento ácido e básico de forma inadequada uma vez que não é possível realizar tal associação de forma simplista. Grupos 3 e 4 afirmaram que é possível identificar a acidez pelo sabor. O Grupo 2 fez uma associação entre as propriedades ácidas e básicas com as sensações percebidas na boca ao degustar as frutas. No entanto, Campos e Silva (1999) afirma que um conjunto de propriedades não é preponderante para a definição de acidez ou basicidade.

é preciso considerar que, devido à noção de relatividade no comportamento das espécies químicas, a rigor ácidos e bases, concebidos como “conjunto de substâncias com propriedades químicas semelhantes”, *não existem*. O que há é um modo de se comportar quimicamente: comportamento ácido e comportamento básico (Campos e Silva, 1999, p. 19).

Na verdade, pode haver ácidos que são bases e bases que são ácidos. “Isso ocorre porque o comportamento das espécies químicas é sempre relativo (à outra espécie com que a interação é estabelecida)” (Campos e Silva, 1999, p. 19).

Nessa etapa, foi possível perceber algumas dificuldades e dissonância entre os conhecimentos prévios dos estudantes e o conhecimento científico, mas também observar o que os alunos já conheciam sobre o assunto, o que funcionou também como uma atividade diagnóstica.

5.2. Introdução aos conhecimentos científicos sobre ácidos e bases e levantamento de hipóteses – 2º momento da 1ª aula

Para o segundo momento da aula 1, os alunos foram convidados a responder, em grupo, a questão proposta para a problematização por meio de um levantamento de hipóteses. Eles foram deixados à vontade para discutir ideias, no sentido de gerar hipóteses para responder à questão. Na aula 2 os alunos voltariam a responder ao mesmo problema após a etapa denominada teste de hipótese por meio da leitura de um texto científico. Esta atividade introduziu a ideia de levantamento de hipóteses e se tornou uma ferramenta diagnóstica para as outras fases da SEI.

Antes da resolução do problema proposto, os alunos foram orientados sobre o que é levantar hipóteses. No próprio roteiro entregue aos alunos continha a definição que foi lida pelo professor que realizou intervenções para deixar bem claro o conceito. No entanto, muitos alunos tiveram dificuldade para responder à questão a partir de seus conhecimentos. A dificuldade para levantar hipótese pode ser explicada pelo fato de os estudantes estarem acostumados ao modelo tradicional, no qual o professor explica para depois eles responderem, muitos relataram sentir falta de um material de consulta para solucionar o problema.

No mesmo sentido, Fala, Correia e Pereira (2010), ao aplicarem uma atividade investigativa, apenas mediarão a atividade e não responderam às questões de forma direta. Sendo assim, os autores chegaram à conclusão que essa atitude do professor é fundamental para o posicionamento crítico do aluno.

Sasseron e Carvalho (2008) estimulam a ação mediadora do professor na alfabetização científica, ação considerada relevante para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes. Nesse sentido, a aula foi realizada para que os alunos elaborassem suas hipóteses livremente sem que o professor respondesse aos questionamentos, mas apenas os incentivando e direcionando ao pensamento crítico.

O problema proposto foi: **o que realmente significa dizer que um alimento, uma substância ou uma solução é ácida ou básica?** Muitos alunos relataram dificuldades para realizar a discussão alegando que não tiveram química no ano passado, logo o professor orientou que escrevessem tudo que lembrassem ou já tivessem ouvido falar sobre o assunto, seja em outras disciplinas escolares ou em aplicações do cotidiano. Nesta atividade, procuramos formular uma questão bem

ampla para que eles pudessem demonstrar seus conhecimentos sobre os ácidos e as bases.

Apresentamos a seguir as respostas dos estudantes a fim de comparar as concepções prévias dos estudantes.

Grupo 1: os ácidos são compostos químicos que possuem H, tem sabor azedo (limão e abacaxi) e são corrosivos. Algumas frutas são básicas e são compostos mais suaves que os ácidos.

Grupo 2: a solução ácida tem mais capacidade de dissolver e corroer as coisas. Produtos ácidos que conhecemos podem causar lesões na pele.

Grupo 3: os ácidos têm mais efeito na sensibilidade e a básica é mais suave, leve. Exemplo de ácido é a soda cáustica que desentope o encanamento e alguns produtos de limpeza. Exemplos de bases são o sabão e o bicarbonato e algumas frutas.

Grupo 4: os ácidos são substâncias com pH elevado e por isso corroem e consomem as coisas. Tem sabor azedo como o limão e o abacaxi. As bases não corroem e são encontradas em algumas frutas.

Em um estudo sobre o entendimento do que são ácidos e bases Hand e Tregust (1988) identificaram quatro conceitos comuns para alunos do ensino médio com faixa etária de 16 anos, são eles:

1. Um ácido é algo que pode corroer um material, ou que pode queimar você.
2. A neutralização é um rompimento de um ácido ou de algo que está se transformando a partir de um ácido.
3. A diferença entre um ácido forte e um fraco é que o forte consome o material mais rápido.
4. A base é algo que compõe o ácido” (HAND E TREGUST, 1988, p. 55)

A primeira dificuldade que percebemos foi que todos os grupos relacionaram a acidez com a corrosão. Como já exposto acima, Campos e Silva (1999) nos informa que não é adequado definir como ácido ou base alguma solução ou substância por meio de um conjunto de características semelhantes. Outra propriedade comum nas respostas foram os sabores das frutas ácidas apontadas como azedas. Esses dados estão em consonância com Hand e Tregust (1988).

Ao pesquisar o conceito de ácidos e bases para estudantes de Ciências em universidades francesas, Cros et al (1986) concluíram que o conceito de bases era menos desenvolvido do que o conceito de ácido. Isso foi identificado nesta pesquisa, uma vez que também percebemos a dificuldade em apresentar conceitos ou aplicações sobre as bases, mesmo que concepções alternativas.

O grupo 1 apresentou a ideia de que um ácido apresenta o átomo de hidrogênio em sua estrutura. Munby (1991) em um estudo sobre conceituação de ácidos e bases

com alunos de dezessete anos de idade também identificou a mesma noção que “um ácido contém hidrogênio em sua estrutura” e que esta concepção era bem conhecida entre suas amostras de estudo. Segundo o autor, existe a possibilidade de os alunos considerarem ácido apenas do ponto de vista da simbologia, como se todos os ácidos possuíssem hidrogênio em sua estrutura, o que caracteriza uma mera memorização desse fato. Nessa resposta e nas demais, não houve nenhum desenvolvimento em relação às teorias de Arrhenius, Lewis e Brønsted-Lowry. Mesmo que os alunos tivessem conhecimentos sobre a estrutura dos ácidos inorgânicos, o comportamento dos ácidos e bases parece ser de difícil explicação, assim como apontado por Hand e Tresgust (1988).

O Grupo 3 afirma que as bases são menos corrosivas que os ácidos e que a soda cáustica é ácida e por isso pode ser usada para desentupir os encanamentos. Já o grupo 4 assegura que os ácidos possuem um pH elevado. Percebemos algumas concepções alternativas nessas respostas. Ainda, notamos ações demasiadamente descritivas, sem considerar as partículas envolvidas, além da inclusão de ideias antropomórficas dos ácidos ao “consumirem” outras substâncias.

Muitas concepções alternativas observadas nas respostas dos grupos podem ser explicadas pela utilização maçante pelos meios de comunicação informais de informações incorretas ou incompletas. Outras possíveis fontes de concepções prévias são o senso comum, as conversas informais e as revistas sem cunho científico. Dessa forma, a existência das concepções pode ser analisada por dois vieses, o negativo e o positivo. O primeiro, negativo, diz respeito à perspectiva da possibilidade de comprometer o processo de ensino-aprendizagem e moldar a forma como o estudante irá proceder e se comportar frente aos conhecimentos científicos. Já o lado positivo é que a atividade problematizadora serviu também como uma atividade diagnóstica, apontando um caminho para as intervenções que deveriam ser realizadas nas próximas etapas da SEI de acordo com as necessidades específicas da turma.

Portanto, defendemos que as metodologias de ensino-aprendizagem, diferentes das utilizadas tradicionalmente, devam contemplar a análise e exploração das concepções alternativas dos estudantes sobre as possíveis definições sobre ácidos e bases (CARVALHO, 2013).

Embora as respostas apresentem concepções alternativas diversas, a gravação do áudio foi importante para perceber as aprendizagens processuais e

atitudinais, além do empenho dos estudos para resolução do problema proposto. Para análise selecionamos o Grupo 3 por acreditarmos que as discussões levantadas foram construtivas e interessantes. A questão proposta foi a seguinte:

O que realmente significa dizer que um alimento, uma substância ou uma solução é ácida ou básica?

A tentativa de responder à questão gerou diálogos nos quais foi possível identificar que os estudantes já tinham ouvido falar sobre aplicações e ideias dentro da temática de ácidos e bases. O relato a seguir mostra a conversa sobre o desentupimento de encanamento com o uso de vinagre e bicarbonato de sódio. Os alunos ficaram curiosos e a discussão sobre como era possível o desentupimento foi considerada interessante do ponto de vista das respostas do grupo, já descritas anteriormente. Foram criados codinomes para manter a identidade dos estudantes resguardada. Segue abaixo o diálogo:

Alex: eu conheço uma coisa sobre ácido... lá em casa usamos soda cáustica para desentupir a privada. Sempre funciona.
Bruna: o que vocês fazem?
Alex: é só colocar o produto na privada junto com vinagre e esperar...
Ana: corrói tudo?
Alex: sim, porque ele é ácido.
Ana: nossa eu vou fazer lá em casa. Mas é ácido porque corrói então, né?
Alex: Sim, todo ácido corrói.

A abordagem avaliativa proposta por Carvalho (2013) nos permite avaliar outras questões como o desenvolvimento de habilidades durante as atividades realizadas pelos alunos. No trecho notamos uma conversa na busca de levantar hipóteses para definir o que são ácidos e bases. Essa discussão é considerada pela autora como uma evidência da aprendizagem processual. A observação e a explicação do desentupimento como um fenômeno pode ser um indicativo de aprendizagem processual.

Ailton: [...] eu acho que corrói mesmo porque minha mãe sempre pede para eu colocar vinagre na alface.
Ana: nossa, é mesmo, para tirar os bichos. Eles morrem corroídos.
Alex: sim, tipo no desentupimento

Na tentativa de resolver a questão proposta, os alunos continuam a discutir e levantar ideias e hipóteses. Para Carvalho (2013) às discussões podem ser estimadas

como aprendizagem processual. Na fala dos estudantes notamos uma certa colaboração entre si, pois consideram e mantêm a atenção nas falas uns dos outros para desenvolvimento do raciocínio e posterior resposta ao problema, atos que podem apontar a aprendizagem atitudinal dos estudantes como descrito por Carvalho (2013).

O levantamento de hipóteses fomenta a aproximação dos alunos com a cultura científica e desencadeia o desenvolvimento de habilidades relacionadas à aprendizagem processual e atitudinal como observamos nas transcrições sobre “O que realmente significa dizer que um alimento, uma substância ou uma solução é ácida ou básica?”. É interessante notar que há uma ativa participação da maioria dos integrantes do grupo, o que pode evidenciar um engajamento para responder à questão.

5.3. Um novo olhar para a definição de ácidos e bases – 1º momento da 2ª aula

A leitura do texto sobre a definição de ácidos e bases foi realizada após a produção do texto pelos alunos. A apresentação do texto teve como objetivo fornecer conhecimentos científicos para o teste de hipóteses. Neste momento, os estudantes puderam comparar as hipóteses levantadas com as informações contidas no texto. O texto apresentou as definições clássicas de ácidos e bases de forma clara e objetiva, e apresentou a perspectiva relacional para uma correta conceituação deste conteúdo.

A utilização do texto está em linha com o Ensino de Ciências por Investigação por ter a função de desenvolver autonomia e senso crítico por meio da leitura e interpretação do texto. É fundamental que a sala de aula se torne um espaço de formação de leitores que sejam capazes de se posicionar frente ao texto e dialoguem com a leitura realizada de maneira responsável e coerente (WENZEL E MALDANER, 2014).

[...] aprender química requer a apropriação e a significação da sua linguagem, a qual apresenta peculiaridades como símbolos, fórmulas, conceitos que necessitam ser internalizados e significados pelos estudantes. Daí a importância da atenção para a linguagem estabelecida em sala de aula e para os modos de uso da mesma, seja por meio da escrita, da fala e/ou da leitura (WENZEL, 2018, p. 100)

Os alunos fizeram a leitura de forma concentrada e sem brincadeiras, o que foi considerado uma surpresa para o professor regente. Relataram que não tinham

conhecimentos sobre as teorias e que ficaram interessados em verificar se suas respostas estavam adequadas. Muitos anotaram no caderno e grifaram as partes do texto que consideraram relevantes em busca de entender os conceitos. Foi comum a pergunta transcrita abaixo:

Carlos: mas qual teoria eu vou usar para definir?
Professor: o que você acha?
Carlos: depende, né?
Professor: depende do quê?
Alex: acho que da situação.
Professor: o contexto é importante mesmo. Será que sempre uma substância de comportamento ácido será ácida em qualquer situação?
Alex: ele pode ser básico dependendo da situação, é isso?
Professor: Sim.

Novamente observamos o papel mediador em uma atividade com abordagem investigativa ao não responder de imediato as dúvidas dos estudantes. Diferente do ensino tradicional, o professor instiga o pensamento com mais perguntas para que os alunos façam relações com seus conhecimentos e com o conhecimento científico. Notamos que as perguntas mediadas ou norteadoras são ferramentas imprescindíveis para desenvolver evidências de conhecimentos a serem desenvolvidos.

