

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

ÁDILA LINS CAUPER

**EFEITOS DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS, SOBRE OS MÉTODOS DE
PREPARO DA BEBIDA DO CAFÉ, NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO
CONCEITO DE EXTRAÇÃO**

ALFENAS/MG
2023

ÁDILA LINS CAUPER

**EFEITOS DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS, SOBRE OS MÉTODOS DE
PREPARO DA BEBIDA DO CAFÉ, NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO
CONCEITO DE EXTRAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação, da Universidade Federal de Alfenas, como exigência parcial para obtenção do título de Mestra em Educação. Área de concentração: Fundamentos da Educação e Práticas Educacionais.

Orientadora: Profa. Dra. Keila Bossolani Kiill

**ALFENAS/MG
2023**

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Central

Cauper, Ádila Lins.

Efeitos de atividades investigativas, sobre os métodos de preparo da bebida do café, na aprendizagem significativa do conceito de extração / Ádila Lins Cauper. - Alfenas, MG, 2023.

129 f. : il. -

Orientador(a): Keila Bossolani Kiill.

Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2023.

Bibliografia.

1. Atividades Investigativas. 2. Aprendizagem Significativa. 3. Café. 4. Ensino de Química. I. Kiill, Keila Bossolani, orient. II. Título.

ÁDILA LINS CAUPER**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS E OS MÉTODOS DE PREPARO DA BEBIDA DO CAFÉ: UMA ESTRATÉGIA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS QUÍMICOS**

A Banca examinadora abaixo-assinada aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Fundamentos da Educação e Práticas Educacionais.

Aprovada em: 11 de agosto de 2022

Profa. Dra. Keila Bossolani Kiill
Instituição: Universidade Federal de Alfenas UNIFAL-MG

Prof. Dr. Paulo Cesar Pinheiro
Instituição: Universidade Federal de São João del-Rei UFSJ-MG

Prof. Dr. Gabriel Gerber Hornink
Instituição: Universidade Federal de Alfenas UNIFAL-MG



Documento assinado eletronicamente por **Keila Bossolani Kiill, Professor do Magistério Superior**, em 11/08/2022, às 10:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gabriel Gerber Hornink, Professor do Magistério Superior**, em 11/08/2022, às 10:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Cesar Pinheiro, Usuário Externo**, em 11/08/2022, às 10:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0785859** e o código CRC **EC5CB86E**.

*Às pessoas guardadas em meu coração, em especial,
Lourdes e Antônio.*

AGRADECIMENTOS

Neste trabalho, não poderia deixar de agradecer àqueles (as) que me despertaram o desejo de me tornar uma pesquisadora na área da Educação, com o objetivo de investigar uma pequeníssima parte do que seja a construção do conhecimento: como os (as) estudantes podem aprender, significativamente, conceitos. Também não posso esquecer daqueles que contribuíram para que eu concluísse este trabalho.

À mulher e ao homem que são os principais responsáveis por todas as minhas vitórias, que me ensinaram a caminhar, falar, respeitar, amar e, principalmente, são os responsáveis nos quais eu me tornei a pessoa que hoje sou. A vocês, que me levantam e me impulsionam com forças vindas do mais puro amor: o de Mãe e o de Pai. O meu mais profundo agradecimento, meus amores, pelos abraços, beijos, colos, carinhos, broncas e incentivos infinitos, consecutivos dos meus medos e inseguranças.

Aos meus familiares que sempre me apoiaram nesta caminhada, de forma direta e indireta, em especial a tia Socorro, minha irmã Deborah, Ivan, meus cunhados Lucas e Diana.

À professora Keila Kiill, que me acompanhou, adotou e me orientou sempre que precisei nesta caminhada, despertando o real interesse de ser uma professora e pesquisadora, compartilhando o amor pela Educação, a aprendizagem de conceitos químicos e, principalmente, o café.

Ao professor Rafael, que acompanhou a minha formação inicial e me ajudou a compreender o amor que tenho pela Educação.

Ao Laboratório de Pesquisa em Educação Química- Lapequim, por todos os momentos de aprendizagem, comemorações e vivências. Em especial, a Profa. Elaine Colagrande, Joyce, Elenize, Caroline, Lize, Luana, Jéssica e Mauri pelas contribuições na realização deste trabalho e também pela amizade construída ao longo destes anos.

Aos meus amigos de Manaus, Cássia, Luciano, Thayline e Ismael, que me deram todo o apoio desde o início da minha jornada no Amazonas e em Minas Gerais. O meu muito obrigada também por sempre dizerem que eu sou o orgulho de vocês. A recíproca é totalmente verdadeira!

À Universidade Federal de Alfenas-UNIFAL pelo suporte oferecido para a realização deste estudo.

À Bárbara, técnica do nosso laboratório, por todo apoio prestado.

Às colaboradoras da UNIFAL, Sueni e Lilian, que sempre estiveram disponíveis para nos auxiliar como pudessem.

Às alunas Isadora e Thayná, que sempre me motivaram com a sua vontade em aprender e com as suas palavras de carinho e admiração. Obrigada por me deixarem compartilhar um pouco do que tenho construído até aqui. Vejo em vocês excelentes professoras! Continuem sendo alunas e pessoas maravilhosas.

Ao Café Rosenthal, pela amostra de café e apreço por esta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e com o apoio financeiro, por meio das bolsas de mestrado, da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

DEDICATÓRIA

Alguns meses atrás, prestes a terminar a licenciatura em Química na Universidade Federal do Amazonas, decidi que gostaria de fazer o mestrado, em Educação, na Universidade Federal de Alfnas. E aí conheci a Keila, pessoalmente. Aquela 'figura' que, sem nem imaginar, esteve tão presente nas [intenssas] aulas de instrumentação para o Ensino de Química.

Pouco tempo depois, começamos o presente estudo como um projeto para investigar a aprendizagem de algum conceito químico, dentro da temática dos agroquímicos, mas acabou sendo uma batalha contra o tempo e contra as questões burocráticas. Confesso que a temática nunca me trouxera algum tipo de sentimento extasiante e, ao perceber isto, em uma conversa na sala da Keila, propus que trocássemos para a temática do café. Mas por quê?

Ora, eu sempre amei café! Mesmo quando achei que aquele pacotinho verde com a logomarca vermelha o representasse, com toda a intensidade. Entretanto, pela primeira vez na vida, eu vi um pé de café, ao chegar na região do Sul de Minas e logo pensei: mas por qual motivo o café é um fruto vermelho, que tem um grão dentro (que não é preto!) e nós só tomamos uma bebida resultante de um pó muito escuro e fino?! E assim nós começamos a conhecer o mundo dos cafés de qualidade... e que mundo!

Em paralelo à tal questionamento, a pergunta que eu mais escutei, ao longo do tempo, foi: "por que você saiu de tão longe e veio parar justo aqui?". Confesso que até hoje eu não sei a resposta mais profunda para tal pergunta. O que eu sei é que tenho profunda gratidão por tal feito. Sem essa decisão, eu jamais teria conhecido Keila e sua maravilhosa família, amigos e amigas tão queridas da UNIFAL e, principalmente, ter tido todo o crescimento acadêmico, pessoal e profissional que obtive ao longo dessa pequena etapa da minha vida.

Este trabalho é o relato desse longo processo. Não pode expressar os longos dias passados no V-014, lutando ombro a ombro com as minhas colegas cientistas e amigas, a alegria pelos momentos (e pelos cafés maravilhosos que coamos!), a esperança de bons resultados e a tristeza e cansaço a cada tentativa fracassada ou corridas contra o tempo.

RESUMO

A presente pesquisa, de caráter descritivo-exploratório, visa avaliar a influência de Atividades Investigativas na capacidade de relacionamento de conceitos químicos, em contextos educacionais específicos, por licenciados em química participantes do projeto Residência Pedagógica- subprojeto Química, da Universidade Federal de Alfenas (Minas Gerais). Identificamos, por meio de questionários, desenhos e entrevistas, os conhecimentos prévios dos estudantes sobre as Ais, bem como o processo de extração da bebida do café. Após a coleta das concepções prévias dos estudantes, planejamos as atividades de intervenção para superar as dificuldades apresentadas por estes estudantes. Fundamentamos este trabalho, bem como a análise das informações nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel. Apresentamos as contribuições do uso de Atividades Investigativas para a elaboração e reelaboração conceitual e para a formação inicial dos (as) estudantes, por meio da análise e interpretação das respostas dos estudantes obtidas nos questionários, desenhos e entrevistas, realizadas pela pesquisadora. Os resultados apontam que o uso dessas atividades contribuiu para a aprendizagem significativa do conceito de extração. Além disso, a participação dos estudantes nas AIs contribuiu para a formação inicial docente, no sentido de pensar a utilização de tais atividades como uma estratégia didática.

Palavras-chave: Atividades Investigativas; Aprendizagem significativa; Café; Ensino de Química.

ABSTRACT

The present research, of a descriptive-exploratory nature, aims to evaluate the influence of Investigative Activities on the ability to relate chemical concepts, in specific educational contexts, by chemistry graduates participating in the Pedagogical Residency project - Chemistry subproject, at the Federal University of Alfenas (Minas Gerais). We identified, through sessions, studies and interviews, the students' previous knowledge about Ai, as well as the process of tasting the coffee drink. After collecting students' previous conceptions, we planned intervention activities to overcome these students' motor difficulties. We base this work, as well as the analysis of information in budgets on the Theory of Meaningful Learning proposed by David Ausubel. We present the contributions of the use of Investigative Activities for the elaboration and conceptual re-elaboration and for the initial formation of the students, through the analysis and interpretation of the answers of the students in the teachings, studies and interviews, carried out by the researcher. The results indicate that the use of these activities contributed to a significant learning of the concept of inheritance. In addition, the participation of students in AIs contributed to initial teacher training, in the sense of thinking about the use of such activities as a didactic strategy.

Keywords: Investigative Activities; Meaningful Learning; Coffee; Chemical Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Representação esquemática do modelo Ausubeliano de diferenciação conceitual progressiva para o conceito de extração.....	23
Figura 2 –	Porta-filtro V60.....	32
Figura 3 –	Porta-filtro Melitta.....	32
Figura 4 –	Clever Dripper antes e após a utilização do Sistema de Controle de Fluxo.....	33
Figura 5 –	A Prensa Francesa.....	34
Figura 6 –	Um funil de vidro, um Erlenmeyer e uma Chemex.....	34
Figura 7 –	A cafeteira italiana.....	35
Figura 8 –	Mapa conceitual sobre a bebida de café e os conceitos químicos.....	38
Figura 9 –	Nuvens de palavras construídas a partir das palavras associadas pelos estudantes ao termo Ensino por Investigação.....	48
Gráfico 1 –	Contato dos (as) estudantes com a abordagem do Ensino por Investigação.....	47
Gráfico 2 –	Quantitativo das respostas sobre as alterações nas impressões sobre o EI.....	53
Gráfico 3 –	Resultados da abordagem sobre a associação do termo Investigação....	54
Gráfico 4 –	Resultados da abordagem sobre a associação do termo Investigação científica.....	55
Gráfico 5 –	Resultados da abordagem sobre a frequência inicial e final sobre as categorias supracitadas.....	61
Gráfico 6 –	Resultados da abordagem sobre o questionamento: A forma como o tema foi abordado na sequência de atividades atenderam suas expectativas?	62
Gráfico 7 –	Resultados da abordagem sobre o questionamento: O curso provocou alterações em suas impressões sobre a temática?.....	62
Gráfico 8 –	Resultados da abordagem sobre o questionamento: Você considera que as reflexões que fez no curso provocarão mudanças na sua prática docente?	63
Gráfico 9 –	Resultados sobre as respostas sobre os principais componentes encontrados no café, conforme as respostas dos participantes.....	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	O modelo cíclico dos 5E's.....	27
Quadro 2 –	Proposições construídas pelos (as) estudantes para descrever o que seja o Ensino por Investigação.....	49
Quadro 3 –	Resultados da abordagem sobre a associação do Ensino por Investigação.....	56
Quadro 4 –	Resultados das respostas sobre as características de atividades investigativas.....	60
Quadro 5 –	Resultados da abordagem sobre o preparo do café em casa pelos participantes.....	64
Quadro 6 –	Resultados sobre representações dos estudantes participantes das Atividades Investigativas.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química g/100g (base seca) dos grãos crus e torrados de <i>Coffea arabica</i> e <i>Coffea canephora</i>	30
Tabela 2 – Respostas dos (as) estudantes sobre as características de Atividades Investigativas.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS

AI	Atividades Investigativas
BSCS	Biological Science Curriculum Study
EI	Ensino por Investigação
IBSE	Inquiry-Based Science Education
RP	Residência Pedagógica
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	JUSTIFICATIVAS DA PESQUISA.....	16
2	QUESTÃO DE PESQUISA.....	18
3	OBJETIVO GERAL.....	19
3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
4.1	A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	20
4.1.1	O que é Aprendizagem Significativa.....	20
4.1.2	Condições para a Aprendizagem Significativa.....	21
4.1.3	Processos que ocorre na Aprendizagem Significativa.....	22
4.2	O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	24
4.2.1	Modelo Cíclico dos 5E's.....	26
4.2.2	Relação entre a TAS e o EI.....	28
4.3	O CAFÉ.....	28
4.3.1	Os métodos de preparo da bebida do café.....	31
4.3.2	O conceito de extração.....	35
4.3.3	O café, os métodos de preparo da bebida do café e a Educação Química.....	37
5	METODOLOGIA.....	39
5.1	PRESSUPOSTOS DA PESQUISA.....	39
5.2	PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	39
5.3	INSTRUMENTOS PARA PRODUÇÃO DE DADOS.....	41
5.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	42
5.5	ANÁLISE DOS DADOS QUALITATIVOS.....	45
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	47
6.1	ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS INICIAL E FINAL ACERCA DO EI E AIS	47
6.2	ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS INICIAL E FINAL SOBRE O CAFÉ.....	64
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
	REFERÊNCIAS.....	80
	APÊNDICES.....	86
	ANEXOS.....	121

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências tem passado por diversas mudanças ao longo dos últimos anos, principalmente com relação aos seus objetivos. Desse modo, diferentes estratégias e recursos são propostos e até mesmo implementados para o favorecimento do processo de aprendizagem. Isso com o intuito de não apenas abordar conceitos científicos escolares, enquanto produtos acabados, mas construir uma visão mais apropriada da ciência, compreendendo o trabalho científico, suas práticas e como se dá o seu processo de construção (SOLINO; FERRAZ; SASSERON, 2015).

Desse modo, algumas pesquisas propõem que o ensino de ciências deva se apoiar em práticas de investigação típicas da ciência (e.g., AZEVEDO, 2004; LOPES, 2013; MUNFORD; LIMA, 2007; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011a). Tais pesquisas defendem que os estudantes necessitem ter contato com temas e conceitos científicos escolares, participando ativamente de ações e debates que permitam a resolução de problemas e a construção de explicações dos fenômenos e dos processos que ocorram no mundo natural.

Diante disso, surge a proposta do Ensino por Investigação (EI) ou do inglês Inquiry Based Science Education (IBSE)¹, sob o argumento de que, geralmente, o ensino de ciências vem sendo realizado por meio do uso de proposições científicas que são tomadas como verdades absolutas e, dessa forma, os estudantes têm dificuldade em construir argumentos científicos que expliquem os fenômenos reais, resultando assim, em uma aprendizagem repleta de conceitos e representações científicas inadequadas (MUNFORD; LIMA, 2007).

No caso desta pesquisa, a escolha pelo planejamento e implementação de uma sequência de ensino investigativa fundamentada no Ensino por Investigação objetivou proporcionar aos estudantes, discussões que os levem à compreensão das informações pretendidas (aprendizagem significativa de conceitos científicos escolares), não desconsiderando a importância do professor neste processo e distanciando-se dos currículos enrijecidos e exaustivos. Dessa forma, é fundamental que nas atividades de ensino considere-se a incorporação de uma situação problema que levem os estudantes a avaliarem suas hipóteses e

¹ O Ensino por Investigação é entendido por diferentes perspectivas e, até mesmo, nomenclaturas na literatura. No contexto da pesquisa brasileira, tem-se, por exemplo, a denominação **Ensino de Ciências por Investigação (EnCI)**, apresentadas por Carvalho (2013). No âmbito internacional, têm-se **Inquiry Based Science Education (IBSE)**, que é uma abordagem pedagógica promovida pela União Europeia e que considera a investigação científica como forma de estimular a formulação de problemas/questões e observar fenômenos que estimulem o pensamento científico e crítico do estudante (BOLTE *et al.*, 2012).

à formulação de respostas, com a realização de experimentos para construírem um caminho para o processo investigativo. Nessa construção, o professor deve valorizar as respostas dos estudantes e toma-las como ponto de partida para discutir ideias (LLEWELLYN, 2005).

Assim, de acordo com os pressupostos do Ensino por Investigação, a presente pesquisa busca compreender a influência de Atividades Investigativas na capacidade de relacionamento de conceitos químicos, em contextos educacionais específicos, por licenciados em química, participantes do Programa Residência Pedagógica, subprojeto Química, da Universidade Federal de Alfnas.

1.1 JUSTIFICATIVAS DA PESQUISA

A Educação em Ciências sempre esteve vinculada ao desenvolvimento científico de uma região e até mesmo mundial. Delizoicov e Angotti (2000) argumentam que países com tradição científica definiram, no século XVIII, como e o que ensinar, estabelecendo políticas nacionais para o Ensino de Ciências. Os autores ainda afirmam que no Brasil, desde o início do século XX, houve uma preocupação com o mesmo, entretanto, somente a partir de 1950 que houve uma efetiva intervenção do Estado, dando voz a novas tendências no Ensino de Ciências, principalmente o ensino baseado na investigação, mas somente a partir dos anos 1970 foram disponibilizados, de fato, recursos efetivos de investimentos oficiais.

Segundo Lorenz (2008), os anos 1960 foram significantes, no âmbito internacional, para o desenvolvimento de tais políticas educacionais, principalmente por causa da divulgação de projetos curriculares internacionais e da subsequente formulação de projetos brasileiros para a melhoria do ensino desta área. Estes projetos consistiam na produção de textos de investigação científica, materiais experimentais, formação de professores, aliado à valorização do currículo de Ciências e no trabalho científico.

Atualmente, com as reformulações do Ensino baseado na investigação, o eixo central de tal ensino se justifica pela necessidade social de se implementar políticas de formação de professores e construção do conhecimento científico dos estudantes, que estejam em sintonia com o conhecimento produzido na área da Educação em Ciências, visando uma profunda revisão do que seja ensinar e aprender ciências na escola básica.

Além disso, podemos citar que o Ensino de Ciências ainda tem se realizado por meio de proposições científicas, apresentadas na forma de teorias, definições e leis tomadas como verdades absolutas, sem envolver qualquer problematização, além de se promover um diálogo mais estreito com fenômenos do mundo real. Em tal modelo de ensino, poucas são as

oportunidades do uso de experimentos e da argumentação acerca dos fenômenos em estudo, gerando assim, a necessidade de superar essa visão de ensino (PÉREZ, 2000). Portanto, ainda conforme as ideias do autor, partiremos de dois pressupostos básicos – a) o de que as explicações científicas são construídas enquanto espaço de investigação orientada; b) a necessidade de uma reflexão permanente e de um espaço de investigação na comunidade escolar -, temos uma importante abordagem (e possível) para a aprendizagem significativa de conceitos científicos: o Ensino por Investigação.

Assim, de acordo com os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa e o do Ensino por Investigação, com o objetivo de avaliar as contribuições de atividades investigativas para o processo de aprendizagem, além do fato de que os estudantes estão imersos no contexto socioeconômico da cafeicultura, é de interesse que a temática do Café possa ser aproveitada para o Ensino de Química nas escolas e universidades, não só no contexto do sul de Minas Gerais, mas para quaisquer contextos, salientando as relações entre os conceitos científicos e o cotidiano dos estudantes.

2 QUESTÃO DE PESQUISA

A partir do anseio por investigar a aprendizagem significativa de conceitos sob a perspectiva do Ensino por Investigação, pelo contexto socioeconômico de Alfenas e pelas futuras contribuições para a área, obtemos as seguintes questões de pesquisa:

- a) A vivência de Atividades Investigativas, com a temática do café, influenciou o entendimento de licenciandos (as) em química sobre o conceito de extração de substâncias químicas?

Como questão secundária a esse estudo, obtemos a seguinte questão:

- a) Quais foram os efeitos dessa vivência para a formação inicial desses (as) estudantes?

3 OBJETIVO GERAL

Considerando o contexto socioeconômico da região de Alfenas-Minas Gerais, que faz parte de uma região cafeeira, esta pesquisa teve como objetivo compreender os efeitos de Atividades Investigativas na aprendizagem do conceito de extração, em contextos educacionais específicos, por licenciados em química, participantes do Programa Residência Pedagógica, subprojeto Química, da Universidade Federal de Alfenas.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Investigar as concepções dos (as) licenciandos (as) sobre o Ensino por Investigação e Atividades Investigativas;
- b) Conhecer as concepções dos (as) licenciandos (as) sobre o contexto do café e sobre os processos de extração;
- c) Acompanhar o entendimento de conceitos e da estratégia utilizada sob a ótica dos (as) licenciandos (as) durante a implementação da atividade;
- d) Compreender os efeitos de Atividades Investigativas para a construção do conceito de extração na perspectiva dos (as) licenciandos (as);
- e) Compreender os efeitos de Atividades Investigativas na formação inicial dos (as) licenciandos (as) em química.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS)

Quando falamos do conhecimento prévio do aluno e sua interação com o novo conhecimento que está sendo construído, estamos falando da Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel. Nesta seção são apresentados os principais conceitos dessa teoria, seus fundamentos, processos e condições para que ocorra, e como se relaciona com as Atividades Investigativas.

4.1.1 O que é a Aprendizagem Significativa?

Segundo David Ausubel (AUSUBEL, 2002), a aprendizagem significativa é um processo em que a nova informação interage de maneira substantiva e não-arbitrária a um aspecto pré-existente na estrutura cognitiva² do indivíduo. Esse aspecto pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição, já significativa. A não-arbitrariedade e substantividade são as características básicas do processo da aprendizagem significativa. Quando a relação é não-arbitrária, significa que a relação entre a nova informação não é com qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas com conhecimentos especificamente relevantes, o que Ausubel denominou de *subsunçor*. A substantividade implica dizer que o que é incorporado à estrutura cognitiva são as novas ideias e não as palavras precisas usadas para expressá-las (MOREIRA, 2011).

Ainda segundo o autor, a aprendizagem significativa pode ser subordinada, superordenada ou combinatória. Na aprendizagem significativa *subordinada* a nova informação adquire significado na relação interativa com algum subsunçor e estes ficam subordinados sob ideias mais gerais e inclusivas. Caso a nova informação apenas corrobora ou deriva de algum subsunçor já existente na estrutura cognitiva, a aprendizagem subordinada é chamada de derivativa. Quando a nova informação é uma extensão, elaboração ou modificação de conceitos já aprendidos significativamente, a aprendizagem subordinada é dita correlativa (AUSUBEL, 2002; MOREIRA, 2011).

² Estrutura cognitiva, por sua vez, é definida pelo autor como um conjunto global de ideias sobre determinado assunto, disciplina ou mesmo um conjunto total de pensamentos de um indivíduo, e a forma hierárquica com que estas são organizadas.

Outra forma de aprendizagem significativa é *superordenada*, na qual um novo conhecimento mais abrangente passa a subordinar os conhecimentos prévios. Esse tipo de aprendizagem é menos comum (AUSUBEL, 2002; MOREIRA, 2011). A aprendizagem de novas proposições que não apresentam relação subordinada nem superordenada com ideias relevantes já adquiridas anteriormente na estrutura cognitiva do estudante é denominada aprendizagem *combinatória*. Ausubel (2002) define que, em tal tipo de aprendizagem, a ideia nova e as ideias já estabelecidas, na estrutura cognitiva do estudante não estão relacionadas hierarquicamente, porém se encontram no mesmo nível, não sendo nem mais específica nem mais inclusiva do que outras ideias. Ao contrário das proposições subordinadas e superordenadas, a aprendizagem combinatória não seria relacionável à nenhuma ideia particular da estrutura cognitiva.

4.1.2 Condições para a aprendizagem significativa

Como já foi abordado, uma das condições para que ocorra uma aprendizagem significativa é que a nova informação a ser aprendida interaja com os subsunçores presentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Tal condição implica que os materiais de aprendizagem tenham significado lógico, ou seja, precisam se relacionar de maneira não-arbitrária e substantiva a aspectos relevantes da estrutura cognitiva do indivíduo. Outra condição ressaltada por Ausubel é a de que o estudante precisa apresentar uma disposição para aprender significativamente (AUSUBEL, 2002; MOREIRA, 2013).

Esta condição, requer que o estudante queira relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitrária e não-literal, a seus subsunçores. Desse modo, o estudante deve se predispor a relacionar os conhecimentos, dando significados a eles. Independente de quanto a aprendizagem possa ter significado para ele, se estudante não possuir tal disposição para aprender significativamente, o processo de aprendizagem será memorístico resultando em uma aprendizagem mecânica. De mesma forma, independentemente de quão disposto o estudante estiver para aprender a nova informação e esta, por sua vez, não for potencialmente significativa, não ocorre uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2002; MOREIRA, 2011).

Ausubel (2002) define a aprendizagem mecânica como sendo a aprendizagem de novas informações com nenhuma ou quase nenhuma interação com as informações já existentes na estrutura cognitiva. Assim, essa nova informação é armazenada de forma arbitrária, não havendo relação alguma entre a nova e a informação já existente na estrutura cognitiva do

estudante. Porém, Ausubel não distingue a aprendizagem significativa da aprendizagem mecânica como se fossem dicotômicas, mas sim como um contínuo.

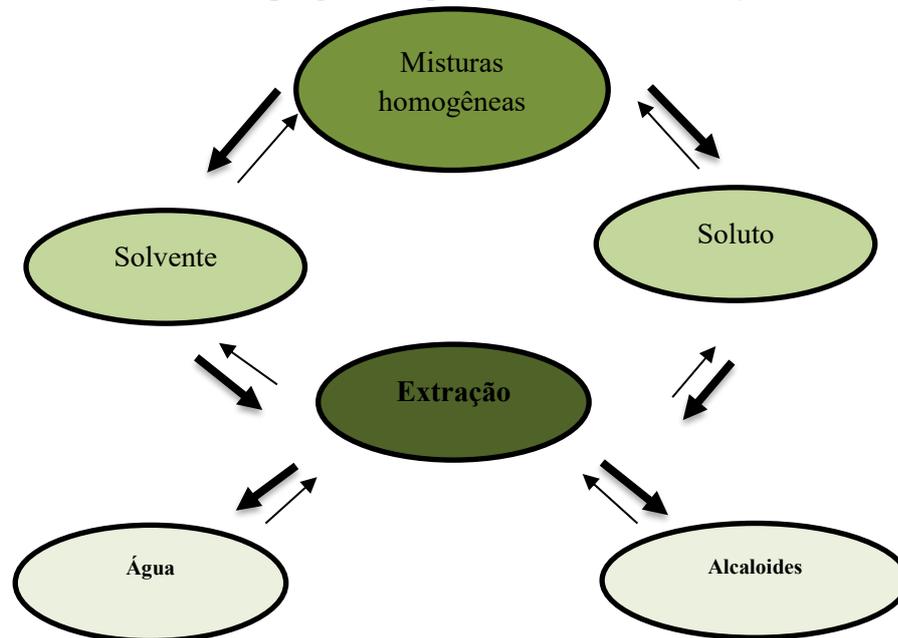
Quando o estudante não possui os subsunçores necessários para a aprendizagem significativa, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios que são materiais introdutórios apresentados antes do novo conteúdo a ser aprendido. Essa estratégia manipula a estrutura cognitiva do indivíduo e serve como âncora para a nova aprendizagem, levando ao desenvolvimento de conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2002).

4.1.3 Os processos que ocorrem na aprendizagem significativa

Existem dois processos relacionados que ocorrem durante a aprendizagem significativa: diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Moreira (2011) enfatiza que os conceitos interagem com novos conteúdos e servem de base para a atribuição de novos significados mutáveis. Essa mudança progressiva permite que os subsunçores se tornem mais elaborados, diferenciados e sirvam de âncoras para a aquisição de novos conhecimentos. Ausubel chama esse processo de diferenciação progressiva. As propostas para tais processos partem da hipótese de que as pessoas têm mais facilidade em compreender diferentes aspectos de algo mais geral e inclusivo do que o contrário. Além disso, a organização do conteúdo, no aspecto cognitivo, é uma estrutura hierárquica com as ideias mais comuns no topo e progressivamente diferenciadas (AUSUBEL, 2002).

Moreira e Masini (2006) apresentam um modelo de hierarquia conceitual em que sugere as possíveis direções recomendadas para os processos descritos anteriormente. A Figura 1 demonstra a disposição hierárquica de conceitos em um diagrama bidimensional elaborado pelos autores, no qual “as linhas mais fortes sugerem a direção recomendada para a diferenciação progressiva de conceitos e as linhas mais fracas sugerem a reconciliação integrativa” (MOREIRA; MASINI, 2006, p. 33). Da maneira como está escrita, dá a entender que foram Moreira e Masini que fizeram a representação relacionada à extração.

Figura 1 – Representação esquemática do modelo Ausubeliano de diferenciação conceitual progressiva para o conceito de extração



Fonte: Adaptado de Moreira e Masini (2006, p. 33).

Assim sendo, o processo de aprendizagem significativa pressupõe a interação ativa e integradora entre as ideias, simbolicamente expressas com algum aspecto ou conteúdo “especificamente relevante na estrutura cognitiva do estudante” (AUSUBEL, 2002, p. 122), como, por exemplo, um símbolo já significativo (e.g. a representação da cafeína).

A aprendizagem significativa, bem como, a aquisição de novos significados requer um material potencialmente significativo, ou seja, um material que possa ser relacionável ou incorporável à estrutura cognitiva do estudante, de forma não arbitrária e não literal (AUSUBEL, 2002) e que favoreça os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e que possa suscitar a disposição dos estudantes para aprender conceitos envolvidos no processo de extração do café. Diante do exposto, nesta pesquisa considera-se uma sequência de Atividades Investigativas como um material potencialmente significativo para a aprendizagem do conceito de extração, nas quais versam sobre o tema do café especial, mais detalhadamente sobre a bebida do café especial que é uma temática regional e relevante para o contexto socioeconômico do sul de Minas Gerais.

