

**UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ARARAQUARA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL**

Investigação guiada sobre precipitação química
- Possibilidades para o Ensino Médio.

Julio Mario de Oliveira

Dissertação de Mestrado



PROFQUI
PROGRAMA DE MESTRADO
PROFISSIONAL EM QUÍMICA
EM REDE NACIONAL

**Araraquara
2021**

Julio Mario de Oliveira

Investigação guiada sobre precipitação química – Possibilidades para o Ensino Médio.

Dissertação apresentada ao Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Fabíola Manhas Verbi Pereira

Araraquara
2021

FICHA CATALOGRÁFICA

O48i Oliveira, Julio Mario de
Investigação guiada sobre precipitação química -
Possibilidades para o Ensino Médio / Julio Mario de Oliveira.
- Araraquara - SP : [s.n.], 2021
99 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Química
Orientador: Fabíola Manhas Verbi Pereira

1. Precipitação (Química). 2. Investigação. 3. Química
(Ensino médio). 4. Ciência - Estudo e ensino. 5. Pesquisa-ação
em educação. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Investigação guiada sobre precipitação química - possibilidades para o ensino médio

AUTOR: JULIO MARIO DE OLIVEIRA

ORIENTADORA: FABIOLA MANHAS VERBI PEREIRA

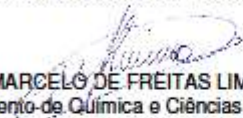
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em QUÍMICA EM REDE NACIONAL, área: Química pela Comissão Examinadora:



Prof.ª Dr.ª FABIOLA MANHAS VERBI PEREIRA (Participação Virtual)
Departamento de Química Analítica, Físico-Química e Inorgânica / Instituto de Química - UNESP - Araraquara



Profa. Dra. PRESCILA GLÁUCIA CHRISTIANINI BUZOLIN (Participação Virtual)
Departamento de Matemática / Faculdade de Ciências - UNESP - Bauru



Prof. Dr. MARCELO DE FREITAS LIMA (Participação Virtual)
Departamento de Química e Ciências Ambientais / UNESP/Câmpus de São José do Rio Preto

Araraquara, 20 de julho de 2021

*Ao meu filho, Mário César.
Nada me deixa mais feliz do que ser seu pai!*

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos pais José Antônio (in memorian) e Terezinha, que desde sempre me incentivaram, apoiaram e me confortaram na caminhada.

À minha esposa e a todos os meus familiares, que me dão a alegria de suas companhias nesta fascinante jornada de aprendizado que é a vida.

Aos amigos José Marcomini e Marco Antônio Tenório por serem meus grandes incentivadores antes e durante todo o mestrado.

Ao Vagner Antônio Moralles e ao meu amigo Thiago Larroca pela inestimável ajuda na conclusão desta dissertação.

Aos meus alunos, que de braços abertos aceitaram participar desta pesquisa de mestrado e que ficarão marcados positivamente na minha memória.

Também aos meus alunos-amigos do Sanchin Dojo que, como numa família, convivemos e torcemos uns pelos outros.

Aos professores da Unesp-Araraquara pela dedicação e profissionalismo.

Aos amigos de ProfQui pela troca de experiências e pelo agradável convívio.

E um agradecimento especial à minha orientadora, Profa. Dra. Fabíola Manhas Verbi Pereira, pelos ensinamentos, cobranças pontuais e paciência. Muito obrigado por me orientar desde a criação do tema, que surgiu após a realização de um experimento em sua aula, e que culminou nesta dissertação de mestrado.

*“...ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua própria produção ou a sua construção.”
(Paulo Freire)*

Resumo

Esta pesquisa teve como objetivo desenvolver e avaliar a potencialidade de uma sequência didática fundamentada nos pressupostos do ensino por investigação com enfoque no tema de precipitação química. A pesquisa foi desenvolvida dentro da abordagem qualitativa da pesquisa-ação e teve como sujeitos participantes o professor-pesquisador e alunos do 2º. ano do ensino médio de uma escola da rede privada de ensino. A sequência didática produzida consistiu de cinco etapas: uma atividade inicial com perguntas para averiguar o conhecimento prévio dos alunos; atividades experimentais com o uso de microscópio para estimular a produção de hipóteses e discussões entre os alunos; a realização de seminários com o objetivo de incentivar a investigação, a reflexão e a validação ou não das hipóteses iniciais; a realização de um grupo focal para se extrair mais dados para a pesquisa; e, na última etapa, um questionário para confirmar se os conceitos sobre precipitação foram bem assimilados. Além de conceitos como precipitação e solubilidade, a sequência didática conduziu para a abordagem de temas como a forma cristalina dos compostos iônicos, reações químicas com precipitação e o tipo de precipitação que ocorre no ciclo natural da água. Para análise dos resultados foram consideradas todas as etapas da sequência didática e optou-se pela análise de conteúdo, segundo Bardin, como procedimento de interpretação dos dados coletados durante a aplicação da pesquisa. A coleta de dados foi realizada por meio de questionários e da transcrição de diálogos extraídos de vídeos das aulas. Os resultados obtidos demonstraram um impacto positivo na construção do conhecimento pelos alunos, pois foi verificado que avançaram em relação às suas ideias prévias, apresentando concepções mais próximas das aceitas pela ciência. Num contexto de pandemia da Covid19, a pesquisa foi aplicada quase que na sua totalidade de forma online, e a participação dos alunos foi expressiva. O produto educacional gerado é destinado a professores de Ensino Médio na forma de um modelo para planejamento e realização de uma oficina sobre precipitação com enfoque no ensino por investigação.

Palavras-chave: Ensino por Investigação, Precipitação, Pesquisa-Ação, Sequência Didática, Ensino de Química, Aulas Online.

Abstract

This research aimed to develop and evaluate the potential of a didactic sequence based on the assumptions of inquiry teaching focused on the theme of chemical precipitation. The research was developed within the action research qualitative approach and had as participating subjects: the teacher-researcher and students of the 2nd. year of high school from a private school. The didactic sequence produced consisted of five steps: an initial activity with questions to determine the students' prior knowledge; experimental activities using a microscope to stimulate the production of hypotheses and discussions among students; the holding of seminars with a view to encouraging investigation, reflection and the validation or otherwise of initial hypotheses; the conduction of a focus group to extract more data for the research; and, in the last step, a questionnaire to confirm whether the concepts about precipitation were understood. In addition to concepts such as precipitation and solubility, the didactic sequence led to the approach of themes such as the crystalline form of ionic compounds, chemical reactions with precipitation and the type of precipitation that occurs in the natural water cycle. In order to analyze the results, all steps of the didactic sequence were considered and content analysis was chosen, according to Bardin, as the procedure for interpreting the data collected during the research. Data collection was carried out through questionnaires and the transcription of dialogues extracted from video recording of the classes. The results obtained showed a positive impact on the construction of knowledge by students, since it was observed that progress was made compared to their previous ideas, adopting conceptions closer to those accepted by science. In the context of a Covid19 pandemic, the research was carried out almost entirely online, and student participation was remarkable. The generated educational product is intended for high school teachers in the form of a model for planning and conducting a workshop on precipitation with a focus on inquiry teaching.

Keywords: Inquiry Teaching, Precipitation, Action Research, Didactic Sequence, Chemistry Teaching, Online Classes.

Lista de ilustrações

Figura 1. Amostras de sólidos	27
Figura 2. Energia – Na _(g) e Cl _(g) em relação à energia de NaCl _(s)	30
Figura 3. Cristais de NaCl – (a) cúbico; (b) placas quadradas; (c) octaédrico.....	31
Figura 4. NaCl – Padrão de organização.	31
Figura 5. NaCl – Centros dos íons.	32
Figura 6. Obtenção de sal a partir da evaporação da água do mar.....	35
Figura 7. Condução de eletricidade em soluções aquosas.	36
Figura 8. Reação com precipitação de cloreto de prata (AgCl).	37
Figura 9. Reação com precipitação de cromato de prata (Ag ₂ CrO ₄).	38
Figura 10. Sequência didática.	49
Figura 11. Microscópio digital USB HD 2.0 mp Zoom 1000x.....	51
Figura 12. Experimento A – Gelo.	62
Figura 13. Experimento A – Microscópio digital.....	63
Figura 14. Experimento A – Sugestão de montagem.....	63
Figura 15. Experimento A – Precipitação 1.	64
Figura 16. Experimento A – Precipitação 2.	64
Figura 17. Experimento A – Precipitação 3.	65
Figura 18. Experimento A – Precipitação 4.	65
Figura 19. Experimento A – Precipitação 5.	66
Figura 20. Experimento A – Precipitação 6.	66
Figura 21. Experimento A – Precipitação 7.	67
Figura 22. Experimento A – Precipitação 8.	67
Figura 23. Experimento A – Antes e depois.	68
Figura 24. Experimento B – Precipitação 1.	69
Figura 25. Experimento B – Precipitação 2.	69
Figura 26. Experimento B – Precipitação 3.	70
Figura 27. Experimento B – Precipitação 4.	70
Figura 28. Experimento C – Amostras de sais.	71
Figura 29. Experimento C – NaCl.....	71
Figura 30. Experimento C – K ₂ SO ₄	72
Figura 31. Experimento C – Pb(NO ₃) ₂	72
Figura 32. Experimento C – K ₂ CrO ₄	72
Figura 33. Experimento C – NiSO ₄	73
Figura 34. Experimento C – CoCl ₂	73
Figura 35. Experimento C – KMnO ₄	73
Figura 36. Experimento C – CuSO ₄	74
Figura 37. Experimento C – K ₂ Cr ₂ O ₇	74

Lista de Quadros

Quadro 1. Etapas e processo global de ligação entre Na _(g) e Cl _(g)	29
Quadro 2. Regras de solubilidade de compostos inorgânicos.....	36
Quadro 3. Questão da Famerp.....	40
Quadro 4. Questão da UFRGS.....	40
Quadro 5. Questão do Enem.....	41
Quadro 6. Questão da Unesp.....	42
Quadro 7. Questão da Ufscar.....	43
Quadro 8. Questão da Fuvest.....	44
Quadro 9. Questão da Unesp.....	44
Quadro 10. Questão da UFMG.....	45
Quadro 11. Questão da Acafe.....	46
Quadro 12. Questão da UFRN.....	47
Quadro 13. Síntese do planejamento didático.....	50
Quadro 14. Atividade inicial – Solubilidade e Precipitação.....	54
Quadro 15. Atividade inicial – Pergunta 1.....	55
Quadro 16. Atividade inicial – Pergunta 1 – Erros.....	56
Quadro 17. Atividade inicial – Pergunta 2.....	57
Quadro 18. Atividade inicial – Pergunta 3.....	60
Quadro 19. Experimentos – Comentários dos alunos.....	74
Quadro 20. Seminários – Orientações gerais.....	76
Quadro 21. Seminários – Orientações para o Grupo A.....	77
Quadro 22. Seminários – Orientações para o Grupo B.....	78
Quadro 23. Seminários – Orientações para o Grupo C.....	79
Quadro 24. Seminários – Orientações para o Grupo D.....	80
Quadro 25. Grupo focal – Guia de temas.....	81
Quadro 26. Grupo focal – Respostas sobre o aspecto do precipitado.....	82
Quadro 27. Grupo focal – Respostas sobre a formação do precipitado.....	83
Quadro 28. Grupo focal – Respostas sobre o ciclo natural da água.....	83
Quadro 29. Questionário final - Apresentação.....	84
Quadro 30. Questionário final – Questão 1.....	85
Quadro 31. Questionário final – Questão 2.....	86
Quadro 32. Questionário final – Questão 3.....	87

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Curvas de solubilidades em H ₂ O em função da temperatura.	33
Gráfico 2. Curva de solubilidade do cloreto de sódio (NaCl).....	34
Gráfico 3. Atividade inicial – Pergunta 1 – Índice de acertos.....	56
Gráfico 4. Pergunta 2 – Respostas sobre a aparência do precipitado	58
Gráfico 5. Pergunta 2 – Respostas sobre como se forma o precipitado	59
Gráfico 6. Pergunta 3 – Respostas sobre o que é precipitação.	61
Gráfico 7. Questionário final – Questão 1.	85
Gráfico 8. Questionário final – Questão 2.	86
Gráfico 9. Questionário final – Questão 3	87
Gráfico 10. Questionário final – Questão 4.	88
Gráfico 11. Questionário final – Questão 5.	88
Gráfico 12. Questionário final – Questão 6.	89
Gráfico 13. Questionário final – Questão 7.	89
Gráfico 14. Questionário final – Questão 8.	89
Gráfico 15. Questionário final – Questão 9	90
Gráfico 16. Questionário final – Questão 10	90

Lista de Tabelas

Tabela 1. Pergunta 2 – Respostas sobre a aparência do precipitado.....	58
Tabela 2. Pergunta 2 – Respostas sobre como se forma o precipitado.....	59
Tabela 3. Pergunta 3 – Respostas sobre o que é precipitação.....	60