É notável a percepção de que, em algumas situações, os estudantes não conseguem desenvolver ou expressar certos conhecimentos na produção de um texto aberto, todavia quando estão submetidos a investigação de suas concepções anteriores as dúvidas são uma oportunidade para que o professor direcione na busca das respostas e, assim, evidências de conhecimentos podem aparecer. No trecho transcrito acima foi possível observar a função do docente em uma atividade com abordagem investigativa, no sentido em que o educador não dá respostas prontas, mas prioriza o desenvolvimento do senso crítico e a busca de conhecimentos pelos alunos.

5.4. Um novo olhar para a definição de ácidos e bases: teste de hipótese – 2º momento da 2ª aula

Para o teste de hipóteses por meio da leitura do texto escrito pelo professor, os alunos receberam um roteiro e foram convidados a ler as instruções em voz alta. Posteriormente, o professor leu novamente o roteiro com os alunos explicando o significado de testar as hipóteses. Os alunos perceberam que deveriam contrastar

suas hipóteses com os conhecimentos contidos no texto, relacionando as ações ao trabalho de um cientista.

No roteiro de teste de hipóteses, a mesma questão deveria ser novamente respondida, só que considerando os conceitos científicos que eles obtiveram na leitura do texto.

O que realmente significa dizer que um alimento, uma substância ou uma solução é ácida ou básica?

Para a questão, o grupo 4 escreveu a seguinte resposta:

Existem três teorias sobre a definição de ácidos e bases, em todas elas os ácidos e bases são definidos por relações entre moléculas que dependem do contexto.

A resposta foi desenvolvida após a leitura do texto. A resposta transcrita acima não representa todo o contexto, uma vez que os estudantes do grupo 4 discutiram entre si, como informado no roteiro, sobre o contraste entre suas hipóteses e o conhecimento científico exposto no texto de forma a entender cada questionamento alçado durante o levantamento de hipóteses. A seguir a transcrição de um episódio da discussão dos alunos do grupo 4, que registra uma evidência da aprendizagem processual.

Mateo: a gente falou que a definição tem a ver com suas características, mas não é isso.
Yara: É mesmo. Na verdade, depende do contexto
Yara: professor, como eu posso escrever uma definição se tudo depende?
Professor: em sua resposta, seria interessante você desenvolver sobre o que você chamou de dependência?
Yara: Acho que precisa.

Na busca pela resposta ao problema da definição de conceitos, percebemos que a discussão também apresentou uma das características apontadas por Carvalho (2013) como aprendizagem atitudinal, a saber a educação de esperar a fala do colega e considerar essa fala para posterior contribuição. Carvalho (2013) aponta que essa atitude indica a aquisição de valores próprios da cultura científica

De acordo com Lima, Aguiar Jr e Caro (2011) a aprendizagem de conceitos é o principal fundamento do Ensino de Ciências. Segundo os autores, é por meio dos conceitos que interagimos com a nossa realidade e dessa forma expandimos nossa

rede de aquisição de novos conhecimentos para, então, entender e explicar fenômenos e produtos de tecnologia.

Consideramos a resposta do grupo 4 satisfatória ao contextualizar e gerar significado ao conceito científico. Além disso, percebe-se tanto na resposta quanto na discussão que os alunos não mais relacionam a definição de ácidos e bases com apenas suas propriedades, mas principalmente com o contexto relacional necessário.

Portanto, a partir da questão proposta, os discentes puderam relacionar suas hipóteses com os conhecimentos científicos, de forma a aprimorar suas reflexões sobre ácidos e bases. O professor agiu de forma a deixar a iniciativa na busca da solução do problema para os alunos. Estes se tornaram protagonistas e autônomos no processo de aprendizagem, características típicas do Enci.

5.5. Um novo olhar para a definição de ácidos e bases: Sistematização do conhecimento – 3º momento da 2ª aula

A discussão proposta para finalizar o primeiro ciclo teve o objetivo de sistematizar o conhecimento. Foi escolhido um representante de cada grupo para apresentar à turma e ao professor todo o processo de construção do conceito de ácido e base. Nesse momento, os alunos estavam extremamente curiosos em saber o que os colegas haviam pensado sobre o problema, o que acreditamos ter sido um fator que pode ter contribuído para um maior engajamento na atividade. Os discentes interagiram bastante durante a discussão a partir de perguntas e respostas com foco em relatar suas experiências uns com os outros.

Esta dinâmica descrita acima pode ser exemplificada pelo diálogo a seguir:

Yara: nosso grupo comeu muitas frutas e estavam muito boas, depois tentamos responder à questão sobre o que é ácido...

Pedro: acho que todo mundo respondeu tudo a mesma coisa antes de ler o texto, que ácido corrói as coisas.

Yara: pois é, a gente falou isso também na parte da suposição. Mas, depois que a gente leu mudamos...

Pedro: vocês escreveram o quê?

Yara: a gente viu que a resposta tinha que falar sobre um ácido ou base em relação ao sistema, ao contexto, que classificação é uma relação à outra coisa envolvida. O texto fala isso, pelo menos foi o que entendi, eu acho.

Interessante pontuar que a interação durante a sistematização foi muito intensa, muitos alunos fizeram perguntas uns para os outros e para o professor. Este

tentou organizar para que não houvesse perda de atenção em relação a proposta da atividade, além de fazer intervenções no sentido de propiciar um ambiente de discussão dos resultados de cada grupo, orientá-los na sistematização do conceito de ácido e base e de trazer à tona as informações do levantamento de hipótese e a relação com o teste de hipóteses. Neste momento, os alunos também estavam curiosos em relação à conclusão na qual os outros grupos chegaram.

Durante a discussão percebemos algumas evidências de aprendizagens processuais e atitudinais. O representante de cada grupo exibiu ações representativas de aprendizagem processual. Todos eles descreveram as ações tomadas pelos seus grupos na tentativa de levantar hipóteses e contrapô-las com o teste das hipóteses, articularam como foram arquitetadas as hipóteses e os fundamentos para sua construção. Os representantes também demonstraram evidências de aprendizagem atitudinal, ao fazer referências às ações do grupo, utilizaram verbos no plural, o que manifesta respeito pelo trabalho realizado pelo grupo.

Os estudantes que não eram representantes dos grupos e ficaram em suas carteiras apresentaram evidências de aprendizagem atitudinal. Embora não estivessem com a palavra, tiveram efetiva participação nas trocas de informações e nas explicações do percurso tomado para definir conceitos de ácido e base. Eles prestaram atenção nas falas dos colegas, considerando-as para promoção da discussão e construção de seu próprio conhecimento. Outro ponto importante, foi a atitude de aguardar o momento certo para falar e realizar perguntas aos colegas e ao professor.

A troca de ideias foi altamente enriquecedora e construtiva. O professor também se envolveu no diálogo, auxiliando os alunos a compreender os conceitos científicos abordados. Dessa forma, os estudantes conseguiram chegar a conclusões que foram consideradas satisfatórias e adquirir novos conhecimentos científicos.

As conclusões do grupo refletem que os conhecimentos foram sistematizados por meio da discussão em sala de aula. De acordo com Munford e Lima (2007), as atividades investigativas incentivam o aluno a participar como protagonista do processo e a se envolver em situações que o levam a compreender que o conhecimento científico está em constante evolução, e que ele próprio pode contribuir para esse processo. Essa dinâmica foi observada no presente estudo, uma vez que os alunos demonstraram de forma clara e objetiva que compreenderam os conhecimentos abordados durante as atividades.

Os alunos também empregaram esta etapa como um teste de hipóteses. Além das contribuições de todos os participantes da discussão, o professor desempenhou um papel importante. Ele direcionou o trabalho e interveio nos argumentos mais convincentes e bem embasados de acordo com os conceitos científicos. Durante essa interação, os alunos tiveram a oportunidade de analisar suas hipóteses e ideias, assim como seus erros e acertos. Essa reflexão gerou dúvidas que foram esclarecidas ao longo da discussão pelo professor pesquisador.

5.6. Problematização experimental – 3ª aula

O segundo ciclo teve início na terceira aula, a partir da introdução da problematização experimental. Nesta fase, foram implementadas atividades práticas propostas pelo professor e conduzidas pelos próprios alunos. Conforme Carvalho (2013) indica, dentre os vários problemas utilizados para a organização da iniciação científica, o problema experimental é o mais comum e que mais engaja os alunos. Nessa etapa, optou-se pelo experimento que aborda o uso do extrato de repolho roxo (*Brassica oleracea* L.) como indicador ácido/base, conforme proposto por Santos, 2005. O experimento foi conduzido para responder ao problema: **"Por que as soluções mudam de cor?"**

Conforme delineado no roteiro, os alunos foram providos com as instruções, questões a serem abordadas em grupo com base na observação do experimento e todos os materiais essenciais para a condução da prática. Além das orientações para a execução dos experimentos, os roteiros incluíram perguntas que tinham como objetivo facilitar a integração entre a experimentação e a organização dos dados coletados.

As atividades propostas nessa terceira aula consistiram em observar e anotar as mudanças de cores dos sistemas, identificar o caráter das soluções preparadas (Questão 1) e relacionar outros materiais do cotidiano que pudessem ser apontados como ácidos ou básicos (Questão 2). As primeiras perguntas abordavam a observação do experimento. Tanto nas gravações em áudio quanto nas respostas escritas fornecidas nos roteiros, foi evidente o considerável esforço dos alunos ao responder às perguntas.

Durante a investigação prática, foi fundamental realizar atividades manipulativas que buscavam capacitar os alunos a organizar os dados para análise

posterior. Assim, os alunos têm a possibilidade de desenvolver habilidades em práticas científicas (CARVALHO, 2013). Consoante a isso, entendemos que as fases da sequência investigativas podem ocorrer em momentos distintos. Aqui, foi necessário organizar dados para observar as alterações sofridas pelas soluções e indicar o caráter da solução, ao final do ciclo, foi indispensável organizar para contrapor levantamento de hipótese e teste de hipóteses.

Outro ponto importante foi em relação à Questão 2 (*“Além dos materiais do experimento, você conhece outros que apresentam características ácidas ou básicas? Relacione e classifique-os em ácidos e básicos.”*). Embora a questão não contenha aspectos relacionados diretamente à investigação, entendemos que a questão possibilitou que os estudantes refletissem sobre outros materiais do seu cotidiano que são notadamente reconhecidos como ácidos ou básicos, podemos citar como um exemplo de resposta os refrigerantes, segundo o Grupo 1.

5.7. Problematização experimental: Levantamento e teste de hipóteses – 4ª aula

Na quarta aula, os alunos receberam um roteiro dividido em duas partes. O primeiro momento da aula foi dedicado à discussão, em grupo, de questões propostas para problematização. A partir desta discussão, os alunos foram solicitados a levantar hipóteses para responder a essas questões. No segundo momento da aula foi entregue um texto, o Quadro 4 com os principais indicadores ácido-base, uma equação química com uma informação e uma dica bônus. Todas essas ferramentas entregues aos alunos conduziram a uma pesquisa para testar suas hipóteses para solucionar o problema: **"Por que as soluções mudam de cor?"**

Antes de abordar as questões, o roteiro apresentou o conceito de hipóteses. O professor leu essa definição em conjunto com os alunos, assegurando que todos compreendessem precisamente o que se esperava deles. Devido ao primeiro ciclo ter sido realizado da mesma forma tivemos um melhor entendimento da proposta, no entanto, ainda assim, alguns alunos relataram dificuldades em levantar hipóteses apenas com as ferramentas disponibilizadas.

As questões iniciais estavam relacionadas à observação do experimento. Tanto nas gravações em áudio quanto nas respostas escritas dos roteiros, foi possível notar o significativo esforço dos alunos em formular hipóteses para os questionamentos. Essa abordagem reflete a prática científica, na qual os cientistas conduzem e

observam experimentos para reunir evidências que apoiem as hipóteses por eles propostas.

Ao ouvir as gravações das discussões dos alunos em seus grupos, foi possível observar a postura crítica deles e sua perspectiva sobre o processo de construção de conceitos, semelhante à abordagem dos cientistas. Durante o experimento, os alunos mostraram engajamento, interesse e autonomia, ao mesmo tempo em que descobriram as inúmeras dificuldades envolvidas na aprendizagem e na solução de problemas.

Ao relatar sobre as dificuldades enfrentadas pelos professores do Ensino Médio no Enci, Carvalho (2018) argumenta que os problemas, nesse nível de ensino, exigem uma participação diferenciada dos professores. É importante que os professores criem condições para guiar a argumentação de seus alunos usando perguntas que estimulem a participação, que estejam ligadas a técnicas científicas e que promovam a construção de significados. Nesse sentido, o professor pesquisador auxiliou os alunos mostrando quais foram as dificuldades e obstáculos epistemológicos que os cientistas tiveram no passado para responder o problema.

Consoante a isso, os alunos participaram de discussões intensas e propuseram várias hipóteses, além da mediação do professor, como evidenciado nos trechos a seguir para as questões 3 e 4. Como na atividade anterior, continuamos a analisar a discussão do grupo 4 devido à sua qualidade, sempre com codinomes. Vejamos as hipóteses levantadas para a Questão 3 reproduzida abaixo.

3. Como é possível estimar o caráter ácido ou básico de uma solução?

Yara: eu não sei responder, mas sei o que eu vi, as cores das coisas mudaram quando coloquei o suco de repolho.

Gil: mudou porque misturas duas coisas diferentes, então

Mateo: mas, por que cada uma ficou com cores diferentes?

Gil: o suco altera as cores e mostra qual material é ácido ou básico. Acho que pode ser isso! Vou perguntar para o Professor.

Gil: a gente acha que é possível estimar o caráter através do suco que mostra se o material é ácido ou básico, é isso mesmo?

Professor: vocês estão no caminho, como vocês relacionam isso que vocês me falaram com o Quadro 4?

Yara: hummm...deixa eu ver.

Algum tempo depois

Yara: parece que abaixo ou acima da viragem do indicador mostra o pH que nos mostra se é ácido ou básico.

Professor: não seria uma estimativa de pH? Só com essa informação vocês podem dizer seguramente que se trata de uma solução ácida ou básica?