4.2 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Na tentativa de caracterizar o Ensino por Investigação, Pereira (2016) evidenciou que não existe consenso nos vários trabalhos investigados sobre uma única definição para o Ensino por Investigação, mas que é possível, a partir da ideia dos autores, apresentar elementos que são essenciais em atividades de ensino e aprendizagem por investigação. Essa autora aponta que:

O ensino por investigação trata-se de uma proposta metodológica que possui alguns princípios e características distintas em relação ao papel do estudante e do professor (...). É uma abordagem didática que envolve atividades que, para serem investigativas, precisam perpassar por esses princípios (PEREIRA, 2016, p. 31).

Neste trabalho, a concepção que assumimos do Ensino por Investigação está fundamentada em resultados de pesquisas da área do Ensino de Ciências (BAPTISTA, 2010; CARVALHO, 2013; SASSERON, 2015) mas também nas ideias propostas por Dewey (1971), em especial aquelas que marcam o papel da experimentação no processo de ensino e de aprendizagem. Dessa forma, consideramos que o Ensino por Investigação é uma abordagem didática (PEREIRA, 2016; SASERON, 2015; SOLINO, 2017), pois não se atém apenas a estratégias específicas, mas às ações e às práticas realizadas pelo professor ao propor estratégias e tarefas aos estudantes, sendo primordial o estabelecimento da liberdade intelectual à tais estudantes para a investigação de um problema (CARVALHO, 2013). Dessa forma, Sasseron (2018) destaca cinco principais elementos que caracterizam o Ensino por Investigação: o papel intelectual e ativo dos estudantes; a aprendizagem para além dos conteúdos conceituais; o ensino por meio da apresentação de novas culturas aos estudantes; a construção de relações entre práticas cotidianas e práticas para o ensino; a aprendizagem para a mudança social.

Arteche e Aznar (2016), apoiados por Abd-El-Khalick e colaboradores (2004), argumentam que, a nível internacional, existe um consenso de que a abordagem IBSE é bem sucedida em superar os problemas da falta interesse e motivação. Isso é apoiado pelo trabalho de Criswell (2012) que mostrou que, se for fornecida uma assistência adequada, o IBSE pode permitir que os (as) estudantes (as) aprimorem sua compreensão conceitual. Além disso, pode ajudá-los (as) a desenvolver suas habilidades de raciocínio e solução de problemas, articular seu pensamento e refletir sobre sua aprendizagem (HMELO-SILVER; DUNCAN; CHINN, 2007; WALKER; SAMPSON, 2013).

No entanto, o uso de metodologias baseadas em investigação tem sido um pouco limitado ao nível da Educação básica. Isso pode ser devido a várias crenças, como o pensamento

que eles exigem muito tempo na sala de aula, a sobrecarga que colocam sobre o professor e a pressuposta falta de materiais adequados. Além disso, tanto do ponto de vista pedagógico, alguns autores são céticos sobre sua eficácia (e.g. KIRSCHNER; SWELLER; CLARK, 2006), embora isso possa resultar de uma associação incorreta com “instruções minimamente guiadas” ou aprendizado de descoberta (ARTECHE; AZNAR, 2016).

Para superar esses problemas e promover o uso mais amplo do IBSE, é necessário desenvolver iniciativas na formação de professores, de modo que estes futuros professores incorporem os aspectos do IBSE nas suas práticas pedagógicas (ETHERINGTON, 2011; MARTÍNEZ-AZNAR; VARELA, 2009; WINDSCHITL, 2003). Isso deve ser feito pelas seguintes razões: a. os professores são os principais agentes em termos de atualização da educação em ciências. Embora seja necessário que as escolas promovam que os (as) estudantes sejam inovadores e que elas criem um ambiente colaborativo em termos da cultura educacional, também é imprescindível que os (as) professores (as) sejam encorajados a serem criativos na sua própria formação inicial e b. estes futuros professores devem experienciar pessoalmente o IBSE e refletir sobre a sua natureza, participando e propondo propostas investigativas, além de receber um feedback sobre as suas construções (ARTECHE; AZNAR, 2016). Corroborando tal pensamento, o Programa Residência Pedagógica, subprojeto Química, oferece essa oportunidade para construir e desenvolver práticas que utilizem tal abordagem para o Ensino de Ciências.

Sá, Lima e Aguiar (2011) e Zômpero e Laburú (2011a) afirmam que o termo Ensino por Investigação³ é polissêmico na literatura e apontam como consenso entre diferentes perspectivas acerca de tal abordagem, o fato de que todas as atividades devem partir da busca de solução a um problema. A partir daí, seria buscado desenvolver, nos estudantes, habilidades cognitivas (e.g. através de tarefas como elaboração de hipóteses, registro e análise de dados) e a capacidade de argumentação e comunicação de ideias. Aqui, temos como premissa que o Ensino de Ciências, aliado à essa abordagem, deve resultar em práticas adequadas ao contexto escolar, com o objetivo de interpretar os fenômenos naturais e explicar o mundo natural (BYBEE *et al.*, 2006).

³ Os autores, em seu trabalho, entendem que o Ensino por Investigação e Atividades investigativas são sinônimos. Neste estudo, com base em Azevedo, Abib e Testoni (2018), pautamos o conceito de Atividade Investigativa de Ensino (AI), situada na abrangência do conceito de atividade, por sua vez, concebido como unidade do desenvolvimento humano, e no âmbito da relevância atribuída ao papel da investigação, tanto para a aprendizagem na área de educação em ciências, como para o aprimoramento profissional de professores.

É inegável que a ciência, no contexto escolar e acadêmico, assume papel e objetivos distintos. No primeiro contexto, o principal propósito é promover a aprendizagem de um conhecimento científico escolar (VILLANI; NASCIMENTO, 2002), enquanto, no segundo, é produzir novos conhecimentos científicos. Além disso, ainda há diferenças nos espaços de prática dos dois contextos, pois enquanto os cientistas possuem infraestruturas e pessoas especializadas, as escolas já apresentam espaços mais limitados para realizar investigações e a “equipe” (os estudantes) não possui o aporte teórico necessário para tais investigações. Considerando o contexto escolar, uma perspectiva apresentada nos Parâmetros Curriculares Norte-Americanos de Ensino de Ciências (NRC, 2000), propõe uma adequação das práticas dos cientistas para o contexto escolar, de modo que tal proposta considera a complexidade deste contexto e a necessidade de promover a aprendizagem de conceitos científicos escolares.

Corroborando a ideia de que o Ensino de Ciências resulta em práticas científicas adequadas ao contexto escolar, com o objetivo de interpretar os fenômenos naturais e explicar o mundo natural, alguns autores apresentam modelos para Atividades Investigativas (BYBEE, 1997, BYBEE *et al.*, 2006; MAGNUSSON; PALINCSAR; TEMPLIN, 2006; WELLINGTON, 2000). Dentre estes modelos, para esta pesquisa, destacamos o modelo cíclico dos 5E's, proposto por Bybee (1997).

4.2.1 O modelo cíclico dos 5E's

Os professores de ciências se esforçam continuamente para melhorar suas práticas para aprimorar o aprendizado dos estudantes. Complementando os objetivos dos professores de ciências, os desenvolvedores de currículo tentam sistematicamente identificar os resultados da pesquisa que eles podem incorporar em materiais que facilitarão as conexões entre professores, currículo e estudantes. Assim, o uso de sequências coordenadas e coerentes de ações (ciclos de aprendizado e modelos de instrução) ganhou popularidade na comunidade de educação científica. O uso sustentado de um modelo instrucional eficaz e baseado em pesquisa pode ajudar os estudantes a aprender conceitos fundamentais em ciências e outros domínios. Se aceitarmos essa premissa, um modelo instrucional deve ser eficaz, apoiado em pesquisas relevantes e deve ser implementado de forma consistente e ampla para ter o efeito desejado no ensino e na aprendizagem. (BYBEE *et al.*, 2006)

Desde o final dos anos 90, o Biological Science Curriculum Study (BSCS) tem usado extensivamente um modelo instrucional no desenvolvimento de novos materiais curriculares e experiências de desenvolvimento profissional. Esse modelo é geralmente chamado de Modelo

Instrucional BSCS 5E, consolidado por Roger Bybee (1997), ou 5Es, e consiste nas seguintes fases: engajar, explorar, explicar, elaborar e avaliar. Cada fase tem uma função específica e contribui para a instrução coerente do professor e para a formulação de uma melhor compreensão do conhecimento, atitudes e habilidades científicas, por parte dos (as) estudantes. O modelo estrutura uma sequência organizada de conteúdos e atividades. No Quadro 1, está disponível um resumo do Modelo Instrucional BSCS 5E.

Quadro 1 – O Modelo Cíclico dos 5E's

Engage (Motivar/Engajar/Envolver)	Uma tarefa proposta pelo professor acessa o conhecimento prévio dos estudantes e os ajuda a se engajar a um novo conceito, por meio do uso de atividades curtas que promovem a curiosidade e suscitam conhecimento prévio. Essa atividade deve fazer conexões entre experiências de aprendizagem passadas e presentes, expor concepções anteriores e organizar o pensamento dos estudantes em relação aos resultados de aprendizagem das atividades atuais.
Explore (Explorar)	Os estudantes colocam questões, fazem previsões, formulam hipóteses, planejam experiências, realizam-nas, registam observações, discutem os resultados e redefinem as hipóteses, se necessário.
Explain (Explicar)	A fase de explicação concentra a atenção dos estudantes em um aspecto específico de suas experiências de envolvimento e exploração e oferece oportunidades para demonstrar sua compreensão conceitual, habilidades de processo ou comportamentos. Essa fase também oferece oportunidades para os professores introduzirem diretamente um conceito, processo ou habilidade. Os estudantes explicam sua compreensão do conceito. Uma explicação do professor ou do currículo pode guiá-los para uma compreensão mais profunda, que é uma parte crítica dessa fase.
Elaborate (Elaborar)	Os estudantes aplicam seus conhecimentos a novos domínios, o que pode incluir o levantamento de novas questões e hipóteses a serem exploradas, entretanto, incluso no mesmo contexto de aprendizagem.
Evaluate (Avaliar)	A fase de avaliação, que permeia todas as etapas acima, incentiva os estudantes a refletirem sobre o trabalho que desenvolveram, o que lhes permite perceber o que podem melhorar e onde tiveram mais dificuldades, além de oferecer oportunidades para os professores avaliarem o progresso dos estudantes em relação aos objetivos educacionais.

Fonte: Bybee *et al.* (2006).

Uma razão para entender o Modelo Cíclico dos 5E's é seu uso na Educação. Tal uso pode se enquadrar em três categorias principais: 1) documentos que enquadram partes maiores do trabalho pedagógico, como diretrizes curriculares ou projetos político-pedagógico de cursos; 2) materiais curriculares de vários comprimentos e tamanhos; e 3) adaptações para o desenvolvimento profissional do professor e contextos informais de educação (BYBEE *et al.*, 2006).

Logo, para esta pesquisa, adotamos o modelo dos 5E's por ser uma alternativa para orientar a construção e o desenvolvimento de Atividades Investigativas com a temática do café,

além do fato de ter sido construído, também, nas bases teóricas (construtivistas) no qual este trabalho também está pautado.

4.2.2 As relações entre a TAS e as Atividades Investigativas

Zômpero e Laburú (2011b) e Vieira e Zuliani (2012), em seus trabalhos, discutem algumas aproximações entre as Atividades Investigativas e a Teoria da Aprendizagem Significativa. São elas: i) a disposição para a aprendizagem, pois os estudantes devem estar engajados e motivados para aprender; ii) as Atividades Investigativas pressupõem a apresentação de um problema ao estudante e a construção de hipóteses, que requerem, do estudante, a ativação de seus conhecimentos prévios relevantes (subsunçores). Além disso, desse modo, solucionar problemas pode implicar em aprendizagem e que a utilização de hipóteses é uma condição necessária para esse tipo de atividade.

Ainda conforme os autores, a aprendizagem, durante a solução de um problema, é significativa, quando os estudantes relacionam não-arbitrariamente e substantivamente uma proposição problemática potencialmente significativa com a sua estrutura cognitiva, tendo como objetivo gerar uma solução que, por sua vez, é potencialmente significativa. O conteúdo a ser aprendido não é apresentado ao estudante, mas é construído por ele, durante a atividade, antes que possa ser incorporado à sua estrutura cognitiva e o tornado significativo. Além disso, durante o processo de investigação, o (a) estudante pode realizar levantamentos bibliográficos que poderão ser evidenciados alguns tipos de aprendizagem significativa, como a subordinada, na qual a nova informação adquire significados em uma interação com os subsunçores. Já na comunicação dos resultados, seja por qual meio o (a) estudante (a) escolher, é necessário que os mesmos sistematizem seus conhecimentos e expressem como relacionaram as novas ideias aos subsunçores, momento em que são evidenciados os significados que foram adquiridos, de maneira superordenada ou subordinada.

4.3 O CAFÉ

Conforme Oliveira, Elias e Lessa (2008), a história do café teve início na Etiópia, África, por volta de 1400, mas o hábito de consumi-lo como bebida teve origem na Arábia no século XV. No Brasil, a expansão cafeeira deu-se a partir do século XIX, iniciando sua produção nos arredores na cidade do Rio de Janeiro. Entretanto, viu-se como imprescindível a busca de novos solos, para substituir àqueles já desgastados por longos períodos de cultivo. Assim concentrou-

se no vale do Paraíba Paulista e depois se estendeu para o interior do Estado de São Paulo e de Minas Gerais, onde não encontrou obstáculos para sua expansão, pois várias regiões ainda estavam desocupadas; as boas condições climáticas; o solo extremamente fértil e altitude eram favoráveis.

Desse modo, as lavouras de café possuíam boas condições de crescimento nessas regiões. Outro fator favorável foi o intenso fluxo de imigrantes europeus para o Brasil entre 1884 e 1900, substituindo a mão-de-obra escrava. O café, em um curto espaço de tempo, se tornou produto-base da economia brasileira, sendo o país, o primeiro produtor e o segundo maior consumidor mundial do produto (OLIVEIRA; ELIAS; LESSA, 2008).

Ainda de acordo com os autores, em decorrência da crise econômica no início do século, observado pelo preço mais baixo da história do café, o café especial surgiu como opção para alavancar a demanda mundial no mercado cafeeiro. Com os padrões de exigência internacional, foi necessário elevar o nível de qualidade do café, para acompanhar a competitividade de outros países.

A qualidade do café é tradicionalmente determinada por meio da análise sensorial, havendo vários métodos para descrever a qualidade da bebida (BRASIL, 2010; HOWEL, 1998; LINGLE, 1993). No entanto, além da avaliação sensorial, várias análises físico-químicas e fisiológicas vêm sendo utilizadas com o objetivo de caracterizar os componentes físico-químicos do grão com a qualidade do café, como o espectrofotômetro de chama para determinar a influência da concentração de potássio no processamento por via úmida (CARVALHO *et al.*, 2005; MAZZAFERA, 1999; PIMENTA; COSTA; CHAGAS, 2000; PRETE, 1992; SANTOS; CHALFOUN; PIMENTA, 2009).

Além de ser uma das bebidas mais populares do planeta, o café apresenta uma complexa composição química, que pode variar em função de inúmeros fatores como a espécie, região de cultivo, altitude, método de colheita e processamento e grau de torrefação. Na etapa de torrefação são formados os compostos que dão o sabor e o aroma característicos da bebida do café (MORAIS *et al.*, 2009; NASCIMENTO *et al.*, 2007).

Pimenta, Costa e Chagas (2000), avaliando a composição química de grãos de café (*Coffea arabica* L.), colhidos em diferentes estágios de maturação, observaram que frutos colhidos maduros, apresentaram maior peso dos grãos e maiores teores de acidez titulável total, de açúcares redutores, não redutores e totais, além de sólidos solúveis totais, quando comparados com frutos verdes, que apresentaram elevados teores de compostos fenólicos. Em outro estudo, apresentado a seguir na Tabela 1, Clarke e Macrae (2003) realizaram um estudo

para caracterizar quimicamente grãos crus e torrados de café arábica e conilon, demonstrando a concentração das substâncias presentes nos grãos.

Tabela 1 – Composição química g/100g (base seca) dos grãos crus e torrados de *Coffea arabica* e *Coffea canephora*

Componentes	<i>Coffea arabica</i>		<i>Coffea canephora</i>	
	Cru	Torrado	Cru	Torrado
Minerais	3,0-4,2	3,5-4,5	4,0-4,5	4,6-5,0
Cafeína	0,9-1,2	Aprox. 1,0-1,3	1,6-2,4	Aprox. 2,0- 2,4
Trigonelina	1,0-1,2	0,5-1,0	0,6-0,75	0,3-0,6
Lipídeos	12,0-18	14,5-20,0	9,0-13,0	11,0-16,0
Ácidos clorogênicos totais	5,5-8,0	1,2-2,3	7,0-10,0	3,9-4,6
Ácidos alifáticos	1,5-2,0	1,0-1,5	1,5-2,0	1,0-1,5
Oligossacarídeos	6,0-8,0	0,0-3,5	5,0-7,0	0,0-3,5
Polissacarídeos totais	50,0-55,0	24,0-39,0	37,0-47,0	26,0-33,0
Aminoácidos	0,5-2,0	Nd	0,8-2,0	Nd
Proteínas	11,0-13,0	13,0-15,0	11,0-13,0	7,5

Fonte: Adaptado de Clarke e Macrae (2003). Nd= não detectado.

O grão de café verde possui uma grande variedade de substâncias, por exemplo, minerais, aminoácidos, lipídeos, açúcares, ácidos clorogênicos e alcalóides. Durante o processo da torra do grão, ocorre a formação e a degradação de várias outras substâncias, como a formação de novos tipos de açúcares. Algumas substâncias são preservadas nesse processo, como a cafeína que apresenta grande estabilidade à torrefação (ABRAHÃO *et al.*, 2010).

A característica mais conhecida da bebida do café é seu efeito estimulante, atribuído à quantidade de cafeína presente nesse produto. Além do efeito estimulante outras propriedades benéficas são atribuídas ao café, como exemplo, a ação antioxidante dos compostos polifenólicos, entre eles os ácidos clorogênicos (CHARURIN; AMES; DEL CASTILHO, 2002).

O estudo da relação entre a qualidade da bebida, sua composição química e as espécies de café arábica e conilon gera uma gama de conhecimentos que podem corroborar para a melhoria da qualidade do café, do início do processo de produção do café até o preparo da sua bebida.

4.3.1 Os métodos de preparo da bebida do café

De acordo com Jaramillo (2017), realizar a extração (brewing) da bebida do café é o último passo do processo complexo que envolve o café, de modo que é a etapa em que muitas pessoas acham que é onde o café sofre todas as mudanças. Entretanto, a extração é apenas uma pequena parte da constituição do sabor, textura, cor e aroma da bebida do café. Dentro de tal etapa, existem diferentes maneiras de extrair café para criar uma bebida excelente: como por exemplo, por uma máquina de café espresso, extrações por métodos ditos ‘filtrados’ (como o V60, Chemex, Melitta, coador de pano...), de modo que se obtém alguns tipos diferentes de extração, onde o método escolhido possui sua particularidade, conferindo uma característica única às bebidas extraídas até dos mesmos grãos de café. A seguir, serão apresentados alguns os métodos de extração, de modo que não representam a totalidade dos diferentes métodos existentes atualmente, mas que foram utilizados no presente estudo.

A. V60

Este método (FIGURA 2), desenvolvido pela empresa japonesa Hario, possui formato cônico, que contém estrias em linhas espirais na sua superfície interna. Existem três razões pelas quais o design é assim: i. a forma cônica faz com que o líquido vá para o meio do filtro, estendendo assim, o contato do café com a água; ii. o único furo, de tamanho superior a outros porta-filtros, no final do cone modifica a velocidade na qual o café é percolado e filtrado; c. as estrias espirais dentro do cone permitem que o ar escape e maximizando a extração da bebida de café. Este método é uma das maneiras mais ideais para obter mais uma bebida limpa, isto é, mais pura, livre de sedimentos, porque o seu filtro de papel, que possui o mesmo formato do porta-filtro e que possui, no seu único vértice, um ângulo de 60°, impede que os grãos de café moídos passem através dele e se acomodem na bebida (JARAMILHO, 2017).

Figura 2 – Porta-filtro V60



Fonte: Unique Cafés Especiais.

B. MELITTA

Inventado e patenteado em 1908, é o método mais comum de filtragem do café. Incomodada com o sabor amargo do café e com os resíduos de pó que ficavam na bebida, a dona de casa alemã, Melitta Bentz, criou este sistema de percolação-filtragem que, a partir de 1909, ela e o marido Hugo Bentz fundaram a empresa Melitta®. Este método possui o formato de um tronco cônico, contendo dois diferentes orifícios sendo i. de escoamento da bebida filtrada e ii. de saída de vapores, produzidos no preparo da bebida. Igualmente o V60, o Melitta possui também estrias que possuem as funções destacadas anteriormente, entretanto, o formato de tais estrias é vertical e diagonal. (GURGEL; RELVAS, 2016).

Figura 3 – Porta-filtro Melitta



Fonte: Melitta®

C. CLEVER DRIPPER

Este porta filtro tem basicamente a mesma forma do porta-filtro Melitta, mas com a diferença de que na base existe um dispensador, denominado Sistema de Controle de Fluxo (que consiste numa válvula de silicone que permite a infusão da bebida dentro do suporte) que, quando pressionado, expelle toda a bebida de café que está sendo extraída e filtrada. Neste método (FIGURA 4), a temperatura desempenha um papel muito importante, uma vez que se aumenta razoavelmente a temperatura da água, isso pode extrair mais ácidos e óleos do café, tornando-se muito amargo e ácido, atingindo um ponto de sabor totalmente indesejado. Em

contrapartida, se a bebida é extraída em uma temperatura da água relativamente baixa, tal bebida não terá qualquer sabor característico, como os açúcares (que influenciam a doçura), corroborando em uma má extração (JARAMILLO, 2017)

Figura 4 – Clever Dropper antes e após a utilização do Sistema de Controle de Fluxo



Fonte: Coffee gear at home.

D. PRENSA FRANCESA

Este método (FIGURA 5) foi criado por dois franceses, Mayer e Delforge em 1852. Popularmente conhecida como cafeteira francesa, é composta por um recipiente de vidro e um filtro com formato de êmbolo, contendo, também, uma tela metálica fina. No recipiente, é colocado o pó de café e a água na temperatura desejada, possibilitando uma infusão. Após o tempo de infusão necessário, o êmbolo é pressionado, separando o pó de café residual, na parte inferior do recipiente, da bebida extraída. Este método produz um café com um corpo maior, pois o filtro deste método não separa grande parte dos óleos presentes na bebida. Além disso, deve-se levar em conta que a infusão, em um determinado momento, preconiza a obtenção de mais sabores, que podem ser agradáveis ou não ao paladar (GURGEL; RELVAS, 2016).

Figura 5 – A Prensa Francesa



Fonte: Tramontina®

E. CHEMEX

Peter Schlumbohm foi o químico inventor da cafeteira Chemex (FIGURA 6), cuja parte superior consiste em um funil de vidro com saída de ar e a porção inferior é formada por um Erlenmeyer. Essa cafeteira é feita com o mesmo vidro usado em laboratório (borossilicato), possuindo uma cintura estreita que segura um filtro de papel e uma abraçadeira feita de madeira, com um fio de couro para finalizar. A bebida de café passa através de um papel de filtro dobrado (da mesma forma que dobramos tal papel no laboratório) e, à medida que vai sendo filtrado, escoar para a parte inferior da cafeteira, extraíndo uma bebida limpa e, geralmente, com pouquíssimo amargor (GURGEL; RELVAS, 2016).

Figura 6 – Um funil de vidro, um Erlenmeyer e uma Chemex



Fonte: Das autoras.

F. MOKA ITALIANA

A cafeteira italiana, também conhecida como Moka (FIGURA 7), foi inventada em 1933 por Alfonso Bialetti. Deu-se esse nome em homenagem à cidade Moca no Iêmen, muito famosa pela qualidade de seu café. A cafeteira italiana possui dois compartimentos principais. A parte de baixo comporta a água e fica em contato direto com o fogo. Enquanto isso, a parte de cima tem o formato octagonal com um tubo central. A bebida chega ao compartimento de cima por meio de tal tubo, com dois orifícios em cima; é por onde o café passa por efeito da pressão que a formação do vapor de água produz. Entre os dois compartimentos citados, o pó é colocado em uma peça de metal cheia de furos, para que a água realize uma extração por arraste a vapor dos compostos presentes no café. Dentro do compartimento de cima, também há uma placa de metal com pequenos orifícios, caracterizando o filtro, para que a água suba em direção à superfície sem levar o pó do café residual, resultando em uma bebida pura, encorpada e consistente. Quando devidamente preparado, o café lembra o sabor de um espresso, bebida forte e encorpada. Esse método ressalta o amargor do café, enquanto a acidez se destaca menos (JARAMILLO, 2017).

Figura 7 – A cafeteira italiana.



Fonte: Bialetti®

4.3.2 O conceito de extração

Preparar um café consiste em um processo de extração das substâncias presentes no pó de café, seguido de uma filtração do pó residual (componentes do pó de café que não foram extraídos). É muito interessante observar que a forma de preparo do café evoluiu de acordo com

o conhecimento científico, conforme o passar do tempo. Tudo começou com a infusão, no Iêmen, que é considerado o Berço da Cafeicultura e do Serviço de Café. É o processo mais simples onde o pó fino é adicionado à água, passando por 3 fervuras sucessivas, até chegarmos nos mais diversos métodos de extração, discutidos na seção seguinte (SANTOS; MOL, 2016)

Dessa forma, o mecanismo que rege o processo de extração é determinado pela interação de cada componente com a água, chamado de solubilidade. Dessa forma, o processo de solubilização de uma substância química é resultante da interação entre a espécie que se deseja solubilizar (soluto) e a substância que a dissolve (solvente). Portanto, solubilidade é a medida da quantidade máxima de soluto que pode ser dissolvida em um determinado volume de solvente. O tamanho molecular (ou iônico), a polaridade (ou carga), interações intermoleculares e a temperatura são aspectos importantes na determinação da solubilidade e devem ser considerados para sua compreensão (SILVA; MARTINS; ANDRADE, 2004).

Dessa forma, o conceito de extração está intimamente ligado aos conceitos acima citados. É extraído primeiramente o grupo de substâncias que for mais solúvel dentre todas, seguido da que for ligeiramente menos solúvel e assim na sequência (SILVA; MARTINS; ANDRADE, 2004). No caso do café, o grupo mais solúvel é o dos ácidos (majoritariamente clorogênicos) e dos aromas mais voláteis como os que lembram flores e frutas. Em seguida, são extraídos os açúcares e, finalmente, os alcaloides.

Souza, Melo e Lopes (2011) delimitam alguns tipos de extração que acontecem durante o isolamento de amostras, com o intuito de extrair os princípios ativos de uma planta. Trazendo para o contexto do presente estudo, preparo da bebida de café, temos: a. a extração por infusão, que consiste em verter o solvente quente, geralmente água fervente, sobre o planta/droga (o café) moída, de modo que fique em um sistema fechado e em repouso por um determinado tempo, previamente delimitado (que é o caso da Prensa Francesa e Clever Dripper); b. a extração por percolação, que é um método pelo qual a extração é feita pelo arrastamento dos princípios ativos (substâncias presentes no pó de café) pela passagem contínua do líquido extrator (água quente) (SARKER; LATIF; GRAY, 2006), configurando as extrações que acontecem na maioria dos cafés ditos ‘filtrados’, como o Melitta, Chemex e v60 e c. a extração por arraste a vapor onde a água líquida é adicionada a um gerador de vapor e aquecida até que entre em ebulição. Então, através da pressão proporcionada ao sistema, a água em condição de vapor percorre uma tubulação apropriada e realiza a extração das substâncias existentes na planta/droga e passa a ser injetada em outros recipientes (VALENTIM; SOARES, 2018), caracterizando assim, o processo que ocorre na cafeteira italiana.

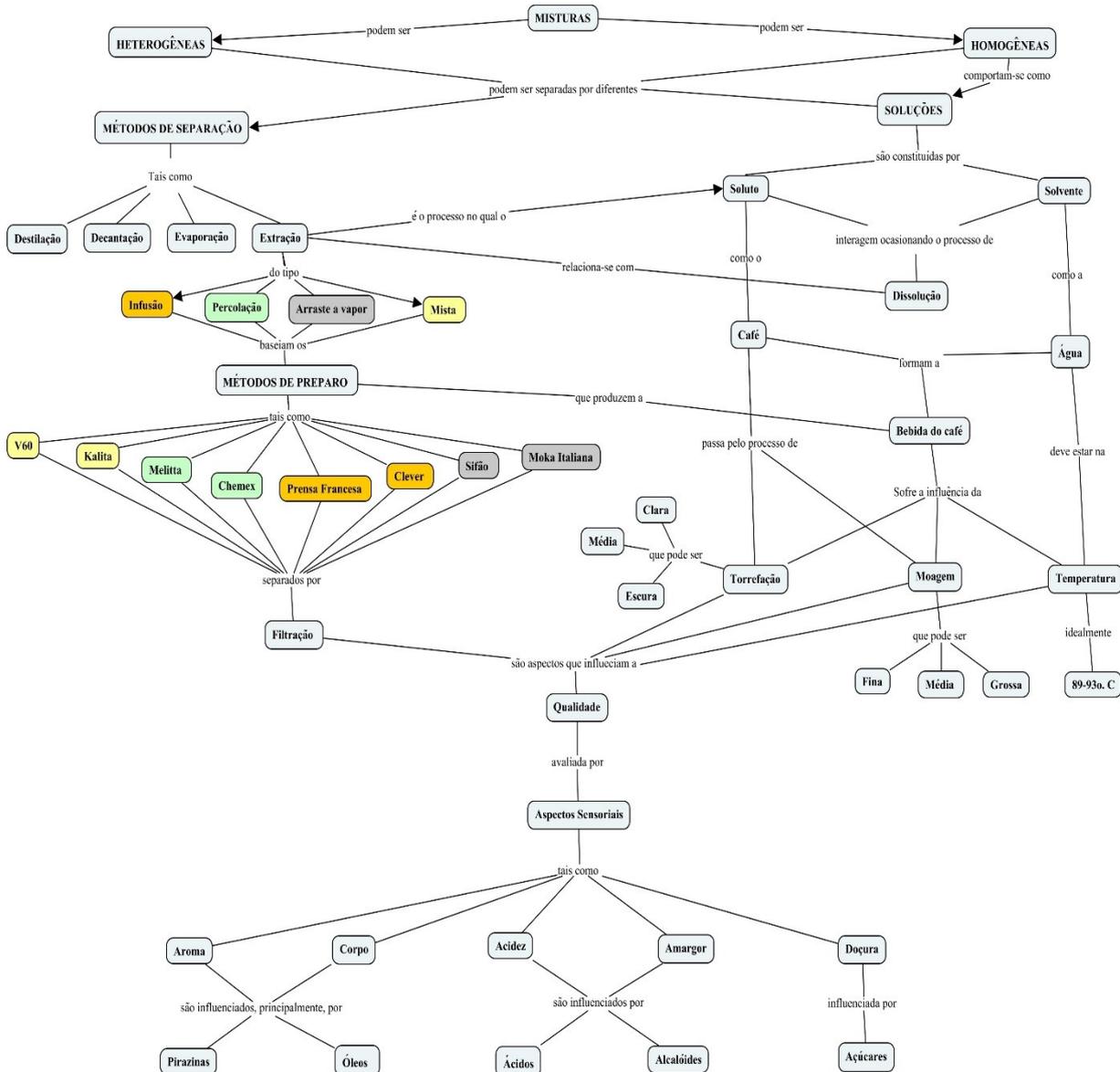
4.3.3 O café, os métodos de preparo da bebida e a Educação Química

A temática do café tem sido discutida e trabalhada em diversas propostas de ensino, no âmbito da Educação Química. Dentre elas, podemos apresentar o trabalho de Siqueira (2018), onde a autora propôs o uso da temática para a realização de oficinas de ensino e de aprendizagem relacionadas à tal temática, tendo como subtemas a composição química do café, a solubilidade do café e suas concentrações. Outro trabalho da Educação Química com o tema café, é o da autora Brenelli (2003) no qual apresenta processos de extração da cafeína do café e de outras bebidas para o ensino de química orgânica. Já os autores Uchôa e colaboradores (2012), utilizaram-se da experimentação ilustrativa da preparação da bebida café para o ensino de processos físico-químicos. Os autores Jesus e Filho (2017) propõem o uso de Situações de Estudo acerca do preparo da bebida de café dentro do laboratório de química, abordando alguns conceitos como solução, soluto e solvente, relacionando tal preparo com as vivências dentro do laboratório de química.