Lista de acrônimos

Acafe – Associação Catarinense das Fundações Educacionais

Enem – Exame Nacional do Ensino Médio

Famerp – Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto

Fuvest – Fundação Universitária para o Vestibular

IEC – Instituto de Educação e Cultura de Carmo do Rio Claro

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos

UNESCO – Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

Unesp – Universidade Estadual Paulista

Unicamp – Universidade Estadual de Campinas

UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância

UNIFOR-MG – Centro Universitário de Formiga - MG

Sumário

1. Introdução	16
2. Objetivos	20
3. Referencial teórico	21
3.1. Ensino por investigação	21
3.1.1. Quando surgiu?	21
3.1.2. Qual o objetivo?.....	22
3.1.3. Por que utilizar?.....	22
3.1.4. O que o diferencia das outras maneiras de ensinar?	22
3.1.5. Quais são suas principais características?.....	23
3.1.6. Qual o papel do professor?.....	24
3.1.7. Como avaliar?.....	24
3.2. Construindo uma atividade investigativa	24
3.2.1. Tipos de investigação	24
3.2.2. Etapas de uma atividade investigativa.....	25
3.3. Precipitação química.....	26
3.3.1. Sólidos iônicos.....	27
3.3.2. Ligação iônica.....	28
3.3.3. Estruturas cristalinas e cristais iônicos	30
3.3.4. Soluções iônicas: efeitos da temperatura sobre a solubilidade e formação de precipitado	32
3.3.5. Solubilidade de compostos iônicos.....	35
3.3.6. Reações com formação de precipitado	36
3.3.7. Aplicação no Ensino Médio.....	39
4. Metodologia	48
4.1. Modelo da pesquisa	48
4.2. Contexto da pesquisa	49
4.3. Planejamento e desenvolvimento da sequência didática.....	49
4.3.1. Etapa 1 – Atividade Inicial.....	50
4.3.2. Etapa 2 – Experimentos.....	51
4.3.3. Etapa 3 – Seminários	52
4.3.4. Etapa 4 – Grupo focal.....	52
4.3.5. Etapa 5 – Questionário final.....	53
4.4. Coleta e análise de dados.....	53
5. Resultados e discussões	54

5.1. Desenvolvimento e análise da etapa 1 – Atividade inicial.....	54
5.1.1. Análise da pergunta 1.....	54
5.1.2. Análise da pergunta 2.....	57
5.1.3. Análise da pergunta 3.....	60
5.1.4. Comentários gerais.....	61
5.2. Desenvolvimento e análise da etapa 2 – Experimentos.....	62
5.2.1. Experimento A: precipitação de cloreto de amônio (NH ₄ Cl).....	62
5.2.2. Experimento B: precipitação de dicromato de potássio (K ₂ Cr ₂ O ₇).....	68
5.2.3. Experimento C: visualização de cristais iônicos.....	71
5.3. Desenvolvimento e análise da etapa 3 – Seminários.....	75
5.3.1. Grupo A – Aparência do precipitado.....	76
5.3.2. Grupo B – Efeito da temperatura sobre a solubilidade.....	77
5.3.3. Grupo C – Reação química e precipitação.....	78
5.3.4. Grupo D – Ciclo natural da água.....	79
5.3.5. Comentários gerais.....	80
5.4. Desenvolvimento e análise da etapa 4 – Grupo focal.....	81
5.5. Desenvolvimento e análise da etapa 5 – Questionário final.....	84
5.5.1. Questão 1.....	85
5.5.2. Questão 2.....	86
5.5.3. Questão 3.....	87
5.5.4. Ensino por investigação.....	88
6. Considerações finais.....	91
Referências.....	92
Anexo I – Termo de consentimento livre e esclarecido.....	98

Apresentação

Nasci em 1975 na pequena Carmo do Rio Claro, MG. Fiz o 1º e o 2º grau em escolas públicas, mesmo porque não existia escola privada na minha terra natal.

Nos tempos sem computadores e celulares, a biblioteca municipal era onde nos reuníamos para estudar. Na 7ª série, meus amigos começaram a me procurar para ajudá-los na Matemática e, mais tarde, vieram a Física e a Química. E foi admirando meus professores de exatas, e ajudando meus amigos que percebi: queria ser professor!

Nesta mesma época, aos 14 anos, iniciei na prática e estudo do Karate Do.

Cursei Ciências de 1º Grau na UEMG de Passos, MG e Química na UNIFOR-MG em Formiga. Antes de concluir estes cursos, me chamaram para trabalhar na 1ª escola Cooperativa de Carmo do Rio Claro, o IEC, onde fui professor por 15 anos e diretor por 1 ano. Neste mesmo período também fui professor na escola pública onde estudei, e vice-diretor por 1 ano, a Escola Mons. Mário A. Guimarães.

Há oito anos residindo em Araraquara, SP, tenho alunos de Química, Ciências e de Karate Do.

Acabei realizando o meu sonho de ser professor! Mas após 20 anos exercendo a função, passei a me sentir “enferrujado”. Precisava rever minhas práticas e recobrar o ânimo.

E o ProfQui veio justamente neste momento. Muito feliz com o curso!

1. Introdução

A educação brasileira apresenta desafios de grande relevância: que podem ser relacionados principalmente com o acesso à escola restrito, a limitação econômica na permanência e ou continuidade dos estudos e a qualidade do ensino. O que vemos é a evasão escolar, o despreparo e a desvalorização profissional; o que acarreta em avaliações negativas do ensino brasileiro, tanto por meio de métricas nacionais quanto por aquelas internacionais.

Segundo Gotti (2019): “Os dados mostram que há sérios problemas com a alfabetização na idade certa, as crianças e jovens não aprendem o que é esperado, a evasão escolar no ensino médio é grave e não há um projeto estruturado para a formação e a carreira docente”. Sobre a alfabetização na idade certa, o Plano Nacional de Alfabetização (BRASIL, 2019) traz em sua Meta 5: “alfabetizar todas as crianças, no máximo, até o final do 3º (terceiro) ano do ensino fundamental”, o que seria entre 8 e 9 anos de idade.

A UNICEF, por meio de uma publicação intitulada “10 Desafios do Ensino Médio no Brasil”, expõe que é preciso definir uma identidade para este seguimento:

[...] há uma discussão cada vez maior sobre qual deve ser o foco das políticas e propostas pedagógicas voltadas para o ensino médio: a formação geral (ampliando conhecimentos, capacidades e habilidades dos adolescentes por meio da educação), a qualificação profissional ou a preparação para a universidade. (UNICEF, 2014)

O que se vê é a fragmentação curricular e o conteudismo de um Ensino Médio que, sem identidade, é permeado por uma perspectiva na qual há a necessidade da aprovação dos estudantes em exames vestibulares. Nesse cenário, o sucesso nos exames se torna o principal objetivo educacional. Para Castro (2008):

[...] o inchaço curricular impede que haja qualquer profundidade no tratamento do que é ensinado. Como resultado, o aprendizado é superficial e de pouca consequência. Não há tempo para aplicar o que foi aprendido, portanto, não chega mesmo a ser aprendido. É o ensino escravizado ao vestibular.

Dentro desta perspectiva, o documento intitulado “Ensino de Ciências: O Futuro em Risco” publicado pela UNESCO ressalta:

Na escola brasileira, o ensino de Ciências tem sido tradicionalmente livresco e descontextualizado, levando o aluno a decorar sem compreender os conceitos e a aplicabilidade do que é estudado. Assim, as Ciências experimentais são desenvolvidas sem relação com as experiências e, como

resultado, poucos alunos se sentem atraídos por elas. A maioria se aborrece, acha o ensino difícil e perde o entusiasmo. (UNESCO, 2005)

No mesmo documento, alerta para a necessidade de uma política de educação científica e aponta diretrizes, tais como: mudanças metodológicas no ensino de Ciências, além de mudanças estruturais e relacionadas à formação de professores e gestores. Defendem o ensino e aprendizagem por investigação, tendo a escola a função de “disponibilizar para os alunos materiais diversos que estimulem a curiosidade científica e promovam a aprendizagem com base na busca, indagação e investigação”. (UNESCO, 2005).

Na abordagem de ensino por investigação, fica clara a necessidade de valorização do raciocínio, em detrimento da mera acumulação de conteúdos conceituais.

Para Zômpero e Laburú (2011), algumas características devem estar presentes nas atividades investigativas: o engajamento dos alunos a partir de uma situação problema; a emissão de hipóteses (onde é possível identificar os conhecimentos prévios dos alunos); a busca por informações para se resolver o problema (experimentos, bibliografia, entrevistas, entre outros); e a comunicação dos estudos feitos (troca de informações e conhecimentos entre os alunos, tal como ocorre na ciência).

Nesse contexto, onde o aluno é autônomo e responsável por sua própria aprendizagem, onde constrói seu próprio conhecimento e de forma ativa, há a necessidade de se redefinir o papel do professor. A figura de repassador de saberes deixa de existir e dá lugar à figura essencial do professor mediador do processo de construção do saber. Como pontua Carvalho (2015):

[...] um ensino que vise à aculturação científica deve ser tal que leve os estudantes a construir o seu conteúdo conceitual participando do processo de construção e dando a oportunidade de aprenderem a argumentar e exercitar a razão, em vez de fornecer-lhes respostas definitivas ou impor-lhes seus próprios pontos de vista transmitindo uma visão fechada das ciências.

Desta forma, o ensino por investigação contempla propostas de atividades que valorizam as parcerias entre o professor e o aluno, e entre os alunos. Uma abordagem de ensino onde espera-se que crie “condições para que o aluno possa raciocinar e construir o seu conhecimento” (CARVALHO, 2013). Uma abordagem de ensino onde busca-se a formação de cidadãos críticos e participativos, pois são membros de uma sociedade que discute, vive e se utiliza de temas científicos.

Sabemos que essa abordagem de ensino, contudo, enfrenta uma série de dificuldades para ser implementada nas escolas, principalmente naquelas públicas, sobretudo quando é necessária a aplicação de atividades experimentais para a construção dos conhecimentos científicos. Dentre as dificuldades poderíamos destacar: a falta de preparo do professor, o receio de surgirem indagações que não saibam atender, salas superlotadas, a falta de tempo para a aplicação das atividades, inexistência de local adequado ou até mesmo a falta de material para a execução dos mesmos.

Além disso, não é nossa intenção fornecer uma “receita mágica” ou até mesmo um protocolo. Entendemos que o dinamismo da sala de aula muitas vezes requer mudanças nas estratégias de trabalho e, sendo assim, o professor deve ter a autonomia para praticar, adaptar e diversificar as metodologias de ensino. Desta forma, convidamos o professor para conhecer as sugestões desenvolvidas nesta dissertação e que, a partir delas, possa inspirar novas ideias para atender as especificidades dos conteúdos, séries e turmas sob sua responsabilidade.

Nesta dissertação de mestrado, realizamos um estudo buscando identificar características metodológicas capazes de proporcionar aos alunos a construção de conceitos científicos sob o foco do ensino por investigação. E olhamos também para o papel do professor ao planejar a aplicação de uma sequência de ensino investigativa identificando os pressupostos metodológicos e epistemológicos que estão presentes durante o planejamento, aplicação e avaliação das atividades.

Muitas são as formas de como o educador irá apresentar a problematização que levará o aluno a despertar seu espírito investigativo. Entre as formas, assumiu-se neste trabalho as atividades experimentais.

De acordo com o exposto, propõe-se como problema de pesquisa a seguinte questão: - considerando o fenômeno da precipitação, dentro da concepção da Química e adequada ao Ensino Médio, como conduzir o aluno para a sua melhor compreensão, reflexão e aplicação de seus conceitos de forma contextualizada?

Durante a pesquisa, além do problema, outros objetivos nortearam este trabalho. Tais como:

- desenvolver experimentos a partir de materiais de baixo custo;
- e como o uso de ferramentas visuais, como o microscópio por exemplo, pode auxiliar o aluno na construção do conhecimento científico.

De acordo com Moreira (2004), em uma comparação do Mestrado Acadêmico com o Mestrado Profissional,

[...] o caráter do trabalho de final de curso no mestrado acadêmico é o de um relatório de pesquisa, enquanto o mestrado aqui proposto requer que se encontre naquele trabalho uma proposta de ação profissional que possa ter, de modo mais ou menos imediato, impacto no sistema a que ele se dirige.

Assim sendo, procurando atender a especificidade do PROFQUI, trazemos no apêndice (Apêndice I) um material didático destinado aos professores de Química do Ensino Médio. Este material, enfatiza as atividades experimentais investigativas, e se apresenta como uma proposta de ensino para o tema precipitação química.

2. Objetivos

A partir do problema de pesquisa (considerando o fenômeno da precipitação, dentro da concepção da Química e adequada ao Ensino Médio, como conduzir o aluno para a sua melhor compreensão, reflexão e aplicação de seus conceitos de forma contextualizada?) e fundamentado nos pressupostos do ensino por investigação, propõe-se como objetivo geral:

- desenvolver e avaliar a potencialidade de uma sequência didática, composta por uma atividade inicial para averiguar o conhecimento prévio do aluno, experimentos, seminários, grupo focal e questionário final para confirmar se os conceitos foram assimilados.

E a partir do objetivo geral da pesquisa, que é o de desenvolver e avaliar a potencialidade de uma sequência didática, são propostos os seguintes objetivos específicos:

- desenvolver experimentos sobre precipitação química com o uso de microscópio digital portátil;
- e elaborar um produto educacional sobre precipitação química com ênfase nas atividades investigativas.