Mateo: nossa, isso é muito difícil tem que ficar pensando toda hora.

Mais uma vez, os alunos debatem em grupo, procurando ideias que resultarão em hipóteses para a questão, o que pode ser interpretado como um apontamento de aprendizagem processual. É evidente que há uma colaboração entre os membros do grupo, os colegas ouvem atentamente e consideram as contribuições dos outros para chegar a uma conclusão conjunta, ações que podem destacar a aprendizagem atitudinal dos alunos, conforme sugerido por Carvalho (2013). Esse tipo de aprendizagem está relacionado às ações próprias da cultura científica.

Durante a fase inicial de sua sequência, Sasseron e Carvalho (2008) também constataram a aquisição de conhecimentos processuais importantes para a compreensão do conhecimento científico, uma vez que nessa etapa os alunos formulam as hipóteses visando identificar as variáveis envolvidas no processo.

Veja a resposta do grupo 4 à Questão 3:

Nós estimamos o caráter ácido ou básico pelo pH através do ponto de viragem do indicador. Com a tabela conseguimos relacionar a cor da substância com o fato de estar abaixo ou acima da viragem. Com isso, sabemos o pH e podemos dizer se é um ácido ou base.

O grupo respondeu de forma satisfatória, embora pudessem elaborar mais a resposta como no texto para o teste das hipóteses. Interessante perceber que formular hipóteses aproxima os estudantes da cultura científica e ajuda no desenvolvimento de habilidades ligadas à aprendizagem processual. Ainda, notamos a capacidade de relacionar a causa e o efeito como comprovação de aprendizagem do tipo processual. Ademais, apresentaram indícios de aprendizagem atitudinal ao colaborarem entre si na busca da solução do problema, que também demonstra a aquisição de princípios característicos da cultura científica.

A questão 4 foi considerada o clímax da investigação. Uma pergunta de difícil resposta até para estudantes avançados em Química. Continuamos analisando o grupo 4 devido a qualidade das discussões. Vejamos aqui as hipóteses levantadas para a Questão 4 reproduzida abaixo.

4. Foram observadas mudanças de cores ao adicionar o suco de repolho roxo. Como vocês explicam essas mudanças de cores?

Yara: muda de cor porque ocorreu a viragem do indicador, acho que a mesma resposta.

Mateo: como que vai ser a mesma resposta para perguntas diferentes?

Yara: kkkkkkkkkkkk (risadas)

Gil: Professor, tem como responder essa questão da mesma forma que respondemos a outra?

Professor: acredito que precisamos evoluir na resposta. Quais foram as ferramentas disponíveis para o levantamento de hipótese que vocês ainda não utilizaram?

Yara: essa reação química e a dica bônus.

Professor: boa, vocês podem utilizar elas para pensarem nessa pergunta. Será que ocorre alguma reação química nesse experimento? Qual é uma evidência nítida disso?

Yara: a mudança de cor?

Professor: Isso, e em uma reação o que ocorre com a composição química da matéria?

Yara: muda, né?

Professor: pensa nisso, para responder à questão.

Mateo: vamos colocar que o repolho reage e muda a composição química dos materiais.

Yara: eu acho que muda a composição química do repolho e dos materiais.

Cabe ressaltar a participação do professor nesta etapa de levantamento de hipóteses. O professor forneceu recursos conforme necessário, fazendo perguntas para orientar e verificar conhecimentos de forma didática. Buscou manter um ambiente não coercitivo, no qual os alunos podiam expor seus argumentos sem receio. Nesse sentido, embora as atividades investigativas tenham certo grau de liberdade, as ações do professor são importantes para mediar o processo de aprendizagem.

Carvalho (2018) considera fundamental o papel do professor ao afirmar que enquanto os alunos estão trabalhando, é importante que o professor observe, procurando pistas para ajudar na compreensão ou identificando momentos em que as informações fornecidas possam estimular os alunos ou permitir que obtenham novos *insights* sobre o problema a ser investigado.

Em conclusão, durante a elaboração do roteiro escrito, tornou-se evidente a importância de gravar os áudios das discussões para acompanhar o progresso e o envolvimento dos alunos nas conversas. A avaliação das ações e habilidades, presentes nas aprendizagens atitudinais e processuais, torna-se muito mais clara durante esses momentos de discussão. Novamente, percebemos a colaboração dos alunos para solucionarem o problema proposto o que evidencia a aprendizagem atitudinal. Ademais, observamos uma discussão na busca de ideias para levantar hipótese, uma evidência da aprendizagem processual.

Depois da discussão, o grupo respondeu o roteiro escrito para a Questão 4:

4. Foram observadas mudanças de cores ao adicionar o suco de repolho roxo. Como vocês explicam essas mudanças de cores?

O repolho roxo reage com os materiais e os materiais com o repolho alterando suas composições químicas, o que leva a mudanças de cores.

Nesta resposta podemos notar uma resposta boa, mas ainda incompleta. Faltou relacionar a reação química com o fato de o repolho roxo ser um indicador que apresenta uma faixa de viragem que corresponde a um intervalo de pH em que ocorre a sua mudança de cor de acordo com sua composição química. Obviamente a resposta correta é um tanto quanto complexa, mas o objetivo aqui não é somente responder certo, mas, sim, possibilitar o desenvolvimento da autonomia, do protagonismo no processo de aprendizagem e do senso crítico.

No segundo momento da quarta aula o teste de hipóteses foi realizado por meio de uma leitura direcionada. Os alunos receberam um roteiro explicando novamente o que é entendido por testar hipóteses. Mais uma vez, o professor leu as instruções junto com os alunos, assegurando que todos entendessem o significado de testar as hipóteses e como isso poderia ser feito pela busca de conceitos científicos disponíveis no texto, relacionando essas ações ao trabalho do cientista.

No roteiro do teste de hipóteses, as mesmas questões deveriam ser respondidas novamente, porém, desta vez, utilizando conceitos científicos encontrados na leitura do texto. Nesta atividade, foi evidente o grande interesse e atenção dos alunos. Embora a aula tenha sido dividida em dois momentos, o que pode ter deixado pouco tempo para a pesquisa, foi muito apropriado que ambas as etapas tenham ocorrido na mesma aula. Os alunos haviam acabado de concluir a discussão minutos antes, o que direcionou a pesquisa de cada grupo. Eles sabiam em quais pontos deveriam prestar mais atenção a partir das principais questões levantadas durante a discussão em grupo. O tempo foi suficiente para a realização das duas etapas e a aula foi bem produtiva.

Depois da leitura do texto e discussão, o grupo respondeu o roteiro escrito para a Questão 3:

3. Como é possível estimar o caráter ácido ou básico de uma solução?

Mantemos nossa resposta anterior, nossa hipótese foi confirmada.

Os alunos consideraram que a resposta estava correta após a leitura do texto, embora fosse necessária uma resposta mais elaborada como salientado anteriormente. Consideramos uma evidência de aprendizagem processual o fato de

os estudantes testarem suas hipóteses e como evidência de aprendizagem atitudinal a descrição de verbos no plural, a saber “mantemos”, mostrando o respeito pelo trabalho realizado pelo grupo.

4. Foram observadas mudanças de cores ao adicionar o suco de repolho roxo. Como vocês explicam essas mudanças de cores?

Para a Questão 4, no teste de hipótese, o grupo 4 respondeu da seguinte forma:

O suco de repolho é um indicador. Ele tem uma substância que reage por ionização com os materiais e altera sua composição química, logo nossa hipótese foi confirmada.

A resposta final não transparece a riqueza da atividade, pois até a chegada da conclusão final, os alunos realmente investigaram ou buscaram entender seus questionamentos durante a discussão na fase de levantamento de hipóteses e na fase de teste para produzir a resposta após a leitura do texto. Dessa forma, a partir da questão, os alunos tomaram a iniciativa de buscar conhecimento com o acompanhamento do professor, exercendo senso crítico, autonomia e protagonismo no processo de aprendizagem.

O esforço dos alunos no teste das hipóteses pode ser visto como um sinal de aprendizagem processual, de acordo com Carvalho (2013), uma vez que esse teste é um procedimento bastante comum na prática científica.

A resposta escrita pode refletir a compreensão do grupo em relação às atividades científicas. Pois, ao final desta etapa de teste, os alunos utilizaram linguagem científica para justificar suas hipóteses, a constatação de que essa hipótese foi "confirmada" pode ser considerada uma evidência de que a atividade, em parte, possibilitou aos alunos adquirir o que podemos chamar de cultura científica.

Na resposta final do grupo, embora a hipótese levantada por eles tenha sido confirmada, havia aspectos que precisavam ser complementados, os quais provavelmente não foram o foco principal durante a leitura do texto. Supomos que isso possa ter acontecido devido ao fato de os alunos possivelmente não terem percebido esses pontos como erros ou como passíveis de complementação. Não devemos encarar isso como um problema, pois a sequência investigativa ainda inclui, em sua etapa final, a sistematização do conhecimento coletivo, momento em que o professor teve a oportunidade de esclarecer pontos como estes, como veremos posteriormente nesta análise.

Conforme Carvalho (2018) destaca, a aprendizagem em ciências deve ser fundamentada na abordagem de problemas que valorizem as ideias, habilidades e interesses dos alunos. É essencial empregar atividades que permitam aos estudantes analisar o problema e formular hipóteses, além de analisar os resultados com a orientação do professor.

5.8. Organização dos dados - 5ª aula

Na quinta aula, o propósito da atividade era avaliar a capacidade dos alunos de organizar os dados coletados na aula anterior e refletir sobre o processo que envolve atividades da cultura científica. Para isso, os grupos elaboraram um quadro que comparava as hipóteses com as respostas embasadas nos conceitos científicos, incluindo também uma reflexão sobre o que aprenderam com o processo de levantamento e teste de hipóteses. Esse quadro foi elaborado com o intuito de ser utilizado na aula seguinte para apresentação do trabalho desenvolvido à turma e ao professor.

Embora parecesse uma tarefa fácil, os alunos enfrentaram diversas dificuldades, especialmente na elaboração do formato do e na reflexão sobre as etapas e o aprendizado. Diversos modelos de quadros foram construídos. Os quatro grupos não conseguiram incluir todas as informações solicitadas, deixando alguns dados de fora do quadro. Ademais, os estudantes enfrentaram dificuldades ao planejar o quadro com vistas à apresentação posterior. Percebemos ser necessário mais atividades neste formato para que os discentes possam aprimorar suas habilidades de organização dos dados, planejamento e elaboração de explicações.

Para realização da análise vamos utilizar o documento em word enviado pelo Grupo 4. O grupo exibiu dois quadros. No primeiro, foram registradas as questões, as hipóteses e a resposta após a leitura do texto (Figura 1). No segundo quadro os alunos buscaram expressar as reflexões do grupo sobre o processo de investigação para solucionar o problema (Figura 2).

Figura 1 - Apresentação em Word do Grupo 4: Quadro 1

Perguntas	Hipóteses	Teste
3. Como é possível estimar o caráter ácido ou básico de uma solução?	Nós estimamos o caráter ácido ou básico pelo pH através do ponto de viragem do indicador. Com a tabela conseguimos relacionar a cor da substância com o fato de estar abaixo ou acima da viragem. Com isso, sabemos o pH e podemos dizer se é um ácido ou base.	Mantemos nossa resposta anterior, nossa hipótese foi confirmada.
4. Foram observadas mudanças de cores ao adicionar o suco de repolho roxo. Como vocês explicam essas mudanças de cores?	O repolho roxo reage com os materiais e os materiais com o repolho alterando suas composições químicas, o que leva a mudanças de cores.	O suco de repolho é um indicador. Ele tem uma substância que reage por ionização com os materiais e altera sua composição química, logo nossa hipótese foi confirmada.

Fonte: Dados da pesquisa

Apesar dos esforços do professor em esclarecer o que deveria ser abordado nas reflexões do grupo sobre os conhecimentos adquiridos com a atividade, tanto científicos quanto os procedimentos para alcançar esse conhecimento, cada grupo compreendeu de maneira distinta. Conseqüentemente, o propósito dessas reflexões foi alcançado em alguns grupos, mas não em outros. A intenção do professor pesquisador era observar se nessas reflexões, de maneira mais aberta, haveria evidências de que os conceitos científicos foram aprendidos e se os estudantes mencionariam atividades científicas de alguma maneira.

Na figura 1 os alunos do grupo 4 apresentaram um quadro com as respostas do levantamento de hipóteses e do posterior teste, além das questões. O quadro foi considerado bem estruturado uma vez que apresentou os dados solicitados, porém não houve reflexão sobre os dados alcançados, mas apenas uma cópia das respostas que estavam no roteiro escrito entregue ao professor.

Figura 2 - Apresentação em Word do Grupo 4: Quadro 2

Questão	Ideias incorretas e / ou incompletas que apareceram na etapa das hipóteses, assim como as hipóteses que foram confirmadas pelos conceitos científicos encontrados.		
	Incorretas	Incompletas	Confirmadas
Questão 3	-----	Não sabíamos que o repolho roxo era um indicado	Estimar o caráter pelo pH por meio do ponto de viragem
Questão 4	-----	Não sabíamos que o repolho roxo era um indicador, nem o tipo de reação, nem a presença da substância	Reação química que altera a composição do indicador

Fonte: Dados da pesquisa

Na Figura 2 os estudantes fizeram três colunas para apresentar suas hipóteses, a primeira chamada de incorretas, a segunda de incompletas e a terceira de confirmadas. Embora houvesse erros iniciais nas hipóteses do grupo 4 eles não foram apontados no campo “Incorretas”. Já no segundo campo eles informaram que não possuíam conhecimentos de alguns fatores importantes para a determinação de uma resposta completa, mesmo com todas as ferramentas disponíveis no roteiro para obtenção desses conhecimentos. Em relação ao terceiro campo os discentes apresentaram suas hipóteses que foram confirmadas após a leitura do texto.