Até o momento da realização da revisão de literatura acerca deste tópico, não foram encontrados trabalhos que utilizem o preparo da bebida de café e o uso de atividades investigativas como uma plataforma para ensinar conceitos físicos e químicos, no âmbito do Ensino Superior. Desse modo, o presente estudo tenta contribuir para esta lacuna presente na literatura, de forma que se amplie também a rede conceitual, para tentar entender melhor a complexidade que envolve os processos envolvidos à temática do café. Assim, apresentamos, a seguir, um mapa conceitual⁴ (FIGURA 8) que tenta responder à questão: “como o preparo da bebida de café se relaciona com os conceitos químicos?”.

⁴ Os mapas conceituais são representações gráficas semelhantes a diagramas, que indicam relações entre conceitos ligados por palavras. Representam uma estrutura que vai desde os conceitos mais abrangentes até os menos inclusivos. São utilizados para auxiliar a ordenação e a sequência hierarquizada dos conteúdos de ensino, de forma a oferecer estímulos adequados ao estudante (NOVAK; CAÑAS, 2012).

Figura 8 – Mapa conceitual sobre a bebida de café e os conceitos químicos



Fonte: A autora (2023).

Entre as metodologias existentes que possam apresentar aos alunos o tema café e, ao mesmo tempo, os conceitos científicos de química de maneira contextualizada, as Atividades Investigativas são apontadas, nesta pesquisa, como uma estratégia potencialmente significativa para a aprendizagem de conceitos e processos científicos.

5 METODOLOGIA

5.1 PRESSUPOSTOS DA PESQUISA

A metodologia de pesquisa empregada neste estudo apresenta uma abordagem qualitativa, de cunho intervencionista, pois, conforme Maciel, Passos e Arruda (2018, p. 550) ao citar Engeström (2011), “nas pesquisas educacionais intervencionistas, assume-se que os pesquisadores sabem o que querem implementar no contexto educacional e, assim, como se modificar a prática educativa”.

Ainda conforme os autores, de modo geral, as pesquisas intervencionistas são baseadas em: a. Teorias de aprendizagem [TAS]; b. estratégias de ensino diferentes das tradicionais [Atividades Investigativas]; c. aprendizagem nas diferentes configurações espaciais [relações entre o laboratório e procedimentos cotidianos, o de fazer café]; d. ‘novos’ conteúdos e/ou abordagens curriculares [o Ensino por Investigação]. Desse modo, os autores ainda argumentam que as publicações resultantes, desse tipo de pesquisa, servem aos (às) pesquisadores (as) como divulgadores (as) de uma descrição do que pode ser feito para se atender aos objetivos da pesquisa, resguardadas as condições únicas de cada intervenção. Assim, no presente estudo, serão apresentadas as concepções dos participantes, antes e após as intervenções realizadas, para avaliar possíveis efeitos para a aprendizagem, em contextos educacionais específicos, utilizando Atividades Investigativas.

Cassel e Symon (1994) afirmam que as características essenciais da investigação qualitativa são: geralmente, o pesquisador ter interesse na interpretação que os participantes possuem da situação sob estudo (o conceito de extração); há preocupação com o contexto, quando o comportamento das pessoas e a situação se ligam intimamente no desenvolver da experiência e admite-se que há influência da pesquisadora sobre a situação de pesquisa que, por sua vez, é influenciada por ela. Desse modo, a investigação qualitativa é a que melhor se integra ao reconhecimento de situações particulares e grupos definidos, tais como os participantes do Programa Residência Pedagógica.

5.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA

Este estudo foi conduzido no campus sede da Universidade Federal de Alfenas, localizada na Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700 – Centro, Alfenas – MG. A escolha deste local foi feita levando em consideração a facilidade de localização, contato com professores da

instituição, relação institucional da pesquisadora responsável, por sediar o projeto RP e consequente participação dos estudantes, sujeitos desta pesquisa.

Os sujeitos desta pesquisa são 17 estudantes participantes do programa Residência Pedagógica, subprojeto Química, da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) que tiveram interesse em participar como voluntários. A justificativa de escolha de tais estudantes tem relação pelo subprojeto ter, como um dos tópicos que fomentam teoricamente as ações dos participantes, o Ensino por Investigação.

Os critérios de inclusão foram os alunos do programa que quiseram participar desta pesquisa e que estivessem matriculados a partir do sexto semestre do curso, sendo este período o inicial para o ingresso no RP. Os critérios de exclusão foram os (as) estudantes que não participam do programa e os (as) estudantes que não quiseram participar desta pesquisa.

Em contrapartida, para o estudo piloto da implementação das Atividades Investigativas, foram convidadas três (outras) alunas participantes do RP, de modo que elas estavam em níveis escolares diferentes: Joyce e Pikachu, do sexto período; e Tornado, do oitavo período. Além dessas alunas, foram convidadas duas outras estudantes do curso de Licenciatura em Química da UNIFAL, denominadas Lara e Melinda, matriculadas no terceiro período do curso. A justificativa da participação de tais estudantes foi: a. todas manifestaram, inicialmente, interesse por participar do presente estudo; b. as participantes possuíam horários disponíveis para participar deste estudo prévio e c. todas as alunas estavam em diferentes níveis dentro do curso de formação inicial, possibilitando à pesquisadora, assim, uma visão mais geral sobre a relação entre os aspectos conceituais abordados nas atividades aqui preconizadas e os conteúdos abordados nas diferentes disciplinas ao longo do curso de Licenciatura em Química da UNIFAL.

O início da coleta de dados do presente estudo foi condicionado à aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alfenas, com parecer disponível no Anexo A⁵. Após autorização do Comitê de Ética, os sujeitos foram convidados a participar da pesquisa e, após conhecer a proposta deste estudo, estes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Termo de Uso de Imagem e Voz, apresentados nos Apêndices G e H, respectivamente. O termo foi assinado em duas vias, sendo uma via mantida pela pesquisadora por um período de cinco anos.

⁵ No momento da submissão do projeto da presente pesquisa, a temática na qual foi preconizada foi a dos Agroquímicos. No entanto, durante o processo de planejamento das atividades, tal temática foi ratificada para a atual, a do Café.

No que cerne à confidencialidade da pesquisa, a pesquisadora responsável comprometeu-se com a garantia de manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes da pesquisa em qualquer fase desta pesquisa, salientada no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido entregue aos mesmos e corroborada pelo uso, em todas as fases, de **nomes fictícios**, sugeridos pelos participantes deste estudo.

5.3 INSTRUMENTOS PARA PRODUÇÃO DE DADOS

Na presente pesquisa, foi realizado um trabalho de campo inicial de observação com o objetivo de conhecer o contexto no qual os sujeitos estão inseridos, desde o início das reuniões do programa. A observação participante na pesquisa qualitativa é salientada por Mónico *et al.* (2017, p. 208) ao citar Vogt (1999): “um pesquisador participa como membro do grupo que está estudando. Às vezes, o pesquisador informa ao grupo que é um observador, bem como um participante, e às vezes o pesquisador finge ser um membro comum”.

Inicialmente, para o levantamento do conhecimento prévio que os (as) estudantes possuem acerca do Ensino de Ciências por Investigação e do uso de atividades investigativas, foram aplicados questionários semiestruturados⁶, antes (Apêndice A) e depois (Apêndice B) da realização das Atividades Investigativas sobre a influência de produtos de limpeza no meio ambiente (Anexo B).

Após 3 meses, para a investigação das concepções prévias que os (as) estudantes tinham acerca do conceito de extração e do uso da temática do café para o ensino de química, foram utilizados questionários semiestruturados, de modo que foram aplicados dois questionários individuais (inicial – Apêndice C e final- Apêndice E). O primeiro contemplou questões sobre o conhecimento prévio dos estudantes (subsunçores) a respeito do preparo da bebida do café e do conceito de extração, com o objetivo de investigar as dificuldades em relação à aprendizagem conceitual e possibilitar o planejamento das propostas de intervenções (Apêndice J).

Para obter uma análise mais consistente, as informações em relação às representações internas que os (as) estudantes possuem, foram geradas questões, contidas nos questionários inicial e final, que consistiram na elaboração de uma representação sobre o processo de extração. A questão apresentou a seguinte proposta: “Elabore um desenho que represente o processo de extração da bebida do café, em nível submicroscópico”.

⁶ O questionário na pesquisa científica pode ser entendido como um conjunto de questões que podem fornecer dados que ajudam o pesquisador a alcançar os objetivos propostos (GROPPO; MARTINS, 2006)

Além do uso do questionário e as representações para a geração das informações, optou-se pela utilização de entrevistas semiestruturadas⁷ (inicial- Apêndice D e final- Apêndice F), após a aplicação dos questionários, com o objetivo de obter a explicação dos desenhos elaborados pelos estudantes. As consecutivas transcrições das entrevistas realizadas seguiram a proposta metodológica apresentada por Manzini (2015) e criada por Marcuschi (1986).

A opção feita pela entrevista semiestruturada se justifica pela flexibilidade de incluir questões aos roteiros que fossem surgindo durante a entrevista, buscando aprofundar e gerar mais informações sobre o tema pesquisado. Além disso, entendemos que as entrevistas possibilitaram a interpretação dos desenhos pelos próprios estudantes, evitando assim, possíveis interferências da pesquisadora na interpretação das informações.

No que concerne a validação consensual⁸ dos instrumentos para produção de dados, esta ocorreria em encontros individuais com três diferentes pesquisadores (as) do Ensino de Ciências (validadores), com o objetivo de gerar discussões, bem como as suas consequentes alterações, acerca: a. das possíveis interpretações dos participantes do estudo; b. dos diferentes níveis de compreensão que poderiam ser atingidos (ou não) e c. a consonância dos instrumentos com o objetivo do presente estudo. Após isto, nos encontros do Grupo de Pesquisa em Educação em Ciências e Matemática da UNIFAL-MG, realizados no Laboratório de Pesquisa em Educação Química, os instrumentos foram também apresentados aos (às) colegas e professoras presentes, tendo o mesmo objetivo e escopo acima descritos.

5.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Diante dos objetivos que orientam esta pesquisa, foram realizadas as seguintes etapas:

- a) Acompanhamento, com início no primeiro semestre de 2018, das reuniões e cursos ofertados pelo programa RP, de modo que a pesquisadora responsável fez parte e conheceu a rotina dos (as) estudantes;
- b) Investigação das concepções prévias de todos (as) estudantes participantes desse estudo (n=17) a respeito do Ensino por Investigação e Atividades Investigativas. As informações foram coletadas por meio de um questionário, disponível no Apêndice A.

⁷ A entrevista semiestruturada pode ser entendida como uma interação humana que acontece entre o pesquisador e o entrevistado, na qual podem ser obtidas informações sobre um assunto de interesse na pesquisa. Este tipo de instrumento geralmente é utilizado para investigar assuntos complexos e subjetivos, como opiniões, formas de pensamento, atitudes e valores (SZYMANSKI; ALMEIDA; PRANDINI, 2004).

⁸ Eisner (1991) considera quatro diferentes perspectivas para classificar os aspectos acerca da acreditação da pesquisa qualitativa: “corroboração estrutural, validação consensual, adequação referencial e validade irônica” (EISNER, 1991 apud CRESWELL, 2014, p. 194).

- Nesta etapa, optou-se pelo uso do questionário semiestruturado individual que busca compreender o que o (a) estudante entende sobre os tópicos acima mencionados.
- c) A implementação de Atividades Investigativas, desenvolvidas pelo projeto europeu Strategies for Assessment in Inquiry Learning Science (SAILS), intitulada “Produtos de Limpeza Alternativos” (Anexo B). O objetivo de implementar tal atividade, que fora construída com base no mesmo modelo teórico utilizado no presente estudo, foi apresentar, aos (às) estudantes participantes do RP a abordagem do Ensino por Investigação e uma proposta de Atividades Investigativas. Após esta intervenção, foi aplicado outro questionário, disponível no Apêndice B, para investigar os efeitos de tal intervenção, sob a ótica dos (as) licenciandos (as).
- d) Construção das Atividades Investigativas com a temática do café.
- Nesta etapa, foram construídas as Atividades Investigativas (Apêndice J), com base no modelo instrucional de Bybee (1997), por parte das pesquisadoras envolvidas neste estudo, na temática em questão.
- e) Após a construção das Atividades Investigativas, foi desenvolvido um teste piloto destas (tendo como objetivo validar tal sequência) com cinco estudantes do curso de Licenciatura em Química da UNIFAL, caracterizadas no item 5.2). Para identificar as concepções prévias sobre o conceito de extração e os usos da temática do Café para a Educação Química, foi aplicado um questionário e realizada uma entrevista semiestruturada disponíveis, respectivamente, nos Apêndices C e D.

O teste piloto foi desenvolvido em três intervenções, descritos a seguir:

Tais atividades de intervenção foram fundamentadas na abordagem da Teoria Ausubeliana e seguindo o modelo proposto por Bybee (1997), apresentadas na revisão de literatura da presente pesquisa. O objetivo destas intervenções foi possibilitar a aprendizagem significativa por meio da relação entre os conceitos fundamentais sobre a extração da bebida de café com subsunçores necessários para construir as pontes cognitivas que levam à aprendizagem significativa do conceito de extração.

Desse modo, as atividades estavam divididas em cinco momentos didáticos e realizadas em três encontros, disponíveis no Apêndice I. A atividade inicial teve como intuito promover o engajamento dos alunos para os tópicos em questão (chamando-lhes a atenção para a temática). Nesta atividade, também houve a possibilidade de explorar o conhecimento prévio dos alunos sobre o preparo da bebida do café. Na atividade 01, as estudantes deveriam relacionar os diferentes métodos de preparo da bebida, identificando as suas diferenças e similaridades; a moagem mais adequada para cada método e definir quais os tipos de separação de misturas

ocorriam em tais métodos. Nas atividades 2 e 3, os (as) estudantes foram levados a planejar e/ou realizar uma investigação acerca da questão levantada [como preparar uma boa bebida de café?], com o intuito de testar as suas hipóteses, construir as suas explicações e os seus argumentos científicos. A atividade 4 buscou fazer com que as alunas refletissem sobre a investigação realizada, salientando inconsistências e fontes de erro, repensando as suas hipóteses iniciais. Na atividade final, as estudantes realizaram uma reflexão acerca das suas aprendizagens sobre os conceitos e processos envolvidos ao longo das atividades. Participaram destas etapas de intervenção as cinco estudantes, descritas no item 5.2, matriculadas no curso de Licenciatura em Química da UNIFAL-MG.

- **Intervenção 01:** Em um primeiro momento, discutimos o que são cafés tradicionais e cafés especiais, salientando as suas diferenças. Em seguida, discutimos alguns aspectos gerais sobre o preparo da bebida, como “do que é composta a bebida de café?”; “qual a influência da torra e moagem do café na bebida?”; “qual a influência da água e a sua temperatura sobre a bebida final?”, que foram registrados, pelas estudantes, na atividade inicial. Após isso, fazendo uso de um texto publicado em um blog⁹, foram apresentadas e discutidas as características físicas de cada método de preparo da bebida, bem como os procedimentos necessários para um bom manuseio de tais métodos e quais seriam os tipos de separação de mistura que cada método preconiza. Estas informações foram registradas, pelas estudantes, na Atividade 01. Depois, foi proposto às estudantes que planejassem uma investigação, tendo como base a questão [como preparar uma boa bebida de café?]. Este planejamento foi registrado na Atividade 02.
- **Intervenção 02:** No primeiro momento, foram retomados alguns aspectos sobre o preparo da bebida, sobretudo, o manuseio dos diferentes métodos de preparo da bebida. Em seguida, com base nos planejamentos realizados, as estudantes o executaram, registrando as suas conclusões na Atividade 03.
- **Intervenção 03:** Para iniciar esta intervenção, foram retomados os resultados obtidos pelas estudantes e iniciada uma discussão, envolvendo aspectos como “qual o melhor método para preparar uma bebida do café escolhido?” “como entendemos o processo de extração que acontece no método escolhido?” “quais substâncias são extraídas neste processo?” e “qual a influência do processo de extração sobre a bebida final?”. Após construídas e

⁹ Este texto estava disponível em <https://cafégourmetbrasilcom/quais-os-principais-tipos-de-extração-do-cafe/>, entretanto, no presente momento, tal link não se encontra em funcionamento. É importante ressaltar que o objetivo do uso deste texto foi de possibilitar que, nas atividades finais, as estudantes refletissem sobre como os diversos erros conceituais estão presentes em tais tipos de textos.

discutidas as explicações, as estudantes foram levadas a refletir sobre a investigação realizada, de modo que salientassem possíveis fontes de erro e inconsistências no planejamento e execução da investigação. Como atividade final, as estudantes produziram um relato, com base em algumas questões-orientadoras, que tinha como intuito provocar uma autoavaliação e autorreflexão sobre as atividades realizadas. Os registros das devidas reflexões foram feitos nas Atividades 04 e 05, respectivamente.

- f) Após a realização das intervenções descritas acima, foi aplicado um questionário e realizada uma nova entrevista, disponíveis nos Apêndices E e F respectivamente, para investigar quais as novas percepções das estudantes acerca do conceito de extração e do uso da temática do café para o ensino de química.
- g) Após a validação e consecutiva reformulação das Atividades Investigativas, denominadas “Café com Química: degustando conceitos”, tal sequência foi desenvolvida com os outros (as) estudantes participantes do RP (n= 14).
- h) Avaliação das percepções dos estudantes em relação aos efeitos de Atividades Investigativas no processo de ensino e de aprendizagem.
- Esta etapa teve como objetivo avaliar as percepções desses estudantes quanto à estratégia em questão, salientando os desafios e possibilidades, com base nos dados coletados a partir dos instrumentos aqui utilizados.

5.5 ANÁLISE DOS DADOS QUALITATIVOS

A metodologia escolhida para a análise dos dados obtidos é a análise de conteúdo, pois, conforme Bardin (2011), a análise de conteúdo possui uma metodologia que é usada para interpretar o conteúdo de documentos e textos (transcrições, por exemplo).

Bardin (2011) define a análise de conteúdo como:

um conjunto de métodos de análise das comunicações que visam a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e recepção dessas mensagens (BARDIN, 2011, p. 47).

Esse tipo de análise ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados. Ela vai muito além de uma simples técnica de análise de dados, pois representa uma abordagem metodológica com características e possibilidades próprias. Esse tipo de metodologia faz parte de uma busca teórica e prática, com um significado especial no campo das investigações sociais. Dessa forma, a análise de conteúdo, defendida por Bardin

(2011) se estrutura em três fases: 1) pré-análise (leitura flutuante); 2) exploração do material, categorização ou codificação; 3) tratamento dos resultados, inferências e interpretação. Entretanto, para o presente estudo, utilizamos somente alguns elementos desta metodologia.

No seu progresso, a análise de conteúdo tem alternado muito entre pesquisas qualitativas, que qualificam as vivências do sujeito, e quantitativas, que levam em consideração a objetividade dos números. Dessa forma, as análises qualitativas têm sido cada vez mais valorizadas na área de Ensino de Ciências, sendo utilizadas como técnicas para atingir níveis de compreensão mais aprofundados dos fenômenos que se propõe a pesquisar.

Dentre os diversos tipos de ferramentas de apoio à análise de dados em pesquisa qualitativa e devido à complexidade e à variedade de processos envolvidos nessa abordagem metodológica que podem ser aplicados a análise de conteúdo. Atualmente existe uma grande variedade desse tipo de ferramentas, tais como o Atlas.ti, HyperRESEARCH, MAXqda, NVivo, entre outros. O Atlas ti. é um dos softwares mais utilizados no ambiente acadêmico brasileiro, tendo sido adotado por centros de pesquisa da maioria das grandes universidades, como a Unicamp, a USP, a URGS, entre outras (LAGE, 2011). Dessa forma, para auxiliar na análise de dados, escolheu-se a utilização deste software nesta pesquisa, além do auxílio de outra plataforma, a WordCloud, disponível de forma online e gratuita, para a construção das nuvens de palavras aqui apresentadas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

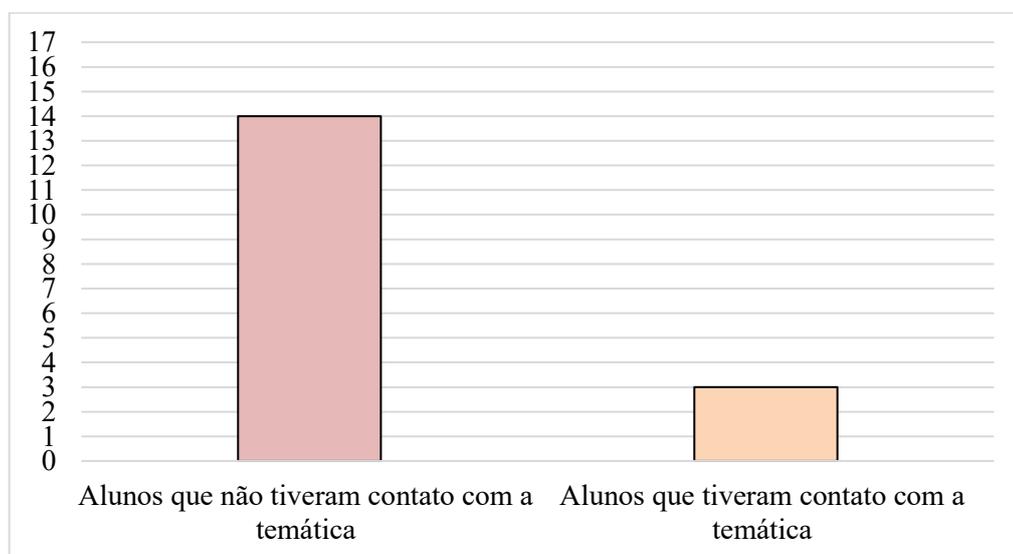
Tendo em vista o objetivo de compreender a influência de Atividades Investigativas na aprendizagem do conceito de extração, em contextos educacionais específicos, por licenciados em química, aqui, serão apresentados os resultados obtidos com os questionários apresentados nos itens 2 e 3, com 17 estudantes participantes, dispostos nos procedimentos metodológicos do presente estudo.

Diante disso, os resultados estão dispostos em quatro subseções: a. Análise dos questionários inicial e final acerca do Ensino por Investigação e Atividades Investigativas; b. Análise dos questionários inicial e final sobre a temática do café; Análise das representações (desenhos) feitas pelas estudantes, juntamente com as respostas obtidas nas entrevistas realizadas.

6.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS INICIAL E FINAL ACERCA DO EI E Ais

No questionário inicial, fora perguntado aos (às) estudantes: “Já Realizou algum curso com a temática Ensino por Investigação? Qual?”. Com base nas respostas, construiu-se o Gráfico 1, apresentado a seguir.

Gráfico 1 – Contato dos (as) estudantes com a abordagem do Ensino por Investigação

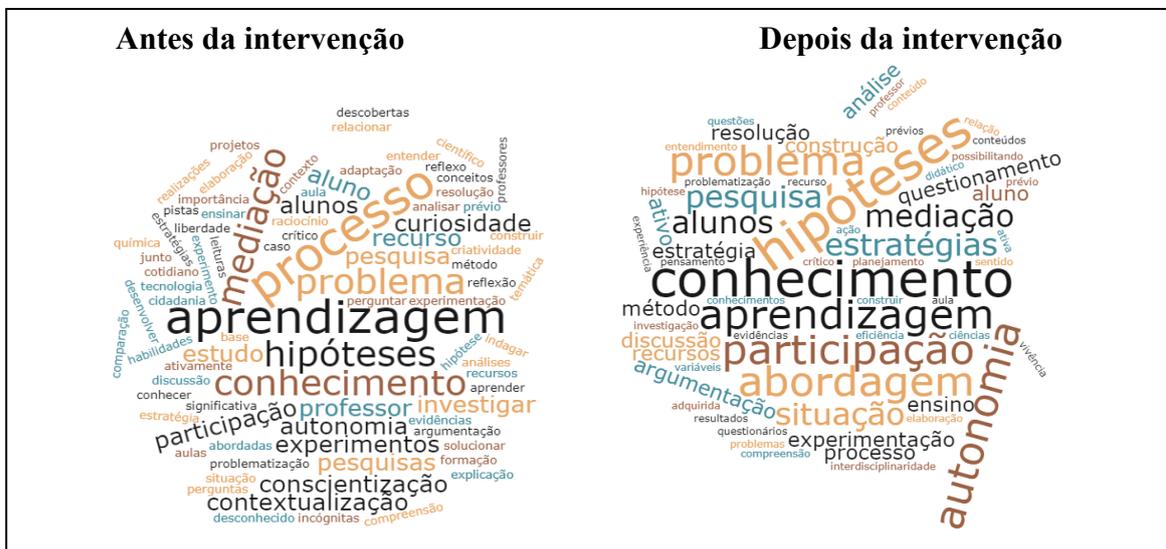


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

No Gráfico 1, é possível perceber que 82,3% dos estudantes não tiveram nenhum contato com a abordagem do Ensino por Investigação, tampouco participaram ou planejaram atividades de cunho investigativo. Em contrapartida, 3 estudantes declararam já ter tido contato com a abordagem, sendo este consolidado na disciplina “Laboratório de Ensino de Química I”. Uma possibilidade para explicar tal resultado é que os (as) estudantes que participam do programa Residência Pedagógica estão em diferentes níveis escolares (períodos), sendo a diferença, em média, de dois períodos. Isso leva a pensar a importância de espaços para desenvolver discussões sobre o Ensino por Investigação, na formação inicial de professores (as), de modo que estes (as) possam incorporar os aspectos do EI nas suas futuras práticas pedagógicas (ETHERINGTON, 2011; MARTÍNEZ-AZNAR; VARELA, 2009, WINDSCHITL, 2003), possibilitados pelo programa RP e pelo presente estudo.

Em outro momento, foi questionado aos alunos “A que palavras você associa o termo Ensino por investigação?”. A Figura 9, a seguir, mostra as nuvens de palavras construídas com o software WordCloud. a partir desta pergunta.

Figura 9 – Nuvens de palavras construídas a partir das palavras associadas pelos estudantes ao termo Ensino por Investigação



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Na Figura 9, podemos perceber que, antes da intervenção, as palavras em destaque foram aprendizagem (n=8), processo (n=5), hipóteses e mediação (n=4). Após a intervenção, as palavras em destaque foram conhecimento e hipóteses (n=6), problema; aprendizagem e abordagem (n=5). Antes da intervenção, a palavra de maior frequência foi "aprendizagem", isso nos leva a pensar que os (as) estudantes consideraram que o Ensino por Investigação está

associado à aprendizagem, uma vez que pode ser uma abordagem de ensino que busca a aprendizagem dos conceitos científicos escolares (VILLANI; NASCIMENTO, 2002). Por outro lado, após a intervenção, as palavras de maior frequência foram conhecimento e problema, o que pode nos indicar que os (as) estudantes associaram o Ensino por Investigação a uma forma de se construir conhecimento, tendo o problema como o meio no qual podem realizar tal construção (BAPTISTA, 2010; PEREIRA, 2016; SÁ; LIMA; AGUIAR, 2011; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011a).

Aliado à pergunta discutida anteriormente, os (as) estudantes deveriam construir proposições com base nas palavras citadas na referida pergunta, de modo que estas são iniciadas com “o Ensino por Investigação é...”. Com base nas respostas, foi construído o Quadro 2, apresentado a seguir.

Quadro 2 – Proposições construídas pelos (as) estudantes para descrever o que seja o Ensino por Investigação

(continua)

Proposições Iniciais	Estudante	Proposições Finais
Construir conhecimento a partir de um levantamento de hipóteses e resolução de questões que buscam utilizar o conhecimento ensinado.	Kate	A construção de conhecimento científico de modo a levantar questões, hipóteses e variáveis na tentativa de explicar o que foi colocado para ser investigado.
-	Quebrador de correntes	Ensinar através de práticas investigativas.
A construção de um conhecimento que pode ser enunciado com a busca para a solução de um problema.	Thamires	Processo no qual o professor ensinar a partir do conhecimento prévio dos alunos, a fim de que eles participem do processo.
Um processo em que o aluno tem autonomia e liberdade para realizar experimentos e encontrar as respostas através de leituras e pesquisas.	Tornado	Quando o aluno tem autonomia, levantando questionamentos e respondendo-os, saindo de um ensino roteirizado.
Promover a aprendizagem através de uma atividade que contemple um “mistério a ser solucionado.	Joyce	Uma abordagem que oportuniza o levantamento de hipóteses, planejamento, questionamentos a respeito de uma situação problema.
Uma metodologia a qual o processo de construção do conhecimento se dá por meio do estudo de uma situação problema.	Bê	Um processo de construção de conhecimento no qual o aluno participa ativamente, por meio da investigação de uma situação-problema.
A aprendizagem através de questionamentos sobre os conteúdos.	Picachú	Uma abordagem que promove questionamentos, habilidades de argumentação, com base em evidências encontradas.
Uma forma de aproximar o cotidiano do aluno para um ensino contextualizado.	Augusto	Um método de ensino em que o aluno tem uma participação ativa no processo.
Uma estratégia de ensino que o professor pode utilizar para alcançar uma aprendizagem com mais significado e contextualizada.	Eliza	Uma forma de aprendizagem que busca uma solução para um problema.