Os objetivos citados estão relacionados ao ensino de precipitação química para alunos do 2º ano do Ensino Médio.

3. Referencial teórico

3.1. Ensino por investigação

3.1.1. Quando surgiu?

De acordo com Silva (2009), baseado nas ideias de ensino por descoberta, aprendizagem significativa e mudança conceitual, o ensino por investigação teve início no século XX com o filósofo e pedagogo John Dewey, nos EUA.

Os métodos educacionais utilizados nos séculos XIX e XX se limitavam em técnicas de memorização e na transferência do conhecimento. John Dewey, ao se inserir neste contexto, revolucionou o sistema educacional americano propondo um modelo de ensino-aprendizagem focado no aluno como sujeito do processo, onde a aprendizagem partiria de problematizações e dos conhecimentos prévios dos alunos (Barrow, 2006).

No Brasil, uma aproximação dos ideais do ensino investigativo se deu apenas em 1961. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação, nº 4.024, de 21 de dezembro de 1961, propunha alterações nas recomendações sobre os conteúdos programáticos de cada disciplina e cada Estado Federal assumiu parte da responsabilidade pela normatização do Ensino (SÁ, 2009).

Atualmente, o ensino de ciências por investigação é considerado uma estratégia de ensino que enfatiza o aprendizado do aluno, visando formar um cidadão autônomo e crítico. O cidadão autônomo e crítico é aquele que sabe buscar a informação e transformá-la em conhecimento pessoal, em ferramenta para pensar e agir nos meios sociais em que vive circunstanciado em seu tempo e lugar (LIMA, et al., 2008, p. 29).

O enfoque investigativo passou por mudanças e hoje contempla aspectos importantes, tais como: a natureza da ciência incorporada ao ensino por investigação possibilitando entender melhor o que é a atividade científica e a relação das atividades do ensino de ciências por investigação com os aspectos sociais, ou seja, relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA).

O enfoque CTSA na aprendizagem, de acordo com Auler (2009) deve ter como ponto de partida “situações-problemas” aplicados aos contextos reais. Neste mesmo entendimento, Auler e Bazzo (2001) complementam que a integração entre

CTSA no ensino de ciências, representa uma tentativa de formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, capazes de tomar decisões informadas e desenvolver ações responsáveis.

3.1.2. Qual o objetivo?

O ensino por investigação tem como objetivo ser um enfoque de ensino que se baseia em algumas etapas da pesquisa científica, como planejar e propor maneiras de resolver problemas, responder questões, analisar dados, estabelecer relações entre explicações e evidências, construir e defender argumentos baseados em evidências e teorias e a comunicar suas ideias; mas que não é um método científico.

Campos e Nigro (1999) complementam declarando que o intuito não é formar cientistas e sim formar pessoas que saibam relacionar conhecimentos e que pensem de forma “não-superficial”.

3.1.3. Por que utilizar?

As atividades investigativas constituem um dos recursos pedagógicos para diversificar a prática e procurar tornar a aprendizagem mais atrativa e eficiente.

O ensino por investigação, além de ensinar o conteúdo conceitual permite que o aluno aprenda outras habilidades atitudinais e procedimentais essenciais para a formação de uma pessoa consciente do seu mundo. Isso se dá a partir do momento em que os aspectos que o enfoque busca desenvolver se tornam úteis e podem ser extrapolados para além das ciências.

3.1.4. O que o diferencia das outras maneiras de ensinar?

O que diferencia o ensino por investigação de outras maneiras de ensinar é o conjunto de características e circunstâncias que contribuem para que o aluno realize uma atividade repleta de motivações, questionamentos, hipóteses e demandas que vão conduzi-lo à construção de novos saberes, valores e atitudes. As atividades investigativas não são uma mera observação ou manipulação de dados, devem levar o aluno a refletir, discutir, explicar e relatar seu trabalho aos colegas (GIL PEREZ;

VALDÉS CASTRO, 1996; CAMPOS; NIGRO, 1999; MUNFORD; LIMA, 2007; SÁ et al, 2007).

3.1.5. Quais são suas principais características?

Primeiro – O conhecimento prévio do aluno tem papel importante no processo de ensino por investigação. “Encontrar um sentido supõe estabelecer relações: o que está na memória não são coisas isoladas, mas coisas que guardam relações com outras em nossa mente” (CAMPOS; NIGRO, 1999, p. 15). Em outro momento os autores ratificam esse ponto ao afirmarem que a maneira como o aluno irá dar novo sentido à informação será influenciada pelas suas visões de mundo.

Segundo – O aluno tem um papel ativo, é o ator principal da aprendizagem. Como dito, nesse modelo os estudantes são inseridos em processos investigativos, elaboram questões, hipóteses, analisam evidências, tiram conclusões próprias e comunicam suas ideias. Sá, Maués e Munford (2008) acreditam que assim a aprendizagem vai além da simples realização de atividades, torna-se uma oportunidade para desenvolver novas compreensões, significados e conhecimentos.

Terceiro – Ser problematizador: questione o aluno e faça-o sentir-se interessado em responder. Para Campos e Nigro (1999) um problema verdadeiro apresenta resolução, ao invés de solução, são mais subjetivos, apresenta uma resposta mais indicada e exigem o uso de estratégias de resolução. É interessante destacar que um problema não precisa ser mirabolante ou utilizar recursos fantásticos ou de alta tecnologia para gerar interesse. A tendência investigativa de ensino permite indagar e entender coisas do dia a dia.

Quarto – Propicia reflexão e discussão: existem vários pontos de vista e possíveis resoluções. Quando um problema de fato é formulado, ele pode permitir uma diversidade de pontos de vistas, maneiras de abordá-lo e interpretações dos resultados. Como consequência, surgem então debates e discussões que fazem com que o aluno pense e desenvolva argumentos embasados nas evidências para defender seu ponto de vista.

As características aqui abordadas demonstram as potencialidades de um ensino através do meio investigativo, porém é importante esclarecer que todas elas não precisam aparecer em uma única atividade (SÁ; MAUÉS; MUNFORD, 2008).

3.1.6. Qual o papel do professor?

O professor deve propiciar um ambiente favorável para que seus alunos superem a metodologia da superficialidade (CAMPOS; NIGRO, 1999), porém para tal é necessária uma atenção não somente ao conteúdo. De acordo com Stuart, Marcondes e Carmo (2009) e Campos e Nigro (1999), o professor deve, dentre outras coisas:

- ser capaz de registrar e valorizar as ideias dos alunos;
- auxiliar o aluno no processo de ouvir os colegas, sendo assim confrontando com outros pontos de vista, resultados e interpretações suscitando debates;
- proporcionar as informações necessárias para que os alunos cheguem aos resultados e incentivá-los a se perguntar, ao invés de dar respostas;
- auxiliar na elaboração das hipóteses e métodos para testá-las possibilitando sua comprovação.

3.1.7. Como avaliar?

No ensino por investigação, segundo Pozo e Crespo (2009), a própria atividade realizada visando o ensino, já é um tipo de avaliação. Para perceber se o aluno se desenvolveu de maneira adequada, a avaliação ocorre, na maior parte, durante o trabalho diário com os estudantes quando o professor se questiona se os alunos: alcançaram os objetivos determinados para o assunto e em que nível de desenvoltura, se conseguiu construir argumentos embasados em evidências, etc. Essas observações podem ser complementadas com outro tipo de atividade mais pontual, como um relatório ou testes.

3.2. Construindo uma atividade investigativa

3.2.1. Tipos de Investigação

Antes de iniciar com as indicações para se realizar uma atividade investigativa é importante que saiba que ela pode apresentar diferentes graus de abertura e direcionamento. A escolha de qual tipo utilizar pode variar de acordo com a faixa

etária, assunto a ser trabalhado e prática no processo de resolução de atividades investigativas. Sá, Paula e Munford (2008) classificam três tipos de investigação:

a) Investigação estruturada: o professor propõe o problema, fornece os materiais, indica os procedimentos e propõe questões para orientar os alunos a uma conclusão;

b) Investigação semi-estruturada: o professor apresenta o problema, mas não fornece explicitamente as questões a serem investigadas; especifica os materiais disponíveis para eles, mas não diz quais os procedimentos que deverão seguir. Os alunos devem ser capazes de gerar conclusões sem a intervenção constante do professor;

c) Investigação aberta: os alunos têm ampla autonomia para a realização da atividade. A partir de um contexto problemático proposto o estudante deve formular o problema, conceber questões, escolher procedimentos e chegar a conclusões.

3.2.2. Etapas de uma atividade investigativa

Para Zômpero e Laburú (2011), algumas características devem estar presentes nas atividades investigativas: o engajamento dos alunos a partir de uma situação problema; a emissão de hipóteses (onde é possível identificar os conhecimentos prévios dos alunos); a busca por informações para se resolver o problema (experimentos, bibliografia, entrevistas, entre outros); e a comunicação dos estudos feitos (troca de informações e conhecimentos entre os alunos, tal como ocorre na ciência).

De acordo com o trabalho de Campos e Nigro (1999) e Sá, Paula e Munford (2008), podemos perceber algumas etapas na elaboração e execução de atividade investigativa:

1. **Definir o conteúdo:** fazer uso de conteúdos com potencialidade investigativa, que despertem o interesse e possibilitem o desenvolvimento de habilidades como problematização, tomada de decisão, análise e conclusão.

2. **Definir o objetivo:** identificar os objetivos desejados, o que se espera que os alunos alcancem ao final.

3. **Problematização:** pode ser introduzida através de um texto, filme, foto, experimento, notícia, enfim, qualquer coisa que motive o aluno a pensar e

falar – momento em que os alunos expõem os conhecimentos prévios. E a escolha do problema deve ser bem pensada, pois se os alunos já apresentam conhecimento sobre a pergunta proposta, ela não se caracterizará como um problema de fato.

4. **Produção de hipóteses:** uma vez que se chegou à questão foco, os alunos deverão pensar em respostas provisórias, hipóteses. Aqui, mais uma vez, pode-se analisar o conhecimento prévio dos alunos.

5. **Escolha e utilização dos métodos de investigação:** dependendo do tipo de investigação, o professor define os métodos ou os alunos, com a orientação e informações do professor, elaboram uma estratégia de resolução. O professor deve informar os métodos que poderão utilizar, como: experimentos, entrevistas, pesquisas em livros, revistas, etc. Após determinar como será o procedimento, é hora de aplicar. Devem também registrar os dados podendo ser utilizados textos resumidos, esquemas, desenhos, gráficos, entre outros.

6. **Análise, síntese e avaliação:** os alunos precisam buscar na teoria pontos para sustentar ou não o material investigado. A partir do obtido pela pesquisa e o encontrado nas teorias, os alunos devem formular descrições, interpretações e explicações baseadas em evidências. É nesse momento que os alunos deverão voltar para sua hipótese e contrastá-las com os resultados obtidos, chegarem a conclusões e serem capazes de apresentar uma avaliação final. Nessa avaliação final eles deverão ser capazes de gerar novas previsões ou generalizações sobre a pesquisa e avaliar possíveis mudanças no modo de compreender aquele determinado assunto.

7. **Comunicação dos resultados:** após todo o processo o aluno deve produzir relatórios e procurar divulgá-los para o conhecimento geral.

Vale ressaltar que o que está apresentado não é um passo a passo que deva ser seguido rigorosamente e nessa ordem.

3.3. Precipitação química

Nosso objetivo nesta seção é o de discorrer sobre os principais tópicos envolvendo a precipitação química, para o auxílio em atividades e experimentos que apresentaremos mais adiante.

3.3.1. Sólidos iônicos

Notamos claramente como são diferentes as propriedades das substâncias mostradas na Figura 1. Como justificar estas diferenças? Estas propriedades estão relacionadas com os tipos de partículas que as compõem e a forma como estas partículas interagem entre si. A grafita, por exemplo, consiste de átomos unidos por ligações covalentes, nos metais e ligas metálicas há a interação de cátions com os elétrons livres, já o gelo consiste de moléculas unidas por ligações intermoleculares, enquanto que o sal é composto de íons positivos e negativos que interagem por ligações iônicas.

Figura 1: Amostras de sólidos.



Fonte: elaboração própria.

Conforme Atkins e Jones (2012), os sólidos cristalinos são classificados de acordo com os tipos de ligações existentes entre seus átomos, íons ou moléculas:

1. Sólidos moleculares: são conjuntos de moléculas discretas mantidas em suas posições por forças intermoleculares;
2. Sólidos reticulares: são formados por átomos ligados a seus vizinhos por covalências em todo o sólido;
3. Sólidos metálicos: são formados por cátions unidos por um “mar de elétrons” (ATKINS e JONES, 2012, p. 55);
4. E sólidos iônicos: construídos pela atração mútua de cátions e ânions.