Para o Quadro 2 notamos uma reflexão sobre o levantamento de hipóteses. No entanto, os alunos não desenvolveram suas reflexões de todo o processo de construção de suas hipóteses. Destacaram que cometeram equívocos ao formular hipóteses devido não estarem completas e expressaram dúvidas durante essa etapa em relação aos argumentos que embasaram suas teses. Isso pode ser uma evidência de que os alunos consideraram significativo o trabalho com os procedimentos da atividade científica, o que para o professor foi considerado satisfatório e um sinal de que a atividade com abordagem investigativa realmente teve impacto significativo nos alunos.

No que diz respeito às aprendizagens podemos perceber aquela do tipo atitudinal quando os alunos colocam os verbos no plural demonstrando respeito pelo trabalho realizado em grupo. Notamos a aprendizagem processual, uma vez que relatam acontecimentos que influenciaram a jornada do grupo em direção ao conhecimento.

5.9. Sistematização do conhecimento: 6ª aula

Nesta fase final da sequência de atividades, foi um momento de sistematização dos conhecimentos. Para tanto, os alunos de cada grupo apresentaram seu trabalho e suas respostas aos outros grupos da turma. Apesar de os alunos serem responsáveis pela apresentação, o professor realizou algumas intervenções. Foi a oportunidade de esclarecer dúvidas ou corrigir equívocos, ensinar aos colegas os conhecimentos construídos em grupo e aprender com o que os colegas desenvolveram.

O engajamento dos alunos nessa atividade foi altamente produtivo. Contudo, devido à localização do gravador, apenas as falas do professor, dos alunos que estavam apresentando e de alguns alunos que estavam mais à frente puderam ser transcritas. As discussões durante essa aula foram importantes devido ao interesse e grande participação de todos.

Os alunos apresentaram de forma espontânea, contando com o recurso de ter o quadro reproduzido pelo retroprojetor. Eles compartilharam com os colegas todo o processo percorrido, as questões que apareceram e os conhecimentos construídos ao buscar respostas para as questões propostas no roteiro. Agora, vejamos o trecho da apresentação do aluno que representou o grupo 4:

Yara: Nosso grupo inicialmente teve muitas dúvidas para responder as questões 3 e 4. Então, a gente não teve muita certeza, nós tivemos muita dúvida para responder as duas. A gente foi lendo o roteiro e tentando entender a tabela para supor alguma coisa. Aí a gente teve que pedir uma dica para o professor, mas ele só dava pistas e não ajudava tanto, acabou que discutindo lá, a gente entendeu como que a tabela funciona e colocamos essas respostas aqui. Nas duas, a 3 e 4, achamos que fomos bem porque depois que lemos o texto vimos que a resposta não estava completinha, mas tava tudo encaminhado. Mas como era para tentar fazer uma resposta foi de boa, porque não tinha aquela coisa de prova e tal que tem que acertar para ganhar os pontos, aí foi menos tenso para mim pelo menos. A gente concluiu que estimamos a acidez e o básico pelo ponto de viragem do indicador e que a solução muda de cor porque ocorre uma reação no repolho, em uma substância específica, que muda a estrutura dela e então altera a cor das coisas.

Na apresentação da Yara, as evidências de aprendizagem atitudinal foram notavelmente evidentes, uma vez que ele consistentemente usava verbos de ação no plural, indicando a participação de todos os colegas do grupo na discussão, demonstrando assim respeito pela contribuição de todos na construção das ideias apresentadas.

Embora tenha havido poucos e breves momentos em que os alunos trocaram comentários entre si, durante a maior parte da discussão, suas atitudes demonstravam claramente a aprendizagem atitudinal. Eles demonstravam grande interesse no que seus colegas estavam apresentando, considerando atentamente suas contribuições para enriquecer seus próprios conhecimentos sobre o tema. Além disso, aguardavam o momento apropriado para levantar a mão e contribuir com comentários ou perguntas.

Neste trecho, a Yara menciona as ações executadas pelo grupo durante a atividade, descrevendo etapas característicos da cultura científica, como a formulação de hipóteses com base nas discussões do grupo e a posterior verificação delas por meio da leitura do texto. Essas atitudes evidenciam um tipo de aprendizagem processual.

Pudemos notar manifestações de possíveis aprendizagens atitudinais, procedimentais e conceituais em diversas fases, como já mencionado. Torna-se essencial que o professor utilize uma variedade de abordagens para incentivar essas formas de conhecimento, já que, conforme destacado por Carvalho (2013), elas nem sempre são tão evidentes em sala de aula.

Dois pontos importantes são percebidos no trecho acima, a sistematização do conhecimento e a liberdade nas propostas de soluções. O primeiro diz respeito à capacidade de sistematização do conhecimento apresentado pelo grupo 4. A aluna Yara não ficava olhando a apresentação para ler as respostas para as questões, no entanto organiza as ideias construídas pelo seu grupo e estruturava uma conclusão do grupo para a turma. Relativo ao segundo ponto, percebemos uma liberdade no grupo 4 para propor soluções ao problema, uma das características marcantes na alfabetização em ciências. Uma vez que são concedidas oportunidades para levantar hipóteses, ideias e questões, tentar propor soluções e comunicação com os colegas. Isso está em consonância com Carvalho (2018). A autora chama essa liberdade de “grau de liberdade”, o que é considerado como um dos pontos fundamentais na alfabetização em ciências ao permitir um ambiente seguro para que os alunos se sintam confortáveis para sugerir possibilidades e propor respostas.

Após as apresentações dos alunos, o professor sempre interagiu para garantir que os alunos não deixassem de perceber nenhum ponto do trabalho dos colegas. Sempre chamando a atenção para que se percebessem o percurso trilhado por cada grupo para levantar as hipóteses e depois testá-las. Também evocava os estudantes

a refletirem sobre as ideias dos outros grupos na tentativa de solucionar as questões. Interessante perceber que os alunos estavam curiosos para saber as respostas dos colegas e prestaram bastante atenção na apresentação de cada grupo.

Em sua intervenção o professor buscou esclarecer de forma precisa para os alunos o objetivo das questões. O professor também se certifica de que, apesar da participação intensa e entusiasmo dos alunos, a discussão mantenha a organização, solicitando que levantem a mão e falem um de cada vez. Os trechos que envolvem a intervenção do professor e a participação conjunta dos estudantes ficaram inaudíveis e não foram transcritos. No entanto, o professor buscou deixar claro ao final das apresentações a resposta considerada correta cientificamente para as questões propostas.

Nas anotações do caderno de bordo foi possível perceber a dificuldade dos alunos em entender que o repolho roxo funciona como indicador, o que significa ponto de viragem, como uma substância pode alterar sua composição (falta de entendimento de reações químicas) e como os sistemas apresentam cores diferentes. Apresentaram, ideias animalistas sobre os ácidos e bases. Houve uma preocupação por parte do professor em discutir esses principais pontos de dúvida para que os alunos tivessem uma explicação para as dúvidas percebidos pelo professor.

Foi selecionado um trecho de intervenção do professor sobre a dúvida dos alunos em relação às reações químicas e as mudanças de cores. Observe a seguir:

Professor: vocês conseguem falar para mim quais são as evidências de uma reação? ..Reação química, tá?

Léo: tipo o que acontece?

Professor: existe algo que você consegue observar, perceber em um sistema que mostra a evidência de uma reação química, nesse sentido, entendeu?

Léo: acho que uma mudança, né?!

Professor: isso, então...?

Yara: Fessor, a mudança da cor que a gente viu no experimento.

Professor: é verdade e existem outras evidências também, vocês conseguem me falar mais alguma?

Léo: cheiro diferente, pode ser?

Professor: pode ser. Outras que podemos citar são liberação de gás por meio de bolhas, liberação de luz, liberação de calor, alteração da textura, precipitação de sólidos. Mas assim, vamos focar na evidência de mudança de cor que nós vimos no experimento do repolho roxo. Quando nós adicionamos o repolho roxo nos materiais ocorreram mudanças de cor, não foi? Então podemos afirmar que houve uma reação?

Yara: sim.

Professor: com certeza. E por acontecer a reação química a composição da matéria varia ou permanece a mesma?

Vários alunos: varia.

Professor: isso, muito bom, é a diferença entre um fenômeno químico e físico que vocês já estudaram. Um fenômeno químico ocorre com alteração na

composição química da matéria, já o físico não tem alteração da composição química da matéria.

Professor: Vocês viram que no repolho tem em sua estrutura pigmentos denominados antocianinas que sofrem reações químicas de ionização. Abre para mim, hamm, na Figura 3 do roteiro. Vamos lá todo mundo.

Professor: Vocês estão vendo a variação de estrutura da antocianina de acordo com o pH do meio?

Alguns alunos: sim.

Professor: então, quando a substância reage com materiais de diferentes pH, ocorre uma reação de ionização que altera a estrutura química da antocianina, fazendo com que ocorra as mudanças de cores que observamos no experimento.

Além de elucidar os conhecimentos necessários para responder às questões, o professor também aproveitou o momento para revisitar as dificuldades identificadas em outras etapas da SEI. No trecho acima, são abordados conceitos nos quais os alunos demonstraram confusões/dificuldades em suas definições desde as primeiras atividades. Portanto, aproveitou-se a oportunidade para esclarecer várias dúvidas.

A discussão que ocorreu durante a sistematização dos conhecimentos, com o intuito de esclarecer os conceitos envolvidos, demanda do professor a capacidade de, após observar o progresso dos estudantes nas etapas anteriores, reunir e abordar os conhecimentos necessários. Isso pode permitir que os alunos consolidem o aprendizado dos conceitos, termos e processos que foram foco das atividades da SEI.

Podemos notar que as atividades aplicadas desempenharam um papel crucial no fomento do pensamento investigativo e questionador. Como destacado por Sasseron e Carvalho (2008), essa meta pode ser alcançada quando os alunos têm a oportunidade de construir seus próprios conhecimentos científicos, formulando hipóteses, organizando seu pensamento científico e procurando respostas para problemas e explicações para os fenômenos da natureza.

Carvalho (2018) ao analisar um conjunto de pesquisas sobre o ensino, aprendizagem e formação de professores fundamentado nas atividades investigativas, obteve resultados semelhantes a esta pesquisa. Durante a resolução dos problemas, os alunos demonstravam habilidade para levantar hipóteses, explicar fenômenos, relacionar variáveis, apresentar os raciocínios hipotético dedutivo e chegar a explicações, construindo relações compensatórias de aprendizagem.

Os resultados desta pesquisa também estão em linha com Afonso (2011), que procurou analisar os indicadores de alfabetização científica (Sasseron, 2008) que os alunos alcançaram em uma das SEI. Em aulas analisadas, Afonso encontrou os seguintes indicadores: explicação, levantamento de hipóteses, organização de

informações, explicação, levantamento de hipótese, raciocínio proporcional, seriação e organização de informações, explicação, previsão e justificativa.

Os resultados alcançados neste trabalho confirmam os estudos conduzidos por Sasseron e Carvalho (2008), os quais destacam que a construção do conhecimento a partir da abordagem de problemas contextualizados, presentes no dia a dia dos alunos, é fundamental para o desenvolvimento de suas habilidades e apontam para uma abordagem promissora no ensino de Ciências, visando à obtenção de conhecimentos científicos. A SEI utilizada para guiar as atividades deste estudo é considerada por Carvalho (2013) uma ferramenta interessante para as aulas de Ciências, pois o professor pode conduzir os alunos ao desenvolvimento intelectual e proporcionar-lhes uma interação direta com a linguagem científica.

Em consonância com as perspectivas de Santos (2016), este estudo sugere que um ensino de Ciências fundamentado em uma prática contextualizada, problematizadora, dialógica e interdisciplinar promove a formação de alunos com uma visão holística, integrando seus valores e conhecimentos adquiridos para que possam não apenas dominar a linguagem e as habilidades científicas, mas também cultivar uma postura de questionamento constante sobre a produção científica, o papel da ciência e sua própria identidade como cidadão.

As atividades realizadas em sala de aula com o objetivo de aproximar o aluno da prática científica são discutidas por Carvalho (2018), que identifica certas atitudes do trabalho docente que contribuem de forma concreta para a compreensão dos aspectos do conhecimento científico em sala de aula. Concordamos com a autora ao considerar que o professor, ao mediar situações de aprendizagem, como as atividades investigativas utilizadas nesta pesquisa, cria um ambiente favorável para a aprendizagem. Em sua função, o professor orienta o levantamento de hipóteses, os testes dessas hipóteses, a reformulação de ideias e a observação de variáveis através de atividades investigativas.

Os resultados identificados nesta pesquisa confirmam as considerações de Carvalho (2013) em relação à estrutura e implementação da Sequência de Ensino Investigativo (SEI), ao oferecer oportunidades para os alunos expressarem suas ideias sobre os problemas e compará-las com as de seus colegas. Isso possibilita ao professor analisar as atitudes e os procedimentos dos estudantes.

Os resultados obtidos neste estudo estão em consonância com as ideias de Santos (2016), que defende que a prática de atividades investigativas no ensino de

Ciências, assim como a utilização de sequências de ensino investigativas para viabilizar essas atividades, contribuem significativamente para diferenciar o modelo de ensino tradicional. Isso proporciona ao aluno, por meio de uma abordagem metodológica inovadora, novas formas de aprendizado, valorização dos conceitos prévios e a formação de um cidadão com senso crítico e participativo na sociedade.

Como observado por Sasseron (2015) a adoção do ensino por investigação com o uso da SEI como abordagem pedagógica ressalta o papel do professor como facilitador da discussão para levantamento de hipóteses e intermediário na resolução de problemas. É relevante salientar que, ao longo das etapas das atividades, pudemos observar por meio da avaliação processual e atitudinal a efetiva transformação conceitual e a aproximação com a cultura científica, elementos essenciais no ensino por investigação.