Quadro 2 – Proposições construídas pelos (as) estudantes para descrever o que seja o Ensino por Investigação

(conclusão)

Proposições Iniciais	Estudante	Proposições Finais
Pesquisas e análises abordadas pelo professor através do processo de mediação com os alunos.	Florinda da Silva	Uma abordagem e há várias formas (estratégias) de se trabalhar com ela.
Ensinar por meio de evidências, através de estudos com base nas evidências encontradas.	Clotilde	Uma abordagem didática em que o professor induz aos alunos a autonomia, na elaboração de hipóteses.
Utilizar situações problemáticas para gerar reflexão, hipóteses e argumentação para que haja a conscientização e faça sentido.	Einstein	Aprender determinado conteúdo a partir de hipóteses e pesquisas.
O termo usado para buscar entender o processo de aprendizagem de um aluno, buscando compreender a forma que o aluno interage com o conteúdo aprendido.	Arcanjo	Fazer uso de recursos para a solução de um determinado problema, desenvolvendo hipóteses sobre o conteúdo que será abordado.
A partir de uma temática problematizadora, investigar as possíveis soluções.	Maria	Método empregado na escola que tem por objetivo analisar o conhecimento prévio dos alunos para entender quais resultados o professor pode buscar com essa metodologia.
O recurso didático utilizado para ensinar diversos conteúdos. Nesse processo, o aluno participa ativamente do seu processo de ensino e aprendizagem.	Gavião	O ensino que parte de uma problematização, que gera uma discussão e a aprendizagem.
Compreender o aluno, saber qual seu conhecimento prévio para que daí possa partir a aprendizagem.	Matheus	Uma metodologia de ensino que pode ser utilizada para ensinar diferentes conceitos/contéudos.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Nas proposições iniciais, é possível perceber que os (as) estudantes concebem que o EI é um processo de construção de conhecimento que possui algumas características como a resolução de questões, problemas ou situações-problema (CARVALHO, 2013), promoção da autonomia do (a) aluno (a) e aproximação entre o ensino e o cotidiano do aluno (SASSERON, 2018); desenvolvimento de habilidades cognitivas (SÁ; LIMA; AGUIAR, 2011; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011a), além de possibilitar um aprendizado com mais significado, visto que, nos processos investigativos, acontecem diferentes tipos de aprendizagem significativa, como a subordinada (ZOMPÊRO; LABURÚ, 2011b). Em contrapartida, nas proposições finais, a maioria dos (as) estudantes associaram o EI como sendo “*uma abordagem que oportuniza o levantamento de hipóteses, planejamento, questionamentos a respeito de uma situação problema- Joyce*” (BAPTISTA, 2010; CARVALHO, 2013; SASSERON, 2015).

Em outro momento, foi questionado aos (às) estudantes “Você se sente preparado (a) para trabalhar com atividades de caráter investigativo na escola?”. Como resposta, 12 estudantes não se sentem preparados (as) para trabalhar com o EI, sendo que as justificativas

foram “*não tenho conhecimento sobre o EI, logo não tenho como estar preparada*” e “*como nunca tive contato com essa vertente, não me sinto preparado para trabalhar com a mesma*”. Por outro lado, 5 estudantes se sentem parcialmente preparados para trabalhar com o EI, apresentando justificativas como “*embora tenho consciência de algumas características do ensino por investigação, ainda não tenho experiência de aplicar uma atividade investigativa*” e “*além do domínio de conteúdo, o mediador [professor] precisa articular bem cada etapa, o que eu só irei adquirir e dominar com a prática*”. Estas justificativas corroboram os resultados apresentados na primeira pergunta aqui discutida, de modo a reforçar a relevância de realizar discussões e intervenções acerca do EI, de modo que estas permitam que os (as) licenciandos (as) experienciem pessoalmente o IBSE e reflitam sobre a sua natureza, participando e propondo propostas investigativas, além de receber um feedback sobre as suas construções (ARTECHE; AZNAR, 2016).

Após a implementação das atividades disponíveis no Anexo B, novamente foi questionado aos (às) estudantes se eles (as) se sentiam preparados (as) para trabalhar com o EI. Como resposta, 15 estudantes se sentiram parcialmente preparados para tal, apresentando justificativas como “*embora eu entenda o que venha a ser atividades de caráter investigativo, eu preciso ter a experiência de colocar em prática, por que acredito que a partir da experiência, eu irei me sentir a cada dia mais preparada para trabalhar com essas atividades*” e, “*pois, preciso entender mais sobre atividades de investigação, outras maneiras de interpretar os resultados obtidos pelos alunos*”. Além disso, uma estudante se sentiu preparada para trabalhar com o EI, justificando que “*(...) o curso me possibilitou conhecimento sobre essa prática e também formas de aplicação no contexto escolar*”. De modo inverso, um estudante não se sentiu preparado para trabalhar com o EI, pois “*(...) há fatores importantes destas atividades que ainda não compreendi*”.

Quando perguntado aos (às) estudantes sobre “*Quais as características você considera que uma atividade de caráter investigativo pode apresentar?*”, as respostas foram as mais diversas, mostradas, a seguir, na Tabela 2.

Tabela 2 – Respostas dos (as) estudantes sobre as características de Ais

Categoria	Descrição da categoria	Exemplos iniciais	Freq. I.	Exemplos Finais	Freq. F.
Coerente- C	Respostas que descrevem as principais características de Atividades Investigativas como: uso de uma questão/problema; levantamento de hipóteses; planejamento da investigação; comunicação dos resultados e avaliação (Carvalho, 2013; Bybee, 1997).	<i>Levantamento de hipóteses, discussão em busca da solução para um determinado problema e participação dos estudantes (Kate); Apresentação de uma situação-problema, elaboração de hipóteses no estudo de casos, na análise dos resultados e na conclusão (Bê).</i>	n= 5	<i>A atividade precisa apresentar uma situação-problema, elaboração de hipóteses, planejamento do processo de investigação, obtenção das informações e interpretação destas, divulgação dos resultados. (Eliza) Deverá propor uma situação-problema e fornecer meios para que os estudantes consigam desenvolvê-la (com base no que foi respondido em outras questões) e aprender aquilo que se pretende ensinar. (Joyce)</i>	n=12
Parcialmente Coerente- PC	Respostas que descrevem poucas ou brevemente as principais características de Atividades Investigativas	<i>Não ter uma resposta pronta. Ela deve apresentar um contexto e a partir disto, começa-se as investigações (Tornado);</i>	n= 8		n=5
Incoerente- I	Respostas que não descrevem nenhuma característica de Atividades Investigativas	<i>Um questionário acerca de alguma problematização. (Pikachú);</i>	n= 4	-	n=0

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

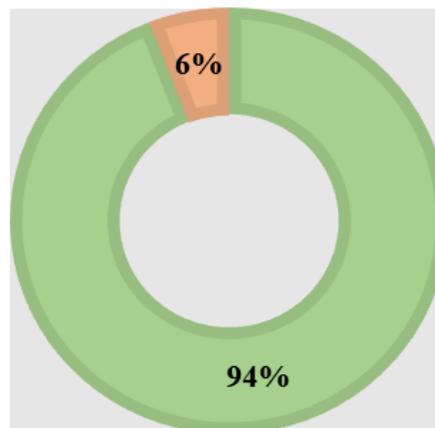
Nesta questão, foi pedido que os (as) estudantes descrevessem as características que eles atribuíam às AIs. Observa-se que, no questionário inicial, a maioria das respostas apresentavam poucas características que são destacadas na literatura. Além disso, outros quatro estudantes apresentaram respostas que se apresentam como incoerentes, como em “Um questionário acerca de alguma problematização” (Pikachú). Em contrapartida, após as intervenções, nota-

se que nenhum dos estudantes descreveu de forma incoerente tais características, sendo que, grande parte (70,5%) dos (as) estudantes, descreveu as AIS como sendo atividades que, em suas premissas, apresentem “(...) *uma situação-problema, elaboração de hipóteses, planejamento do processo de investigação, obtenção das informações e interpretação destas, divulgação dos resultados*”(Eliza), o que corrobora as características apresentadas por Bybee (1997), Carvalho (2013) e Sá, Lima e Aguiar (2011).

Olhando para um dos efeitos das intervenções realizadas com os (as) estudantes, dentre elas, podemos destacar, a seguir no Gráfico 2, as alterações que estas tiveram sobre as impressões sobre o que seja o Ensino por Investigação, por meio da pergunta “O curso provocou alterações em suas impressões sobre a temática? Comente”.

Gráfico 2 – Quantitativo das respostas sobre as alterações nas impressões sobre o EI

■ Provocou alterações ■ Não provocou alterações



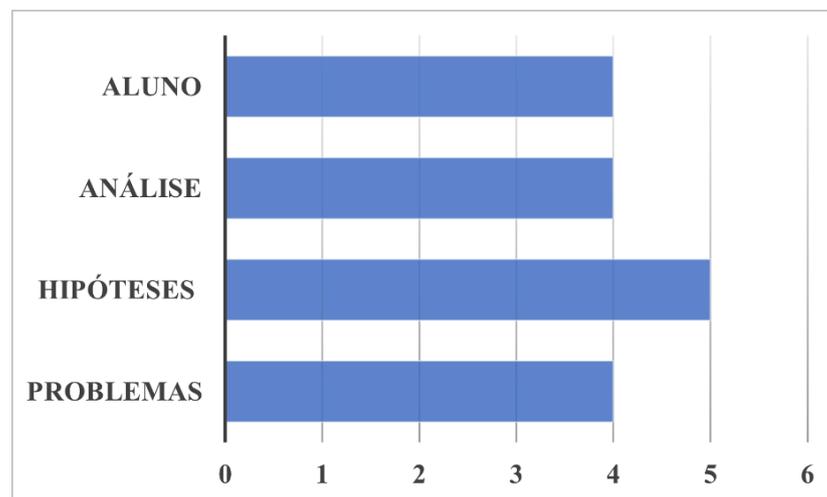
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Nota-se que a maioria dos (as) estudantes destacaram que as intervenções realizadas alteraram as suas impressões acerca do EI, como assinalados em “*Sim, porque foi bom para aprofundar o conhecimento sobre a temática e ter melhor percepção sobre como é o EI e como ele pode ser benéfico para o ensino*” (Thamires), “*Sim, hoje sei diferenciar uma abordagem de uma estratégia de ensino. E sei como posso planejar e executar uma atividade baseada no ensino por investigação na escola.*” (Eliza) e “*Sim, no começo acreditava que esse tipo de temática não seria uma boa forma de mediar um conteúdo, porém, percebi que ele possibilita que o aluno pense; dá liberdade para que ele busque respostas e argumente durante a discussão dos resultados*” (Pikachú). Além disso, outra estudante assinalou que possuía uma

concepção prévia de que o EI “*era um experimento “livre” (sem roteiros)*” (**Tornado**), o que corrobora também a concepção apresentada por Kirschner; Sweller; Clark, (2006) como sendo uma abordagem advinda de “instruções minimamente guiadas” para com os (as) estudantes. Por outro lado, a estudante Maria apresentou que as intervenções realizadas não provocaram mudanças na sua impressão sobre o EI, como em “(...) *continuo com as mesmas impressões sobre a temática*”, o que é corroborado pela sua resposta, quando perguntada “Quais as características você considera que uma atividade de caráter investigativo pode apresentar?” e se obteve como resposta, no questionário inicial “*Primeiramente uma temática e, posteriormente, uma questão-problema*” e, no questionário final, “*Um tema, questões, problema, discussão*”.

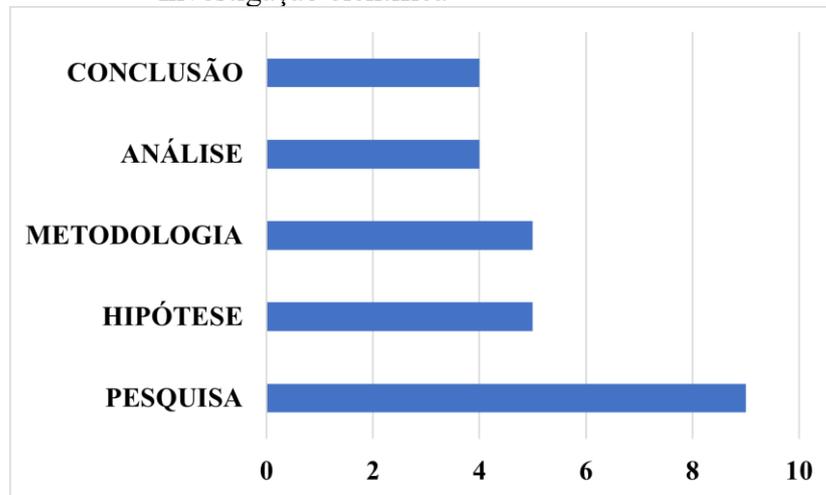
Sobre os questionamentos seguintes para os participantes foram: A que palavras você associa o termo Investigação e Investigação Científica? E a que palavras você associa o termo experimentação? Nos Gráficos 3 e 4, podemos observar a distribuição quantitativa das palavras mais comuns abordadas pelos participantes sobre os termos: Investigação, Investigação científica e experimentação.

Gráfico 3 – Resultados da abordagem sobre a associação do termo Investigação



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Gráfico 4 – Resultados da abordagem sobre a associação do termo
Investigação científica



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

As principais palavras associadas a investigação diante das respostas dos alunos foram: Aluno, Hipóteses, Problemas e Análise, já sobre a associação com o termo investigação científica obteve como principais respostas quantitativas as palavras: Metodologia, Conclusão, Análise, Hipótese e Pesquisa. Com isso, dentro as duas abordagens conceituais as palavras hipótese e análise foram semelhantemente respondidos entre as perguntas.

Percebe-se que diante dos resultados os participantes consideraram a abordagem sobre o termo investigação e investigação científica sobre a ótica de Bolte *et al.* (2012), o qual remete que a investigação científica provoca a formulação de problemas e questionamentos através da pesquisa, métodos e hipóteses para construir o pensamento científico e, principalmente, o desenvolvimento de habilidades e competências científicas.

Além disso, foi questionado aos estudantes: “A que palavras você associa o termo Ensino por Investigação”, de forma que tais estudantes construíssem proposições contendo tais palavras, as quais podem ser visualizadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Resultados da abordagem sobre a associação do Ensino por Investigação

(continua)

A que palavras você associa o termo Ensino por Investigação?		
	Antes da Intervenção	Após a Intervenção
Estudante	Respostas	
Kate	A aprendizagem ocorre quando há ensino e o indivíduo consegue resolver questões utilizando o conhecimento construído, a partir da participação e interação.	A construção de conhecimento científico de modo a levantar questões, hipóteses e variáveis na tentativa de explicar o que foi colocado para ser investigado.
Quebrador de correntes	A escola é um local de formação.	Ensinar através de práticas investigativas.
Thamires	Aprendizagem, quando significativa, torna-se reflexiva, mais investigativa e ancora conhecimentos já aprendidos	Processo no qual o professor ensinar a partir do conhecimento prévio dos alunos, a fim de que eles participem do processo.
Tornado	É um processo que ocorre a partir de uma mediação entre o professor e o aluno, em que, através da motivação de ambas as partes, haverá o processo de ensino.	Quando o aluno tem autonomia, levantando questionamentos e respondendo-os, saindo de um ensino roteirizado.
Joyce	É um processo de construção de significado, que pode ocorrer no dia-a-dia, através de experiências vivenciadas e/ou em espaços determinados, como a escola.	Uma abordagem que oportuniza o levantamento de hipóteses, planejamento, questionamentos a respeito de uma situação problema.
Bê	É um processo de construção de conhecimento do aluno, que é facilitada pela mediação do professor.	Um processo de construção de conhecimento no qual o aluno participa ativamente, por meio da investigação de uma situação-problema.
Picachú	Ela acontece devido a um processo de conteúdos abordados, onde tenha-se um diálogo entre professor e aluno.	Uma abordagem que promove questionamentos, habilidades de argumentação, com base em evidências encontradas.

Quadro 3 – Resultados da abordagem sobre a associação do Ensino por Investigação

(continuação)

A que palavras você associa o termo Ensino por Investigação?		
	Antes da Intervenção	Após a Intervenção
Estudante	Respostas	
Augusto	Para que o aluno desenvolva uma aprendizagem mais significativa, o mesmo não pode ficar “preso” em uma sala de aula ouvindo somente o professor. Este aluno vive em uma sociedade que deve ser explorada pelo professor e mediada pela escola.	Um método de ensino em que o aluno tem uma participação ativa no processo.
Marcela	A formação de professores favorece uma aprendizagem significativa quando concilia o livro didático com os conhecimentos do cotidiano.	Uma forma de aprendizagem que busca uma solução para um problema.
Lize	O professor pode utilizar o instrumento de mapeamento conceitual para avaliar a aprendizagem significativa dos alunos. Uma aprendizagem com significado pode desenvolver a criticidade nos indivíduos, logo, contribui para uma sociedade melhor.	Uma abordagem e há várias formas (estratégias) de se trabalhar com ela.
Florinda da Silva	O processo de ensino-aprendizagem entre professor e aluno não depende somente da capacidade cognitiva do aluno, mas também da abordagem do conteúdo.	Uma abordagem didática em que o professor induz aos alunos a autonomia, na elaboração de hipóteses.
Clotilde	É um conjunto de conhecimentos adquiridos durante a vida de um cidadão, sendo ela direta (que é a aprendizagem na escola) e a indireta, que adquirida pela vida. A educação sempre será fundamental para a vida social.	Aprender determinado conteúdo a partir de hipóteses e pesquisas.

Quadro 3 – Resultados da abordagem sobre a associação do Ensino por Investigação

(conclusão)

A que palavras você associa o termo Ensino por Investigação?		
	Antes da Intervenção	Após a Intervenção
Estudante	Respostas	
Einstein	A aprendizagem traz consigo uma nova visão, gerando possibilidades, curiosidades, humanização, conscientização do ser em diferentes âmbitos, além de ser capaz de trazer sentido as coisas que antes não compreendíamos.	Fazer uso de recursos para a solução de um determinado problema, desenvolvendo hipóteses sobre o conteúdo que será abordado.
Miguel	Com aprendizagem mais igual temos êxitos em nossa vida acadêmica e construímos o saber, sendo levados a buscar a integridade e a justiça para a conclusão de uma história feliz.	Método empregado na escola que tem por objetivo analisar o conhecimento prévio dos alunos para entender quais resultados o professor pode buscar com essa metodologia.
Maria	Na escola, para que os alunos aprendam é necessário que o professor os ensine e sendo este ensino de uma forma planejada e, com utilização de recursos, a aprendizagem se torna mais fácil.	O ensino que parte de uma problematização, que gera uma discussão e a aprendizagem.
Gavião	Para que ocorra a aprendizagem sobre o conteúdo proposto, o professor deve saber o conteúdo e recursos didáticos. Somente assim o aluno conseguirá aprender sem dificuldades.	Uma metodologia de ensino que pode ser utilizada para ensinar diferentes conceitos/conteúdos.
Matheus	Para uma aprendizagem significativa, somente a aplicação de conteúdos e termos técnicos não irão surtir efeito. É preciso contextualizar, de forma a tornar o tema vivo ao aluno, para que assim ele transforme o seu meio.	Uma forma de buscar ensinar um conteúdo, fazendo relações com os conhecimentos que os alunos já possuem.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

De acordo com os resultados abordados na tabela acima, observa-se que houve uma evolução na qualidade de pensamento crítico e científico, de forma que os participantes obtiveram melhor domínio e explanação sobre o EI, após a intervenção. Com isso, os resultados refletiram sobre a importância da aprendizagem significativa, que por sua vez, foi um dos pilares que permitiram esse processo evolutivo da cognição dos participantes de acordo com o questionado. Segundo Moreira (2011), essas novas informações adquiridas possibilitam a extensão, elaboração, além da alteração de conceitos anteriores, o qual propicia ao aluno um conhecimento mais ampliado ao conceito já estruturado em si.

Sendo assim, percebe-se que para os estudantes o Ensino Investigativo nas suas proposições iniciais consiste em um caminho de construção de conhecimento, o qual é constituído de questionamentos e problemáticas (CARVALHO, 2013). Entretanto, suas proposições finais, é visto que, a associação do Ensino Investigativo está voltada ao levantamento de hipóteses, planejamento, questionamentos a respeito de uma situação-problema (BAPTISTA, 2010; SASSERON, 2015). Assim, a promoção de autonomia ao aluno é fundamental para sua aproximação entre seu dia a dia e o ensino, o qual possibilita o desenvolvimento de habilidades e propicia um aprendizado significativo e específico (SÁ; LIMA; AGUIAR, 2011; SASSERON, 2018).

Também foi questionado acerca do preparo dos participantes para utilizar o Ensino por investigação em suas futuras práticas docentes e, por sua vez, um quantitativo de 15 participantes (88%) se sentiram parcialmente preparados, o qual a maioria relataram que era preciso experiência de colocar em prática para trabalhar com essas atividades, tendo 1 participante apresentado resposta de estar preparado para trabalhar com este tipo de ensino, indagando que através do curso pôde ter conhecimento sobre a prática, e outro participante que foi contrário aos demais e abordou que: *“há fatores importantes destas atividades que ainda não compreendi”*.

Por sua vez, no Quadro 4, observa-se respostas aos participantes direcionado sobre: Quais as características você considera que uma atividade de caráter investigativo pode apresentar? O qual obteve respostas diversificadas.

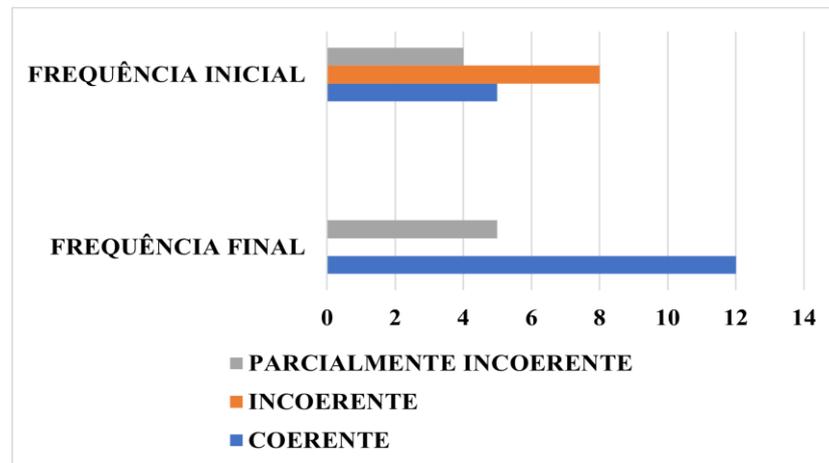
Quadro 4 – Resultados das respostas sobre as características de atividades investigativas

Categoria	Descrição da categoria	Exemplos iniciais	Exemplos Finais
Coerente	Respostas que descrevem as principais características de Atividades Investigativas como: uso de uma questão/problema; levantamento de hipóteses; planejamento da investigação; comunicação dos resultados e avaliação (Carvalho, 2013; Bybee, 1997).	Levantamento de hipóteses, discussão em busca da solução para um determinado problema e participação dos estudantes. Apresentação de uma situação-problema, elaboração de hipóteses no estudo de casos, na análise dos resultados e na conclusão	A atividade precisa apresentar uma situação-problema, elaboração de hipóteses, planejamento do processo de investigação, obtenção das informações e interpretação destas, divulgação dos resultados
Parcialmente Coerente	Respostas que descrevem poucas ou brevemente as principais características de Atividades Investigativas	Não ter uma resposta pronta. Ela deve apresentar um contexto e a partir disto, começa-se as investigações	Deverá propor uma situação-problema e fornecer meios para que os estudantes consigam desenvolvê-la (com base no que foi respondido em outras questões) e aprender aquilo que se pretende ensinar.
Incoerente	Respostas que não descrevem nenhuma característica de Atividades Investigativas	Um questionário acerca de alguma problematização.	-

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

O gráfico a seguir traz uma abordagem quantitativa sobre as categorias criadas na tabela anterior.

Gráfico 5 – Resultados da abordagem sobre a frequência inicial e final sobre as categorias supracitadas

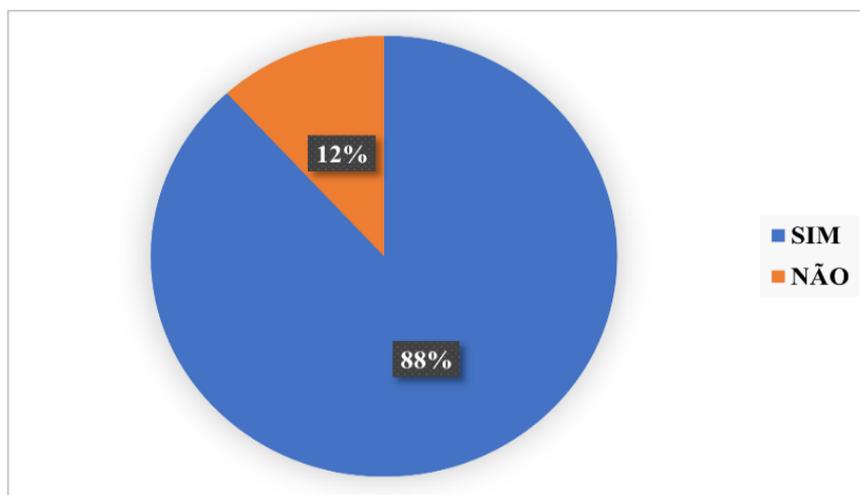


Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Com isso, tendo em vista as respostas aos questionários iniciais observa-se que a atribuição as atividades investigativas estão pouco relacionadas ao encontrados na literatura, dos quais, algumas respostas compreendiam como incoerentes, entretanto, após intervenções nota-se no Gráfico 06 que as respostas incoerentes os participantes já não relatavam mais, de modo que, obteve-se melhora na coerência e no parcialmente coerente. Portanto, a maioria dos estudantes (70,5%) dos participantes corroboraram com Bybee (1997), Carvalho (2013) e Sá, Lima e Aguiar (2011) no qual, relataram que: *“uma situação-problema, elaboração de hipóteses, planejamento do processo de investigação, obtenção das informações e interpretação destas, divulgação dos resultados”* – **Eliza**.

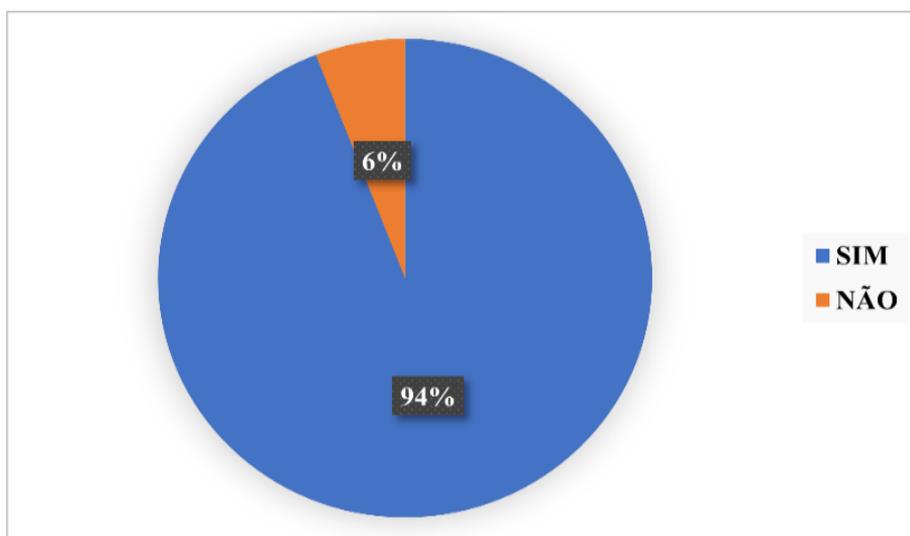
Ainda foram obtidos resultados sobre os questionamentos de que a forma como o tema foi abordado na sequência de atividades atenderam suas expectativas? E o curso provocou alterações em suas impressões sobre a temática? Você considera que as reflexões que fez no curso provocarão mudanças na sua prática docente? Essas respostas podem ser observadas nos gráficos a seguir.

Gráfico 6 – Resultados da abordagem sobre o questionamento: A forma como o tema foi abordado na sequência de atividades atenderam suas expectativas?



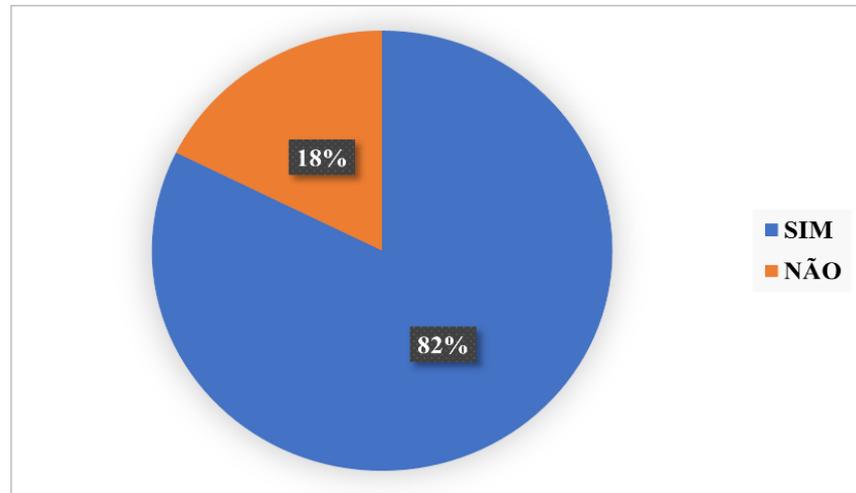
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Gráfico 7 – Resultados da abordagem sobre o questionamento: O curso provocou alterações em suas impressões sobre a temática?



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Gráfico 8 – Resultados da abordagem sobre o questionamento: Você considera que as reflexões que fez no curso provocarão mudanças na sua prática docente?