De acordo com Mahan e Myers (1995), os sólidos iônicos apresentam características como:

- a) Temperaturas de fusão e ebulição relativamente altas – devido à elevada energia de ligação;
- b) São duros e quebradiços – ao se distorcer um cristal iônico, o deslocamento pode aproximar os íons de mesma carga e quando isto ocorre as forças de coesão entre os íons são substituídas por uma forte repulsão coulômbica e, como resultado, o cristal se quebra;
- c) Não conduzem eletricidade no estado sólido, mas conduzem quando fundidos – no estado sólido, parece não haver um mecanismo óbvio para que um íon possa se mover. Já no estado líquido, contudo, o arranjo de íons é mais desordenado o que facilita sua movimentação sob a influência de um campo elétrico.

3.3.2. Ligação iônica

De acordo com Brady e Humiston (1986), uma ligação iônica ocorre quando um ou mais elétrons são transferidos da camada de valência de um átomo para a camada de valência de outro. O átomo que perde elétrons torna-se um íon positivo (cátion), enquanto que o átomo que ganha elétrons acumula carga negativa (um ânion). A ligação iônica resulta da atração entre os íons com cargas opostas. E o que causa a formação de uma ligação iônica é o decréscimo de energia das partículas que se ligam para formar o composto.

“Em geral, associa-se o decréscimo de energia de um sistema a um aumento em sua estabilidade. Por exemplo, uma régua em pé sobre uma das extremidades tende a cair. No processo, sua energia potencial decrescerá, atingindo um nível mais estável. Como regra, tem-se que qualquer sistema procurará sua configuração mais estável espontaneamente, isto é, sem ajuda externa. Esta regra aplica-se às reações químicas, da mesma forma que às régua”. (Brady e Humiston, 1986)

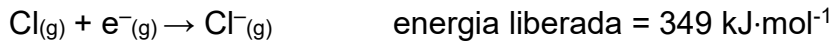
Um exemplo clássico para a explicação de ligações iônicas: Atkins e Jones (2012) nos mostram em termos energéticos como se processa a ligação entre átomos de sódio e cloro na formação de cristais de cloreto de sódio.

O sódio pertence aos metais alcalinos e tem configuração eletrônica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$, logo espera-se que ele forme um cátion monovalente (+1) pelo desprendimento do elétron de valência. No entanto, este elétron é fortemente atraído

pela carga nuclear efetiva e não se desprende sem receber energia. A energia de ionização experimental do sódio é $494 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ e pode ser representada por:

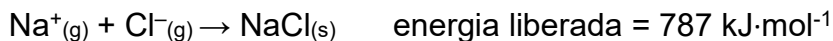


A afinidade eletrônica do cloro, halogênio de configuração eletrônica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$, é $+349 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$. Isso significa que esta quantidade de energia será liberada quando o elétron se ligar ao átomo de cloro transformando-o em um ânion.



Neste ponto, o balanço energético (energia necessária – energia liberada) é $+145 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, ou seja, um aumento de energia. Deste modo, por questões energéticas, não haveria razão para que se formasse o cloreto de sódio.

No entanto, quando os íons Na^+ e Cl^- do gás se juntam para formar o sólido cristalino, a atração entre eles libera uma grande quantidade de energia. Experimentalmente, obtém-se:



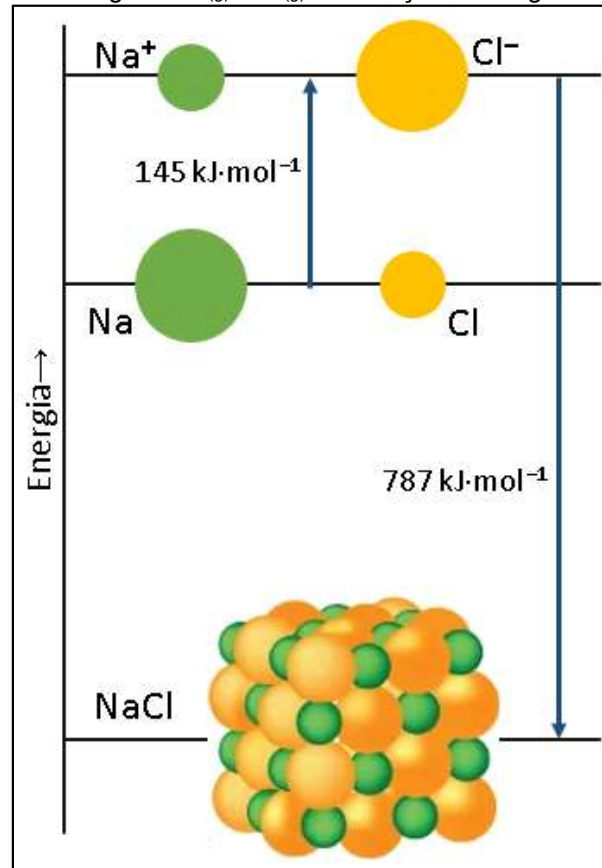
Desta forma, a mudança de energia do processo como um todo pode ser calculada através da diferença da energia entre a formação dos íons (Na^+ e Cl^-) e posterior formação do composto (NaCl): $+145 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} - 787 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} = -642 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, conforme representam o quadro 1 e a figura 2.

Quadro 1: Etapas e processo global da ligação entre $\text{Na}_{(g)}$ e $\text{Cl}_{(g)}$

Ionização:	$\text{Na}_{(g)} \rightarrow \text{Na}^+_{(g)} + e^-_{(g)}$	$\Delta H = +494 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
Afinidade eletrônica:	$\text{Cl}_{(g)} + e^-_{(g)} \rightarrow \text{Cl}^-_{(g)}$	$\Delta H = -394 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ +
Combinação dos íons:	$\text{Na}^+_{(g)} + \text{Cl}^-_{(g)} \rightarrow \text{NaCl}_{(s)}$	$\Delta H = -787 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
<hr/>		
Processo global:	$\text{Na}_{(g)} + \text{Cl}_{(g)} \rightarrow \text{NaCl}_{(s)}$	$\Delta H = -642 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

Fonte: elaboração própria.

Figura 2: Energia – $\text{Na}_{(g)}$ e $\text{Cl}_{(g)}$ em relação à energia de $\text{NaCl}_{(s)}$



Fonte: adaptado de Atkins e Jones (2012)

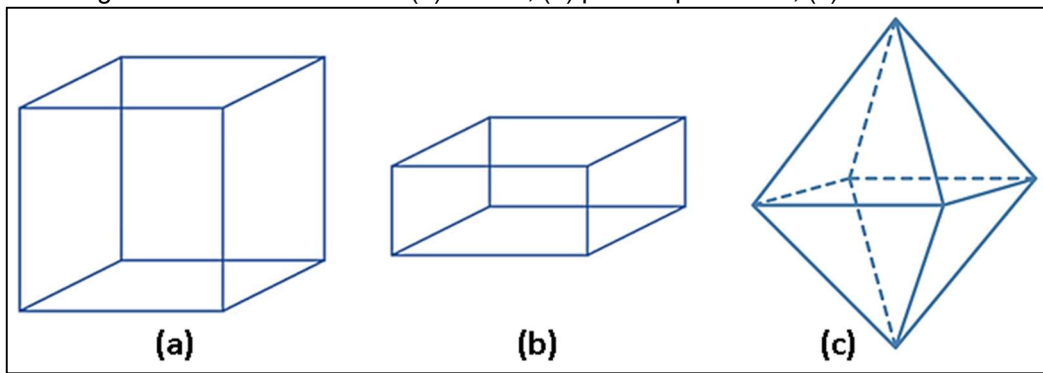
Somente assim é possível afirmar que, devido a todos estes fatores, o sólido composto por íons Na^+ e Cl^- tem energia mais baixa do que um gás formado por átomos de Na e Cl separados. Conclui-se que, “a energia necessária para a formação de ligações iônicas é fornecida, em sua maior parte, pela atração entre íons de cargas opostas” (Atkins e Jones, 2012).

3.3.3. Estruturas cristalinas e cristais iônicos

Para Mahan e Myers (1995) e Atkins e Jones (2012), o estado cristalino é facilmente identificável, principalmente os de ocorrência natural. Os sólidos cristalinos têm, em geral, superfícies planas (faces do cristal) e ângulos bem definidos. Essas faces são formadas por camadas ordenadas de átomos. E mesmo quando a amostra se apresenta em forma de pó, fragmentos ou aglomerados, parecendo substâncias amorfas, quando uma partícula individual é examinada num microscópio, os ângulos característicos do cristal tornam-se evidentes.

Outro detalhe importante, salientado por Mahan e Myers, é a influência das condições de crescimento do cristal que afetam não apenas o seu tamanho, mas também a sua forma. Em geral, o crescimento lento numa solução apenas ligeiramente supersaturada favorece a formação de cristais maiores. Por esta razão, os cristais naturais de minerais formados por processos geológicos geralmente são muito grandes. Por outro lado, cristais produzidos por reações de precipitação realizadas em laboratórios são muito pequenos porque, em geral, se formam mais rapidamente em soluções supersaturadas.

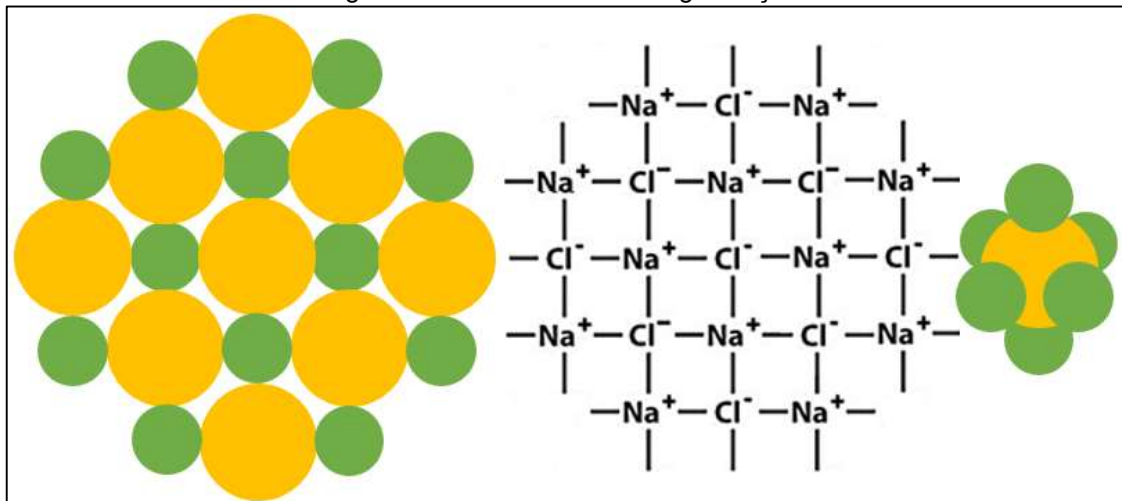
Figura 3: Cristais de NaCl – (a) cúbico; (b) placas quadradas; (c) octaédrico.



Fonte: adaptado de Mahan e Myers (1995).

Cristais de cloreto de sódio, por exemplo, podem assumir várias formas dependendo das condições em que foram obtidos (Figura 3). No entanto, a constituição interna do cristal é a mesma, ou seja, as células unitárias apresentam o mesmo padrão de organização (Figura 4).

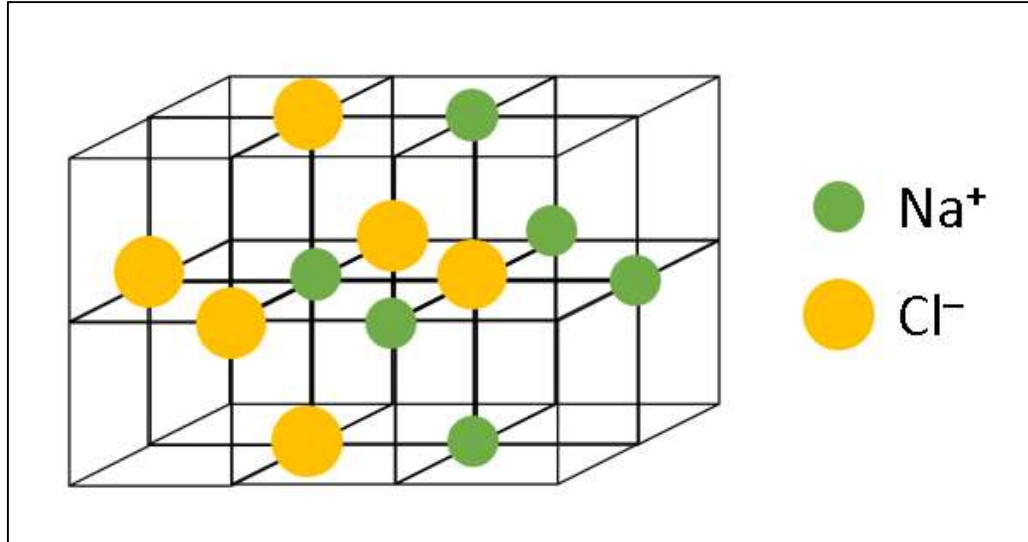
Figura 4: NaCl – Padrão de organização.



Fonte: adaptado de Atkins e Jones (2012).

Uma amostra de cloreto de sódio, NaCl, consiste em muitos íons Na^+ e Cl^- que não estão arranjados aos pares e sim ordenados em três dimensões.

Figura 5: NaCl - Centros dos íons.