Como já mencionado, este estudo foi fundamentado nas perspectivas sugeridas por Carvalho (2013) e Aguiar Jr (2005), adaptadas conforme as características específicas da escola e da turma pesquisada. Nesse contexto, os resultados apresentados enfatizam a relevância da utilização dessa ferramenta no processo de aprendizagem no ensino de ciências para uma variedade de conteúdos, destacando especialmente as funções inorgânicas e ácidos e bases.

Em relação às aprendizagens processuais e atitudinais, vinculamos os momentos que evidenciaram tais aprendizagens com o intuito de estruturar nossas discussões sobre as contribuições da sequência para a familiarização dos alunos com os processos e atitudes característicos da cultura científica (Quadros 4 e 5).

Quadro 4 – Evidências de aprendizagem processual

Aprendizagem processual	
Ações e processos próprios da ciência – Deve-se observar se o(s) aluno(s):	Momentos selecionados pelo pesquisador como evidências de aprendizagem processual
- Discute(m) buscando ideias que servirão de hipóteses e as testam	- Durante a problematização do significado de uma solução ser ácida ou básica, durante a busca por respostas às questões, os alunos formularam diversas hipóteses, cada um contribuindo com seus argumentos e fundamentos para suas teorias. Posteriormente, essas hipóteses foram testadas por meio da leitura do texto. - Na problematização sobre a mudança de cor das soluções os alunos levantam hipóteses por meio de discussões e as testam pela leitura do texto.
- Descrevem as ações observadas	- Ao discutirem sobre o experimento do repolho roxo, citaram várias ações e fenômenos observados. - Em ambas as ocasiões em que a sistematização dos conhecimentos foi apresentada, os alunos se esforçaram para descrever todas as ações observadas aos colegas.
- Relaciona(m) causa e efeito	- Essa relação de causa e efeito foi realizada pelos estudantes do grupo 4, ao responderem que a mudança de cor da solução ocorreu devido uma reação química.
- Explica(m) o fenômeno observado	- Durante a apresentação do experimento, na sistematização dos conhecimentos, os alunos que se voluntariaram expuseram todos os detalhes observados pelo grupo para os colegas de turma.
- Relata(m) por meio de texto e/ou argumentação, a sequência das ações realizadas e as relações existentes entre as ações e o fenômeno investigado	- Na sistematização dos conhecimentos, os alunos que foram à frente descreveram as ações realizadas por seu grupo para a construção das hipóteses e em que se fundamentaram para isso. - Ao organizarem os dados no formato de tabela, os alunos destacaram as ações e etapas características do método científico.

Fonte: Adaptada de Carvalho (2013).

Quadro 5 – Evidências de aprendizagem atitudinal

Aprendizagem atitudinal	
Ações e processos próprios da ciência – Deve-se observar se o(s) aluno(s):	Momentos selecionados pelo pesquisador como evidências de aprendizagem atitudinal
- Colabora(m) entre si na busca da solução do problema	<p>- Nos dois momentos de levantamento de hipóteses, os integrantes do grupo colaboraram uns com os outros para construção das ideias e conclusões.</p> <p>- Durante o teste de hipóteses, os membros do grupo compartilharam seus conhecimentos, ideias e argumentos para contribuir com a construção das respostas às perguntas.</p>
- Espera(m) a vez de falar	<p>- Na apresentação da sistematização dos conhecimentos, a hora de falar e de ouvir foram respeitadas pelos estudantes durante toda a apresentação/discussão.</p> <p>- Durante a exposição das conclusões dos grupos sobre as questões abordadas na problematização, os alunos aguardavam o momento oportuno para comentar ou fazer perguntas, levantando a mão quando necessário.</p>
- Presta(m) atenção e considera(m) a fala do colega	<p>- Durante a sistematização dos conhecimentos, os estudantes demonstraram grande atenção às contribuições dos colegas. Eles formulavam perguntas e levavam em consideração as opiniões dos colegas para enriquecer sua própria compreensão.</p> <p>- Durante as problematizações, enquanto buscavam as respostas para as questões, os alunos ouviam e debatiam as ideias e argumentos apresentados por cada membro do grupo para formular as hipóteses.</p> <p>- Na apresentação das tabelas construídas sobre as questões da problematização, os alunos procuraram nas falas dos colegas conhecimentos que os auxiliassem na compreensão dos conceitos científicos em questão.</p>
- Escreve(m) os verbos de ação no plural mostrando o respeito pelo trabalho realizado em grupo	<p>- Na apresentação da sistematização dos conhecimentos, os alunos que foram à frente utilizavam os verbos no plural.</p> <p>- Na apresentação dos roteiros não experimentais, os alunos usaram sempre palavras no plural, demonstrando a contribuição de todos os membros do grupo para as discussões e o respeito às ideias que desenvolvidas na elaboração das conclusões do grupo.</p>

Fonte: Adaptada de Carvalho (2013).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação desta sequência didática nos fez notar que os alunos do Ensino Médio se engajaram nas investigações e discussões propostas. As argumentações desenvolvidas durante as atividades em sala de aula foram significativamente satisfatórias, indo além de simples afirmações, explicações e frequentemente incluindo justificativas e julgamentos fundamentados.

As discussões incentivaram os alunos a empregar habilidades características da cultura científica. Isso evidencia que os alunos envolvidos nessas discussões estão progredindo no processo de Alfabetização Científica, indicando que as aulas analisadas nessa pesquisa os introduziram em discussões típicas das Ciências. Outro ponto importante foi que as atividades propostas desencadearam discussões que permitiram aos alunos estabelecer conexões entre os conhecimentos científicos e os seus conhecimentos prévios.

A utilização da abordagem didática do ensino por investigação nos parece altamente benéfica para promover uma cultura híbrida, a cultura científica escolar. Essa cultura possibilita que a argumentação, seguindo a forma e estrutura do trabalho científico, seja evidenciada e destaque o progresso dos alunos na preparação e integração na sociedade em que vivem, compreendendo e identificando seus desafios e colaborando para resolvê-los.

O ensino por investigação, conforme proposto na abordagem didática desta pesquisa, se destaca por ser uma atividade iniciada pelo professor. No entanto, sua efetiva realização depende das interações entre professor, alunos, ferramentas e informações disponíveis. Portanto, o papel dos estudantes no ensino por investigação é fundamental. O envolvimento dos alunos com as propostas do professor pode converter uma simples tarefa escolar em uma oportunidade de aprendizado sobre conceitos e sobre ciências.

Ao explorar situações-problema por meio de investigação em sala de aula, acreditamos que os alunos têm a oportunidade de desenvolver liberdade e autonomia intelectual. Ao adotar essa abordagem de atividades nas aulas de Ciências, percebemos que os alunos estão progredindo na Alfabetização Científica, uma vez que atitudes críticas, sociais, relacionais e objetivas podem ser aplicadas e podem contribuir para a aprendizagem de conceitos científicos.

Os resultados obtidos destacaram as principais dificuldades dos alunos na compreensão dos conceitos científicos abordados no tema estudado, além de alguns conhecimentos adquiridos ao longo das aulas. Em diversas fases da SEI, identificamos manifestações de conteúdos atitudinais, processuais e científicos que nos levaram a concluir que houve uma aprendizagem vinculada à cultura científica.

Nesse processo, não somente os conhecimentos curriculares podem ser abordados, mas também elementos relacionados às aprendizagens processuais e atitudinais. Entendemos que o método de avaliação utilizado foi eficaz, pois valorizou a aprendizagem dos alunos em relação aos procedimentos próprios da atividade científica e às atitudes adotadas por eles durante as tarefas propostas. Observamos que é viável estabelecer uma aproximação entre a ciência escolar e a ciência acadêmica ao analisarmos esses procedimentos e atitudes. Acreditamos que essa metodologia de avaliação é de grande importância para a formação integral do aluno e que ela deve ser integrada como uma ferramenta de avaliação inovadora em relação às conceituais às quais estamos habituados.

Considerando que nossa meta é propor uma Sequência de Ensino Investigativa sobre ácidos e bases que possa servir de modelo para outros educadores do ensino básico, podemos concluir, com base nas discussões apresentadas nesta pesquisa, que estamos muito próximos de alcançar esse objetivo. Após a leitura das referências de Carvalho (2013) e Aguiar Jr (2005) elaboramos uma SEI utilizando diferentes recursos, como as atividades teóricas, atividades experimentais, leitura de textos e apresentações. Conduzimos diversos testes que resultaram em ajustes enriquecedores em nossas atividades em cada fase. Assim, acreditamos que a abordagem investigativa empregada neste trabalho atingiu efetivamente nossas expectativas no ensino dos conhecimentos relativos a ácidos e bases.

Nesse sentido, este estudo reitera a relevância e evidencia as potenciais contribuições para o progresso e aprimoramento do ensino de Ciências, especialmente no contexto da química inorgânica, com ênfase na construção de conceitos sobre ácidos e bases por meio da SEI empregada. Sendo, portanto, uma alternativa de aquisição de conhecimentos científicos frente ao ensino tradicional.

Assim, dentro do contexto do ensino de Ciências por investigação, as atividades incluídas na sequência investigativa seguida, com o objetivo de promover a proximidade com a prática científica por meio de processos e atitudes, podem ser empregadas pelos professores. Essas atividades têm o potencial de tornar as aulas

mais dinâmicas, motivadoras e interessantes, contribuindo efetivamente para a construção do conhecimento científico pelos alunos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Afonso, A. M. (2011). Alfabetização Científica dos alunos e as ações do professor que corroboram com este processo. (Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade de São Paulo, São Paulo.

ANDRÉ, Marli; PRINCEPE, Lisandra. O lugar da pesquisa no Mestrado Profissional em Educação. *Educar em Revista*, p. 103-117, 2017.

AULER, D; BAZZO, W. A. Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. *Ciência & Educação*. v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.

BRAGA, Selma AM; MORTIMER, Eduardo F. Os gêneros de discurso do texto de biologia dos livros didáticos de ciências. *Revista brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 3, n. 3, 2003.

BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. *Investigação qualitativa em educação*. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BYBEE, R.W.; DEBOER, G.E. Research on Goals for the Science Curriculum. In: GABEL, D. L. (ed.). *Handbook of Research in Science Teaching and Learning*, New York:McMillan, 1994.

BRASIL, MEC/SEF. *Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências Naturais*. 1a a 4a séries, 2000.

CAMPOS, R. C. e SILVA, R. C. Funções da química inorgânica...funcionam? *Química Nova na Escola*, n. 9, p. 18- 22, 1999.

CARVALHO, A. M. P.; TINOCO, S. C. O Ensino de Ciências como enculturação. Formação e autoformação: saberes e práticas nas experiências dos professores. São Paulo: Escrituras, p. 251-255, 2006.

CARVALHO, A. M. P. de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 18(3), p. 765–794, 2018.

CICILLINI, Graça. Aparecida. A prática dos professores de Biologia e a simplificação de conteúdos. In: *Ensino em RE-Vista*. Uberlândia, v. 9, n° 1, p. 41-58, abril, 2002.

CROS, D., MAURIN, M., AMOUROUX, R., LEBER, J., FAYOL, M. Conceptions of first-year university students of the constituents of matter and the notions of acids and bases. European Journal of Science Education, v. 8, n. 3, p. 305-313, 1986.

DA COSTA RAMOS, Luciana Bandeira; DA SILVA ROSA, Paulo Ricardo. O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. Investigações em Ensino de Ciências, v. 13, n. 3, p. 299-331, 2008.

DELIZOICOV, D. Ensino de Física e a concepção freiriana de educação. Revista de Ensino de Física, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.

DRIVER, R. et al. Constructing scientific knowledge in the classroom. Educational researcher, v. 23, n. 7, p. 5-12, 1994.

El-Hani, C. N., Mortimer, E. F., e Scott, P. H. Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. *Tecné, Episteme y Didaxis*, v.1, n. 30, p. 111-125, 2011.

FIALHO, Nadia Hage; HETKOWSKI, Tânia Maria. Mestrados Profissionais em Educação: novas perspectivas da pós-graduação no cenário brasileiro. *Educar em Revista*, p. 19-34,

FLEMING, R. Literacy for a Technological Age. *Science education*, v. 73, n. 4, p. 391-404, 1989.

FOUREZ, G., “Crise no Ensino de Ciências?”, *Investigações em Ensino de Ciências*, v.8, n.2, 2003.

FOUREZ, G. Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Colihue, 1997.

GATTI, Bernadete Angelina. Algumas considerações sobre procedimentos metodológicos nas pesquisas educacionais. *ECCOS–Revista Científica*, v. 1, n. 1, p. 63-80, 2014.

HAND, B.M. e TRESGUST, D.F. Application of a conceptual conflict teaching strategy to enhance student learning of acids and bases. *Research in Science Education*, n. 18, p. 53-63, 1998.

HETKOWSKI, Tânia Maria. Mestrados profissionais educação: políticas de implantação e desafios às perspectivas metodológicas. *Plurais Revista Multidisciplinar*, v. 1, n. 1, 2016.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. Ensino de ciências e cidadania. São Paulo: Moderna, 2004.

LAUGKSCH, R.C. Scientific Literacy: A Conceptual Overview, *Science Education*, v.84, n.1, p. 71-94, 2000.

LIMA, M. E. C.C.; AGUIAR JR, O.; DE CARO, C.M. Formação de conceitos científicos: reflexões a partir da produção de livros didáticos. *Ciênc. Educ.*,v.17, n.4, p.855-871, 2011.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, n. Extra, p. 1-4, 2005.

MARÇO, P. H.; POPPI, R. J. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presente em extratos naturais. *Química Nova*, v. 31, n. 5, 2008.

MARTINS, I. Alfabetização científica: metáfora e perspectiva para o ensino de ciências. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Curitiba, Anais [...], 2008.

MEC, Ministério da Educação (2017). *Base Nacional Comum Curricular*, Brasília: Secretaria da Educação Básica.

MILLER, J. D. Scientific Literacy: a conceptual and empirical review. *Daedalus*, 112 (2), p. 29-48, 1983.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. A Linguagem em uma Aula de Ciências. *Presença Pedagógica*, v. 2, n. 11, p. 49-57, 1996.