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Evidenciou-se que houve satisfação e benefícios para os respectivos participantes com a intervenção e seu novo processo de aprendizagem, o qual indagou-se sobre a forma como o tema foi abordado na sequência de atividades se atenderam às suas expectativas, o que foi bem esclarecedor, corroborando com os resultados da associação dos termos, em que os participantes também apresentaram melhores discussões, principalmente com a integração de novas palavras em suas respostas. Esse processo construtivo de conhecimento pode ser relacionado com o de Moreira (2011), que aborda sobre a interação dos alunos com novos conteúdos, visto que, através desses processos se atribui a novos significados e conceitos.

Além disso, tais mudanças ainda foram evidenciadas através da pergunta: “O Projeto-Político-Pedagógico (PPP) da escola preconiza/menciona o EI? Sendo assim, uma grande maioria dos participantes relataram não ter o conhecimento do que seria o Projeto-Político-Pedagógico (PPP), tendo apenas uma aluna (Thamires) explanado que relacionava o PPP com as práticas laboratoriais.

Em relação se já realizou alguma participação em atividades investigativas na escola onde faz estágio, a maioria das respostas consistiram em sim, no qual a aluna participante Lize relatou que: “*sim, a professora levou o experimento da reação exotérmica permanganato de potássio e glicerina, de modo que, a mesma acredita que foi uma prévia de uma atividade de caráter investigativo, pois o experimento serviu mais para estimular os alunos pela visualização da transformação química*” – **Eliza**.

6.2 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS INICIAL E FINAL SOBRE A TEMÁTICA DO CAFÉ

Nesta seção, iremos apresentar e discutir os resultados obtidos dos questionários acerca do preparo do café abordado dentre os participantes, os quais foram abordados em questionários iniciais e finais sobre o modo de preparo de tal bebida, os quais serão abordados na tabela a seguir, além de apresentar a relação da temática com o conceito de extração.

Quadro 5 – Resultados da abordagem sobre o preparo do café em casa pelos participantes

(continua)

Estudante	Preparo do Café em casa em termos científicos (Antes da Intervenção)	Preparo do Café em casa em termos científicos (Após a Intervenção)
Tornado	<p>Etapa 01: Fervura da água: processo de ebulição da água, em que se tem a água no estado líquido e com o fornecimento de energia, a água entra no estado de vapor (ebulição ~98°C), tem-se a agitação das partículas.</p> <p>Etapa 02: Filtração do café: processos de separação de substâncias/misturas. O processo de filtração utilizado, aproxima-se da filtração por gravidade. O papel filtro possui pequenos poros, por onde o líquido (café) é filtrado e tem-se a separação de partículas.</p>	<p>Etapa 01: Escolha do filtro: O filtro é uma das etapas mais importantes no preparo da bebida, pois ele vai de acordo com o que se pretende da bebida. No meu caso, continuarei utilizando o Melitta, mas pretendo investir na moka ou na prensa.</p> <p>Etapa 02: Moagem do café: A moagem do café deve estar relacionada com a escolha do método e deve estar atrelada a torra do café.</p> <p>Etapa 03: Temperatura da Água: A temperatura da água é um dos fatores que mais influência no preparo de uma boa bebida. Se a temperatura for muito alta, pode queimar o café, mas se for muito baixa, não irá extrair as substâncias do café.</p> <p>Etapa 04: Escolha do café: É necessário escolher o café para se ter uma boa bebida e isso vai do gosto individual, mas sempre deve-se atentar para escolher uma marca de procedência e de qualidade!</p> <p>Etapa 05: Quantidade de pó - A massa do pó de café que será utilizada deve ser proporcional a quantidade de água, pois isso irá resultar em uma bebida ideal, não muito forte e nem muito fraca.</p>

Quadro 5 – Resultados da abordagem sobre o preparo do café em casa pelos participantes

(continuação)

Estudante	Preparo do Café em casa em termos científicos (Antes da Intervenção)	Preparo do Café em casa em termos científicos (Após a Intervenção)
Pikachu	<p>Etapa 01: Ferver a água: Ebulição.</p> <p>Etapa 02: Colocar o açúcar: ocorre a dissolução do açúcar na água, que ocorre de forma mais rápida com a temperatura elevada.</p> <p>Etapa 03: Mergulhar o coador na água: para ambientar o coador com a temperatura da água.</p> <p>Etapa 04: Extração do café: com a água em contato com o pó, ela irá extrair as substâncias.</p>	<p>Etapa 01: Determinar o método: A partir do método, é possível determinar os outros fatores que influenciam na bebida do café. Se escolher um método que use a infusão para a extração das substâncias do café, é necessário que deixe um tempo o pó em contato com a água para que depois seja realizada a filtração.</p> <p>Etapa 02: Tipo de café: Após escolher o tipo de café, eu determino a moagem.</p> <p>Etapa 03: Moagem: A moagem irá depender do método que eu escolhi para fazer a bebida do café.</p> <p>Etapa 04: Aquecer a água: A água deve ser aquecida em torno de 90 a 92°C para que não queime a bebida.</p> <p>Etapa 05: Despejar a água Se necessário, deve-se colocar um pouco de água no filtro antes para que fique com a temperatura próxima da bebida e depois, com o café, deve-se passar a água da forma mais homogênea.</p>
Joyce	<p>Etapa 01: Colocar a água e açúcar para aquecer: Preparo uma mistura homogênea de açúcar e água, sendo a quantidade de açúcar muito pequena em relação a da água. Na sequência, aquece-se a mistura até que atinja a fervura, sendo possível observar a ebulição da água.</p> <p>Etapa 02: Coar o café: com o pó de café já separado, transfiro a quantidade necessária para fazer um litro para o coador com o filtro de papel. Transfiro a mistura de água e açúcar para o filtro vagarosamente, no centro do coador.guardo alguns minutos para que a mistura de água e açúcar fique em contato com o pó, para que a extração seja mais eficiente.</p> <p>Etapa 03: Limpeza e descarte: Após o preparo, lavo o coador e tiro o excesso de água do filtro de papel e faço o descarte junto com o pó residual em lixo comum.</p>	<p>Etapa 01: Preparar o filtro (Melitta) Encaixar o filtro na garrafa.</p> <p>Etapa 02: Determinar a quantidade de pó/água Definir a proporção adequada para preparar uma garrada de café (1L).</p> <p>Etapa 03: Aquecer a água Aquecer a água, porém, retirar do fogo antes que ferva. Caso tenha um termômetro, utilizar para controlar a temperatura da água.</p> <p>Etapa 04: Lavar o papel de filtro Utilizar a água aquecida e lavar o papel, a fim de retirar as impurezas. Dobrar o papel adequadamente ao colocar no porta filtro.</p> <p>Etapa 05: Colocar o pó no filtro</p> <p>Etapa 06: Finalizar o preparo Colocar a água em contato com o pó. Após a filtração, fechar a garrafa e servir. A bebida pode ser adoçada.</p> <p>Etapa 07: Se o café estiver em grãos, neste caso, deverá ser moído.</p>

Quadro 5 – Resultados da abordagem sobre o preparo do café em casa pelos participantes

(continuação)

Estudante	Preparo do Café em casa em termos científicos (Antes da Intervenção)	Preparo do Café em casa em termos científicos (Após a Intervenção)
Maria	<p>Etapa 01: Ebulição da água: A água passa do estado líquido para o gasoso.</p> <p>Etapa 03: Extração: A cafeína é extraída do pó.</p>	<p>Etapa 01: tipo de café: Começaria escolhendo o tipo do café, pensando no sabor da bebida que quero obter.</p> <p>Etapa 02: Tipo de moagem: Escolheria uma moagem média.</p> <p>Etapa 03: proporção É importante escolher a proporção para ter uma bebida de qualidade</p> <p>Etapa 04: tipo de método de extração: Escolheria um método para conseguir extrair bem as propriedades do café.</p> <p>Etapa 05: Temperatura da água Não deixaria a água ferver para não queimar o pó e influenciar no sabor da bebida final.</p>
Kate	<p>Etapa 01: Esquentar a água com açúcar: Ao colocar o açúcar na água, tem-se uma mistura (água+açúcar). Ao aquecer a mistura, o açúcar se dissolve facilmente na água, pois o aumento da temperatura contribui para o aumento da solubilidade. Com isso, há um aumento da energia cinética e as moléculas ficam mais agitadas. Assim, as moléculas de água se dispersam e passam do estado líquido para o estado gasoso, o que dá a percepção do vapor, que indica que a água está fervendo e o fogo pode ser desligado.</p> <p>Etapa 02: Despejar a água sobre o pó de café: aqui, as moléculas de água, ao entrarem em contato com as moléculas que compõem o café, irão interagir apenas com as substâncias químicas de caráter polar.</p>	<p>Etapa 01: esquentar a água Para a extração após as atividades, eu não deixo a água ferver mais, pois aprendi que isso pode alterar no sabor da bebida</p> <p>Etapa 02: Colocar o pó no coador Para que seja separado o sólido do líquido. Após as atividades, mudei o pó de café utilizado, pois para o coador que uso/método de extração, uma moagem mais grossa deixa o sabor da bebida melhor.</p> <p>Etapa 03:Despejar a água no coador Para que ocorra a interação e o processo de extração ocorra. Após a atividade, despejo a água em movimentos circulares em todo o pó e não em um lugar só, para que o contato seja maior.</p>
Miguel	<p>Etapa 01: Processo de ebulição: primeiramente, realizar a ebulição da água com o açúcar até que se veja as borbulhas da água.</p> <p>Etapa 02: Extração: utilizando a água quente na jarra, será filtrada com o pó do café em contato com a água quente em que ocorre a extração.</p> <p>Etapas extras: há muitas formas de preparar um café, vertendo o pó com a água e o açúcar até entrar em ebulição e logo em seguida realizar a filtração.</p>	<p>Etapa 01: escolha do grão A escolha do grão, primeiramente, está relacionada como o café foi plantado, a forma de reagirem e a sua fermentação e a escolha mais apropriada para se obter uma bebida com mais próximo do ideal e o grão especial.</p> <p>Etapa 02: moagem: Os tipos de moagem que circundam a forma de se obter uma boa bebida podem ser escolhidos entre tipo grossa, a média, fina. A fina em minha opinião apresentou uma extração mais eficaz.</p> <p>Etapa 03: método de extração Dentre os vários métodos propostos com o viés investigativo, o que achei mais relevante, ainda assim, continua sendo o melitta.</p> <p>Etapa 04: Filtração: Para se ter uma maior filtração, utilizaria o filtro de pano, que ainda acredito ser bem eficaz em seus procedimentos.</p>

Quadro 5 – Resultados da abordagem sobre o preparo do café em casa pelos participantes

(continuação)

Estudante	Preparo do Café em casa em termos científicos (Antes da Intervenção)	Preparo do Café em casa em termos científicos (Após a Intervenção)
Florinda da Silva	<p>Etapa 01: Açúcar na água: Uma solução onde tenho solvente que é a água, soluto o açúcar e com o aumento da temperatura, a energia cinética tanto do soluto quanto do solvente aumenta e assim facilita a dissolução.</p> <p>Etapa 02: Água quente com açúcar no café (Filtração): O pano é o filtro, a bebida do café o filtrado. Também acontece extração.</p>	<p>Etapa 01: escolha do grão Necessário escolher os grãos, pois influenciam no sabor da bebida.</p> <p>Etapa 02: Moagem Dependendo do método de extração que vou usar e do filtro utilizado, a moagem (grossa, média ou fina) influenciará na filtração.</p> <p>Etapa 03: Escolha do método Escolher o método é muito importante, pois influenciará na separação que acontecerá do pó e da bebida extraída.</p> <p>Etapa 04: Separação A filtração envolve dependendo do método o filtro utilizado em que necessita de temperatura ideal da água (80-95°) e a preparação do pó de café.</p>
Bê	<p>Etapa 01: Transferência de energia: O calor fornecido pela chama é transferido para o recipiente que transfere para a água. Aumenta a energia cinética, aumenta a temperatura.</p> <p>Etapa 02: Dissolução: As moléculas de glicose se dissociam na água.</p> <p>Etapa 03: Filtragem: A água arrasta compostos do café, retendo no filtro partículas que não se dissociam nela e possuem tamanho grande em relação à espessura do filtro.</p>	<p>Etapa 01: escolha do tipo de café: Optar por grãos classificados como tradicionais ou especiais</p> <p>Etapa 02: Torra Escolher se a torra será clara, média ou escura</p> <p>Etapa 03: moagem</p>
Lize	<p>Etapa 01: Ferver a água: Transformação física, mudança no grau de associação das moléculas de água. A temperatura da água influencia na extração e no sabor do café.</p> <p>Etapa 02: Colocar o açúcar: ocorre o processo de solvatação, a solução tende a ser homogênea se não tiver um excesso de soluto (açúcar). A solubilidade do açúcar na água relaciona-se a interação intermolecular do tipo ligação de H.</p> <p>Etapa 03: Colocar o pó de café na melitta: A proporção de café que vou utilizar. Isso pode relacionar ao conteúdo de cálculo estequiométrico.</p> <p>Etapa 04: Filtra o pó de café com a água já fervida e com o açúcar: Ocorre a extração das substâncias responsáveis pelo gosto, aroma e valor nutricional.</p>	<p>Etapa 01: escolha do método Para cada método, a moagem, a torra e o tipo do café influencia.</p> <p>Etapa 02: escolha do tipo do café</p> <p>Etapa 03: escolha da moagem e da torra</p> <p>Etapa 04: proporção pó e água</p> <p>Etapa 05: controle da Temperatura</p> <p>Etapa 06: Colocar a água de forma homogênea Isso dependerá do tipo do método escolhido.</p> <p>Etapa 07: extração.</p>

Quadro 5 – Resultados da abordagem sobre o preparo do café em casa pelos participantes

(continuação)

Estudante	Preparo do Café em casa em termos científicos (Antes da Intervenção)	Preparo do Café em casa em termos científicos (Após a Intervenção)
Clotilde	<p>Etapa 01: Fervura da água com açúcar: ebulição da água. Mistura.</p> <p>Etapa 02: Coar café: Filtragem. Extração das substâncias contidas no café.</p>	<p>Etapa 01: escolha do grão Porque existe 2 tipos de café tradicional e o especial, o tradicional apresenta grãos PVA, já os especiais os grãos são mais bonitos.</p> <p>Etapa 02: moagem: Existem 3: fina, média e grossa. Dependendo da moagem pode influenciar no sabor, como na acidez.</p> <p>Etapa 03:método Existem vários métodos de extração, depende de cada pessoa qual será o melhor.</p> <p>Etapa 04: proporção Quantidade definida pelo barista é 10%, mas isso depende do tipo do café.</p> <p>Etapa 05: Temperatura A temperatura pode queimar o café. O certo é ela estar entre 80- 95°, menor que 80 não se extrai todos os componentes e maior que 95 pode queimar, tornando mais ácido ou mais amargo.</p>
Augusto	<p>Etapa 01: Fervura da água: A fervura da água é um processo físico, onde a temperatura da mesma se eleva ao fornecer calor.</p> <p>Etapa 02: Extração do líquido: Quando a água está em uma temperatura elevada, a mesma se interage com uma parte da estrutura química do café. Nessa interação, algumas substâncias também se dissolvem.</p> <p>Etapa 03: Adição do açúcar: O açúcar se dissolve liberando substâncias que reagem com as substâncias presentes na extração do café, onde dá o gosto adocicado do café.</p>	<p>Etapa 01: Escolha do grão/moagem Ficou evidente que o grão do café interfere muito na bebida final. Diante disso, a escolha de um grão de qualidade proporciona uma bebida melhor. A moagem fica a critério do preparador</p> <p>Etapa 02: temperatura Um fator de grande interferência é a temperatura, pois dependendo da mesma, pode-se queimar o pó, influenciando na bebida final</p> <p>Etapa 03:método de preparo. Durante o curso podemos ter acesso a vários métodos de separação do café, alguns torra a bebida com um aspecto mais forte, outros com o manuseio bem executado, faz uma bebida mais saborosa. É claro que há outras variáveis que interferem como exemplo, temperatura, grão, moagem</p> <p>Etapa 04: proporção É um fator muito importante no preparo da bebida.</p>

Quadro 5 – Resultados da abordagem sobre o preparo do café em casa pelos participantes

(continuação)

Estudante	Preparo do Café em casa em termos científicos (Antes da Intervenção)	Preparo do Café em casa em termos científicos (Após a Intervenção)
Thamires	<p>Etapa 01: Montagem do material para filtração: pegar o filtro, colocar o papel adicionar o café em pó.</p> <p>Etapa 02: Montagem do sistema: Conectar o filtro com o reservatório que vai receber o filtrado.</p> <p>Etapa 03: Ebulição- água: Colocar um bquer com água em uma chapa de aquecimento para água em temperatura ambiente, aquecer.</p> <p>Etapa 04: Filtração: Depois da água fervida, adicionar no filtro ocorrendo uma reação química da água com o café sólido, obtendo um líquido (café), coloração mais escuro.</p> <p>Etapa extra: Se o café estivesse em grãos, era necessário torr-lo antes. Um processo químico para torná-lo em pó.</p>	<p>Etapa 01: escolha do grão: Grão especial obterá um café melhor que o tradicional.</p> <p>Etapa 02: Torra Controlar a torra, não torrar muito para não obter um café com muito amargor (teor de clorogênicos).</p> <p>Etapa 03: moagem Fina, quando utilizou papéis de filtração fino com pouca aderência, sem rachuras.</p> <p>Etapa 04: Filtração Escolha do filtro, pensar no sistema (aberto ou fechado), escolha do método (Chemex, cafeteira italiana, prensa francesa ou melitta.</p> <p>Etapa 05: Aquecimento da água Tentar obter uma água aquecida constantemente na temperatura.</p> <p>Etapa 06: Extração do café A influência dos fatores químicos na bebida do café, temperatura, tipo de grão, torra.</p> <p>Etapa 07: Processo de plantação do café, colheita.</p>
Gavião	<p>Etapa 01: Ebulição da água: colocando a água em aquecimento até o ponto de ebulição, atingindo parcialmente até 90°C.</p> <p>Etapa 02: Filtração: Após o aquecimento da água até atingir a temperatura de ebulição, é hora de filtrar o “pó de café”, colocando a água no filtro até que forme a solução café.</p>	<p>Etapa 01: modo de preparo: Para preparar a bebida do café, existem inúmeros métodos de preparo.</p> <p>Etapa 02: moagem: a moagem pode ser fina, média ou grossa.</p> <p>Etapa 03: torra A torra do café pode ser mais escura ou mais clara</p> <p>Etapa 04: escolha do grão Pode-se escolher o grão como especiais e de uma qualidade mais baixa.</p> <p>Etapa 05: Temperatura da água Deve ser entre 85 e 90 °C; passando pode queimar o pó e, conseqüentemente, o preparo de uma bebida ruim.</p>
Marcela	<p>Etapa 01: Água + Açúcar: ocorre uma mistura (solução homogênea).</p> <p>Etapa 02: Coar: ocorre a filtração e extração da bebida.</p>	<p>Etapa 01: escolha do grão: Porque é através do grão que irá definir a qualidade da bebida final.</p> <p>Etapa 02: tipo de Torra Porque estamos acostumados com cafés escuros no seu preparo final.</p> <p>Etapa 03: método de preparo Porque para cada método podemos ter uma bebida diferente e também precisaria de um tipo de moagem dos grãos que também afetaria o sabor final da bebida.</p> <p>Etapa 04: Proporção A proporção depende da quantidade do pó (que irá de acordo com o paladar de cada um), pois preferem mais fortes.</p> <p>Etapa 05: temperatura da água Influencia na qualidade final da bebida.</p>

Quadro 5 – Resultados da abordagem sobre o preparo do café em casa pelos participantes
(conclusão)

Estudante	Preparo do Café em casa em termos científicos (Antes da Intervenção)	Preparo do Café em casa em termos científicos (Após a Intervenção)
Matheus	<p>Etapa 01: Fervura da água: há um fornecimento de energia na forma de calor, o que gera agitação nas moléculas, mudando o estado físico. Não se coloca açúcar nessa etapa, tanto pelo gosto, quanto por aumentar a temperatura de ebulição.</p> <p>Etapa 02: Colocar o pó no coador: coloca-se o pó no coador de pano, para que a água quente fique em contato por menor tempo. O contato prolongado pode fazer com que certas substâncias reajam e gerem um sabor mais ácido a bebida.</p> <p>Etapa 03: Adoçar: Há quem goste de café doce, mas isso é feito para mascarar a falta de qualidade de algumas bebidas. O doce elimina a sensação de defeitos na bebida, amargor exagerado, acidez alta demais, etc.</p>	<p>Etapa 01: escolha do grão: Escolher um grão de qualidade é essencial para o preparo de uma boa bebida.</p> <p>Etapa 02: Torra Acertar a torra é importante, não pode queimar, pois com isso pode se formar substâncias indesejadas.</p> <p>Etapa 03: moagem Escolher a moagem de acordo com o método de preparo a ser utilizado</p> <p>Etapa 04: escolha do método Está de acordo com o tipo de bebida que se quer preparar.</p> <p>Etapa 05: preparo do café Após todas as etapas, esquentar a água entre 85 e 95°C e preparar com o método escolhido.</p>
Einstein	<p>Etapa 01: Ferver a água: Ao fornecer energia em forma de calor, as moléculas de água agitam-se até que começam a passar do estado líquido para o gasoso, quando isso começa a acontecer, desliga-se o fogo.</p> <p>Etapa 02: Colocar o pó de café no coador: não vejo termos químicos para explicar isso.</p> <p>Etapa 03: Colocar água no pó no coador: ocorre um tipo de extração.</p>	<p>Etapa 01: escolha do grão: Influência na qualidade da bebida final</p> <p>Etapa 02: escolha da moagem Influência no método de extração que pode ser utilizado.</p> <p>Etapa 03: quantidade de café e de água: Influência na concentração/sabor do café.</p> <p>Etapa 04: método de extração Depende da moagem escolhida e do sabor esperado para a bebida final.</p> <p>Etapa 05: Aquecimento da água A temperatura que a água será aquecida influencia nas substâncias que serão extraídas e consequentemente no sabor da bebida.</p> <p>Etapa 06: extração A extração é a última etapa do preparo, após ela é só beber.</p> <p>Etapa 07: Ao escolher o tipo de grão, também se deve escolher a torra de acordo com o sabor que se espera na bebida final.</p>
Quebrador de correntes	<p>Etapa 01: ferver: ebulição; transição de fase do líquido para o gasoso.</p> <p>Etapa 02: Extração: a cafeína é extraída do pó.</p>	-

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Por sua vez, por meio do quadro acima, nota-se as principais etapas iniciais e finais do preparo do café, o qual demonstra-se que os estudantes fazem uso de metodologias percolativas, como coador de pano, Melitta, sendo considerados mais comuns de serem

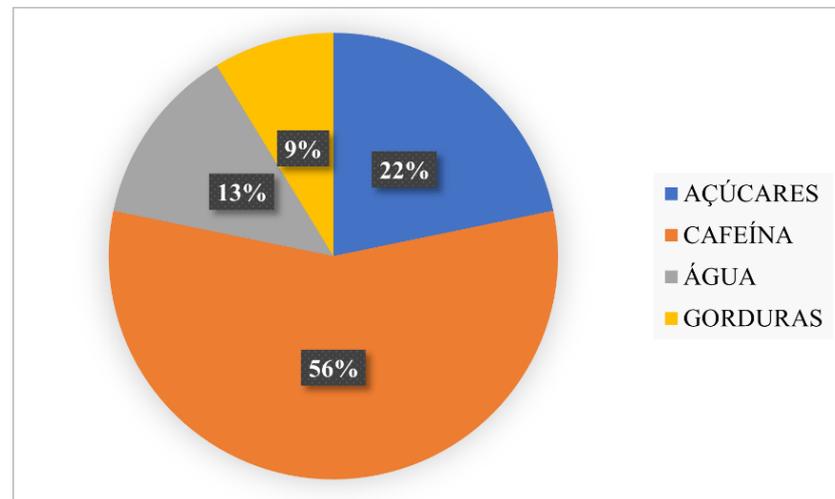
utilizados no processo de filtragem do café (GURGEL; RELVAS, 2016; SARKER; LATIF; GRAY, 2006). Entretanto, também é notório que, após a participação da intervenção através de Atividades Investigativas, os participantes relataram, de forma justificativa, o processo de extração, evidenciando que a descrição de tal processo se tornou mais elaborada, diante da intervenção.

Acerca do entendimento sobre o processo de extração que ocorre no preparo da bebida do café, os estudantes obtiveram resultados semelhantes aos anteriores, o qual tais estudantes conseguiram alguns conceitos novos e fundamentais do processo de extração do café, visto que, inicialmente alguns como Tornado abordou que: *“Logo, para conseguir obter essas substâncias, é necessário que estes constituintes sejam extraídos, nesse caso, esse processo se dá por meio da temperatura, no qual, quando se adiciona água quente, consegue se separar estas substâncias, ou seja, a partir de uma determinada temperatura”*.

Com isso, após a intervenção podemos identificar indícios de mudanças elaborativas nas palavras e conceitos: *“O processo de extração ocorre a partir da solvatação das moléculas de água com o pó de café e de hidrólises ácidas entre a água e ácidos clorogênicos presentes no café. Isso ocorre a partir da interação da água com o pó de café, por filtração, infusão ou percolação, isso vai depender do método que será utilizado para o preparo da bebida”*. Desse modo, assim como Tornado outros participantes também obtiveram evolução semelhante, o qual corrobora com Silva, Martins e Andrade, 2004, que remete ao processo de extração do café através da interação dos seus componentes com a água, em que esse resulta-se em sua solubilização.

Portanto, havendo o processo de extração do café, o qual preconizou-se a solubilização do mesmo com a água, foi questionado aos estudantes: Em que consiste, quimicamente, a bebida do café? Sendo assim, no gráfico a seguir mostrará os principais componentes relatados pelos participantes.

Gráfico 9 – Resultados sobre as respostas iniciais sobre os principais componentes encontrados no café, conforme as respostas dos participantes



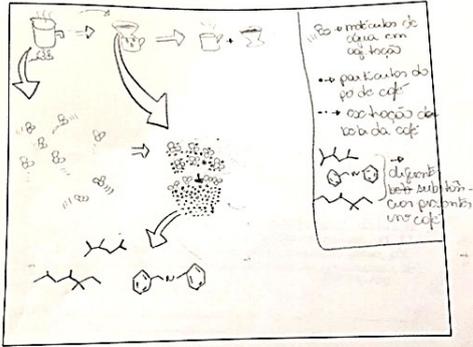
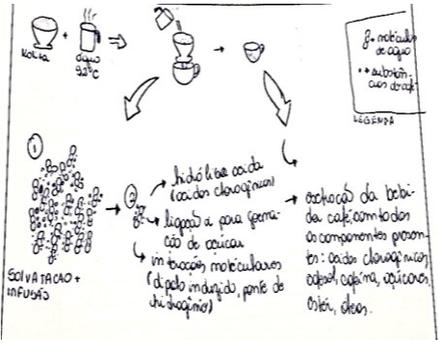
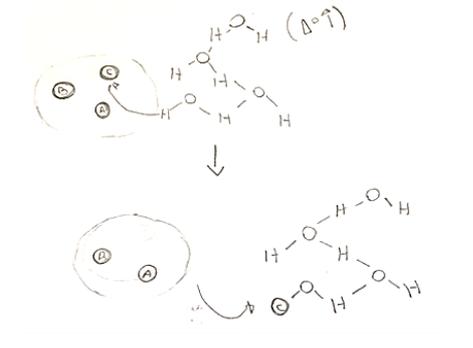
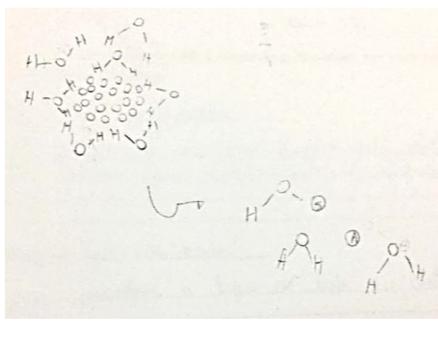
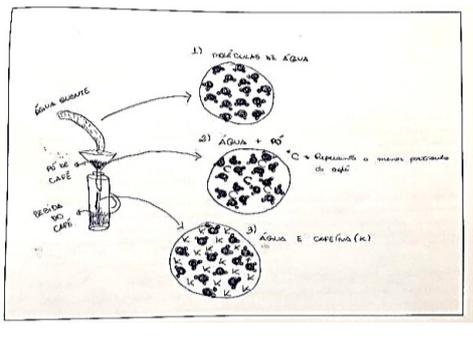
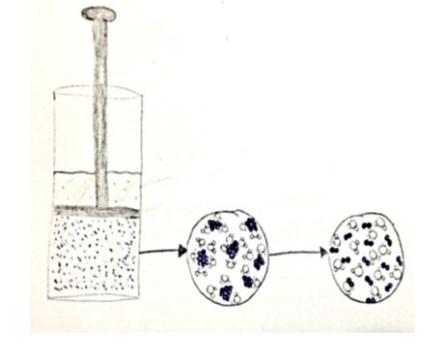
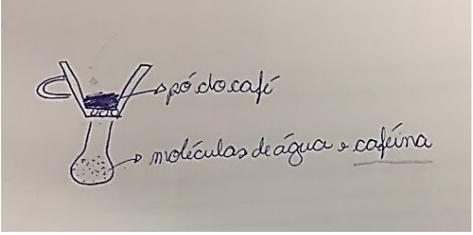
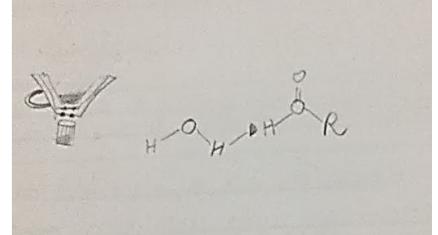
Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Diante dos resultados, percebe-se que os participantes associaram com maior frequência a composição do café a cafeína com 56% (13 respostas), logo evidencia-se que estes estudantes não possuem o conhecimento sobre a complexidade química da bebida do café, podendo haver variabilidade relacionado a fatores diversos, como por exemplo: espécie, região de cultivo, altitude, método de colheita, processamento, além do grau de torrefação do café (MORAIS *et al.*, 2009; NASCIMENTO *et al.*, 2007; PIMENTA; COSTA; CHAGAS, 2000). Sobretudo, esses resultados também trazem consigo mesmo indícios que a temática do café tem sido entendida em propostas de ensino com foco na extração de cafeína do café, principalmente no ensinamento da química orgânica, como relatado por Brenelli (2003).