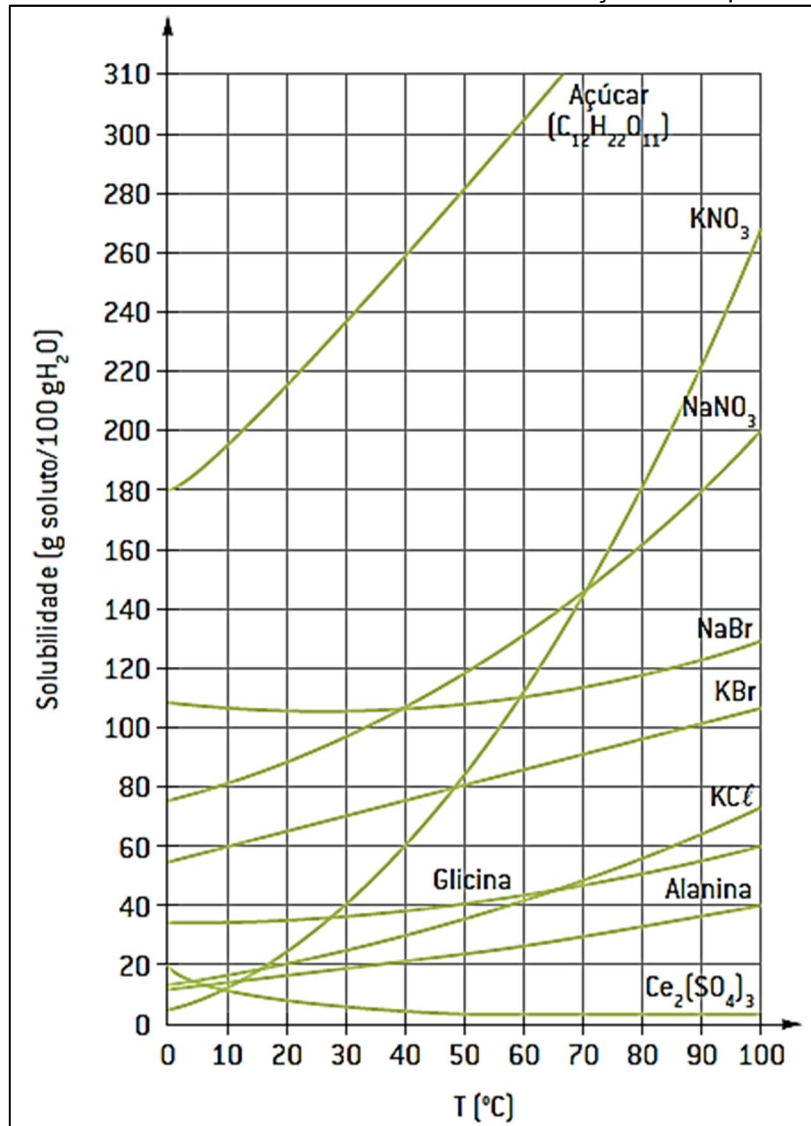
Fonte: elaboração própria.

Nesta estrutura, cada íon Na^+ tem seis íons Cl^- como vizinhos mais próximos; da mesma maneira, a vizinhança mais próxima de cada Cl^- consiste em seis íons Na^+ (Figura 5). De acordo com Russel (1994) cada Na^+ forma não somente uma, mas seis ligações iônicas, e o mesmo acontece com cada Cl^- . O fato de cada um dos dois íons estar rodeado pelo mesmo número de íons de cargas opostas é coerente com a relação estequiométrica de um para um da fórmula empírica do NaCl.

3.3.4. Soluções iônicas: efeitos da temperatura sobre a solubilidade e formação de precipitado

A solubilidade de uma substância é definida, de acordo com Brady e Humiston (1986), como a quantidade de soluto necessária para produzir uma solução saturada em alguma quantidade particular de solvente.

As curvas de solubilidade são gráficos que correlacionam a solubilidade de um certo composto com a temperatura do sistema. O gráfico a seguir (Gráfico 1) representa a solubilidade de vários compostos em função da temperatura.

Gráfico 1: Curvas de solubilidades em H₂O em função da temperatura.

Fonte: Brady e Humiston (1986)

Conforme é possível notar no Gráfico 1, existem compostos cuja solubilidade aumenta com a elevação de temperatura, como é o caso do nitrato de sódio (NaNO₃), e outros cuja solubilidade diminui com o aumento da temperatura, como é o caso do sulfato de cério (Ce₂(SO₄)₃).

Sais como o nitrato de sódio resfriam suas soluções (absorvendo calor na dissolução) e suas dissoluções são classificadas como endotérmicas. E, ao contrário, sais como o sulfato de cério aquecem a solução (liberando calor na dissolução) e suas dissoluções são classificadas como exotérmicas.

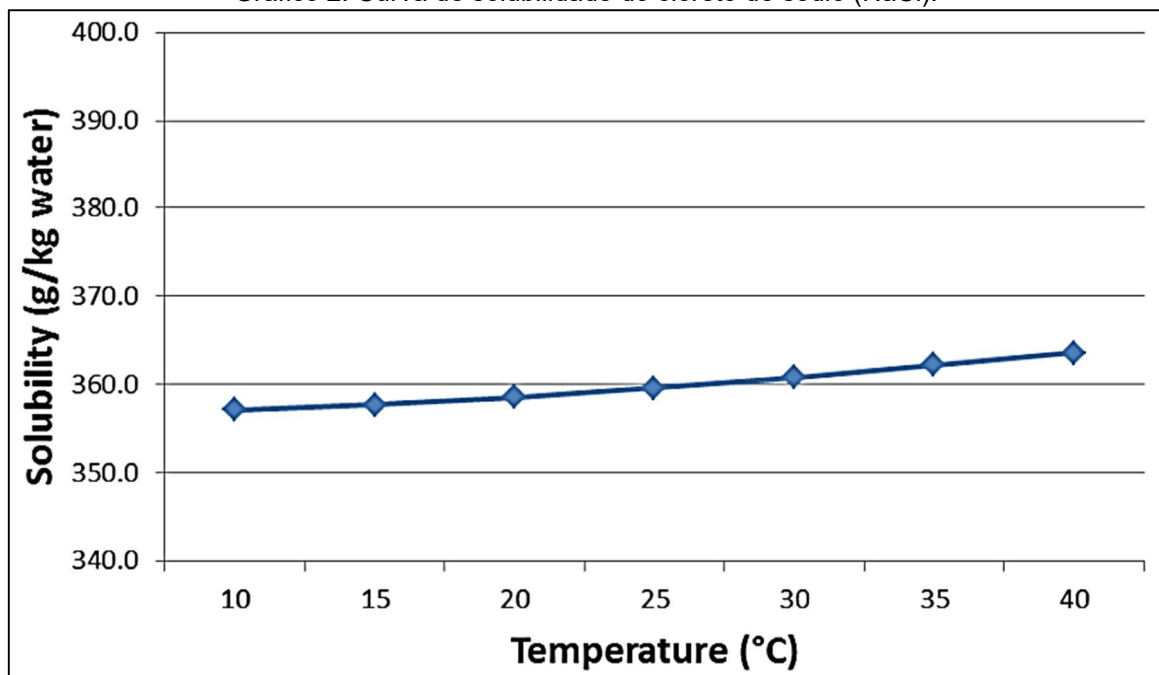
De acordo com Atkins e Jones (2012), a maior parte das substâncias dissolve mais rapidamente em temperaturas mais elevadas e, de acordo com Brady e

Humiston (1986), a pressão tem pouco efeito sobre a solubilidade de líquidos ou sólidos em solventes líquidos.

Observar a diferença de comportamento na solubilidade pode ser útil na recuperação de solutos puros de suas soluções, técnica conhecida como recristalização, de acordo com Mahan e Myers (1995). Para sais que são mais solúveis em temperaturas mais altas, precisamos apenas saturar a solução a temperaturas elevadas e depois resfriá-la de volta à temperatura ambiente para produzir o corpo de fundo.

Por outro lado, para sais como o cloreto de sódio (NaCl), cuja solubilidade varia pouco com a temperatura (Gráfico 2), pouco sal será obtido por recristalização; portanto, as soluções deverão ser evaporadas.

Gráfico 2: Curva de solubilidade do cloreto de sódio (NaCl).



Fonte: Lide (2009)

É desta forma que se obtém o sal de cozinha nas salinas, ou seja, por evaporação da água e recristalização do sal (Figura 6).

Figura 6: Obtenção de sal a partir da evaporação da água do mar



Fonte: Marcelo Figueiredo - <araruama.rj.gov.br> Acesso em jan. 2021

3.3.5. Solubilidade de compostos iônicos

Considerando as soluções aquosas de sais, com temperaturas próximas da temperatura ambiente, Mahan e Myers descrevem:

Um sal solúvel é aquele que faz parte de uma solução mais concentrada que $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$, digamos, $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. Um sal insolúvel apresenta uma solubilidade muito menor do que $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$. Sais poucos solúveis têm solubilidade próxima de $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ (MAHAN e MYERS, 1995, p. 77).

Uma solução pode ser iônica ou molecular, dependendo do tipo de soluto. Podemos identificar a natureza do soluto descobrindo se a solução conduz corrente elétrica ou não. Como a corrente elétrica é um fluxo de cargas, somente soluções que contêm íons conduzem eletricidade (Figura 7).

Figura 7: Condução de eletricidade em soluções aquosas.



Fonte: < todamateria.com.br> Acesso em jan. 2021

O quadro abaixo (Quadro 2) resume os padrões de solubilidade observados em compostos inorgânicos comuns em água.

Quadro 2: Regras de solubilidade de compostos inorgânicos.

Compostos solúveis	Compostos insolúveis
Compostos dos elementos do Grupo 1	Carbonatos (CO_3^{2-}), Cromatos (CrO_4^{2-}), oxalatos ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) e fosfatos (PO_4^{3-})
Compostos de amônio (NH_4^+)	Exceto os elementos do Grupo 1 e NH_4^+
Cloretos (Cl^-), brometos (Br^-) e iodetos (I^-) Exceto os de Ag^+ , Hg_2^{2+} e Pb^{2+} *	Sulfetos (S^{2-}) Exceto Os dos elementos do Grupo 1 e 2 e NH_4^+
Nitratos (NO_3^-), acetatos (CH_3COO^-), cloratos (ClO_3^-) e percloratos (ClO_4^-)	Hidróxidos (OH^-) e óxidos (O^{2-}) Exceto os dos elementos do Grupo 1 e os dos elementos do Grupo 2 abaixo do Período 2****
Sulfatos (SO_4^{2-}) Exceto os de Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Pb^{2+} , Hg_2^{2+} e Ag^{+} **	
* PbCl_2 é ligeiramente solúvel. ** Ag_2SO_4 é ligeiramente solúvel. *** $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e $\text{Sr}(\text{OH})_2$ são ligeiramente solúveis e $\text{Mg}(\text{OH})_2$ é muito ligeiramente solúvel.	

Fonte: Atkins e Jones (2012)

3.3.6. Reações com formação de precipitado

Quando misturamos duas soluções, o resultado é frequentemente uma nova solução que contém ambos os solutos. Em alguns casos, porém, os solutos podem reagir um com o outro.

“Ocorre uma reação de precipitação quando duas soluções de eletrólitos são misturadas e eles reagem para formar um sólido insolúvel” (Atkins e Jones, 2012). E

quando o sólido se forma em água, ele precipita imediatamente. Na equação química usamos (aq) para indicar as substâncias que estão dissolvidas em água e (s) para indicar o sólido que precipitou.

Vejamos alguns exemplos:

Exemplo A) Mistura de uma solução de nitrato de prata (AgNO_3) com uma solução de cloreto de potássio (KCl), ambas incolores.

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

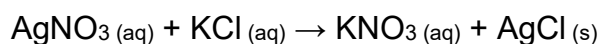
- Segundo: quando as duas soluções se misturam em água, forma-se imediatamente um precipitado, um depósito de sólidos finamente divididos. A análise mostra que o precipitado é o sal insolúvel cloreto de prata, pois surge da combinação entre os íons Ag^+ e Cl^- que estavam presentes na solução (Figura 8).

Figura 8: Reação com precipitação de cloreto de prata (AgCl).

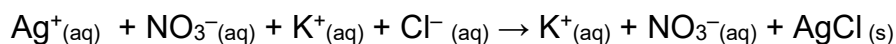


Fonte: < sciencesource.com> Acesso em jan. 2021

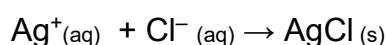
Esta reação pode ser representada pelas seguintes equações químicas:



Equação iônica:



Equação iônica simplificada:



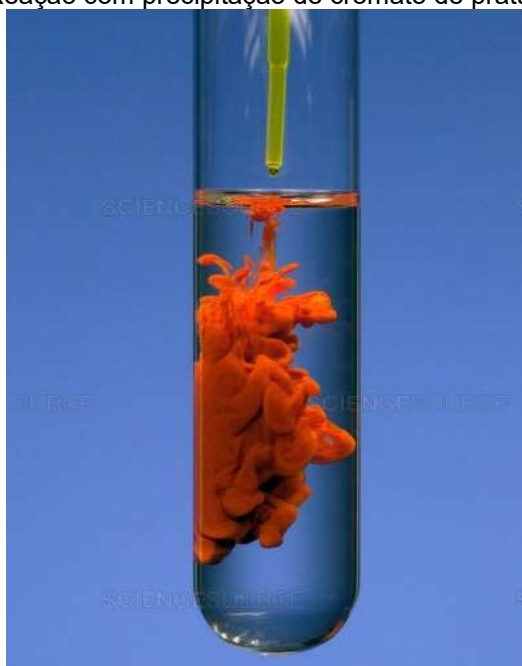
Nesta última equação, os íons K^+ e NO_3^- são suprimidos, pois aparecem nos reagentes e nos produtos da mesma forma, dissolvidos em água. Como não sofrem reação, Atkins e Jones (2012) se referem a estes íons como “íons espectadores”.