MORTIMER, E. Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 1, p. 36-59, 2002.

MORTIMER, E. F., & Scott, P. H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead, UK: Open University Press.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. *Química: Ensino Médio*. 2. ed. v.3 São Paulo: Scipione, 2013. p.323-325.

MUNBY, H., ROSS, B;. Concept mapping and misconceptions: a study of high-school students' understandings of acids and bases. *International journal of science education*, v. 13, n. 1, p. 11-23, 1991.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

PAULA, H. F.; LIMA, MECC. Formulação de questões e mediação da leitura. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 429-461, 2010.

RAMSEY, J. The science education reform movement: implications for social responsibility. Science Education, v. 77, n. 2, p. 235-258, 1993.

RIBEIRO, T. V.; GENOVESE, L. G. R. O emergir da perspectiva de Ensino por Pesquisa de Núcleos Integrados no contexto da implementação de uma proposta CTSA no Ensino Médio. Ciência & Educação (Bauru), v. 21, n. 1, p. 1-29, Mar. 2015.

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

SALES, Márcea Andrade. Prefácio. In: DALLA CORTE, Marilene Gabriel; LUNARDI, Elisiane Machado (org). Pesquisa aplicada e implicada: políticas e gestão da educação básica e superior- volume 1. Pimenta Cultural, 2021.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica na Perspectiva de Letramento como Prática Social. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, 12(36), 474-492, 2007.

SANTOS, R.A. O desenvolvimento de Sequências de Ensino Investigativas como forma de promover a Alfabetização Científica dos alunos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação). 2016. 57 f. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilheus, 2016.

SASSERON, L. H. (2008). Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. (Tese de Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo/SP.

SASSERON, L. H., CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, V. 13(3), p. 333- 352, 2008.

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 2018.

SILVA, Ana Lúcia Gomes da; SÁ, Maria Auxiliadora Ávila dos Santos; NUNES, Jacy Bandeira Almeida. A pesquisa nos mestrados profissionais em educação. *Interação-Revista de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 20, n. 2, p. 143-161, 2018.

TEIXEIRA, F. M. fundamentos teóricos que envolvem a concepção de conceitos científicos na construção do conhecimento das ciências naturais. *Revista Ensaio*. v.8, n.2, p.146-156, 2006.

WENZEL, J. S. MALDANER, O. A prática da escrita e reescrita em aulas de química. *QUÍMICA NOVA NA ESCOLA*, v. 36, n. 4, p. 314-320, 2014.

WENZEL, J. S. et al. A prática da leitura no ensino de química: modos e finalidades de seu uso em sala de aula. *ACTIO: Docência em Ciências*, v. 3, n. 2, p. 98-115, 2018.

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZAPP, Eduardo et al. Estudo de Ácidos e Bases e o Desenvolvimento de um Experimento sobre a “Força” dos Ácidos. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 4, p. 278-284, 2015.

ANEXO

Anexo I



Manual do aluno

SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA SOBRE ÁCIDOS E BASES

Filipe Pedrosa Barbosa

Andréa Horta Machado

APRESENTAÇÃO

Caro (a) aluno (a),

Temos a satisfação de colocar apresentar este material preparado de maneira especial para sua aprendizagem.

Apresentamos um roteiro de atividades para que você conheça sobre substâncias ácidas e básicas. Essas atividades podem lhe ajudar no processo de aprendizagem, pois te convidam a participar da construção de conceitos científicos e desenvolver habilidades importantes para sua formação integral.

A abordagem utilizada nessa sequência de aulas tem o potencial de conduzi-lo (a) na busca por significados de conceitos científicos desenvolvidos nas aulas de Ciências.

Esperamos que nos momentos vivenciados em sala de aula aconteçam trocas de experiências e que você possa refletir sobre as possibilidades de investigação e de construção do saber acerca dos conhecimentos químicos importantes para sua formação. Conhecer os tipos de funções inorgânicas e suas aplicações, nos permite fazer escolhas conscientes que podem interferir no nosso cotidiano.

Você receberá instruções destinadas às atividades a serem desenvolvidas em cada aula. Siga-as atentamente.

AULA 1**ATIVIDADE 1: As frutas e a Química.****OBJETIVO GERAL**

Degustar as frutas e relacionar o sabor com acidez/basicidade; Introdução aos conhecimentos científicos sobre ácidos e bases; Aproximação com as atividades científicas.

1º momento

1. Você vai degustar algumas frutas e preencher o Quadro 1 marcando com um X o sabor de cada uma.

Quadro 1. Sabores das frutas

Fruta	Sabor azedo	Sabor adstringente
Laranja		
Abacaxi		
Maçã		
Banana		
Limão		
Morango		

2. Responda por escrito as questões a seguir para refletir sobre as relações entre o sabor e as características ácidas e básicas das frutas.

2.1 - **INDIQUE** o nome das frutas que provocaram salivação durante a degustação.

2.2 - INDIQUE o nome das frutas que durante a degustação provocaram a sensação de trava na língua.

2.3 – A partir do sabor é possível identificar quais as frutas são ácidas ou básicas? Justifique.

2º momento:

Leia o texto a seguir:

Salgado, doce, ácido, adstringente e amargo: esses são os sabores que sentimos na superfície da língua, onde principalmente se encontram os nossos receptores sensoriais. Existem diversas classes de substâncias químicas presentes nos alimentos que são responsáveis por esses gostos.

Nesta primeira atividade notamos que existe uma relação entre o sabor das frutas e sua acidez ou basicidade: frutas ácidas têm sabor azedo e frutas básicas são adstringentes. **Mas, o que realmente significa dizer que um alimento, uma substância ou uma solução é ácida ou básica?**

Levante hipóteses para responder à pergunta anterior. Leia o texto a seguir para entender o que é uma hipótese.

Hipóteses: São proposições de explicações provisórias testáveis para questões ou fenômenos. A interpretação antecipada deve ser ou não confirmada.

Procure fundamentar suas hipóteses nos conhecimentos que os integrantes do grupo possuem sobre a nutrição humana. Nesta etapa é possível que as teses levantadas não estejam corretas ou que parte delas contenham erros. O intuito dessa atividade não é escrever respostas totalmente corretas e sim observar os conhecimentos que precisam ser buscados.

É muito importante que não haja consulta em nenhum material nessa etapa. Por isso, além de apresentar a hipótese, você deve apresentar os argumentos que o levaram a essa conclusão, podendo ser pautados em conhecimentos científicos adquiridos na escola ou em outras fontes, assim como também em conhecimentos populares.

Em uma folha de caderno à parte, de acordo com seus conhecimentos, redija um texto para responder à questão: **o que realmente significa dizer que um alimento, uma substância ou uma solução é ácida ou básica?**

Descreva todo seu conhecimento sobre o assunto ácido e bases. Procure citar as informações já ouvidas no cotidiano. Procure descrever também suas dificuldades e dúvidas acerca desse assunto. Você terá 15 minutos para redigir o texto e deverá entregá-lo para avaliação dos seus conhecimentos prévios.

AULA 2

Na aula anterior foi produzido um texto em resposta à pergunta: **o que realmente significa dizer que um alimento, uma substância ou uma solução é ácida ou básica?** Agora iremos retomar essa pergunta por meio da leitura de um texto e posterior reflexão.

Nesta etapa usaremos a leitura do texto para buscar os conhecimentos científicos que comprovarão, contestarão ou completarão as hipóteses levantadas na aula anterior.

A mesma questão será respondida. As respostas podem ser completamente iguais, parcialmente iguais ou completamente diferentes. É extremamente importante que os argumentos usados para responder as questões, agora sejam totalmente fundamentados em conceitos científicos.

ATIVIDADE 2

1º momento

Leia o texto a seguir para responder à questão abaixo.

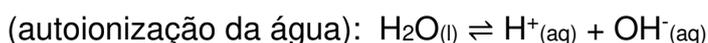
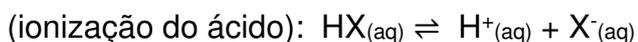
Mesmo sem ter a oportunidade de conhecer um laboratório de química, é provável que você possua conhecimentos sobre ácidos e bases. Por exemplo, você tomou um suco de limão ou um refrigerante recentemente? Se sim, você já teve certo

contato com soluções ácidas. E se você utilizou bicarbonato de sódio ou claras de ovos na cozinha, também está familiarizado com as substâncias básicas.

Você percebeu que algumas substâncias ácidas têm um gosto azedo e que algumas substâncias básicas, como sabão e hipoclorito, são escorregadias. Mas, o que realmente significa uma substância ser ácida ou ser básica?

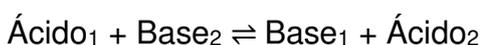
O conceito de ácido/base é apresentado na ciência por meio de diversos modelos explicativos baseados em teorias que surgiram ao longo do desenvolvimento histórico da ciência. Dentre eles podemos citar as teorias de Arrhenius, de Bronsted e Lowry e de Lewis.

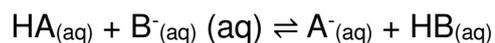
A teoria de Arrhenius pondera que ácido é toda substância que em água libera como cátion o hidrogênio (H^+) e base é toda substância que em água libera como ânion a hidroxila (OH^-). Uma das formas de classificar as soluções como ácidas ou básicas está relacionada às concentrações de íons hidrogênio presentes na solução em relação à água pura. Soluções ácidas apresentam concentração de H^+ , $[H^+]$, mais alta do que a água, enquanto soluções básicas (alcalinas) têm uma concentração mais baixa de H^+ . As limitações são que ácidos e bases ainda são considerados como substâncias e a teoria é limitada a água como solvente.



A escala de pH (potencial hidrogeniônico) foi introduzida a partir dessa teoria, pois a concentração de íons de hidrogênio de uma solução é expressa em termos de pH. A medida do pH, nessa teoria, se torna um parâmetro que define a acidez/basicidade das substâncias e materiais. Uma escala de pH é usada para separar, em uma faixa de 1 a 14, os comportamentos ácidos ($pH < 7$), básicos/alcalinos ($pH > 7$) e neutros ($pH = 7$).

A teoria de Bronsted e Lowry que afirma que ácidos e bases são moléculas ou íons, sendo que o ácido é um doador de prótons e a base, um receptor de prótons. Segundo o modelo, quando um ácido doa um próton (H), ele forma uma base, o que é denominado por par conjugado ácido/base. A transferência de um próton pode ser descrita em termos gerais como:





A teoria de Lewis considera o ácido como toda espécie química capaz de receber um par de elétrons e a base é aquela capaz de doar um par de elétrons. O foco está no conjunto de ligações formadas e não na transferência de elétrons, o que confere à teoria a capacidade de explicar mais reações químicas. O que também é sinalizado como uma limitação, já que a maioria das reações passam a ser vistas pela ótica de reações ácido/base. Por isso, atualmente, esse modelo é essencialmente utilizado na descrição de acidez e basicidade de compostos orgânicos.

Um ponto a ressaltar na conceituação de ácidos/bases diz respeito à consciência de que existem diferentes modos de pensar sobre ácidos e bases e que eles estão associados a contextos distintos e relacionais, nesse sentido a tendência tradicional de afirmar isto é ácido ou isto é básico pode não ser a melhor forma de pensar.

Uma possibilidade seria pensar no caráter ácido/básico a partir de condições estabelecidas e/ou de interações entre substâncias ou delas com o meio. Esse modo de refletir, denominado relacional, é representativo de uma compreensão mais complexa sobre o caráter ácido/base de substâncias quando considera as condições e interações nas quais essas substâncias se comportam como ácidos e bases, não sendo essa uma propriedade inerente delas. Não existem, assim, ácidos ou bases por si, mas algo é ácido ou básico em relação a alguma outra coisa. Um exemplo, seria pensar que um ácido pode se comportar como base dependendo do meio reacional, como é o caso do ácido clorídrico que se comporta como base na presença de superácidos.

Nesse sentido, devido a pluralidade de concepções, conceituar ácidos e bases é uma tarefa que gira em torno de uma tomada de consciência sobre os diferentes modos de pensar os conceitos e os contextos associados a eles. Sendo que um ou outro modo de pensar é acessado a depender do contexto e pergunta que se experiencia.

2º momento

Responda à questão a seguir novamente, considerando a leitura do texto acima.

O que realmente significa dizer que um alimento, uma substância ou uma solução é ácida ou básica?

3º momento

O terceiro momento desta aula é destinado a uma discussão para que você apresente seus questionamentos e conclusões acerca dos conceitos apresentados no texto redigido por você e no texto lido, junto ao professor e toda a turma.

AULA 3

ATIVIDADE 3: por que as soluções mudam de cor?

Nesta aula vamos realizar o experimento a seguir com o objetivo de responder à seguinte questão: por que as soluções mudam de cor?

Problema experimental: Investigando o caráter das Soluções do Cotidiano

Você vai precisar de:

- 10 copos plásticos transparentes
- 10 Conta-gotas
- 5 Espátulas
- liquidificador
- peneira
- Água

- Extratos de morango, abacaxi, laranja, maçã, limão e banana verde.
- Vinagre
- Detergente com amoníaco
- Repolho roxo
- Bicarbonato de sódio (NaHCO_3)
- Etiquetas e canetas

Em grupo realize o procedimento a seguir.

Procedimento

1. Para fazer um suco de repolho roxo bata um quarto de uma cabeça de repolho roxo com 1 litro de água no liquidificador. Peneire o suco.

2. Numere os copos de 1 a 9.

3. Coloque em cada copo aproximadamente 2 cm de altura das amostras de extratos de morango, abacaxi, laranja, maçã, limão e banana verde. Adicione 5 mL de água em cada uma delas por meio do conta-gotas (1 mL corresponde a aproximadamente 20 gotas).

4. Nos tubos que contém as soluções de vinagre, bicarbonato de sódio e detergente com amoníaco adicione aproximadamente 5 mL de água .