Realizou-se também análises de representações (desenhos) dos participantes através de um questionário inicial e final, o qual foi relacionado com suas transcrições da entrevista, com isso, estes desenhos podem ser observados no quadro a seguir.

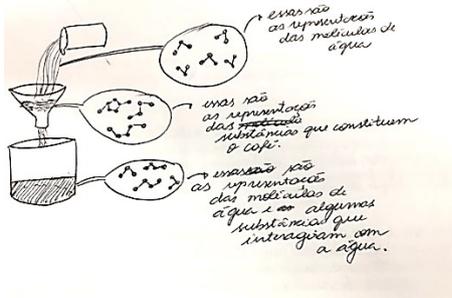
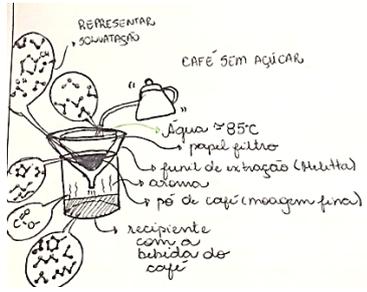
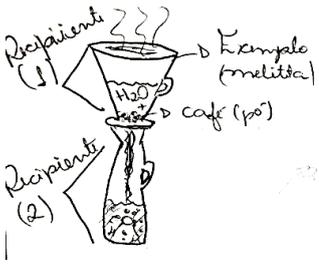
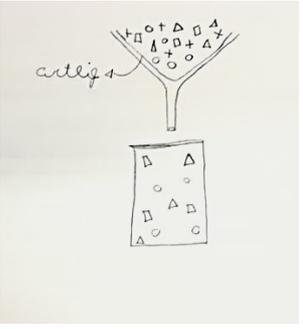
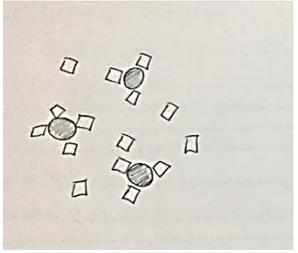
Quadro 6 – Resultados sobre representações dos estudantes participantes das Atividades Investigativas

(continua)

Estudantes	Representação Inicial	Representação Final
Tornado		
Pikachu		
Joyce		
Maria		

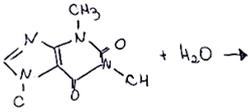
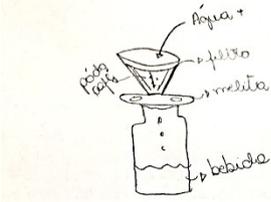
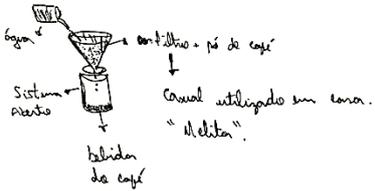
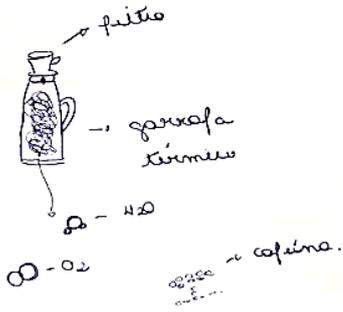
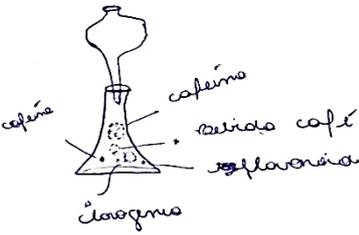
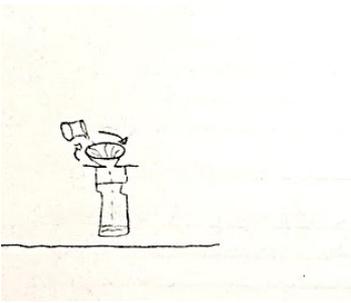
Quadro 6 – Resultados sobre representações dos estudantes participantes das Atividades Investigativas

(continuação)

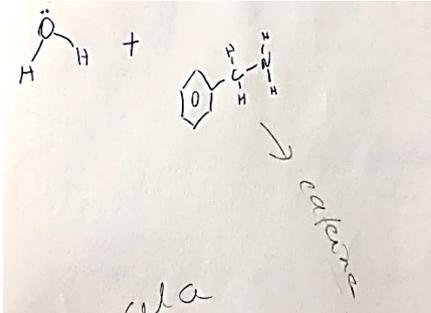
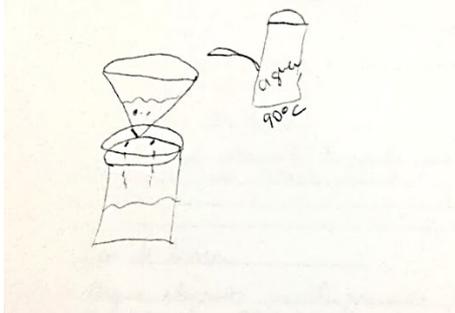
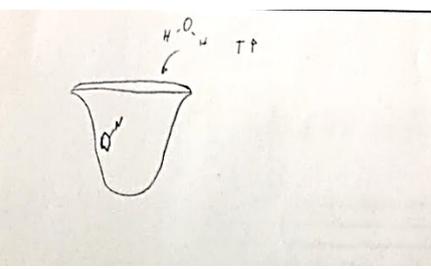
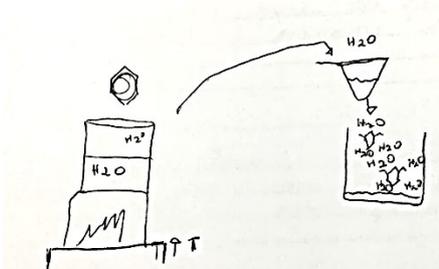
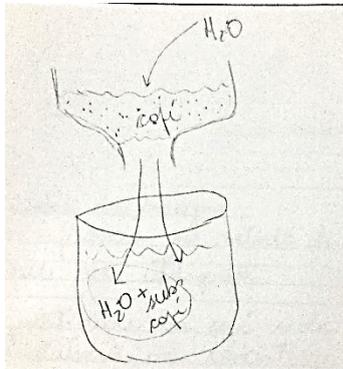
Estudantes	Representação Inicial	Representação Final
Kate	 <p>estas são as representações das moléculas de água.</p> <p>estas são as representações das moléculas das substâncias que constituem o café.</p> <p>estas são as representações das moléculas de água e as algumas substâncias que interagem com a água.</p>	 <p>REPRESENTAR SOLUÇÃO</p> <p>CAFÉ SEM AÇÚCAR</p> <p>água a 85°C</p> <p>papel filtro</p> <p>funil de vácuo (Melitta)</p> <p>alçova</p> <p>pó de café (imagem fina)</p> <p>recipiente com a bebida de café</p>
Miguel	 <p>H₂O</p> <p>H₂O</p> <p>H₂O</p> <p>café cozido</p> <p>H₂O + cafeína + açúcar</p>	 <p>90°C</p> <p>café</p>
Florinda da Silva	<p>Não representou</p>	 <p>Recipiente (1)</p> <p>Recipiente (2)</p> <p>Exemplo (melitta)</p> <p>H₂O</p> <p>café (pó)</p>
Bê	 <p>café</p> <p>água</p>	

Quadro 6 – Resultados sobre representações dos estudantes participantes das Atividades Investigativas

(continuação)

Estudantes	Representação Inicial	Representação Final
Clotilde		
Augusto		
Thamires		
Gavião		

Quadro 6 – Resultados sobre representações dos estudantes participantes das Atividades Investigativas

Estudantes	Representação Inicial	Representação Final (conclusão)
Marcela		
Matheus		
Einstein	Não representou	
Quebrador de correntes	Não representou	Não representou

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Por sua vez, observa-se que os participantes obtiveram diferentes perspectivas iniciais e finais da intervenção relacionados aos desenhos representando o processo do café. Segundo a representação de Miguel por exemplo, seu desenho inicial aborda: “O processo que elaborei acima representa uma etapa onde a água em uma determinada temperatura em contato com o pó de café vai extrair e filtrar as substâncias polares como a glicose do açúcar e a cafeína do

café e o aroma do café que são coletados em um outro frasco ou Erlenmeyer”. Embora a representação final de seu desenho possui alterações nos quais houve a inserção de novos conceitos sobre o processo do café: *“A representação desenvolvida retrata que no momento em que inserirmos a água de forma circular no melitta com o filtro, as substâncias que compõem o café irão se sentir mais atraídas pelo fator de polaridade como pelo fator da temperatura”*.

Clotilde também indagou sobre sua representação inicial: *“A molécula de cafeína se liga com a água. Quando se coloca a água em contato com pó de café, a água se liga com a cafeína, pois são polares”*. Assim, sua representação final foi: *“Água na temperatura entre 80 e 95, montagem do sistema no caso usando a melitta que tem ranhaduras que ajuda direcionar a água, depois coloca-se o pó no filtro”*.

Com isso, nota-se que a maioria dos participantes mudou sua perspectiva sobre o processo do café, visto que, muitas representações foram incorporadas de elementos submicroscópicos, como por exemplo o de Laura e o de Bê (NASCIMENTO *et al.*, 2007). Sendo assim, estas concepções iniciais e finais obtidas pelas representações em forma de desenho dispõe aos conceitos de a correlação entre o conceito de extração e solubilidade, dissolução, temperatura e interações intermoleculares aprendidas ao decorrer da intervenção (SARKER; LATIF; GRAY, 2006; SILVA; MARTINS; ANDRADE, 2004; SOUZA; MELO; LOPES, 2011).

As entrevistas após a intervenção por Atividades Investigativas, os participantes tiveram mudanças das concepções iniciais sobre a composição química do café, visto que, observaram uma sua complexidade e amplitude de componentes. Desse modo, os participantes corroboraram com as melhorias e ganhos através dessas atividades de intervenção, como por exemplo Tornado explana que: *“Inicialmente eu não compreendia os conceitos químicos e a relação do preparo do café com os diferentes métodos de extração. Com o decorrer das atividades e com os conceitos químicos, comecei a entender a relação dos métodos de extração, a moagem, torra e a temperatura da água. O preparo do café que antes parecia simples e sem uma receita, vai muito além disso, esse preparo está atrelado a muitas maneiras, em que cada uma exige uma forma de separação que exige vários conceitos químicos e físicos. Além de eu aprender a preparar café, sei também os conceitos químicos que envolvem o processo de preparo da bebida do café.”* Além de outros participantes como Joyce que abordou: *“Meu conhecimento acerca da bebida do café e seu preparo era baseado no senso comum e, até então, eu nunca havia pensado/questionado a quantidade de fatores que estão envolvidos neste processo. Foi muito interessante conhecer a variedade de métodos e suas especificidades, tal como compreender as interações que ocorrem entre o pó e a água”*.

Assim como, a explanação de outros participantes como Laura remete que os efeitos das Atividades Investigativas foram benéficos para o processo de aprendizagem, Laura indaga sobre isso: *“Foi uma experiência ótima. Pude adquirir um melhor conhecimento sobre o estudo do café e, principalmente, na área da química do café, onde revi conceitos e aprendi outros que serão essenciais para meu curso (...)”*.

É de suma importância que intervenções e discussões sobre o Ensino Investigativo propiciem a licenciados a experiência adequada de reflexão sobre a natureza, de modo que, possam participar de atividades investigativas e construam sua própria explanação conceitual e ampliado acerca do seu conhecimento (ARTECHE; AZNAR, 2016). Assim, percebe-se a relevância da temática do ensino por investigação, diante das respostas dos estudantes participantes é evidente este tipo de ensino deve ser instruído dentro do ensino da química para os mesmos, de modo que, possam participar ativamente e compreenderem que para que haja a mediação desse ensino investigativo, o professor precisaria se destacar com o ensino por investigação em seu processo de aprendizagem.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo como base todo o levantamento de informações, empenhamos em responder a seguinte questão de pesquisa: “A vivência de Atividades Investigativas, com a temática do café, influenciou o entendimento de licenciandos (as) em química sobre o conceito de extração de substâncias químicas? Além desta, temos a questão auxiliar, descrita por “Quais foram os efeitos dessa vivência para a formação inicial desses (as) estudantes?”. Ressaltamos que os (as) licenciandos (as) conseguiram (de modo geral), após as Atividades Investigativas, elaborar explicações mais adequadas em comparação com as investigações iniciais (conhecimentos prévios), de modo que isso pode ter sido consequência das ações e reflexões possibilitadas pelas intervenções realizadas.

A respeito das contribuições do presente estudo, também pontuamos que a maioria dos estudantes conseguiram aproximar as Atividades Investigativas com a aprendizagem de conceitos científicos, como o exemplo do conceito de extração, representando, com maior frequência e elementos, os aspectos químicos submicroscópicos ocorridos neste processo. Além disso, a participação ativa destes estudantes nas etapas das atividades também sugere resultados promissores em relação à formação inicial de professores, no sentido de possibilitar-lhes a incorporação de atividades com premissas investigativas como uma estratégia didática.

As atividades de intervenção propostas neste estudo, nas quais possibilitaram aos (às) estudantes refletirem sobre os conceitos químicos envolvidos no processo de extração da bebida do café e o uso da abordagem do Ensino por Investigação, como uma possibilidade para compor a suas futuras práticas docentes, além de possíveis alterações na estrutura cognitiva dos participantes.

Por fim, acentuamos a necessidade de propiciar reflexões mais profundas sobre a participação dos (as) estudantes em Atividades Investigativas e suas possíveis implicações para a aprendizagem conceitual e para a formação inicial de professores (as), além de fomentar a discussão de uso de temáticas pouco exploradas na Educação em Química, levando em conta a complexidade dos processos científicos, socioeconômicos e culturais envolvidos ao abordar tais tipos de temáticas.

REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F.; BOUJAOUDE, S.; DUSCHL, R.; LEDERMAN, N. G.; MAMLOK-NAAMAN, R.; HOFSTEIN, A.; NIAZ, M.; TREAGUST, D.; TUAN, H. L. Inquiry in science education: international perspectives. **Science Education**, New Jersey, v. 88, n. 3, p. 397–419, 2004.
- ABRAHÃO, S. A.; PEREIRA, R. G. F. A.; DUARTE, S. M. S.; LIMA, A. R.; ALVARENGA, D. J.; FERREIRA, E. B. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), Lavras, v. 34, p. 414–420, 2010.
- ARTECHE, I.; AZNAR, M. M. Introducing inquiry-based methodologies during initial secondary education teacher training using an open-ended problem about chemical change. **Journal of Chemical Education**, Iowa, v. 93, n. 9, p. 1528–1535, 2016.
- AUSUBEL, D. P. **Adquisición y retención del conocimiento**: una perspectiva cognitiva. Buenos Aires: Paidós, 2002.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências**: unindo a pesquisa a prática. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2004. Cap. 2, p. 165.
- AZEVEDO, M. N.; ABIB, M. L. V. S.; TESTONI, L. A. Atividades investigativas de ensino: mediação entre ensino, aprendizagem e formação docente em Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 2, p. 319–335, 2018.
- BAPTISTA, M. **Concepção e implementação de atividades de investigação**: um estudo com professores de física e química do ensino básico. 2010. 525 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010. Disponível em: <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/1854>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011. 229 p.
- BOLTE, C.; HOLBROOK, J.; RAUCH, F. **Inquiry-based science education in Europe**: Reflections from the PROFILES Project. Berlin: Escritório Editorial: Mira Dulle, 2012.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 16, de 24 de maio de 2010**. Seção 1. Brasília: Diário Oficial da União, 25 de maio de 2010.
- BRENELLI, E. C. S. A extração de cafeína em bebidas estimulantes – uma nova abordagem para um experimento clássico em química orgânica. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 136–138, 2003.
- BYBEE, R. **Achieving scientific literacy**: from purposes to practices. Portsmouth: Teachers College Press, 1997.
- BYBEE, R. *et al.* **The BSCS 5E instructional model**: Origins, effectiveness and applications. Nova York: Colorado Springs, 2006.

- CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In*: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20
- CARVALHO, V. D. de *et al.* Potencial da região sul de Minas Gerais para a produção de cafés especiais: I., atividade da polifenoloxidase, condutividade elétrica e lixiviação de potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 590–597, 2005.
- CASSELL, C.; SYMON, G. **Qualitative methods in organizational research**. London: Sage Publications, 1994.
- CHARURIN, P.; AMES, J. M.; DEL CASTILLO, M.D. Antioxidant activity of coffee model systems. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, p. 3751–3756, 2002.
- CLARKE, R.J. MACRAE, R. Green coffee, roast and ground. *In*: CABALLERO, B.; TRUGO, L. C.; FINGLAS, P. (Eds.). **Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition**. 2. ed. Cambridge: Academic Press, 2003. p. 1486–1489.
- CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens**. 3. ed. São Paulo: Penso, 2014. 340 p.
- CRISWELL, B. Framing inquiry in high school chemistry: helping students see the bigger picture. **Journal of Chemical Education**, Iowa, v. 89, n. 2, p. 199–205, 2012
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2000.
- DEWEY, J. **Experiência e educação**. Tradução: Anísio Teixeira. São Paulo: Nacional, 1971.
- EISNER, E. W. **The enlightened eye: Qualitative inquiry and the enhancement of educational practice**. New York: Macmillan, 1991.
- ETHERINGTON, M. B. Investigative primary science: a problem- based learning approach. **Australian Journal of Teacher Education**, [s. l.], v. 36, n. 9, p. 53–74, 2011
- GROPPO, L, A.; MARTINS, M, F. **Introdução à Pesquisa em Educação**. Campinas/Americana, São Paulo: Biscalchin Editor, 2006.
- GURGEL, M.; RELVAS, E. **Café com design: a arte de beber café**. São Paulo: Editora Senac, 2018. 216 p.
- HMELO-SILVER, C. E.; DUNCAN, R. G.; CHINN, C. A. Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: a response to Kirschner, Sweller and Clark. **Educational Psychologist**, [s. l.], v. 42, n. 2, p. 99–107, 2007.
- HOWELL, G. SCAA universal cupping form & how to use it. *In*: INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 3. ed. São Paulo, Adolfo Lutz: 1998.

JARAMILLO, S. Y. J. **Manual del café: definición, características y usos em la gastronomía**. 2017. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Artes Culinárias) – Universidad de los Hemisferios, Quito, 2017.

JESUS, D.; FILHO, N. J. G. Preparando um café no laboratório de química: investigação de uma abordagem para conceitos de química através do desenvolvimento de uma Situação de estudo com o tema café. **Atas do XI ENPEC**, Águas de Lindóia, SP, 2017.

KIRSCHNER, P. A.; SWELLER, J.; CLARK, R. E. Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. **Educational Psychologist**, [s. l.], v. 41, n. 2, p. 75–86, 2006.

LAGE, M. C. Utilização de softwares em pesquisa qualitativa: uma experiência em EaD. **Educação Temática Digital**, Campinas, v. 12, n. esp., p. 198–226, 2011.

LINGLE, T. R. **The basics of cupping coffee**. Long Beach: Specialty Coffee Association of America, 1993. 57 p.

LLEWELLYN, D. **Teaching high school science through inquiry: A case study approach**. Nova York: NSTA Press & Corwin Press, 2005.

LOPES, E. S. “**E o elétron? É onda ou é partícula?**”: Uma proposta para promover a ocorrência da alfabetização científica de física moderna e contemporânea em estudantes do Ensino Médio. Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Física e Faculdade de Educação da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2013.

LORENZ, K. Ação de instituições estrangeiras e nacionais no desenvolvimento de materiais didáticos de ciências no Brasil: 1960–1980. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 31, n. 17, p. 15–23, 2008.

MACIEL, F.; PASSOS, M.; ARRUDA, S. Pesquisas em ensino de ciências com metodologia interventiva: o que fazem os pesquisadores da área?. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 2, p. 549–579, 2018.

MAGNUSSON, S.; PALINCSAR, A.; TEMPLIN, M. Community, culture, and conversation in inquiry-based instruction. *In*: FLICK, L.; LEDERMAN, N. (Org.). **Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching for teaching, learning, and teacher education**. Dordrecht: Springer, 2006.

MANZINI, E. J. **Considerações sobre a transcrição de entrevistas**. Marília: UNESP, 2015. Disponível em: http://www.oneesp.ufscar.br/texto_orientacao_transcricao_entrevista. Acesso em: 12 ago. 2023.

MARCUSCHI, L. A. **Análise da conversação**. São Paulo: Ática, 1986.

MARTÍNEZ-AZNAR, M. M.; VARELA, M. P. La resolución de problemas de energia en la formación inicial de maestros. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 27, n. 3, p. 343–360, 2009.

MAZZAFERA, P. Chemical composition of detective coffee beans. **Food Chemistry**, London, v. 64, n. 4, p. 547–554, 1999

MONICO, L.; ALFERES, V. R.; CASTRO, P. A.; PARREIRA, P. M. Observação participante enquanto metodologia de investigação qualitativa. **Atas CIAIQ**, Lisboa, v. 3, 2017.

MORAIS, S. A. L.; AQUINO, F. J. T.; NASCIMENTO, P. M.; NASCIMENTO, E. A.; CHANG, R. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café conilon submetido a diferentes graus de torra. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 327–331, 2009.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 25–46, 2011.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa em Mapas Conceituais. *In: I Workshop sobre Mapeamento Conceitual*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, v. 24, n. 6, 2013.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2006.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. D. C. Ensinar Ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 48–61, 2007.

NASCIMENTO, E. A.; AQUINO, F. J. T.; NASCIMENTO, P. M.; CHANG, R.; MORAIS, S. A. L.. Composição química do café conilon em diferentes graus de torrefação. **Ciência & Engenharia**, [s. l.], v. 16, n. 1/2, p. 17–21, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning**. Washington, DC: The National Academies Press, 2000. 224 p.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The theory underlying concept maps and how to construct and use them. **Technical Report IHMC** - Institute for Human and Machine Cognition, Florida, 2012. Disponível em: <http://cmap.ihmc.us/TheoryConceptMaps.htm>. Acesso em: 12 jun. 2023.

OLIVEIRA, J. S.; ELIAS; T. J.; LESSA, M. B. Café especial: agregação de valor ao tradicional café. **Revista Eletrônica de Comunicação**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 1–8, 2008.

PEREIRA, L. L. **O desenvolvimento de competências científicas nas perspectivas do ensino de ciências por investigação e do programa internacional de avaliação de estudantes: a procura de pontos de convergência e tensão**. 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Santa Cruz, BA, 2016.

PÉREZ, F. Un modelo didáctico alternativo para transformar la educación: el modelo de investigación en la escuela. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, Barcelona, v. 1, n. 64, p. 341–354, 2000.

- PIMENTA, C. J.; COSTA, L.; CHAGAS, S. J. de R. Peso, acidez, sólidos solúveis, açúcares e polifenóis em café (*Coffea arabica* L.), colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 25, p. 23–30, 2000.
- PRETE, C. E. C. **Condutividade elétrica do exsudato de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e sua relação com a qualidade da bebida**. 1992. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 1992.
- SÁ, E. F.; LIMA, M. E. C. C.; AGUIAR, O. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, p. 79–102, 2011.
- SANTOS, W. L. P. dos; MÓL, G. de S. **Química cidadã**. 3. ed. São Paulo: Editora AJS, 2016.
- SANTOS, M. A.; CHALFOUN, S. M.; PIMENTA, C. J. Influência do processamento por via úmida e tipos de secagem sobre a composição, físico química e química do café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 213–218, 2009.
- SARKER, S.; LATIF, Z.; GRAY, A. **Natural Products Isolation**. 2. ed. Nova York: Humana Press, 2006.
- SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. esp., p. 49–67, 2015.
- SASSERON, L. 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**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 1061–1085, 2018.
- SILVA, L. A.; MARTINS, C. R.; ANDRADE, J. B. de. Por que todos os nitratos são solúveis?. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 6, p. 1016–1020, 2004.
- SIQUEIRA, K. G. R. **O café como tema gerador para oficina de ensino de química**. 2018. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, 2018.
- SOLINO, A. P. **Potenciais Problemas Significadores em aulas investigativas: contribuições da perspectiva histórico-cultural**. 2017. 221 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2017.
- SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF**, 2015.
- SOUZA, G. H. B.; MELLO, J. C. P.; LOPES, N. P. **Revisões em processos e técnicas avançadas de isolamento e determinação estrutural de ativos de plantas medicinais**. Ouro Preto: Editora UFOP, 2011.

SZYMANSKI, H.; ALMEIDA, L. R.; PRANDINI, R. C. A. R. **A entrevista na pesquisa em educação: a prática reflexiva**. 3. ed. Brasília: Editora Liberlivro, 2004. 87 p.

UCHÔA, A. M.; NASCIMENTO, R. F.; SILVA, A. P.; BARROS, A. A. D.; LIMA, A. M. B.; PINTO, E. S. S.; LEMES, G. S. V.; SOUZA, J. Q.; OLIVEIRA, J. S.; SILVA, M. J. P.; GOMES, P. S.; SANTOS, P. A. B.; GARCIA, V. M.; JÚNIOR, G. J. P.; OLIVEIRA, A. C. G.; YAMASHITA, M.; JÚNIOR, W. E. F. Passando um “cafezinho”: misturas e separação de misturas a partir de um experimento com materiais do cotidiano. *Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI*, Santiago, v. 8, n. 14, p.181–191, 2012.

VALENTIM, J. A.; SOARES, E. C. Extração de Óleos Essenciais por Arraste a Vapor: Um Kit Experimental para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 297–301, 2018.

VIEIRA, F. A. D. C.; ZULIANI, S. R. Q. A. **Ensino por investigação e aprendizagem significativa crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. 2012. 197 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP, 2012.

VILLANI, E. P. C.; NASCIMENTO, S. S. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 187–209, 2003.

VOGT, W. P. **Dictionary of statistics & methodology: A nontechnical guide for the social sciences**. New Delhi: Sage, 1999.

WALKER, J. P.; SAMPSON, V. Argument-Driven Inquiry: Using the Laboratory To Improve Undergraduates’ Science Writing Skills through Meaningful Science Writing, Peer-Review, and Revision. *Journal of Chemical Education*, Iowa, v. 90, n. 10, p. 1269–1274, 2013.

WELLINGTON, J. **Teaching and learning secondary science: Contemporary issues and practical approaches**. New York: Routledge, 2000.

WINDSCHITL, M. Inquiry Projects in Science Teacher Education: What Can Investigative Experiences Reveal about Teacher Thinking and Eventual Classroom Practice? *Science Education*, New Jersey, v. 87, n. 1, p. 112–143, 2003.

YIN, R. K. **Pesquisa Qualitativa: do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte v. 13, n. 03, p. 67–80, 2011a.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Aprendizagem significativa e atividades de investigação no ensino de ciências: aproximações possíveis. **Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Campinas, 2011b.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Universidade Federal de Alfenas
Programa Residência Pedagógica- subprojeto Química
Instrumento 1- Parte Inicial- EI

Caros Participantes: este é um instrumento para diagnosticar as suas concepções sobre questões relacionadas ao tema Ensino por Investigação. Pedimos que respondam as questões a seguir, dissertando sobre seu entendimento sobre o tema.

1. Já Realizou algum curso com a temática Ensino por Investigação?

() Sim () Não. Qual? _____

2. A que palavras você associa o termo **investigação**? (indique, no máximo, 6 palavras)

_____ _____ _____ _____ _____	Comente seu entendimento sobre o termo INVESTIGAÇÃO, respondendo (caso queira, você pode fazer uso das palavras indicadas): investigação é _____ _____ _____
---	--

3. A que palavras você associa o termo **investigação científica**? (indique, no máximo, 6 palavras)

_____ _____ _____ _____ _____	Comente seu entendimento sobre o termo INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA, respondendo (caso queira, você pode fazer uso das palavras indicadas): investigação é _____ _____ _____
---	---

4. Cite, pela ordem, as primeiras cinco palavras que lhe vem à mente a partir do termino indutor ENSINO.

1ª. _____ 2ª. _____ 3ª. _____ 4ª. _____ 5ª. _____	Escreva aqui uma frase que contenha essas cinco palavras: _____ _____ _____
---	--

5. Cite, pela ordem, as primeiras cinco palavras que lhe vem à mente a partir do termino indutor APRENDIZAGEM.

1ª. _____ 2ª. _____ 3ª. _____ 4ª. _____ 5ª. _____	Escreva aqui uma frase que contenha essas cinco palavras: _____ _____ _____
---	--

6. A que palavras você associa o termo **ensino por investigação**? (indique, no máximo, 6 palavras):

_____	Comente seu entendimento sobre o termo ENSINO POR INVESTIGAÇÃO, respondendo: ensino por investigação é _____ _____ _____.

7. A que palavras você associa o termo **experimentação**? (indique, no máximo, 6 palavras)

_____	Comente seu entendimento sobre o termo EXPERIMENTAÇÃO, respondendo: experimentação é _____ _____ _____.

8. A que palavras você associa o termo **experimentação investigativa**? (indique, no máximo, 6 palavras)

_____	Comente seu entendimento sobre o termo EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA, respondendo: experimentação investigativa é _____ _____ _____.

9. O Projeto-Político-Pedagógico da escola, na qual você está inserido, preconiza/menciona o ensino por investigação?

() Vou iniciar meu estágio agora.

() Não conheço o PPP da escola.

() Não.

() Sim. Comente um pouco sobre como o PPP apresenta o ensino por investigação _____

10. Você já participou de atividades de ensino de caráter investigativo na escola onde realizou o seu estágio?

() Vou iniciar meu estágio agora.

() Não.

() Sim. Comente um pouco sobre elas _____

11. Você já participou da elaboração de atividades de ensino de caráter investigativo?

() Não.

() Sim. Comente um pouco sobre elas _____

12. O que você acha da proposição de atividade de caráter investigativo nas propostas curriculares do ensino de Química?

13. Você se sente preparado (a) para trabalhar com atividades de caráter investigativo na escola?

Não Parcialmente Sim

Justifique sua resposta:

14. Você sabe qual o seu papel (enquanto futuro professor) no ensino por investigação?

15. Você sabe qual o papel do aluno no ensino por investigação?

16. Quais as características você considera que uma atividade investigativa pode apresentar?

17. Quais características você considera que o ensino por investigação pode apresentar?

APÊNDICE B

Universidade Federal de Alfenas
Programa Residência Pedagógica- subprojeto Química
Instrumento 2- Parte Final- EI

Caros Participantes: este é um instrumento para diagnosticar as suas concepções sobre questões relacionadas ao tema Ensino por Investigação. Pedimos que registre suas impressões para que possamos ter um panorama das atividades realizadas. Agradecemos sua participação!