Exemplo B) Mistura de uma solução incolor de nitrato de prata ($AgNO_3$) com uma solução amarela de cromato de potássio (K_2CrO_4).

Tomando como base o exemplo anterior, ao misturarmos a solução de nitrato de prata ($AgNO_3$) com uma solução de cromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), tendo em mente as regras de solubilidade, é possível prever se alguma combinação entre estes íons irá formar um precipitado (composto insolúvel) ou não.

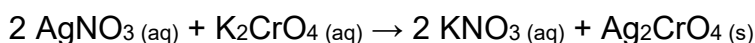
A análise mostra que a combinação entre os íons Ag^+ e CrO_4^{2-} resultará na formação de um precipitado vermelho de cromato de prata (Figura 9). Já os íons NO_3^- e K^+ permanecerão em solução, ou seja, são íons espectadores.

Figura 9: Reação com precipitação de cromato de prata (Ag_2CrO_4).

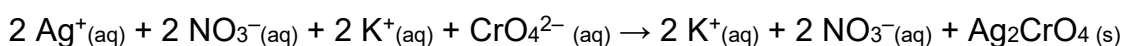


Fonte: < sciencesource.com> Acesso em jan. 2021

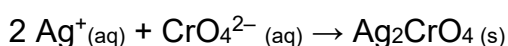
Esta reação pode ser representada pelas seguintes equações químicas:



Equação iônica:



Equação iônica simplificada:



3.3.7. Aplicações no Ensino Médio

Os termos e conteúdos de química citados nesta seção como: camada de valência, íons (cátions e ânions), regra do octeto, ligação iônica, curva de solubilidade, soluções endotérmicas e exotérmicas, soluções moleculares e iônicas ou eletrolíticas, regras de solubilidade de sais e reações com formação de precipitados, fazem parte do currículo do Ensino Médio e normalmente são trabalhados neste seguimento do ensino regular.

Ao final desta seção, apresentamos uma seleção de 10 questões objetivas de vestibulares (Quadros 3 ao 12), já com as respostas, para ilustrar como estes temas já foram tratados nestas avaliações. E no processo de escolha de quais vestibulares utilizaríamos para selecionar as questões, esbarramos na seguinte dificuldade: quais critérios adotaríamos para a escolha dos vestibulares? Seria mais correto utilizar o critério de números de inscritos nos vestibulares ou os rankings, índices e tabelas classificatórias (RANKINTACS) de Universidades? E quais RANKINTACS, os de regulamentação estatal como o Índice Geral de Cursos (IGC) e o Conceito Preliminar do Curso (CPC), ambos instituídos pelo Ministério da Educação do Brasil (MEC), ou aqueles que atuam no âmbito de regulação do mercado, como o Ranking Universitário Folha (RUF) e as classificações do Guia do Estudante da Editora Abril? Então, optamos pela escolha de questões que, independente do vestibular em que foram aplicadas, abordaram os conteúdos de química citados anteriormente como, íons, solubilidade, precipitação, etc.

Quadro 3: Questão da Famerp.

Considere a tabela, que apresenta propriedades físicas das substâncias I, II, III e IV.

Substância	I	II	III	IV
Solubilidade em água	imiscível	miscível	miscível	miscível
Condução de eletricidade em solução aquosa	não	sim	sim	não
Condução de eletricidade no estado líquido	sim	sim	não	não

A natureza iônica é observada somente

- (A) na substância II.
- (B) nas substâncias III e IV.
- (C) na substância I.
- (D) nas substâncias I e II.
- (E) nas substâncias II e III.

Fonte: Vestibular Famerp – 2020

Quadro 4: Questão da UFRGS.

Na coluna da direita abaixo, estão relacionadas algumas substâncias químicas; na da esquerda, características dessas substâncias.

Associe adequadamente a coluna da esquerda à da direita.

- | | |
|---|---------------------|
| () Sólido com alta maleabilidade e brilho metálico | 1. Cloreto de sódio |
| () Gás com coloração esverdeada | 2. Ouro |
| () Gás pouco denso e altamente inflamável | 3. Cloro |
| () Substância condutora de eletricidade quando fundida | 4. Bromo |
| | 5. Hidrogênio |

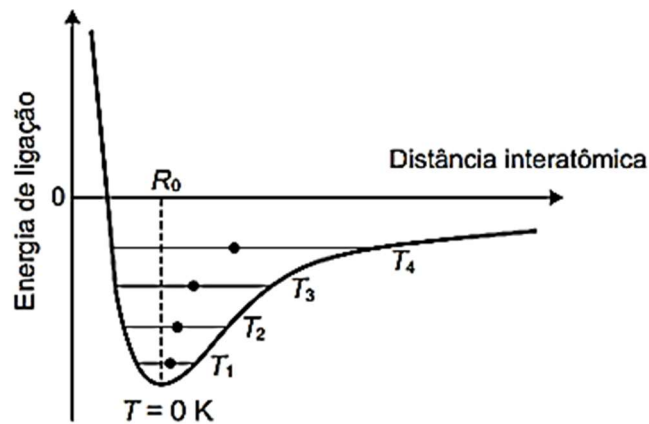
A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é

- a) 1 – 2 – 3 – 4.
- b) 1 – 3 – 5 – 2.
- c) 2 – 3 – 4 – 5.
- d) 3 – 2 – 4 – 1.
- e) 2 – 3 – 5 – 1.

Fonte: Vestibular UFRGS – 2019

Quadro 5: Questão do Enem.

Alguns materiais sólidos são compostos por átomos que interagem entre si formando ligações que podem ser covalentes, iônicas ou metálicas. A figura apresenta a energia potencial de ligação em função da distância interatômica em um sólido cristalino. Analisando essa figura, observa-se que, na temperatura de zero kelvín, a distância de equilíbrio da ligação entre os átomos (R_0) corresponde ao valor mínimo de energia potencial. Acima dessa temperatura, a energia térmica fornecida aos átomos aumenta sua energia cinética e faz com que eles oscilem em torno de uma posição de equilíbrio média (círculos cheios), que é diferente para cada temperatura. A distância de ligação pode variar sobre toda a extensão das linhas horizontais, identificadas com o valor da temperatura, de T_1 a T_4 (temperaturas crescentes).



O deslocamento observado na distância média revela o fenômeno da

- A ionização.
- B dilatação.
- C dissociação.
- D quebra de ligações covalentes.
- E formação de ligações metálicas.

Fonte: Enem – 2018

Quadro 6: Questão da Unesp.

Analise o quadro 1, que apresenta diferentes soluções aquosas com a mesma concentração em mol/L e à mesma temperatura.

QUADRO 1

Solução	Nome	Fórmula
1	nitrato de bário	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
2	cromato de sódio	Na_2CrO_4
3	nitrate de prata	AgNO_3
4	nitrate de sódio	NaNO_3

O quadro 2 apresenta o resultado das misturas, de volumes iguais, de cada duas dessas soluções.

QUADRO 2

Mistura	Resultado
1+2	formação de precipitado (ppt 1)
1+3	não ocorre formação de precipitado
1+4	não ocorre formação de precipitado
2+3	formação de precipitado (ppt 2)
2+4	não ocorre formação de precipitado
3+4	não ocorre formação de precipitado

De acordo com essas informações, os precipitados formados, ppt 1 e ppt 2, são, respectivamente,

- (A) BaCrO_4 e NaNO_3
- (B) BaCrO_4 e Ag_2CrO_4
- (C) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ e AgNO_3
- (D) Na_2CrO_4 e Ag_2CrO_4
- (E) NaNO_3 e Ag_2CrO_4

Quadro 7: Questão da Ufscar.

Sal de cozinha (cloreto de sódio) e açúcar (sacarose) são sólidos brancos solúveis em água. Suas soluções aquosas apresentam comportamentos completamente diferentes quanto à condução de corrente elétrica. É correto afirmar que:

- (A) o cloreto de sódio é um composto iônico e sua solução aquosa conduz corrente elétrica, devido à presença de moléculas de NaCl. A sacarose é um composto covalente e sua solução aquosa tem viscosidade muito alta, diminuindo a condutividade da água.
- (B) uma substância como o cloreto de sódio, que em solução aquosa forma íons, é chamada de eletrólito. A solução de sacarose conduz corrente elétrica, devido à formação de ligações de hidrogênio entre as moléculas de sacarose e água.
- (C) o cloreto de sódio é um composto iônico e suas soluções aquosas conduzem corrente elétrica, devido à presença de íons livres. A sacarose é um composto constituído de moléculas e suas soluções aquosas não conduzem corrente elétrica, pois as moléculas neutras de sacarose não contribuem para o transporte de cargas.
- (D) a dissolução de sacarose em água leva à quebra das moléculas de sacarose em glicose e frutose e estas moléculas conduzem corrente elétrica. A solução de sal, por sua vez, apresenta condutividade menor que a da água destilada.
- (E) soluções aquosas de sacarose ou de cloreto de sódio apresentam condutividade elétrica maior do que aquela apresentada pela água pura, pois há formação de soluções eletrolíticas. Os íons formados são os responsáveis pelo transporte de cargas em ambos os casos.

Fonte: Vestibular Ufscar – 2007

Quadro 8: Questão da Fuvest.

Existem vários modelos para explicar as diferentes propriedades das substâncias químicas, em termos de suas estruturas submicroscópicas.

Considere os seguintes modelos:

- I. moléculas se movendo livremente;
- II. íons positivos imersos em um “mar” de elétrons deslocalizados;
- III. íons positivos e negativos formando uma grande rede cristalina tridimensional.

Assinale a alternativa que apresenta substâncias que exemplificam, respectivamente, cada um desses modelos.

	I	II	III
a)	gás nitrogênio	ferro sólido	cloreto de sódio sólido
b)	água líquida	iodo sólido	cloreto de sódio sólido
c)	gás nitrogênio	cloreto de sódio sólido	iodo sólido
d)	água líquida	ferro sólido	diamante sólido
e)	gás metano	água líquida	diamante sólido

Fonte: Vestibular Fuvest – 2016

Quadro 9: Questão da Unesp

Três substâncias puras, X, Y e Z, tiveram suas condutividades elétricas testadas, tanto no estado sólido como no estado líquido, e os dados obtidos encontram-se resumidos na tabela.

Substância	Conduz corrente elétrica no estado	
	sólido?	líquido?
X	Sim	Sim
Y	Não	Sim
Z	Não	Não

Com base nessas informações, é correto classificar como substância(s) iônica(s)

- (A) Y e Z, apenas.
- (B) X, Y e Z.
- (C) X e Y, apenas.
- (D) Y, apenas.**
- (E) X, apenas.

Fonte: Vestibular Unesp – 2014

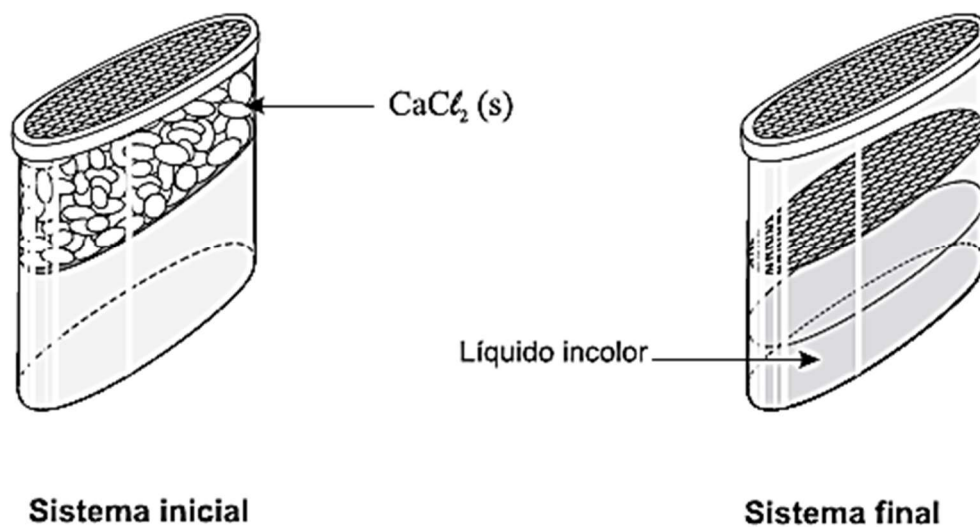
Quadro 10: Questão da UFMG.

Certo produto desumificador, geralmente encontrado à venda em supermercados, é utilizado para se evitar a formação de mofo em armários e outros ambientes domésticos.