5. No copo de número 10 coloque apenas água.

6. Anote no Quadro 2 as cores de todas as soluções na coluna COR OBSERVADA ANTES.

7. Acrescente aos copos que contém extrato das frutas 10 gotas de suco de repolho roxo. Anote a cor observada na coluna COR OBSERVADA DEPOIS.

8. Faça o mesmo procedimento para as soluções de vinagre, bicarbonato de sódio, detergente com amoníaco e água. Anote a cor observada ANTES E DEPOIS da adição do suco de repolho roxo.

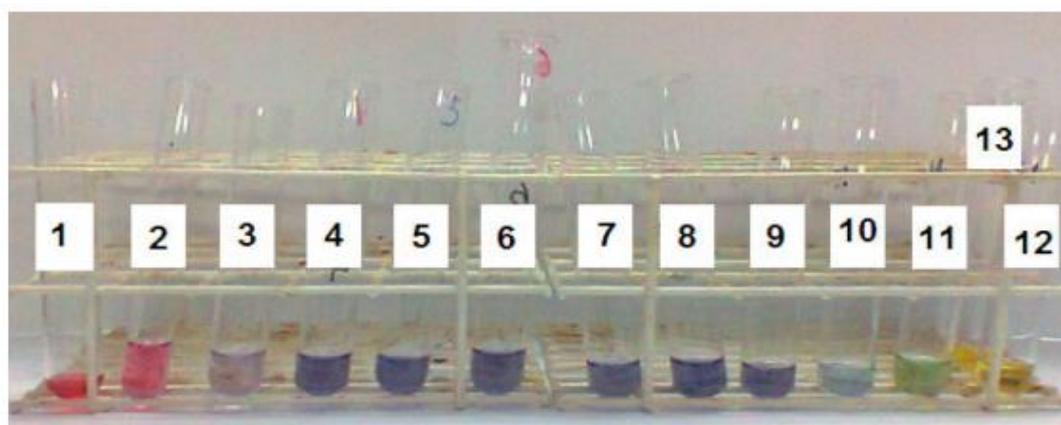
Quadro 2. Cores resultantes da mistura de reagentes

Copo	Materiais	Cor observada	
		Antes	Depois
1	Extratos de morango		
2	Extratos de abacaxi		

3	Extratos de laranja		
4	Extratos de maçã		
5	Extratos de limão		
6	Extratos de banana		
7	Vinagre		
8	Detergente		
9	Bicarbonato de sódio		
10	Água		

A figura a seguir apresenta uma escala de pH construída com suco de repolho roxo. Com base na faixa de pH disponibilizada na Figura 1, responda às questões 1 e 2.

Figura 1. Escala de referência das cores das soluções com extrato de repolho roxo entre pH 1 e 13. As numerações nos tubos indicam os pHs aproximados das soluções indicadoras.



Fonte: Março; Poppi (2008), com adaptações.

1. Relacionando seus conhecimentos sobre o assunto aos dados preenchidos no Quadro 2, identifique os materiais ácidos e básicos no Quadro 3.

Quadro 3. Caráter dos materiais

Materiais	Ácido ou básico
Extratos de morango	

Extratos de abacaxi	
Extratos de laranja	
Extratos de maçã	
Extratos de limão	
Extratos de banana	
Vinagre	
Detergente	
Bicarbonato de sódio	
Água	

2. Além dos materiais do experimento, você conhece outros que apresentam características ácidas ou básicas? Relacione e classifique-os em ácidos e básicos.

AULA 4

1º momento

Nesta aula vamos efetivamente responder à questão: por que as soluções mudam de cor? Em grupo cheguem a uma resposta a partir de discussões colaborativas e do levantamento de hipóteses a partir das dicas abaixo.

Lembrando o conceito de hipótese abaixo.

Hipóteses: São proposições de explicações provisórias testáveis para questões ou fenômenos. A interpretação antecipada deve ser ou não confirmada.

Procure fundamentar suas hipóteses nos conhecimentos que os integrantes do grupo possuem sobre a nutrição humana. Nesta etapa é possível que as teses levantadas não estejam corretas ou que parte delas contenham erros. O intuito dessa atividade não é escrever respostas totalmente corretas e sim observar os conhecimentos que precisam ser buscados.

É muito importante que não haja consulta em nenhum material nessa etapa. Por isso, além de apresentar a hipótese, o grupo deve apresentar os argumentos que

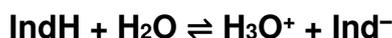
o levaram a essa conclusão, podendo ser pautados em conhecimentos científicos adquiridos na escola ou em outras fontes, assim como também em conhecimentos populares.

Após a realização do experimento e ter respondido as questões 1 e 2, serão disponibilizados os seguintes dados: o Quadro 4 a seguir com os principais indicadores ácido-base, uma equação química com uma informação e uma dica bônus.

Quadro 4. Principais indicadores ácido-base com suas respectivas faixas de pH para a variação de coloração.

Indicador	Viragem do indicador (intervalo de pH)	Cor abaixo do intervalo do pH de viragem	Cor acima o intervalo do pH de viragem
Azul de timol	1,2 – 2,8	Vermelha	Amarela
Azul de bromofenol	3,0 – 4,6	Amarela	Violeta-avermelhada
Vermelho do congo	3,1 – 4,4	Violeta-azulada	Laranja-avermelhada
Alaranjado de metila	3,8 – 5,4	Vermelha	Laranja-Amarelada
Verde bromocresol	3,8 – 5,4	Amarela	Azul
Vermelho de metila	4,4 – 6,2	Vermelha	Amarelo-alaranjada
Tornassol	5,0 – 8,0	Azul	Vermelha
Vermelho de bromofenol	5,2 – 6,8	Amarelo-alaranjado	Púrpura
Azul de bromotimol	6,0 – 7,6	Amarela	Azul
Fenolftaleína	8,2 – 9,8	Incolor	Rósea

Informação: um indicador genérico IndH em solução aquosa apresenta o seguinte equilíbrio:



Dica bônus: alguns indicadores possuem diferentes pontos de viragem.

Discuta com seu grupo e levante hipóteses para as seguintes questões.

3. Como é possível estimar o caráter ácido ou básico de uma solução?

4. Foram observadas mudanças de cores ao adicionar o suco de repolho roxo. Como vocês explicam essas mudanças de cores?

2º momento

Testando as hipóteses

Nesta etapa usaremos um texto para buscar os conhecimentos científicos que comprovaram, contestaram ou completarão as hipóteses levantadas nas questões 3 e 4.

Para isso será disponibilizado o texto a seguir. Vocês poderão fazer a leitura para responder às questões 3 e 4 novamente. As respostas podem ser completamente iguais, parcialmente iguais ou completamente diferentes. É extremamente importante que os argumentos usados para responder às questões, agora sejam totalmente fundamentados em conceitos científicos.

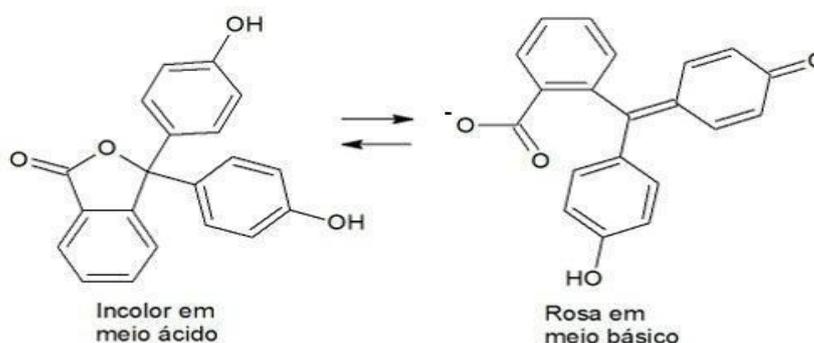
Leia o texto a seguir:

Medindo o pH de uma solução aquosa

O pH de uma solução aquosa pode ser estimado utilizando-se a variação de coloração de um indicador ácido-base.

Os indicadores ácido-base são, geralmente, substâncias de caráter ácido ou básico que, ao sofrerem ionização ou dissociação, formam espécies químicas que conferem à solução colorações diferentes. A fenolftaleína, por exemplo, é uma substância que, na forma não ionizada, é incolor e, na forma ionizada, é rósea.

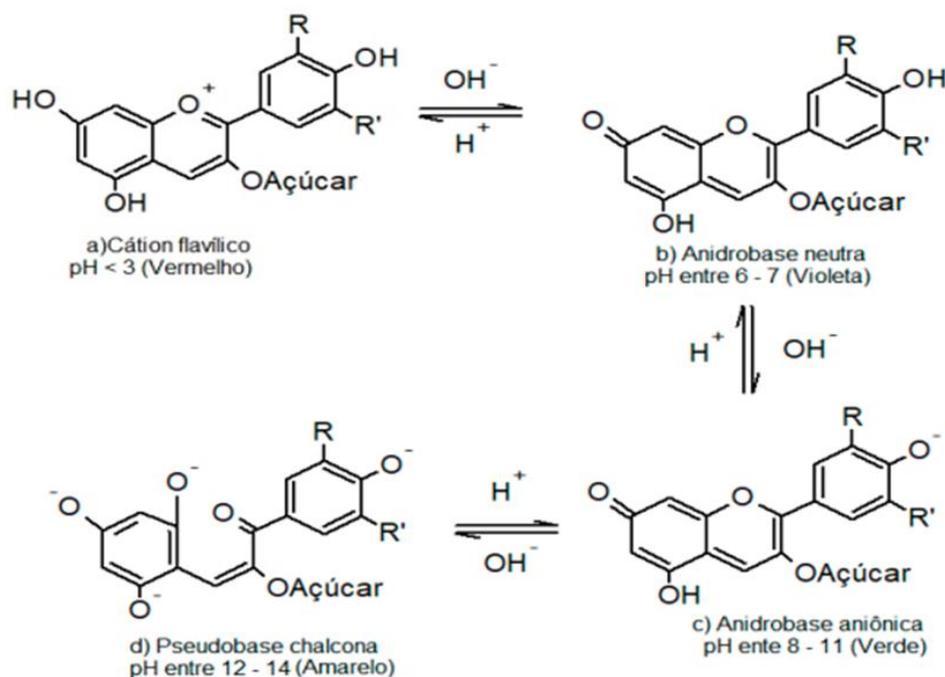
Figura 2. Equilíbrio de ionização fenolftaleína



Ao adicionarmos fenolftaleína a uma solução ácida, o seu equilíbrio de ionização se desloca no sentido de formação da sua forma não iônica (incolor), não alterando a coloração da solução. Entretanto, quando adicionamos esse indicador a uma solução básica, os íons hidróxidos consomem os íons $H^{+}_{(aq)}$, deslocando o equilíbrio no sentido de formação de espécie iônica, tornando a solução rósea. Quanto mais básica for a solução, maior será a quantidade da espécie iônica no estado de equilíbrio e mais intensa será a coloração rósea.

Já o indicador natural de repolho roxo (*Brassica oleracea L.*) apresenta em sua estrutura pigmentos denominados antocianinas responsáveis pela coloração de frutos e flores e seus extratos que, quando em contato com ácidos ou bases, apresentavam variações de cores. O extrato do repolho como indicador natural de pH, em função da capacidade das antocianinas presentes em sua composição sofrerem reações de ionização, deslocando o equilíbrio químico e fazendo com que haja um rearranjo estrutural destas moléculas, implica em alteração de cor do meio reacional, que varia entre o vermelho, violeta, azul-verde e amarelo, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3. Variação de estrutura da antocianina de acordo com o pH do meio.



Fonte: Marçó; Poppi (2008), com adaptações.

Todos os indicadores ácido/base apresentam uma faixa de viragem que corresponde a um intervalo de pH em que ocorre a sua mudança de cor, como representado no Quadro 4.

Conhecendo-se a faixa de viragem de um indicador, podemos determinar se a solução apresenta pH maior ou menor que essa faixa. Como essa mudança de coloração não é muito exata, devemos utilizar uma fita impregnada com vários indicadores para melhorar a exatidão de nossa medida.

Quando a medida de pH necessita ser mais precisa, podemos utilizar um aparelho denominado pHmetro. Esse aparelho possui um par de eletrodos conectados que, ao serem introduzidos na solução, conseguem medir a tensão elétrica produzida por uma variação infinitesimal da concentração de íons $H^+_{(aq)}$ e convertê-la no valor de pH.

Responda novamente as questões 3 e 4.

3. Como é possível estimar o caráter ácido ou básico de uma solução?

Quadro 5. Levantamento de hipóteses x teste de hipóteses.

Respostas levantamento de hipóteses	Respostas após leitura do texto
Questão 3.	Questão 3.
Questão 4.	Questão 4.
Ideias incorretas e / ou incompletas que apareceram na etapa das hipóteses, assim como as hipóteses que foram confirmadas pelos conceitos científicos encontrados.	

Aula 6 – Sistematização do conhecimento

Apresentação para a turma do percurso para responder ao problema.

Você, juntamente com seu grupo deverá apresentar o quadro desenvolvido na aula 5, bem como explicar para a turma os procedimentos realizados para responder ao problema proposto na atividade. Neste momento poderão também apresentar suas principais dúvidas, ideias e conhecimentos que surgiram desde o começo das atividades. Em sua apresentação foque em tentar responder às seguintes questões:

1. Que caminhos foram tomados para tentar responder ao problema?
2. Por que foi feito assim?
3. Que resposta foi construída para o problema proposto, ou seja, por que as soluções mudam de cor?
4. O que foi preponderante para se chegar a essa resposta?

ANEXO II - CONVITE E AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

À Escola Estadual Tancredo de Almeida Neves.