1. Cite, pela ordem, as primeiras cinco palavras que lhe vem à mente a partir do termino indutor ENSINO.

1 ^a . _____	Escreva aqui uma frase que contenha essas cinco palavras: _____ _____ _____.
2 ^a . _____	
3 ^a . _____	
4 ^a . _____	
5 ^a . _____	

2. Cite, pela ordem, as primeiras cinco palavras que lhe vem à mente a partir do termino indutor APRENDIZAGEM.

1 ^a . _____	Escreva aqui uma frase que contenha essas cinco palavras: _____ _____ _____.
2 ^a . _____	
3 ^a . _____	
4 ^a . _____	
5 ^a . _____	

3. A que palavras você associa o termo **ensino por investigação**? (indique, no máximo, 6 palavras):

_____	Comente seu entendimento sobre o termo ENSINO POR INVESTIGAÇÃO, respondendo: ensino por investigação é _____ _____ _____.

4. A que palavras você associa o termo **experimentação investigativa**? (indique, no máximo, 6 palavras)

_____	Comente seu entendimento sobre o termo EXPERIMENTAÇÃO INVESTIGATIVA, respondendo: experimentação investigativa é _____ _____ _____.

5. A forma como o tema foi abordado na sequência de atividades atenderam suas expectativas? Explique.

6. O curso provocou alterações em suas impressões sobre a temática? Comente.

7. Você considera que as reflexões que fez no curso provocarão mudanças em sua prática docente? Comente.

8. O que você acha da proposição de atividades de caráter investigativo nas propostas curriculares do Ensino de Química?

9. Você se sente preparado (a) para trabalhar com atividades de caráter investigativo na escola? Justifique sua resposta.

() Não () Parcialmente () Sim

10. Você sabe qual o seu papel no Ensino por Investigação?

11. Você sabe qual o papel do aluno no Ensino por Investigação?

12. Quais as características você considera que uma atividade investigativa pode apresentar?

13. Quais características você considera que o ensino por investigação pode apresentar?

APÊNDICE C – Questionário inicial

Nome fictício: _____

Período: _____ Idade: _____

Q.1 – Descreva, em etapas, como você prepara o café em sua casa.

Q.2 - Como você explica cada uma das etapas escritas anteriormente, em termos químicos? Explique, em termos químicos, cada uma das etapas descritas anteriormente.

Etapa 01: _____

Explique: _____

Etapa 02: _____

Explique: _____

Etapa 03: _____

Explique: _____

Etapa 04: _____

Explique: _____

Etapa 05: _____

Explique: _____

Etapa 06: _____

Explique: _____

Há outras etapas? () Não () Sim

Se você assinalou sim, explique no espaço a seguir: _____

Q.3 – Explique o seu entendimento sobre o processo de extração ocorrido no preparo da bebida do café. _____

Q.4 – Quais fatores (químicos e físicos) podem influenciar o preparo da bebida do café? Justifique.

Q.5- Em que consiste, quimicamente, a bebida do café?

APÊNDICE D – Entrevista inicial

Roteiro de Entrevista

Apresentação

Esta etapa do projeto será realizada por meio de entrevista individual e será gravada para orientar a transcrição das informações pelo pesquisador. O objetivo desta etapa é investigar os conhecimentos prévios sobre a representação do processo de extração. A qualquer momento você pode interromper a entrevista. Será garantido o sigilo das informações, bem como da identificação dos(as) estudantes.

Aquecimento

- Você sabe preparar a bebida do café? Como você o prepara?
- Com quem aprendeu a preparar a bebida do café?
- Na sua casa todos prepararam da mesma maneira?

Agora vamos falar um pouco sobre o seu desenho.

Questões direcionadoras

- a. Por que você considera que este desenho representa o processo de extração que ocorre no preparo da bebida de café?
- b. Que aspectos químicos você considerou para elaborar essa representação?
- c. Como você explicaria o processo de extração da bebida de café, utilizando a sua representação?
- d. Você considera que seu desenho leva em conta a interação entre a água e os compostos presentes no café? Explique.

APÊNDICE E – Questionário final

Nome fictício: _____

Período: _____

Idade: _____

Q.1 –Descreva as etapas de preparo de café, destacando as alterações que você faria após participar das atividades investigativas.

Etapa 01: _____

Justificativa: _____

Etapa 02: _____

Justificativa: _____

Etapa 03: _____

Justificativa: _____

Etapa 04: _____

Justificativa: _____

Etapa 05: _____

Justificativa: _____

Etapa 06: _____

Justificativa: _____

Há outras etapas? Há outras etapas? () Não () Sim

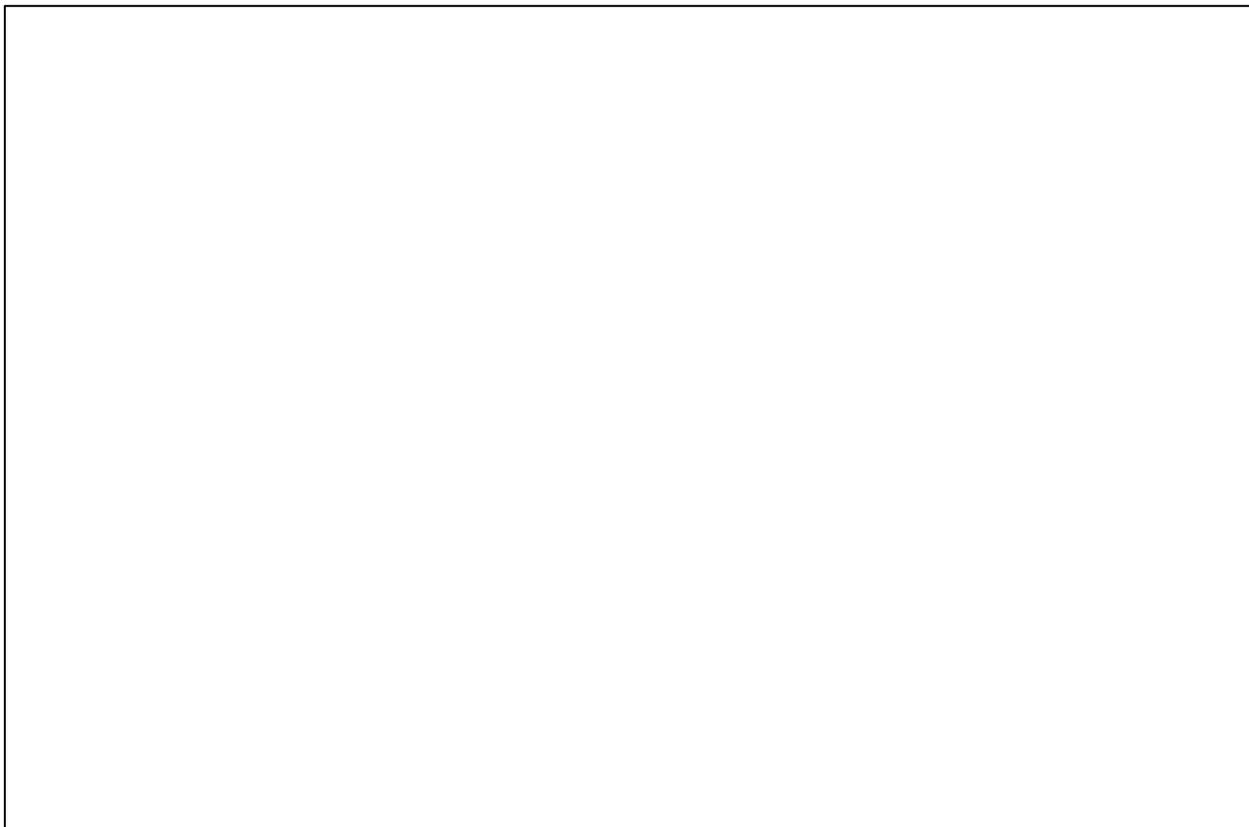
Se você assinalou sim, explique no espaço a seguir: _____

Q.2- Como você explica o processo de extração, após ter participado da unidade investigativa?

Q.3 - Considerando as etapas descritas na questão 1, explique os aspectos químicos envolvidos no preparo do café.

Q.4- Apresente e justifique os fatores químicos e físicos que influenciam o preparo da bebida de café, bem como a bebida final.

Q.5-Elabore um desenho que represente o processo de extração da bebida do café, em nível submicroscópico.



Explique, brevemente, a sua representação:

Q.6- Descreva suas impressões sobre a sua participação na unidade investigativa “Café com química: degustando conteúdos”.

APÊNDICE F – Entrevista Final

Roteiro de Entrevista

Apresentação

Esta etapa do projeto será realizada por meio de entrevista individual e será gravada para orientar a transcrição das informações pelo pesquisador. O objetivo desta etapa é investigar os conhecimentos sobre a representação do processo de extração. A qualquer momento você pode interromper a entrevista. Será garantido o sigilo das informações, bem como da identificação dos(as) estudantes.

Aquecimento

- Opine sobre o uso da temática do café para o ensino de Química.
- Quais conceitos você considera fundamentais para compreender o preparo da bebida do café? Explique.
- Quais novos olhares surgiram sobre a temática do café no ensino de Química?

Agora vamos falar um pouco sobre o seu desenho.

Questões direcionadoras

- a. Indique e explique as melhorias desenvolvidas em sua última representação.
- b. Que aspectos químicos você considerou para elaborar essa representação?
- c. Como você explicaria o processo de extração da bebida de café, utilizando a sua (nova) representação?
- d. Como a interação entre a água e os compostos presentes no café são expressos/indicados em seu desenho? Explique.

APÊNDICE G

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), desta pesquisa. No caso de você concordar em participar, favor assinar ao final do documento.

Sua participação não é obrigatória, e, a qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com a pesquisadora ou com a instituição.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e endereço da pesquisadora principal, podendo tirar dúvidas do projeto e de sua participação.

TÍTULO DA PESQUISA: Atividades Investigativas e o Café: uma estratégia para a aprendizagem significativa de conceitos químicos.

PESQUISADORA RESPONSÁVEL: Ádila Lins Cauper

ENDEREÇO: Av. Governador Valadares, 462, Centro, Alfenas – MG

TELEFONE: (92) 99443-9785

E-MAIL: adilacauper@gmail.com

OBJETIVO: Este estudo tem como objetivo investigar a influência de atividades investigativas no entendimento sobre o conceito de extração de substâncias químicas de licenciandos em química.

JUSTIFICATIVA: A pesquisa se justifica pela busca da compreensão da percepção dos estudantes a respeito do uso de atividades investigativas para o ensino e a aprendizagem dos conceitos científicos propostos.

PROCEDIMENTOS DO ESTUDO: A pesquisa será realizada na Universidade Federal de Alfenas, nos períodos letivos 2019/1 e 2019/2, respectivamente. Durante o estudo, serão usadas as seguintes técnicas de coleta dos dados:

- a) Questionários para o levantamento das concepções dos estudantes sobre o Ensino por Investigação e para avaliação da potencialidade da estratégia para a aprendizagem de conceitos químicos;
- b) Representações (desenhos) para investigar e avaliar as concepções dos estudantes sobre o conceito científico proposto;
- c) Entrevistas sobre as concepções dos estudantes sobre o conceito científico proposto; implementação da proposta de atividade investigativa realizada, de modo que os estudantes salientem as contribuições para a aprendizagem.

Nesta pesquisa, de natureza qualitativa, os dados coletados serão tratados, codificados e analisados, seguindo a técnica de análise de conteúdo. Ao final, os dados serão triangulados, visando a compreensão da percepção dos estudantes em relação à aprendizagem conceitual e à estratégia então utilizada.

RISCOS E DESCONFORTOS: De acordo com os princípios da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), a presente pesquisa é classificada como de Risco Mínimo, já que para a realização dos procedimentos aqui descritos são previstos riscos mínimos aos participantes e possivelmente não causarão danos à sua integridade física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual. A pesquisadora garante que os danos previsíveis serão evitados. Cabe ressaltar, que no decorrer do estudo a pesquisadora ficará atenta a qualquer manifestação de desconforto, frustração ou constrangimento, adotando as medidas necessárias para assegurar a integridade do participante.

Durante a entrevista semiestruturada, a pesquisadora utilizará um gravador de voz, assegurando que será utilizado exclusivamente para apoio da memória dos fatos no momento da transcrição dos dados. Antes da coleta dos dados, os sujeitos receberão o termo de autorização para uso de sua voz e, somente após a autorização, será iniciado o procedimento para coleta dos dados. Caso o participante se sinta desconfortável ou constrangido durante a entrevista, o mesmo poderá desistir de participar da pesquisa sem nenhum prejuízo.

Em relação à formação dos grupos para a realização das atividades investigativas, o risco que o participante poderá ter é se sentir desconfortável ao realizar tal atividade, neste caso estes estudantes poderão escolher não participar da atividade em grupo, sem qualquer penalização aos envolvidos.

BENEFÍCIOS: Esperamos com a realização desta pesquisa, contribuir para a aprendizagem científica, de maneira a proporcionar reflexões sobre as perspectivas dos estudantes e professores quanto ao uso da perspectiva investigativa no ensino e as implicações na prática docente. Esta pesquisa apresenta relevância social, já que os resultados obtidos ao final deste estudo serão socializados com os participantes da pesquisa e com a comunidade, a fim de analisar as possíveis contribuições das atividades investigativas na formação inicial de professores, bem como discutir os possíveis impactos no ensino médio.

CUSTO/REEMBOLSO PARA O PARTICIPANTE: Não haverá nenhum gasto com sua participação. Os materiais utilizados nas atividades serão disponibilizados e os participantes não receberão nenhuma cobrança com o que será realizado. O participante da pesquisa não receberá nenhum pagamento por sua participação e em qualquer etapa da pesquisa os participantes poderão suspender ou encerrar sua participação, a qualquer tempo ou motivo sem nenhum prejuízo para os envolvidos.

CONFIDENCIALIDADE DA PESQUISA: A pesquisadora responsável compromete-se com a garantia de manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes da pesquisa em qualquer fase da pesquisa. É assegurada a privacidade dos participantes quanto aos dados confidenciais

envolvidos na pesquisa e os dados não serão divulgados. A divulgação dos resultados somente será realizada para fins de pesquisa em publicações científicas, mantendo sigilo dos dados pessoais dos sujeitos.

Assinatura da Pesquisadora Responsável: _____

Eu, _____, declaro que li as informações contidas nesse documento, fui devidamente informado(a) pela pesquisadora Ádila Lins Cauper dos procedimentos que serão utilizados, riscos e desconfortos, benefícios, custo/reembolso dos participantes, confidencialidade da pesquisa, concordando ainda em participar da pesquisa. Foi-me garantido que posso retirar o consentimento a qualquer momento, sem qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/assistência/tratamento. Declaro ainda que recebi uma cópia desse Termo de Consentimento. Poderei consultar o pesquisador responsável (acima identificado) ou o CEP-UNIFAL-MG, com endereço na Universidade Federal de Alfenas, Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700, Centro, Cep - 37130-000, Fone: (35) 3299-1318, no e-mail: comite.etica@unifal-mg.edu.br sempre que entender necessário obter informações ou esclarecimentos sobre o projeto de pesquisa e minha participação no mesmo. Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados.

Alfenas, _____ de _____ de 20__.

(Nome por extenso)

(Assinatura)

APÊNDICE H



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Alfenas. Unifal-MG
Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700. Alfenas/MG.
CEP 37130-000
Fone: (35) 3299-1000. Fax: (35) 3299-1063

**TERMO DE CONSENTIMENTO DE GRAVAÇÃO DE VOZ E IMAGEM**

Eu, _____, depois de entender os riscos e benefícios que a pesquisa realizada poderá trazer e entender os métodos que serão utilizados para a coleta de dados, assim como estar ciente da necessidade da gravação e da transcrição de trechos derivados das mesmas, AUTORIZO, por meio deste termo, a pesquisadora Ádila Lins Cauper a realizar as devidas gravações, sem custos financeiros para ambas as partes. Esta AUTORIZAÇÃO foi concedida mediante o compromisso das pesquisadoras envolvidas ao garantir-me os seguintes direitos:

1. Poderei ter acesso à transcrição da minha gravação;
2. Os dados coletados serão usados exclusivamente para gerar informações para a pesquisa aqui relatada e outras publicações decorrentes, quais sejam: revistas científicas, congressos e etc.;
3. Minha identificação não será revelada em nenhuma das vias de publicação das informações geradas;
4. Qualquer outra forma de utilização dessas informações somente poderá ser feita mediante minha autorização;
5. Os dados coletados serão guardados por 5 (cinco) anos, sob responsabilidade da pesquisadora responsável pela pesquisa, Ádila Lins Cauper, e após esse período serão destruídos;
6. Serei livre para interromper a minha participação na pesquisa a qualquer momento e/ou solicitar a posse da gravação e transcrições realizadas.

Alfenas, ____ de _____ de 2019.

Estudante

Ádila Lins Cauper
Mestranda em Educação UNIFAL/MG

APÊNDICE I

Grupo: _____

Aula 01- Tópicos Iniciais sobre o café.

- Anote, no espaço abaixo, as informações que vocês julgam serem importantes para o preparo da bebida do café.

ASPECTOS SENSORIAIS		
	Macroscópico	Submicroscópico
Acidez	A sensação da acidez é detectável, principalmente, nas laterais até o final da língua	
Amargor	A sensação do amargor é detectável, principalmente, no topo até o final da língua;	
Doçura	Percebida na ponta da língua, a doçura de um café vem de grãos maduros e da caramelização no processo de torra. Tais cafés podem trazer notas de caramelo, mel ou chocolate e permitem que sejam bebidos sem adição de açúcar.	
Aroma	Possui elementos perceptíveis através do olfato (compostos voláteis). Alguns tipos de aroma são: florado, cítrico, achocolatado, frutado.	

Atividade 01- Comparações entre os métodos de preparo do café.

Método	Similaridades	Especificações	Moagem	Tipo de Separação
Melitta				
Clever				
Prensa Francesa				
Chemex				
V60				
Italiana				

Aula 03

Atividade 04- Exercendo outras habilidades...

O grupo identifica possíveis inconsistências e fontes de erro no planejamento da atividade experimental? Comentem.

O grupo identifica possíveis inconsistências e fontes de erro na execução da atividade experimental? Comentem.

Atividade 05- A avaliação das atividades

Finalizada a discussão e o registro, cada grupo deve apresentar um relato, na forma escrita, que discuta as seguintes questões-orientadoras:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">✓ Quais novas aprendizagens surgiram?✓ Quais os pontos que vocês consideram que sejam relevantes para o preparo da bebida do café?✓ Quais dificuldades surgiram?✓ O que vocês mudariam? |
|--|

APÊNDICE J

Café com Química: degustando conceitos

Que escolhas fazer para preparar uma boa bebida de café?

Proposta desenvolvida por Ádila Cauper e Keila Kiill, Universidade Federal de Alfenas, Brasil.

Quadro 1: Síntese da unidade de investigação (UI) sobre a temática do café

Aspecto teórico-metodológico	Café com química, degustando conceitos
Conteúdos conceituais priorizados	Separação de misturas: Extração, solubilidade e soluções.
Conteúdos Procedimentais	Tipos de extração/técnica: 1. Infusão: Clever Dripper e Prensa francesa; 2. Percolação: V60, Melitta, Chemex. 3. Arraste a vapor: Moka Italiana; 4. Pressão: Sifão.
Nível	Ensino Superior
Competências de Investigação avaliadas	Planejamento de investigações; Formulação de hipóteses; Elaboração de argumentos científicos.
Métodos de Avaliação	Discussões e comunicação das produções; Observação do trabalho dos (as) estudantes; Produções escritas dos (as) estudantes.

Descrição da Unidade de Investigação¹⁰

Esta unidade de investigação foi elaborada com base nas unidades investigativas (UI) apresentadas no projeto SAILS- Strategies for Assessment of Inquiry Learning in Science. Tal projeto teve como objetivo promover e facilitar a utilização de estratégias de investigação no ensino, na aprendizagem e na avaliação em Ciências, por meio da adoção de atividades de investigação por parte

¹⁰ Entende-se investigação como sendo “a procura de respostas fundamentadas e rigorosas para as nossas próprias questões” (PONTE, 2003, p. 01).

dos professores da educação básica dos países participantes, na Europa. A equipe do projeto desenvolveu as UIs, conjunto de atividades investigativas¹¹, em parceria com diversos (as) professores (as) e pesquisadores (as) de diferentes países, com o intuito de desenvolver competências e promover a aprendizagem de conceitos e processos científicos.

Tais UIs apresentam uma proposta de sequência de ensino, que descrevem os processos utilizados, bem como as suas respectivas práticas de avaliação, de modo que, por parte dos (as) estudantes, ocorra: a. coleta e interpretação das evidências (dados); b. desenvolvimento de competências investigativas e de raciocínio, bem como a construção dos conteúdos abordados nestas unidades.

De modo similar, a presente sequência de atividades, denominada *Café com Química: degustando conceitos*, é uma proposta brasileira de atividades investigativas que pretende possibilitar aos (às) estudantes a compreensão de conceitos científicos acerca dos diferentes processos de extração da bebida do café, entrelaçando conhecimentos dos campos procedimentais, conceituais e atitudinais, além do desenvolvimento de competências científicas.

Esta unidade é composta por 6 (seis) atividades que podem ser desenvolvidas numa sequência de aulas de acordo com o contexto no qual o professor está inserido. A sequência de atividades de ensino fora planejada com a finalidade de desenvolver nos estudantes a competência da investigação, considerando as habilidades de planejamento de uma atividade investigativa, a formulação de hipóteses, o trabalho colaborativo e o raciocínio científico. Dentro das possíveis oportunidades de avaliação, inclui-se a observação do trabalho (as) alunos(as), a discussão em pequenos grupos e em turma, além das produções escritas pelos(as) alunos(as).

Embora esta UI tenha sido planejada e desenvolvida para estudantes de licenciatura em Química como uma investigação guiada, também pode ser adaptada pelo(a) professor(a) para ser implementada nos anos finais do Ensino Médio. A nível do Ensino médio, sugere-se ainda a articulação com outras áreas disciplinares como a de Biologia (estudos sobre a *Coffea arábica* e *Coffea canephora*), Geografia (contexto cultural, social, tecnológico e econômico do sul do estado de Minas Gerais, Brasil ou regiões produtoras de café oriunda de outros países) e História (historiografia cafeeira brasileira e mundial).

Através das seis atividades de investigação descritas, é possibilitado aos (às) estudantes a aprendizagem dos conceitos e processos envolvidos no preparo de bebidas provenientes de cafés especiais. Desta forma, os (as) estudantes podem construir conhecimentos e desenvolver competências para fazer escolhas informadas no que diz respeito da escolha do café e do preparo da bebida.

Duas competências-chave foram identificadas para desenvolvimento nesta unidade. O raciocínio científico, mais concretamente o raciocínio proporcional, pode ser desenvolvido quando os

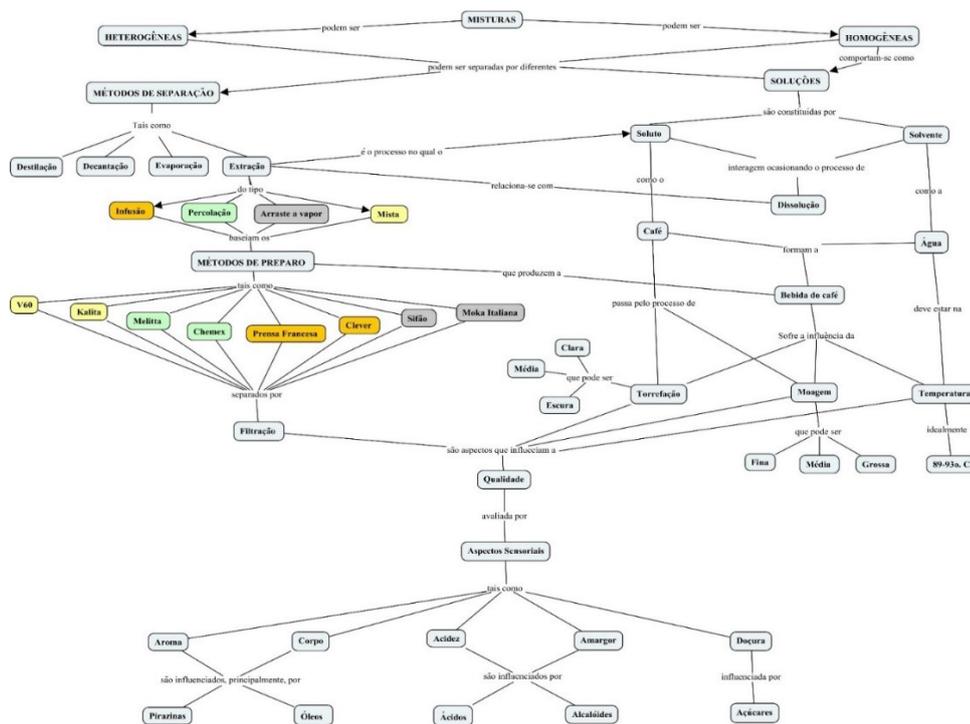
¹¹De acordo com Azevedo (2012), uma atividade, para ser considerada investigativa, deve ser acompanhada de situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo. Tais atividades devem vir acompanhadas de uma problemática que desperte nos alunos o anseio pela sua resolução, elaborando o levantamento de hipóteses, a busca de procedimentos para testá-las e o envolvimento em discussões com demais alunos.

(as) alunos (as) comparam as diferentes quantidades e tipos de café, analisando os efeitos destas variáveis na bebida final. A competência do trabalho colaborativo também pode ser desenvolvida, através das discussões que serão realizadas durante as atividades e da realização do trabalho em equipe.

Informações-base

O Programa de Qualidade do Café certifica e classifica os cafés que são produzidos, tendo a análise sensorial como método de classificação e caracterização. Dentre as categorias de café, existe uma cuja origem é controlada: são os Cafés Especiais ou Specialty Coffee³. O preparo da bebida de cafés especiais envolve vários aspectos importantes, dentre eles: a. a escolha do método a ser utilizado; b. a moagem do café; c. a qualidade e temperatura da água a ser utilizada e d. a definição da proporção de água/café. Para uma melhor compreensão da rede conceitual que relaciona o preparo da bebida de café e os objetos de ensino e de aprendizagem, apresentaremos a seguir um mapa conceitual, que sintetiza os conceitos, relacionados à esta temática, tendo como pergunta-foco: “como os conceitos físicos e químicos se relacionam com o preparo da bebida de café?”.

Figura 1 – Mapa conceitual sobre a bebida de café e os conceitos químicos



Fonte: As autoras (2023).

Na presente proposta, pretende-se o ensino do conteúdo de separação de misturas, mais especificamente os conceitos de extração, solubilidade e solução bem como os demais à eles relacionados. Os métodos de separação dos componentes de uma mistura são de importância

fundamental para a química, havendo inclusive áreas do setor produtivo/comercial que se baseiam em tais métodos, como é, por exemplo, o caso da produção da bebida de café. Dada a importância do isolamento de substâncias, não é de se admirar que alguns dos métodos de separação sejam conhecidos desde muito tempo, como é o caso da sedimentação, decantação, filtração, cristalização, sublimação ou destilação, os quais são conhecidos desde os alquimistas (MORAIS, 2012). É fato que os métodos de separação de misturas passaram por processos de mudanças, evoluindo para técnicas mais modernas, como é o caso da transição dos filtros de pano para os de papel e, atualmente, os de ligas metálicas.

A separação dos componentes de uma mistura depende das propriedades individuais dos componentes da mistura, como o ponto de ebulição, a solubilidade, a densidade, etc. São diversos os processos existentes para separar os componentes de uma mistura, processos físicos que não alteram a natureza dos componentes que se pretendem separar. Portanto, a escolha do processo de separação deve considerar: a) o tipo de mistura; b) as propriedades físicas dos componentes da mistura; c) o estado físico em que se encontram os componentes da mistura e d) a finalidade da separação; podendo ser necessário executar mais do que um processo de separação, na ordem devida, para separar os vários componentes de uma mistura (MORAIS, 2012).

O preparo da bebida de café é um processo no qual se utiliza mais de um método de separação de misturas. Preparar um café consiste em um processo de extração das substâncias presentes no pó de café, seguido de uma filtração do pó residual (componentes do pó de café que não foram extraídos). Dessa forma, o mecanismo que rege o processo de extração é determinado pela interação de cada componente com a água, chamado de solubilidade. O processo de solubilização de uma substância química resulta da interação entre a espécie que se deseja solubilizar (soluto) e a substância que a dissolve (solvente). Portanto, Solubilidade, por definição, é a concentração de soluto dissolvido em um solvente em equilíbrio com o soluto não dissolvido à temperatura e pressão especificadas, ou seja, é a medida da quantidade máxima de soluto que pode ser dissolvida em um determinado solvente. O tamanho molecular (ou iônico), a polaridade (ou carga), interações intermoleculares e a temperatura são fatores que se destacam na determinação da solubilidade e devem ser considerados para o seu entendimento. (SILVA; MARTINS; ANDRADE, 2004).

Souza, Melo e Lopes (2011) delimitam alguns tipos de extração que acontecem durante o isolamento de amostras, com o intuito de extrair os princípios ativos de uma planta. Trazendo para o contexto da presente proposta, o preparo da bebida de café, temos: a. a extração por infusão, que consiste em verter o solvente quente, geralmente água fervente, sobre o planta/droga (o café) moída, de modo que fique em um sistema fechado e em repouso por um determinado tempo, previamente delimitado (que é o caso dos coadores do tipo Prensa Francesa e Clever Dripper); b. a extração por percolação, que é um método pelo qual a extração é feita pelo arrastamento dos princípios ativos (substâncias presentes no pó de café) pela passagem contínua do líquido extrator (água quente) (SARKER; LATIF; GRAY, 2006), configurando as extrações que acontecem na maioria dos cafés ditos 'filtrados', como o Melitta, Chemex e v60; c. a extração por arraste a vapor onde a água líquida é adicionada a um gerador de vapor

e aquecida até que entre em ebulição. Então, através da pressão proporcionada ao sistema, a água em condição de vapor percorre uma tubulação apropriada e realiza a extração das substâncias existentes na planta/droga e passa a ser injetada em outros recipientes (VALENTIM; SOARES, 2018), caracterizando assim, o processo que ocorre na cafeteira italiana e d. a extração por pressão, que configura a máquina de espresso e a cafeteira sifão.