A embalagem desse produto é dividida, internamente, em dois compartimentos – um superior e um inferior. Na parte superior, há um sólido branco iônico – o cloreto de cálcio, CaCl_2 .

Algum tempo depois de a embalagem ser aberta e colocada, por exemplo, em um armário em que há umidade, esse sólido branco desaparece e, ao mesmo tempo, forma-se um líquido incolor no compartimento inferior.

As duas situações descritas estão representadas nestas figuras:



Considerando-se essas informações e outros conhecimentos sobre os materiais e os processos envolvidos, é **CORRETO** afirmar que

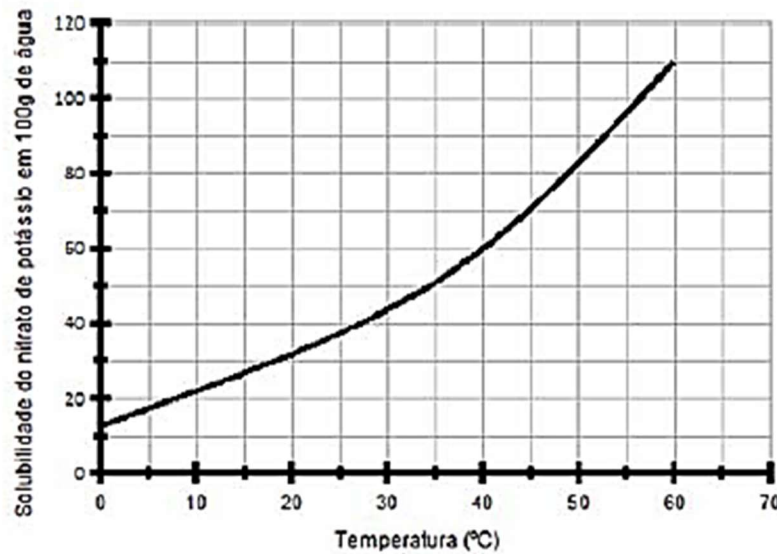
- A) o CaCl_2 passa por um processo de sublimação.
- B) o CaCl_2 tem seu retículo cristalino quebrado.**
- C) o líquido obtido tem massa igual à do CaCl_2 .
- D) o líquido obtido resulta da fusão do CaCl_2 .

Fonte: Vestibular UFMG – 2009

Quadro 11: Questão da Acafe.

Um técnico preparou 420g de uma solução saturada de nitrato de potássio (KNO_3 , dissolvida em água) em um béquer a uma temperatura de 60°C . Depois deixou a solução esfriar até uma temperatura de 40°C , verificando a presença de um precipitado.

A massa aproximada desse precipitado é: (desconsidere a massa de água presente no precipitado)



A \Rightarrow 100 g.

B \Rightarrow 60 g.

C \Rightarrow 50 g.

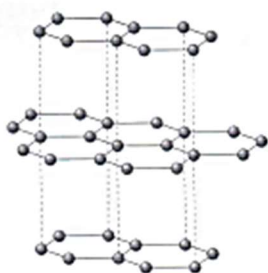
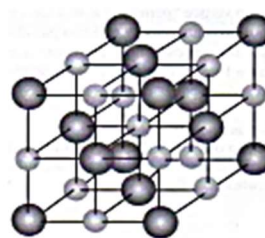
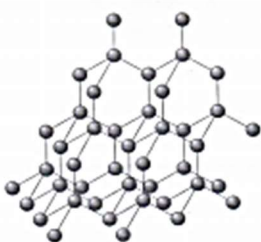
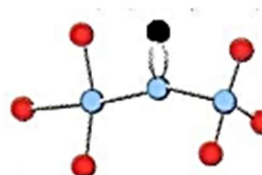
D \Rightarrow 320 g.

Fonte: Vestibular Acafe – 2012

Quadro 12: Questão da UFRN.

A representação da estrutura de substâncias usando-se modelos é um recurso importante para a química, pois possibilita estudar as relações entre a estrutura e as propriedades, questão essencial para se pensar nas aplicações das substâncias.

A seguir estão representadas quatro estruturas de substâncias.

**Estrutura I****Estrutura II****Estrutura III****Estrutura IV**

Considerando-se essas estruturas, é correto afirmar:

- A) I representa a estrutura cristalina do diamante.
- B) II representa a estrutura cristalina do cloreto de sódio.**
- C) III representa a estrutura molecular da grafita.
- D) IV representa a estrutura molecular do etano.

4. Metodologia

4.1. Modelo da pesquisa

A presente dissertação foi desenvolvida dentro da abordagem qualitativa da pesquisa-ação, que se trata de pesquisa participativa, onde pesquisadores e participantes se integram na busca da resolução de um problema que atinge a coletividade (CORRÊA et al, 2018). É um método de pesquisa situado entre a prática rotineira e a pesquisa acadêmica, exigindo ação na área da prática e da pesquisa. Essa modalidade surgiu da necessidade de investigar a prática com o intuito de aprimorá-la. No campo educacional a pesquisa-ação é usada para o desenvolvimento de educadores e pesquisadores na melhoria dos processos de prática de ensino e investigação sobre eles. Sistematiza-se com as seguintes etapas de forma cíclica: planejamento para a melhoria de uma prática; ação para implementá-la; monitoramento e descrição dos efeitos; avaliação das mudanças da prática e dos efeitos da mudança (TRIPP, 2005).

De acordo com Corrêa et al. (2018) “Trata-se de uma pesquisa exploratória de caráter bibliográfico sob o olhar qualitativo”. A pesquisa-ação tem como característica suprir dois tipos de objetivos: o objetivo prático que consiste na busca de possibilidades de ações para a resolução do problema em estudo; e o objetivo de conhecimento que está vinculado à aquisição de informações e desenvolvimento de conhecimentos para o coletivo em questão. Para ser classificada como pesquisa-ação, há que ter ação de todos os componentes contribuindo no processo investigativo, no caso o pesquisador e respondentes. Porém, é função do pesquisador avaliar e viabilizar as ações de acordo com o contexto (CORRÊA et al., 2018).

Levando em consideração as características principais da pesquisa-ação, que é uma metodologia realizada em ciclos, de modo que possam ser feitas intervenções após a obtenção de um resultado, precisa-se agir, descrever, avaliar e planejar as etapas; e, se necessário, fazer tudo novamente.

4.2. Contexto da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em duas turmas de 2º ano do Ensino Médio, num total de 69 alunos, em escola da rede privada de ensino.

O pesquisador é professor destas turmas e a pesquisa foi desenvolvida no horário de suas aulas.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi solicitada a permissão da unidade escolar e foi utilizado um termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo I), o qual foi preenchido e assinado pelos responsáveis.

Numa situação atípica, devido à pandemia da Covid19, a pesquisa foi desenvolvida de forma online via Google Meet, Google Classroom e Google Formulários. Somente na etapa final da pesquisa, com o relaxamento das medidas restritivas no enfrentamento da pandemia, é que as aulas se tornaram híbridas, ou seja, parte dos alunos participando da aula de forma presencial e parte deles acompanhando de forma remota.

4.3. Planejamento e desenvolvimento da sequência didática

Figura 10: Sequência didática



Fonte: elaboração própria.

Para Zabala (1998, p. 18) a sequência didática é um meio de atingir objetivos específicos, tanto para os professores, quanto para os alunos, de maneira articulada, estruturada e organizada, em um conjunto de atividades.

A sequência didática aplicada foi desenvolvida de acordo com os pressupostos do ensino por investigação, onde optamos pela investigação no formato estruturado, assunto que tratamos no terceiro capítulo deste estudo de mestrado, sendo organizada em 05 etapas: uma atividade inicial, experimentos, seminários, grupo focal e questionário final (Figura 10).

Para cada etapa da sequência didática foi prevista uma aula de 50 minutos, ou seja, foram realizadas 05 aulas para a execução e conclusão do projeto.

A sistematização do trabalho junto aos alunos foi realizada conforme o quadro a seguir (Quadro 13), que relaciona as atividades aos principais objetivos almeçados.

Quadro 13: Síntese do planejamento didático.

ETAPAS	ATIVIDADES	PRINCIPAIS OBJETIVOS
1	Atividade Inicial	Averiguar o conhecimento prévio do aluno.
2	Experimentos	Estimular a produção de hipóteses e discussão.
3	Seminários	Incentivar a investigação e comunicação de resultados.
4	Grupo Focal	Extrair mais dados para a pesquisa.
5	Questionário Final	Confirmar se os conceitos foram assimilados.

Fonte: elaboração própria.

A seguir daremos uma visão geral de cada etapa desenvolvida na pesquisa e no próximo capítulo, onde faremos as análises e discussões, apresentaremos mais detalhes sobre estas etapas.

4.3.1. Etapa 1 – Atividade Inicial

Na Etapa 1, foram realizadas a apresentação do projeto para os alunos e a atividade inicial, que foi efetuada de forma remota por meio de formulário eletrônico disponibilizado pela plataforma Google. Na primeira seção do formulário, solicitamos aos alunos para que resolvessem a atividade sem o uso de consulta ou pesquisa, justamente para que averiguássemos o conhecimento prévio dos alunos (Quadro 14).

Já na segunda seção do formulário, apresentamos 03 perguntas: uma pergunta sobre solubilidade e precipitação química em forma de questão de

vestibular; uma pergunta sobre como se forma um precipitado e qual o seu aspecto, e sobre o que significa a precipitação.

Nesta etapa, optamos por perguntas mais amplas, que não delimitassem ou restringissem a opções binárias, como sim ou não. A intenção aqui foi justamente a de extrair o máximo de conhecimento prévio dos alunos.

4.3.2. Etapa 2 – Experimentos

Na Etapa 2, foram realizados 03 experimentos, sendo: dois experimentos relacionados com o resfriamento de soluções saturadas e outro, direcionado para a visualização de cristais iônicos.

Os experimentos foram executados utilizando um microscópio portátil digital (Modelo DM-1000X, Digital Microscope, China) (Figura 11), que é fácil de ser encontrado em lojas físicas ou virtuais e por um valor acessível (em torno de R\$ 90,00 – valor de maio de 2021). Este dispositivo tem a possibilidade de ser conectado ao computador, notebook ou celulares por meio de porta USB. O microscópio utilizado nesta atividade pode atingir até a magnitude de 1000x de aumento. Também é possível realizar os mesmos experimentos utilizando aplicativos para celulares, estes aplicativos dispensam o microscópio e fazem uso da própria lente do aparelho celular.

Figura 11: Microscópio digital USB HD 2.0 mp Zoom 1000x



Fonte: elaboração própria.

Esta etapa teve o objetivo de estimular o desenvolvimento de hipóteses por parte dos alunos e de promover discussões entre eles. Durante os experimentos, os alunos foram acionados para a reflexão sobre as questões da etapa anterior, ou seja, sobre o aspecto do precipitado, origem e formação.

4.3.3. Etapa 3 – Seminários

Para a realização da Etapa 3, os alunos receberam as devidas orientações via plataforma Google Classroom. Os alunos foram orientados sobre o procedimento das atividades, conforme a descrição a seguir.

Cada uma das duas turmas foi dividida em 04 grupos, com a aplicação de uma pergunta distinta. Também foram sugeridos links de vídeos e/ou textos para orientá-los na investigação.

Esta etapa foi importante, pois os estudantes puderam verificar se as hipóteses geradas apenas com os conhecimentos prévios estavam corretas ou não. Caso as hipóteses geradas estivessem equivocadas de acordo com os termos científicos, os estudantes teriam a oportunidade de aprender com os erros, o que Carvalho (2013) descreve como sendo uma etapa importante para a aprendizagem.

4.3.4. Etapa 4 – Grupo Focal

Nesta etapa realizamos um grupo focal com o intuito de extrair mais dados para a pesquisa, o que relataremos no próximo capítulo.

Para Morgan (1997) e Kitzinger (2000), grupo focal é uma forma de entrevista em grupo, que coleta informações por meio da comunicação e das interações entre seus participantes. Seu objetivo é recolher informações sobre um tópico específico sugerido pelo pesquisador ou moderador do grupo. Ele busca colher informações que possam proporcionar a compreensão de percepções, crenças e atitudes sobre um determinado tema.

Placco (2005) coloca que o grupo focal é

[...] uma técnica de discussão não diretiva em grupo, que reúne pessoas com alguma característica ou experiência comum para discussão de um tema ou área de interesse. Tendo em foco um determinado assunto, a discussão não busca o consenso, mas levantar as diferentes opiniões, atitudes, pensamentos e sentimentos, expressos verbalmente ou não, em um tempo relativamente curto. (PLACCO, 2005, p. 302).

4.3.5. Etapa 5 – Questionário final

Assim como na atividade inicial, o questionário final foi elaborado e transmitido aos alunos por meio de formulário eletrônico. E ao contrário da atividade inicial, o questionário final trouxe perguntas com respostas diretas (testes).

O questionário final trouxe 03 perguntas sobre precipitação com o objetivo de verificar quais conceitos foram assimilados pelos alunos e quais devem ser retomados pelo professor nos próximos contatos com a turma. Também trouxe 07 perguntas acerca do ensino por investigação e do nível de satisfação dos alunos, cujas respostas apresentaremos a título de informação.