Sra. Diretora,

Venho através desta, convidar a Escola Estadual Tancredo de Almeida Neves de Santa Luzia, na pessoa da senhora diretora Ângela Martins de Souza, a contribuir com o projeto de pesquisa intitulado *“ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA SOBRE ÁCIDOS E BASES”*. Solicitamos sua autorização para iniciar, nas aulas de Química, uma intervenção que será desenvolvida pelo professor e pesquisador, Filipe Pedrosa Barbosa, que se encontra vinculado a esta instituição e faz parte do Programa de Mestrado Profissional em Educação e Docência (PROMESTRE), da Faculdade de Educação na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sob a orientação da professora doutora Andréa Horta Machado.

Apesar das várias mudanças propostas que têm sido sugeridas para o processo de ensino aprendizagem atualmente, observamos que no ensino de Ciências, muitos professores ainda têm seguido um modelo que não estimula a investigação e a argumentação sobre os conteúdos ministrados nas salas de aula, não valoriza a problematização e a relação com a realidade cotidiana do aluno, apresentando apenas conhecimentos prontos e absolutos, como princípios, leis e definições. Esta estratégia de ensino pouco contribui para a formação de indivíduos autônomos, críticos e atuantes na sociedade.

Com o objetivo de contribuir para a formação cidadã dos alunos e para o progresso do ensino de ciências por meio da prática de metodologias que colaborem com a construção dessas habilidades, propomos o desenvolvimento de uma sequência de atividades construída a partir de referenciais teóricos que propõem como estratégia de ensino o estudo de Ciências por investigação.

Os dados da pesquisa serão coletados por meio das respostas dos alunos aos exercícios, pela observação do professor pesquisador durante as aulas com registro em caderno de campo e gravação de áudio. O ponto central será a participação dos estudantes nas atividades propostas.

O conteúdo a ser trabalhado já está previsto no Currículo Básico Comum de MG (CBC) para o segundo ano do Ensino Médio, seguindo o planejamento anual proposto pelo professor, de modo que não haverá nenhum prejuízo no andamento de outros conteúdos planejados para o ano letivo. Os alunos não serão obrigados a fazer

qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns. Direção, supervisão e docentes poderão participar voluntariamente, ou seja, sem obrigatoriedade ou remuneração, na elaboração, execução e avaliação das atividades.

A pesquisa não oferece nenhum risco à saúde, além dos riscos próprios do ambiente escolar. Entendemos que o principal risco envolvido está na divulgação indevida da escola e dos sujeitos envolvidos. Comprometemo-nos a nos esforçar ao máximo para preservar a identidade dos indivíduos, utilizando nomes fictícios para os participantes. Além disso, asseguramos que os áudios gravados não serão divulgados para o público externo e não serão utilizados para avaliação de conduta dos participantes.

As gravações, o caderno de campo e os registos escritos, assim como os termos de autorização e consentimento para realização da pesquisa, serão arquivados por um período de cinco anos sob responsabilidade do pesquisador. Seu acesso será restrito somente aos envolvidos na pesquisa e poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo dos quais os pesquisadores fazem parte.

A pesquisa será realizada apenas com a autorização da direção da escola, o consentimento dos pais e /ou responsáveis e de todos os alunos que participarão. Os participantes e a escola não terão custo de qualquer natureza, sendo estes de responsabilidade do pesquisador, assim como quaisquer danos ocorridos durante o desenvolvimento da pesquisa, sejam estruturais ou morais, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Os resultados estarão à disposição de todos os participantes do projeto e demais interessados, podendo ser apresentados em dia e local a combinar. Entregaremos à escola uma cópia da dissertação final, fruto da pesquisa, impressa e em CD. A pesquisa na íntegra também poderá ser acessada na página do Programa do Mestrado Profissional em Educação e Docência (www.posgrad.fae.ufmg.br/).

Em qualquer momento, por favor, sinta-se à vontade para nos consultar para qualquer esclarecimento, através do telefone (31) 993271050 ou e-mail: filipedrosat@gmail.com. Caso deseje, apresentamos a garantia expressa de liberdade dos sujeitos de se recusarem a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa. Quanto a dúvidas relacionadas a aspectos éticos da pesquisa, a Senhora poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – COEP/UMG.

Sentindo-se esclarecida em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar, em duas vias, o

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em anexo. Uma das vias ficará com a senhora e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, seguindo a resolução 466/2012.

Filipe Pedrosa Barbosa

Filipe Pedrosa Barbosa
filipepedrosat@gmail.com / (31) 99327-1050
Pesquisador Principal

 Documento assinado digitalmente
ANDREA HORTA MACHADO
Data: 11/04/2023 09:50:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª Drª Andréa Horta Machado
ahortamachado@gmail.com / (31) 3474-3104
Coordenadora da pesquisa e Orientadora

Agradecemos desde já sua colaboração.

() Concordo com a realização da pesquisa e a autorizo, com gravação de áudio das atividades de Biologia, nos termos propostos.

() Discordo da realização da pesquisa e a desautorizo.

Nome da Diretora

Assinatura da Diretora

Santa Luzia, _____ de _____ de 20____.

Comitê de Ética na Pesquisa/UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 - Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG

Fone: 31 3409-4592 - CEP 31270-901

e-mail: coep@prpq.ufmg.br

ANEXO III - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Aos Srs. Pais e/ou Responsáveis pelos alunos da 2ª série do Ensino Médio da Escola Estadual Tancredo de Almeida Neves, Santa Luzia.

Srs. Pais ou responsáveis

Estamos iniciando nas aulas de Química um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: “ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA SOBRE ÁCIDOS E BASES.”, com a participação do professor de Química Filipe Pedrosa Barbosa, aluno de mestrado da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

A pesquisa será realizada apenas com consentimento de pais e /ou responsáveis de todos os alunos que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para Sr. (Sra) quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pelo pesquisador principal que também assume os riscos e danos que porventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo.

A pesquisa envolverá gravação em áudio das aulas de Química com o objetivo de estudo do tema funções inorgânicas. Será ouvida a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas e as suas produções escritas. O professor elaborou uma sequência de ensino sobre o tema Ácidos e Bases que irá abordar os diferentes aspectos do ensino, como as relações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, as interações e o discurso em sala de aula, a argumentação em questões sócio científicas relacionando ao letramento científico numa abordagem investigativa. O pesquisador irá aplicar e analisar a aplicação em sala de aula a partir de dados obtidos no seu desenvolvimento para constituir uma versão final do material didático com recomendações aos professores de Química.

Considerando essa possibilidade propomos oferecer ao professor um material diferenciado que dialogue com o aluno, com os conteúdos da Química, com as atividades e permita a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos.

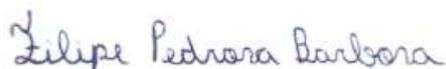
Os alunos não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos áudios será de uso exclusivo para fins da pesquisa. Não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas dos alunos nem

para público externo ou interno. Todos os dados obtidos serão arquivados na sala da professora orientadora desta pesquisa, Doutora Andréa Horta Machado, na Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação situada à Avenida Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte, MG – Brasil, por um período de cinco anos sob responsabilidade da pesquisadora. Os registros em áudio farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

Em qualquer momento, o Sr. (Sra) poderá solicitar esclarecimentos, bastando para isso entrar em contato com o COEP/UFMG para esclarecimentos de dúvidas éticas (os contatos estão no final desse documento) e sobre a metodologia de coleta e análise dos dados por meio do telefone (31) 993271050 ou pelo e-mail: filipedrosat@gmail.com. A pesquisa apresenta riscos mínimos à saúde e ao bem-estar de seus participantes, porém o pesquisador estará atento e disposto a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida da identidade dos participantes e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurar a privacidade deles. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios para os estudantes, que terão, assim, sua identidade preservada. Caso você deseje recusar a participação do seu filho ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

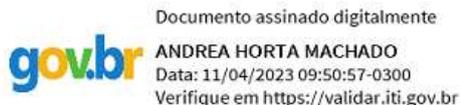
Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,



Filipe Pedrosa Barbosa (Professor de Química e aluno do Mestrado)

filipedrosat@gmail.com / (31) 99327-1050



Andréa Horta Machado (Coordenadora da pesquisa)
ahortamachado@gmail.com / (31) 3474-3104

Agradecemos desde já sua colaboração

() Concordo e autorizo a realização da pesquisa, com gravação das atividades de Química, nos termos propostos.

() Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Nome do aluno:

Assinatura do responsável:

Santa Luzia _____ de _____ de 20 _____

Comitê de Ética na Pesquisa/UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 - Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG

Fone: 31 3409-4592 CEP 31270-901

e-mail: coep@prpq.ufmg.br

ANEXO IV - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO MENOR (TALE)

Aos alunos da 2ª série do Ensino Médio da Escola Estadual Tancredo de Almeida Neves, Santa Luzia.

Prezados alunos,

Estamos iniciando nas aulas de Química um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: "ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA SOBRE ÁCIDOS E BASES.", com a participação do professor de Química Filipe Pedrosa Barbosa, aluno de mestrado da Faculdade de Educação da UFMG.

A pesquisa será realizada apenas com consentimento de pais e /ou responsáveis e de todos os alunos que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para V. Sa. quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pelo pesquisador principal que também assume os riscos e danos que porventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo.

A pesquisa envolverá gravação em áudio das aulas de Química com o objetivo de estudo do tema funções inorgânicas. Será ouvida a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas e as suas produções escritas. O professor elaborou uma sequência de ensino sobre o tema Ácidos e Bases que irá abordar os diferentes aspectos do ensino, como as relações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, as interações e o discurso em sala de aula, a argumentação em questões sócio científicas relacionando ao letramento científico numa abordagem investigativa. O pesquisador irá aplicar e analisar a aplicação em sala de aula a partir de dados obtidos no seu desenvolvimento para constituir uma versão final do material didático com recomendações aos professores de Química.

Considerando essa possibilidade propomos oferecer ao professor um material diferenciado que dialogue com o aluno, com os conteúdos da Química, com as atividades e permita a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos.

Os alunos não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos áudios será de uso exclusivo para fins da

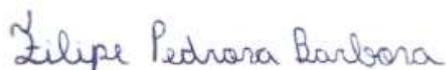
pesquisa. Não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas dos alunos nem para público externo ou interno. Todos os dados obtidos serão arquivados na sala da professora orientadora desta pesquisa, Doutora Andrea Horta Machado, na Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação situada à Avenida Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte, MG – Brasil, por um período de cinco anos sob responsabilidade da pesquisadora. Os registros em áudio farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

Em qualquer momento, o Sr. (Sra) poderá solicitar esclarecimentos, bastando para isso entrar em contato com o COEP/UFMG para esclarecimentos de dúvidas éticas (os contatos estão no final desse documento) e sobre a metodologia de coleta e análise dos dados por meio do telefone (31) 993271050 ou pelo e-mail: filipedrosat@gmail.com.

A pesquisa apresenta riscos mínimos à saúde e ao bem-estar de seus participantes, porém o pesquisador estará atento e disposto a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida de sua identidade e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurá-la. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios, mantendo, assim, sua identidade preservada. Caso deseje recusar a participar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

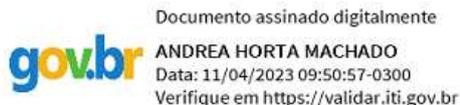
Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,



Filipe Pedrosa Barbosa (Professor de Química e aluno do Mestrado)

filipedrosat@gmail.com / (31) 99327-1050



Andréa Horta Machado (Coordenadora da pesquisa)
ahortamachado@gmail.com / (31) 3474-3104

Agradecemos desde já sua colaboração

() Concordo e autorizo a realização da pesquisa, com gravação das atividades de Química, nos termos propostos.

() Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Nome do aluno:

Assinatura do aluno:

Santa Luzia, _____ de _____ de 20_____

Comitê de Ética na Pesquisa/UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 - Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG

Fone: 31 3409-4592 - CEP 31270-901

e-mail: coep@prpq.ufmg.br

ANEXO V - DECLARAÇÃO DE ISENÇÃO DE CUSTO

Eu, Andréa Horta Machado, declaro, junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, que a pesquisa intitulada “ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA SOBRE ÁCIDOS E BASES.”, tendo como pesquisador principal o mestrando Filipe Pedrosa Barbosa, sob minha responsabilidade, não possui financiamento de qualquer natureza nem apoio financeiro de agências de fomento. Não dependerá de recursos de qualquer natureza para a Instituição envolvida, tampouco para qualquer participante. Os gastos previstos com fotocópias e materiais de consumo (papel, cartuchos de tinta, envelopes, CD etc.) bem como eventuais danos de equipamentos e serviços serão custeados pelo mestrando.

Belo Horizonte, 01 de janeiro de 2024.

Filipe Pedrosa Barbosa

Filipe Pedrosa Barbosa (Professor de Química e aluno do Mestrado)
filipepedrosat@gmail.com / (31) 99327-1050

 Documento assinado digitalmente
ANDREA HORTA MACHADO
Data: 11/04/2023 09:50:57-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Andréa Horta Machado (Coordenadora da pesquisa)
ahortamachado@gmail.com / (31) 3474-3104

ANEXO VI - DECLARAÇÃO DE USO E DESTINAÇÃO DO MATERIAL COLETADO

Eu, Filipe Pedrosa Barbosa, aluno do Mestrado Profissional da Faculdade de Educação declaro, junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, que os dados obtidos em campo, por meio do caderno de campo e eventuais gravações de áudio da pesquisa intitulada “ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA SOBRE ÁCIDOS E BASES.”, serão arquivados na sala da professora orientadora desta pesquisa, Professora Doutora Andréa Horta Machado, na Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, situada na avenida Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte, MG – Brasil, por um período de cinco anos sob minha responsabilidade e o seu acesso será restrito a somente aos envolvidos na pesquisa.

Belo Horizonte, 01 de janeiro de 2024.

Filipe Pedrosa Barbosa

Filipe Pedrosa Barbosa (Professor de Química e aluno do Mestrado)
filipepedrosat@gmail.com / (31) 99327-1050

 Documento assinado digitalmente
ANDREA HORTA MACHADO
Data: 11/04/2023 09:50:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Andréa Horta Machado (Coordenadora da pesquisa)
ahortamachado@gmail.com / (31) 3474-3104