Implementação da Unidade de Investigação e Avaliação

Atividades para o ensino e aprendizagem por investigação

Esta UI encontra-se dividida em seis atividades. A atividade 1 tem como intuito promover o envolvimento dos(as) alunos(as) para os tópicos em questão (chamando-lhes a atenção para a temática em questão). Nesta atividade, também é proposto ao(à) professor(a) para explorar o conhecimento prévio dos(as) alunos(as) sobre os conceitos de solução, solubilidade e processos de extração, além de trabalhar, com os(as) estudantes, os aspectos gerais sobre os cafés especiais e o seu preparo. Nas atividades 2 e 3, os(as) estudantes são levados a planejar e/ou realizar uma investigação acerca da questão levantada [que escolhas fazer para preparar uma boa bebida de café], com o intuito de testar as suas hipóteses, construir as suas explicações e os seus argumentos científicos. As atividades 4 e 5 buscam fazer com que os alunos operacionalizem os conceitos até então construídos à uma nova situação, dentro do mesmo contexto. Na atividade final, os(às) estudantes devem realizar uma reflexão acerca das suas aprendizagens sobre os conceitos e os processos envolvidos ao longo desta UI.

Atividade A: Tópicos iniciais sobre o café

Atividade A: Tópicos iniciais sobre o café	
Conteúdos-chave	Classificação do café Aspectos Sensoriais Métodos de preparo da bebida do café
Competências-chave de investigação	Trabalho Colaborativo
Métodos de Avaliação	Discussão na sala de aula Observação realizada pelo(a) professor(a) Produções escritas dos(as) estudantes.

Enquadramento

A ideia por trás desta atividade é que os(as) alunos(as) comecem a relacionar os aspectos sensoriais com a extração das substâncias presentes no café e comparar os diferentes métodos de preparo da bebida. Esta atividade consiste na construção de quadros-resumo, por parte dos(as) estudantes, acerca dos tópicos acima definidos. É recomendado que a presente atividade seja realizada de forma individual, devido ao fato de que, nela, estarão inseridas as concepções que o(a) estudante possui acerca da temática.

Proposta de sequência de aula

1. Como tarefa inicial, o(a) professor(a) pode realizar uma discussão orientada por questões a serem apresentadas oralmente ou por meio de um projetor (ou, ainda adotar outro recurso ou estratégia) sobre os seguintes tópicos: a. diferentes tipos de cafés; b. os aspectos sensoriais utilizados para qualificar a bebida (relacionando os níveis macroscópico *-e.g. acidez, doçura-* e o nível submicroscópico *-e.g. ácidos clorogênicos, açúcares-*); c. os diferentes métodos de extração e sua história; e d. propor um guia de moagem do café, relacionando-o com cada método de preparo. É recomendado que, ao longo das discussões, os(as) estudantes efetuem o registro das informações obtidas, por meio da construção de textos ou quadros-resumo.
2. Após esta discussão inicial, os(as) estudantes farão a leitura de um texto que aborda as técnicas de extração do café. Este texto aborda sobre os principais tipos de extração do café, estando no seguinte endereço eletrônico: <https://cafegourmetbrasil.com/quais-os-principais-tipos-de-extracao-do-caffe/>. Tal texto foi escolhido por explicar, de modo mais objetivo, quais são os tipos de extração e seus diferentes métodos de preparo da bebida do café. É uma boa ideia construir quadros-branco (Anexo A) que permitam que os(as) estudantes relacionem os diferentes métodos de preparo da bebida do café (identificando diferenças e similaridades entre eles), a moagem do grão e o tipo de separação de mistura que ocorre.
3. A tarefa final desta atividade será propor uma discussão sobre os tópicos trabalhados anteriormente, com base nas seguintes questões:

Questões orientadoras:

- A moagem pode influenciar na bebida final do café? Por quê?
- O método utilizado para realizar a extração pode influenciar na qualidade da bebida do café? Por quê?
- Listem quais são os fatores que podem influenciar na qualidade da bebida final de um café especial.

Por fim, ao acordar com os(as) estudantes sobre os aspectos iniciais do café, será problematizado o preparo do café com a seguinte questão: Que escolhas fazer para preparar uma boa bebida de café? Após isto, é proposto aos(às) estudantes que discutam sobre essa questão e que deem possíveis respostas.

Atividade B: O preparo da bebida do café

Atividade B: O preparo da bebida do café	
Conteúdos-chave	Separação de misturas Os métodos de preparo
Competências-chave de investigação	Planejamento da investigação Formulação de hipóteses Trabalho Colaborativo
Raciocínio Científico	Registro de dados e observações
Métodos de Avaliação	Observações realizadas pelo(a) professor(a) Produções escritas dos(as) estudantes.

Enquadramento

Com o objetivo de planejar uma experiência para investigar acerca do melhor preparo da bebida de café, os(as) estudantes irão desenvolver uma investigação guiada. Idealmente, serão disponibilizados vários métodos de extração da bebida do café, bem como os cafés em grãos torrados do tipo arábica (cafés especiais), com um moedor com granulometria variada, balanças e uma chaleira de bico longo, acompanhadas de termômetros para o controle da temperatura.

Proposta de sequência de aula

1. No primeiro momento, o(a) professor(a) deve retomar e abordar alguns aspectos importantes sobre o preparo da bebida nos diferentes métodos: i) a temperatura e o manejo da água, idealmente em 93°C e em movimentos circulares; ii) a granulometria do café para cada um dos métodos utilizados e iii) a especificidade de cada método de extração.
2. Após este momento, o(a) professor(a) deve propor aos(às) estudantes que levantem hipóteses acerca da questão, considerando as variáveis explicitadas acima;
3. Como tarefa final, o(a) professor(a) deve propor aos(às) estudantes que planejem uma investigação sobre a questão problematizadora. Para isso, os(as) estudantes serão organizados em grupos de, por sugestão, 4 membros cada. A seguir, no quadro 2, está uma proposta de organização do planejamento a ser realizado (as) estudantes, bem como o registro das hipóteses

e do próprio planejamento realizado.

Quadro 2 – Proposta para a orientação do planejamento da investigação

Orientações Gerais
<ul style="list-style-type: none"> • Discutam com os(as) colegas o que gostariam de investigar; • Formulem questões e hipóteses para esta investigação; • Planejem uma investigação que lhes permitam testar as hipóteses levantadas. Indiquem o que irão observar ou medir e como irão efetuá-las; definam as variáveis que irão ser utilizadas nesta investigação; • Construam um planejamento por escrito para a investigação a ser realizada; • Neste planejamento, salientem a forma como irão apresentar os dados obtidos na investigação; • Realizem a investigação conforme fora planejada.

Atividade C – O preparo do café: alguns apontamentos

Atividade C: O preparo do café: alguns apontamentos	
Conteúdos-chave	O preparo do café; Métodos de separação de misturas: filtração e extração; Solubilidade, Interações Intermoleculares e Temperatura.
Competências-chave de investigação	Operacionalização da investigação
Raciocínio Científico	Registro de dados e observações Construção de explicações científicas

Enquadramento

Após a realização da investigação, os estudantes devem apresentar os resultados obtidos com a realização do experimento, conforme havia sido planejado na Atividade B. Uma proposta para tal ação é que, nesse momento, os(as) estudantes comuniquem os seus resultados utilizando o quadro como recurso, afinal, este é o recurso que está disponível na grande maioria das escolas. Conforme a explicação realizada pelos estudantes, o(a) professor(a) deve orientar uma discussão que será realizada entre a turma, de modo que os estudantes cheguem a um consenso de qual seja o mais apropriado método de preparo para o café escolhido, moagem e temperatura da água mais adequados para se obter um café com uma maior qualidade, de forma que os(as) estudantes apresentem argumentos científicos com base nos conhecimentos químicos envolvidos nas atividades até aqui realizadas.

É recomendado que, ao final das discussões realizadas, o(a) professor (a) peça aos (às) estudantes que identifiquem possíveis inconsistências e fontes de erro no planejamento e na execução das atividades executadas até aqui. O objetivo desta recomendação é que os (as) estudantes tenham a possibilidade de desenvolver habilidades metacognitivas. Para isso, recomenda-se que o (a) professor (a) construa um pequeno questionário, contendo as questões acima mencionadas.

Atividade D: Outros olhares sobre o preparo da bebida do café.

Atividade D: Outros olhares para o preparo da bebida do café	
Conteúdos-chave	Separação de misturas Os métodos de preparo
Competências-chave de investigação	Planejamento da investigação Formulação de hipóteses Trabalho Colaborativo
Raciocínio Científico	Registro de dados e observações Construção de explicações científicas
Métodos de Avaliação	Observações realizadas pelo(a) professor(a) Produções escritas dos(as) estudantes.

Enquadramento

Durante a Atividade, os(as) estudantes irão aplicar os conceitos aprendidos a uma nova situação, no mesmo contexto, o da produção da bebida de café. Será pedido que pensem e formulem uma questão que gostariam de investigar em termos de processos de extração. Os(As) estudantes têm de apresentar hipóteses e planejar uma investigação para dar resposta à questão levantada. Aqui, o intuito não é realizar a atividade planejada pelos(as) estudantes, mas criar uma discussão enriquecedora sobre possíveis resultados e limitações do planejamento da proposta. Com a colaboração do(a) professor(a), os alunos devem apresentar uma síntese das ideias e conceitos abordados, de modo a encontrar diferenças e similaridades entre as questões apresentadas.

Proposta de Sequência de Aula

1. Para realizar esta atividade, os(as) estudantes receberão uma nova situação de estudo [A ser proposta pelo (a) professor (a) com base na(s) questão(ões) levantada(s)], considerando o mesmo contexto, o café. Será pedido que pensem e formulem uma questão que gostariam de investigar em termos de processos de extração (por exemplo, como se dá o processo de extração

da bebida de café utilizando somente as vidrarias do laboratório de química?). No quadro a seguir, estão disponíveis algumas possíveis questões que podem servir para orientar a nova investigação.

2. Após a delimitação da questão, os (as) estudantes devem repetir os passos das atividades B e C. É importante que o professor conduza esta atividade de modo que haja uma interação entre os conceitos abordados em ambos os problemas, utilizando o exemplo acima citado, como: i) quais os fatores (variáveis dependentes e independentes) que implicam na bebida final?; ii) existem fatores que influenciam na solubilidade de compostos presentes na bebida e que afetam a extração realizada e iii) a extração vai acontecer nos diversos preparo das diferentes bebidas.

Propostas de questões para a nova investigação:

- No laboratório de química, como fazemos uma boa extração?
- Quais as similaridades entre os métodos de extração da bebida do café, de bebidas de alto consumo e de óleos essenciais?
- Os filtros usados para o preparo da bebida de café são os mesmos usados em outras bebidas? E no laboratório?
- Quais os fatores que podem influenciar na solubilidade dos compostos da bebida do café, de alto consumo e dos óleos essenciais?
- É possível construir uma cafeteira apenas com os materiais que utilizamos no laboratório de química?

Atividade F: A síntese de ideias e a avaliação das atividades.

Enquadramento

Nesta atividade, o(a) professor(a) deve retomar os conceitos e procedimentos até aqui trabalhados, além de provocar uma reflexão com os (as) estudantes sobre as aprendizagens obtidas ao longo da unidade e a forma como se desenvolveu o trabalho em grupo.

Proposta de Sequência de Aula

1. Para a retomada dos conteúdos até aqui abordados, recomenda-se que o (a) professor (a) utilize instrumentos que possibilitem a integração dos conceitos e procedimentos desenvolvidos nesta unidade. Dessa forma, um instrumento que atende a tal necessidade é o Diagrama V de Gowin. Idealmente, é proposto que os(as) estudantes o construam. Entretanto, se tal ação não for possível (por falta de domínio/conhecimento do instrumento), recomenda-se que o (a) professor (a) peça que os (as) estudantes listem, utilizando palavras ou expressões breves, os conceitos e procedimentos até aqui abordados. De posse destas informações, o(a) professor(a) deve construir o Diagrama. Após tal construção, é recomendado que o(a) professor(a) compartilhe o Diagrama com a turma e realize uma discussão, tendo como objetivo de validar, sob a

perspectiva dos (as) estudantes, o diagrama.

2. Como tarefa final, o (a) professor (a) deve realizar uma discussão com os (as) estudantes acerca da realização das atividades desta unidade, bem como as possíveis aprendizagens ocorridas. Para isso, no quadro a seguir, estão contidas algumas questões que podem orientar tal discussão. Um outro modo de realizar tal tarefa é o do (a) professor (a) construa um breve questionário ou oriente que os (as) estudantes construam um texto que respondam às perguntas propostas a seguir.

Questões gerais:

O que você aprendeu com a realização destas atividades?

O que você mudaria se pudesse realizar novamente estas atividades?

Quais dificuldades você teve na realização das atividades?

O que você achou mais interessante?

Avaliação das atividades para o ensino e aprendizagem por investigação

Nesta unidade, as competências-chave desenvolvidas são o raciocínio científico e o trabalho colaborativo, e várias oportunidades para a avaliação destas competências foram destacadas. Por exemplo, na Atividade A: Tópicos Iniciais Sobre o Café, a avaliação do raciocínio científico pode ser atingida pela observação de uma discussão em grupo quando tentam chegar às respostas da questão colocada, e também quando os grupos apresentam as suas respostas à turma inteira. O (a) professor (a) deve encorajar os (as) estudantes a explicarem como chegaram às suas respostas e levá-los a comparar os seus planejamentos com os dos(as) seus(suas) colegas. Na presente proposta de avaliação, a capacidade dos (as) estudantes de articular como resolveram a(s) questão(ões) é mais importante do que obter a resposta correta. Além disso, os (as) estudantes podem demonstrar como podem fazer escolhas com base em seus raciocínios científicos, como nas atividades B, C e D.

Para isso, é proposta uma rubrica de 4 níveis para a avaliação de algumas competências de investigação, disponível no quadro a seguir.

Proposta de avaliação

Esta proposta tem por objetivo auxiliar o (a) professor (a) a avaliar o processo de ensino e de aprendizagem possibilitado ao longo do desenvolvimento desta unidade. A seguir, é apresentado um quadro contendo alguns tópicos que se considera serem pertinentes para a realização da avaliação de três competências de investigação, classificando-as em quatro diferentes níveis.

Competências de investigação	Emergente	Desenvolvimento	Aperfeiçoamento	Extensão
Formular Hipóteses	Formula hipóteses que não são consistentes com o planeamento ou que não são válidas para a investigação.	Formula hipóteses que são consistentes com o planeamento do experimento.	Formula hipóteses que são consistentes com o experimento planeado e são baseadas nas questões de investigação.	Formula hipóteses que são consistentes com o experimento planeado. Essas hipóteses são baseadas nas questões de investigação e são identificadas as variáveis.
Planejamento das investigações	Tem algumas ideias acerca da manipulação da variável independente, mas as ideias da implementação prática estão incorretas. Apenas planeja a medição da variável dependente utilizando um método pré-dado.	Tem algumas ideias acerca da manipulação da variável independente e identifica erros com a ajuda do professor Tem ideias para a variável dependente, além da que foi dada (ex. as características Físico-químicas do solvente utilizado).	Identifica as possibilidades providenciadas pelas variáveis independentes e tem algumas ideias acerca de como testa-las. Planifica um método viável de manipular a variável independente dada. Tem ideias para as variáveis dependentes além da que foi dada e prepara um plano de implementação.	Pensa em um número de variáveis independentes e prepara um plano de implementação. Planifica um método viável de manipular a variável independente dada e considera possíveis erros. Tem ideias para as variáveis dependentes, além da que foi dada e prepara um plano de implementação.
Elaboração de argumentos coerentes com o conhecimento científico (AC)	Não providencia AC a favor ou contra os diferentes planos experimentais elaborados pelo grupo. Ocasionalmente, retira conclusões dos dados, mas não providencia AC para tais conclusões.	Providencia AC para os diferentes planos experimentais elaborados, mas o raciocínio nem sempre está correto. Analisa os dados e ocasionalmente providencia tais argumentos, mas tem dificuldade com a medição dos erros e a análise estatística.	Providencia ACs precisos para os vários planos experimentais elaborados pelo grupo. Analisa os dados, apoia as suas conclusões com ACs e controla os erros de medição.	Providencia ACs precisos para os vários planos experimentais elaborados pelo grupo e uma crítica aos outros planos. Analisa os dados criticamente, utiliza uma abordagem estatística, controla os erros de medição, e apoia as suas conclusões com ACs.

Fonte: Adaptado do Projeto SAILS. Disponível em: <http://www.ie.ulisboa.pt/projetos/sails>

Anexo 01: Comparações entre os métodos de preparo do café.

Método	Similaridades	Especificações	Moagem	Tipo de Separação
Melitta				
Clever				
Prensa Francesa				
Chemex				
V60				
Italiana				

ANEXOS

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: As atividades investigativas e os agrotóxicos**Pesquisador:** Ádila Lins Cauper**Área Temática:****Versão:** 1**CAAE:** 02860318.5.0000.5142**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - UNIFAL-MG**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.071.301**Apresentação do Projeto:**

Pesquisa descritivo-exploratória que visa compreender de que maneira as atividades investigativas com a temática “Agrotóxicos”, na perspectiva curricular do Ensino por Investigação, podem contribuir para a aprendizagem de conceitos químicos, na perspectiva dos estudantes participantes do projeto Residência Pedagógica - subprojeto Química, da Universidade Federal de Alfenas (Minas Gerais). Visa ainda, a partir de reflexões sobre as perspectivas dos estudantes e professores quanto ao Ensino por Investigação e as suas implicações na prática docente, contribuir com conhecimentos acerca do Ensino por Investigação na formação inicial de professores, além de produzir uma proposta de atividade investigativa que pode ser implementada em escolas da região em questão e materiais didáticos.

Objetivo da Pesquisa:

A pesquisa tem como objetivo avaliar a potencialidade de uma atividade investigativa que pretende relacionar a temática dos agrotóxicos à aprendizagem de conceitos químicos.

O objetivo se mostra exequível e adequado à metodologia proposta e ao cronograma apresentado.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

RISCOS

As pesquisadoras apresentam os riscos envolvidos à participação na pesquisa e apresentam formas de minimizá-los.

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700**Bairro:** centro**CEP:** 37.130-001**UF:** MG**Município:** ALFENAS**Telefone:** (35)3701-9153**Fax:** (35)3701-9153**E-mail:** comite.etica@unifal-mg.edu.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS**



Continuação do Parecer: 3.071.301

BENEFÍCIOS

As pesquisadoras apresentaram os benefícios da pesquisa que se referem à construção de conhecimento na área e às contribuições no processo de formação dos futuros professores participantes da pesquisa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A metodologia de pesquisa é adequada aos objetivos do projeto. O referencial teórico da pesquisa é atualizado e voltado à análise do objeto proposto. O Cronograma de execução da pesquisa é coerente e está adequado ao tempo de tramitação do projeto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- a) Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) - presente e adequado
- b) Termo de Assentimento (TA) – não se aplica
- c) Termo de Assentimento Esclarecido (TAE) – não se aplica
- d) Termo de Anuência Institucional (TAI) – presente e adequado
- e) Folha de Rosto – presente e adequado
- f) Projeto de Pesquisa Completo e Detalhado – presente e adequado

Recomendações:

Alterar número do telefone do Comitê de Ética em pesquisa no TCLE.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O Parecer indica a aprovação do projeto.

Considerações Finais a critério do CEP:

O Colegiado do CEP acata o parecer do relator.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1236323.pdf	13/11/2018 14:59:03		Aceito
Folha de Rosto	folha.pdf	13/11/2018 14:58:45	Ádila Lins Cauper	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	projeto_adila.pdf	16/10/2018 21:06:40	Ádila Lins Cauper	Aceito

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700

Bairro: centro

CEP: 37.130-001

UF: MG

Município: ALFENAS

Telefone: (35)3701-9153

Fax: (35)3701-9153

E-mail: comite.etica@unifal-mg.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALFENAS



Continuação do Parecer: 3.071.301

Investigador	projeto_adila.pdf	16/10/2018 21:06:40	Ádila Lins Cauper	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_uso_imagem_voz.pdf	16/10/2018 20:51:52	Ádila Lins Cauper	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle.pdf	16/10/2018 20:51:42	Ádila Lins Cauper	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Termo_TAI_assinado.pdf	16/10/2018 20:51:07	Ádila Lins Cauper	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ALFENAS, 11 de Dezembro de 2018

Assinado por:
Angel Mauricio Castro Gamero
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, 700

Bairro: centro

CEP: 37.130-001

UF: MG

Município: ALFENAS

Telefone: (35)3701-9153

Fax: (35)3701-9153

E-mail: comite.etica@unifal-mg.edu.br

ANEXO B

Parte I – Unidades • Produtos de limpeza alternativos



2. IMPLEMENTAÇÃO DA UNIDADE DE INVESTIGAÇÃO E AVALIAÇÃO

2.1 Atividades para o ensino e aprendizagem por investigação

A atividade descrita na unidade de investigação e avaliação SAILS **Produtos de Limpeza Alternativos** foi adaptada do projeto³ “Sustainable washing for a clean environment – Lavagem sustentável para um ambiente limpo”, desenvolvido para a unidade de cuidados químicos do projeto FP7 ESTABLISH⁴. A atividade foi adaptada para o projeto SAILS pela equipa da Universidade de Jagiellonian.

Conceito-chave	Propriedades dos produtos de limpeza. Ecotoxicidade.
Competências-chave de investigação	Planificar investigações. Formular hipóteses. Trabalho colaborativo.
Raciocínio e literacia científica	Raciocínio científico (considerando a influência de vários fatores) Literacia científica (tirar conclusões utilizando evidências e argumentos fundamentados, apresentar resultados científicos).
Métodos de avaliação	Discussões em grande grupo (turma). Observação do trabalho dos alunos. Produções escritas pelos alunos.

Enquadramento

O problema em discussão nesta unidade está relacionado com as considerações ecológicas acerca do uso de produtos de limpeza (e.g., detergentes para a roupa). Propõe-se a planificação de uma investigação que permita aos alunos analisarem as consequências das decisões diárias com base no conhecimento científico. O objetivo é proporcionar aos alunos de 14 a 18 anos de idade uma visão dos potenciais efeitos ambientais do uso incorreto de produtos químicos domésticos, tal como os detergentes. Vários detergentes domésticos poderão ser objetos de investigação, o que irá permitir ao professor combinar a atividade com os interesses dos alunos.

³ “Lavagem sustentável para um ambiente limpo. Química para aulas avançadas (14 a 18 anos de idade)” projeto entre a Universidade de Oldenburg, a Universidade de Rostock e Henkel AG & Co. KGaA, Düsseldorf (2007/08)

⁴ Establish Chemical care, <http://www.establish-fp7.eu/resources/units/chemical-care> [acedido em Outubro 2015]



Além disso, a atividade proposta pode ser implementada como uma investigação guiada ou aberta, tendo em conta o contexto dos alunos.

Esta unidade oferece ainda a oportunidade de abordar algumas concepções erradas, como por exemplo, que “todos os químicos são tóxicos” ou a ideia de que a toxicidade não depende da concentração – é importante que os alunos compreendam que alguns químicos não são nocivos ou perigosos quando utilizados em concentrações baixas. Para além disso, os alunos são encorajados a discutir este tópico e a desenvolver considerações sobre a utilização segura de produtos de limpeza e detergentes domésticos, e pesquisar informação acerca dos testes ecológicos utilizados na indústria.

Relativamente ao desenvolvimento de competências, ao longo desta unidade os alunos têm a oportunidade de *planificar investigações* (elaboração e condução de uma investigação), o *formular de hipóteses* (identificar questões de investigação e formular possíveis hipóteses), realizar investigações, *elaborar argumentos coerentes* (retirar conclusões utilizando argumentos fundamentados e evidências), desenvolver o *raciocínio científico* (influência das variáveis) e *trabalhar colaborativamente*. Considera-se que o desenvolvimento destas competências promove o nível de *literacia científica* dos alunos.

Proposta de sequência de aula

Sugere-se que a unidade de investigação e avaliação SAILS — **Unidade Produtos de Limpeza Alternativos** – seja implementada em dois blocos de aulas. Na primeira aula, os alunos são introduzidos ao tópico, após o qual planificam uma investigação para avaliar o impacto dos produtos de limpeza domésticos no ambiente. Depois é-lhes dado uma tarefa para realizar em casa, no período de uma semana – “realiza a tua investigação”. Na segunda aula, os alunos apresentam as suas conclusões à turma e, em pequeno ou grande grupo, discutem possíveis recomendações para o uso diário de produtos de limpeza no domicílio. É atribuído um trabalho de casa final, no qual os alunos pesquisam informação sobre os testes ecológicos utilizados na indústria.

Primeira Aula

1. Introdução

O professor pede aos alunos que façam uma lista de produtos de limpeza que utilizam em casa. Baseado no conhecimento prévio dos alunos, o professor propõe

uma discussão sobre as possíveis consequências do uso de produtos de limpeza para o ambiente. Por exemplo, “a água residual dos lares domésticos é tratada nas estações de tratamento de esgotos, para que possa ser descarregada no sistema de água de superfície. O que é que aconteceria se descarregássemos as nossas águas residuais para o ambiente sem submetê-las a qualquer tipo de tratamento prévio?”. Após esta discussão o professor introduz a fase seguinte da aula – Planificar uma investigação.

2. Planificar uma experiência

Os alunos devem trabalhar em pequenos grupos para planificar uma investigação acerca da influência dos produtos de limpeza no crescimento das plantas. A unidade pode ser organizada como *investigação aberta*, disponibilizando vários produtos de limpeza, várias espécies – plantas aquáticas ou terrestres, ou como *investigação guiada*, propondo aos alunos um problema: a influência do detergente da roupa no crescimento de agrião. A opção por uma investigação aberta ou guiada irá depender das experiências e competências dos alunos em ensino/aprendizagem por investigação. Para a *investigação guiada*, o professor pode providenciar uma tarefa ao aluno com um procedimento curto (Figura 1).

- Discute com os teus colegas o que gostarias de investigar — formula questões que gostarias de investigar, identifica e define variáveis, por exemplo, diferentes concentrações de detergente da roupa.
- Formula as tuas hipóteses.
- Planifica uma investigação que permita testar as tuas hipóteses. Indica o que irás observar ou medir e como irás efetuar essas medições. Escreve o teu plano.

3. Trabalho de casa

No final da primeira aula, é dado aos alunos um problema para realizarem como trabalho de casa: “Realiza a experiência para descobrires o impacto do detergente de limpeza que seleccionaste no ambiente.” É-lhes pedido que registem as suas observações, por exemplo “Como é que a planta mudou sob a influência do produto de limpeza?”, e analisem os seus dados para encontrar possíveis padrões e relações. Novamente, esta tarefa pode ter uma *abordagem aberta* ou *guiada*, em que o professor fornece uma tabela exemplo que pode ser utilizada para o registo de dados.

Investigar a influência do detergente da roupa no crescimento do agrião

Nesta experiência, a solução detergente representa a água residual, e os agriões representam o ambiente

Instrumentos e materiais [por par de alunos]: 7 pratos (ex. cristalizadores), 1 faca, proveta 50 ml, proveta graduada 100 ml, 2 provetas 500 ml, ímã de agitação, pipeta graduada 20 ml, pompete, canetas de feltro, detergente líquido para tecidos de cor, 4 tabuleiros de agrião (Figura 1a)



Figura 1. Cultivo de agrião

Procedimento: Tire o agrião de cada tabuleiro, juntamente com o tapete onde está a crescer. Utilize a faca para cortar cada tapete em dois. Coloque cada metade no seu respetivo prato. Uma metade é deixada de parte. Coloque os sete pratos alinhados e marque-os com os números de 1 a 7. Prepare as soluções.* Deixe o agrião nos pratos por um período de 5 a 7 dias em luz normal (Figura 1b). Adicione água da torneira tanto o quanto necessária para substituir qualquer água que tenha evaporado, para que o volume de solução em cada prato se mantenha no seu nível original.

* Concentração proposta de detergente líquido na série de pratos: 1. Amostra em branco, 2. 0.01 ml/L, 3. 0.1 ml/L, 4. 1 ml/L, 5. 10 ml/L, 6. 100 ml/L, 7. 1000 ml/L

Eliminação: Verta a solução detergente para o lavatório. Coloque os pratos de agrião no contentor do lixo.

Figura 1: Exemplo da tarefa do aluno para a atividade por investigação guiada

Segunda Aula

4. Apresentação dos resultados

Os alunos comunicam à turma os resultados do seu trabalho de grupo, que devem estar na forma de tabelas e gráficos. Devem tirar conclusões válidas baseadas nas evidências que apresentam. Se possível, encorajar os alunos a comparar os seus resultados com os obtidos pelos outros grupos. Devem tentar identificar quaisquer possíveis inconsistências e fontes de erro.

5 Discussão de pares e avaliação

Após as comunicações à turma, a capacidade dos alunos de transferir o conhecimento adquirido com a sua investigação para outro contexto é investigada. É pedido



aos alunos que discutam com os seus pares e anatem quaisquer recomendações em que tenham pensado tendo em conta o uso diário de produtos de limpeza em casa. Algumas questões rápidas poderão ser úteis aqui, como “Qual é a situação? O que deveria ter sido? Porque não é como deveria ser? O que pode ser feito?” Os alunos, na discussão de grupo, devem considerar possíveis recomendações e apresentá-las à turma em forma de póster.

6. Trabalho de casa

Como tarefa final desta unidade é pedido aos alunos, como trabalho de casa, que realizem uma pesquisa na *Internet* ou outras fontes sobre os testes ecológicos utilizados na indústria. Por exemplo, pode ser pedido aos alunos que investiguem a seguinte afirmação: “O agrião, muitas vezes não é adequado para uso em testes ecológicos, porque apresenta uma relativa insensibilidade a muitos produtos químicos”.

2.2 Avaliação das atividades para o ensino e aprendizagem por investigação

Nesta secção são apresentados alguns instrumentos para a avaliação formativa das seguintes competências: conhecimento prévio do aluno, envolvimento na discussão, planos de investigação, comunicação de resultados, capacidade de pesquisar informação e trabalho de grupo. Várias oportunidades foram identificadas para a avaliação destas competências de investigação durante a atividade, e os instrumentos para a avaliação incluem grelhas de observação, instrumentos de avaliação e autoavaliação. É recomendado que o professor selecione previamente alguns alunos para analisar através da observação da turma, enquanto todos os alunos podem ser avaliados pela recolha dos artefactos produzidos, tal como as fichas de trabalho do grupo.

Trabalho colaborativo

Durante a aula introdutória, o professor pode observar os alunos pré-selecionados e avaliar as suas competências de *trabalho colaborativo* (envolvimento) e conhecimento prévio. Uma grelha de observação é recomendada para esta avaliação (Tabela 1), na qual o professor regista as respostas dadas e o nível de exatidão (total/parcial/incompleto/errado).