4.4. Coleta e análise de dados

Para análise de resultados, foram consideradas todas as etapas da sequência didática. Optamos pela análise de conteúdo, segundo Bardin, como procedimento de interpretação dos dados coletados durante a aplicação da pesquisa. Este é um conjunto de técnicas que visa a análise das comunicações para a retirada de informações por meio de procedimentos sistematizados e objetivos aplicados aos discursos nas suas mais diferentes formas. Cumprindo sua função heurística, buscando nos conteúdos e linguística, respectivamente, a busca de significados por trás das palavras e seu funcionamento.

Trabalhamos com duas fontes de informações: dados coletados em questionários e dados coletados por gravação em vídeo. Nessa perspectiva, cabe destacar que, de acordo com Bardin (2011, p. 48), a análise do conteúdo é:


Um conjunto de técnicas de análises das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/ recepção dessas mensagens.

5. Resultados e discussões

5.1. Desenvolvimento e análise da etapa 1 – Atividade inicial

Obtivemos 53 respostas entre os 69 alunos participantes, ou seja, 16 alunos optaram por não participar da atividade inicial. A atividade, que consta de 03 perguntas enviadas utilizando formulários eletrônicos, intitulada como: Solubilidade e Precipitação (Quadro 14).

Quadro 14: Atividade inicial – Solubilidade e Precipitação.



Solubilidade e Precipitação

Atividade individual - Para resolver as questões abaixo, não faça o uso de consulta ou pesquisa. Responda com o conhecimento que você possui até o momento.

Seu e-mail será registrado quando você enviar este formulário.
Não é [REDACTED]? Trocar de conta

*Obrigatório

Fonte: captura de tela – Google Formulários

5.1.1. Análise da pergunta 1

A primeira pergunta, que traz uma questão sobre solubilidade e precipitação, foi extraída do vestibular da Unicamp de 1991 (Quadro 15).

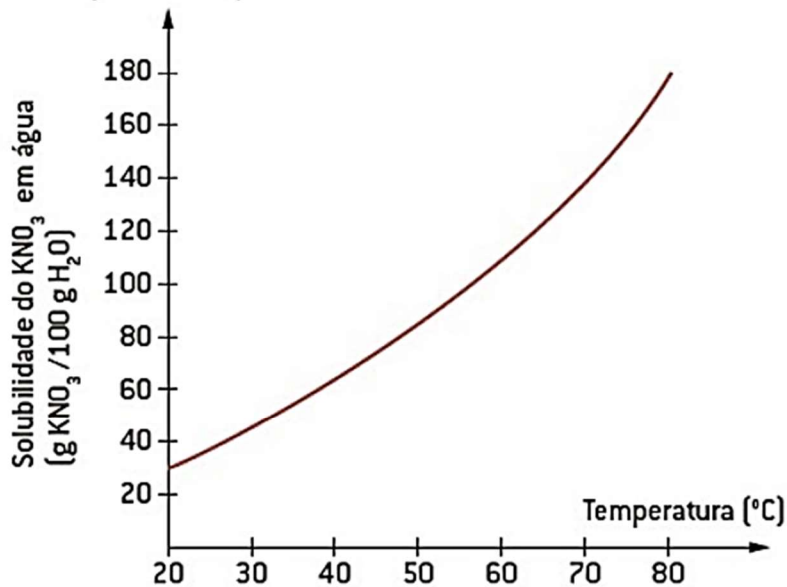
Quadro 15: Atividade inicial – Pergunta 1.

1. Resolva a questão abaixo. *

Unicamp-SP

Uma solução saturada de nitrato de potássio (KNO_3), constituída, além do sal, por 100 g de água, está à temperatura de 70 °C. Essa solução é resfriada a 40 °C, ocorrendo precipitação de parte do sal dissolvido.

A seguir, o gráfico da solubilidade do nitrato de potássio em função da temperatura.



Calcule:

- a massa do sal que precipitou;
- a massa do sal que permaneceu em solução.

Sua resposta

Fonte: captura de tela – Google Formulários

Antes de passarmos para os números de acertos e equívocos cometidos, segue uma proposta de resolução para esta questão:

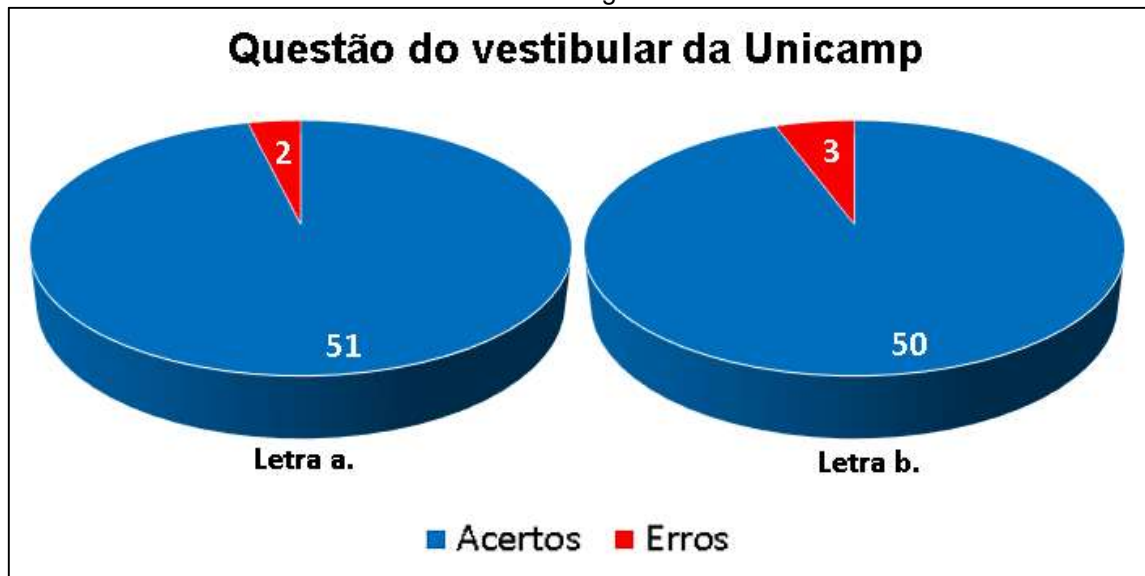
- Pela leitura do gráfico, concluímos que 100g de água dissolve a 70°C: 140 g do sal e a 40°C: 60g do sal (valores aproximados devido à imprecisão do gráfico fornecido, o que foi considerado durante a correção das respostas).

- Letra a) No resfriamento precipitam: $140 - 60 = 80\text{g}$ do sal.

- Letra b) Permanecem em solução: $140 - 80$ (precipitado) = **60g** do sal. Ou, como responderam 11 alunos, a massa que permanece na solução é igual ao coeficiente de solubilidade a 40°C, ou seja, 60 g do sal / 100 g de água.

Apenas três alunos se equivocaram. Dois deles confundiram as respostas tanto para os itens a como para o b, e um deles confundiu em relação ao item b (Gráfico 3). No Quadro 16, transcrevemos as respostas referentes à esta pergunta 1.

Gráfico 3: Atividade inicial – Pergunta 1 – Índice de acertos.



Fonte: elaboração própria.

Podemos notar que a primeira resposta traz os resultados invertidos. A segunda, traz no item b a solubilidade do sal a 70°C.

Quadro 16: Atividade inicial – Pergunta 1 – Erros.

Questão do vestibular da Unicamp – respostas contendo equívocos:
“a. 60g b. 80g ”
“A) 80g B) 140g ”
“A. 28,57g B. 21,43g ”
● Acerto ● Equívoco

Fonte: elaboração própria.

5.1.2. Análise da pergunta 2

Após resolverem a questão de vestibular que aborda o processo de precipitação, os alunos foram estimulados a pensar sobre qual seria a aparência do precipitado e como ocorre a sua formação (Quadro 17).

Quadro 17: Atividade inicial – Pergunta 2.

2. A questão anterior aborda um fenômeno conhecido como precipitação. Na sua opinião, qual é a aparência do precipitado e de onde ele vem? Como se forma? *

Sua resposta

Fonte: captura de tela – Google Formulários

Analizamos as várias hipóteses e as agrupamos por semelhança. Vale dizer que, algumas respostas trouxeram mais de uma hipótese. Desta forma, todas as hipóteses que surgiram foram consideradas e computadas.

Dos 53 formulários recebidos, apuramos 08 hipóteses diferentes sobre qual seria a aparência do precipitado e 11 alunos não souberam responder (Gráfico 4).

Selecionamos algumas respostas, as transcrevemos na tabela abaixo e indicamos o número de respostas semelhantes (Tabela 1).

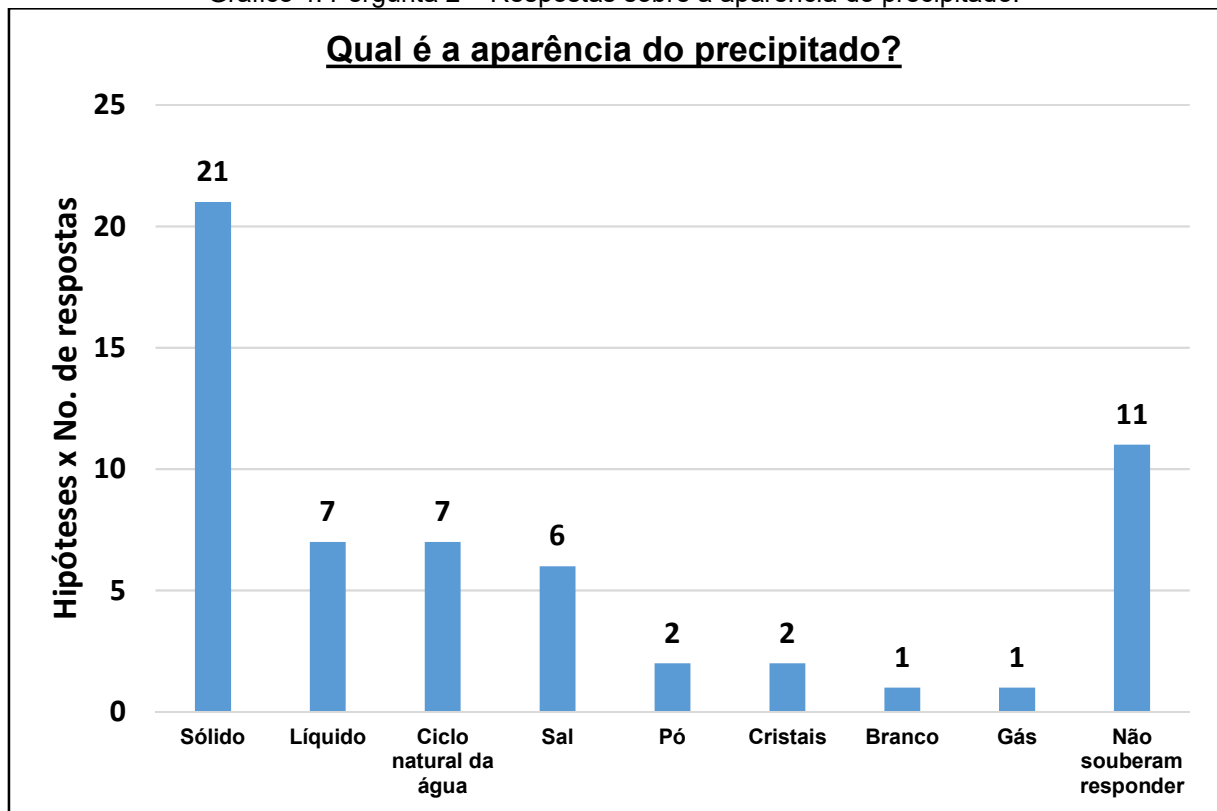
Respostas dizendo que o precipitado teria a aparência de um sólido, sem darem detalhes, foram as mais frequentes.

Tabela 1: Pergunta 2 – Respostas sobre a aparência do precipitado.

Hipótese	Transcrição	Frequência
Sólido	“O precipitado é quando uma substância sólida se deposita no fundo”	21 respostas semelhantes
Líquido	“A aparência seria de um líquido denso”	07 respostas semelhantes
Ciclo natural da água	“a aparência do precipitado vem relacionado a água que vem da chuva, que são formados através da vaporização e todo o ciclo da chuva”	07 respostas semelhantes
Sal	“O precipitado da solução teria a aparência de um 'montinho' desse sal”	06 respostas semelhantes
Pó	“Na minha opinião, aparenta ser um pó”	02 respostas semelhantes
Cristais	“Quanto sua aparência, acredito q seja uns cristaizinhos”	02 respostas semelhantes
Branco	“Se apresenta no estado físico da matéria, em um aspecto esbranquiçado”	01 resposta
Gás	“Acho que sua aparência deve ser de gás”	01 resposta

Fonte: elaboração própria.

Gráfico 4: Pergunta 2 – Respostas sobre a aparência do precipitado.



Fonte: elaboração própria.

Ainda sobre a segunda pergunta, dos 53 formulários recebidos, apuramos 03 principais hipóteses sobre como o precipitado é formado e 09 alunos não souberam responder (Gráfico 5).

Selecionamos algumas respostas, as transcrevemos na tabela abaixo e indicamos o número de respostas semelhantes (Tabela 2).

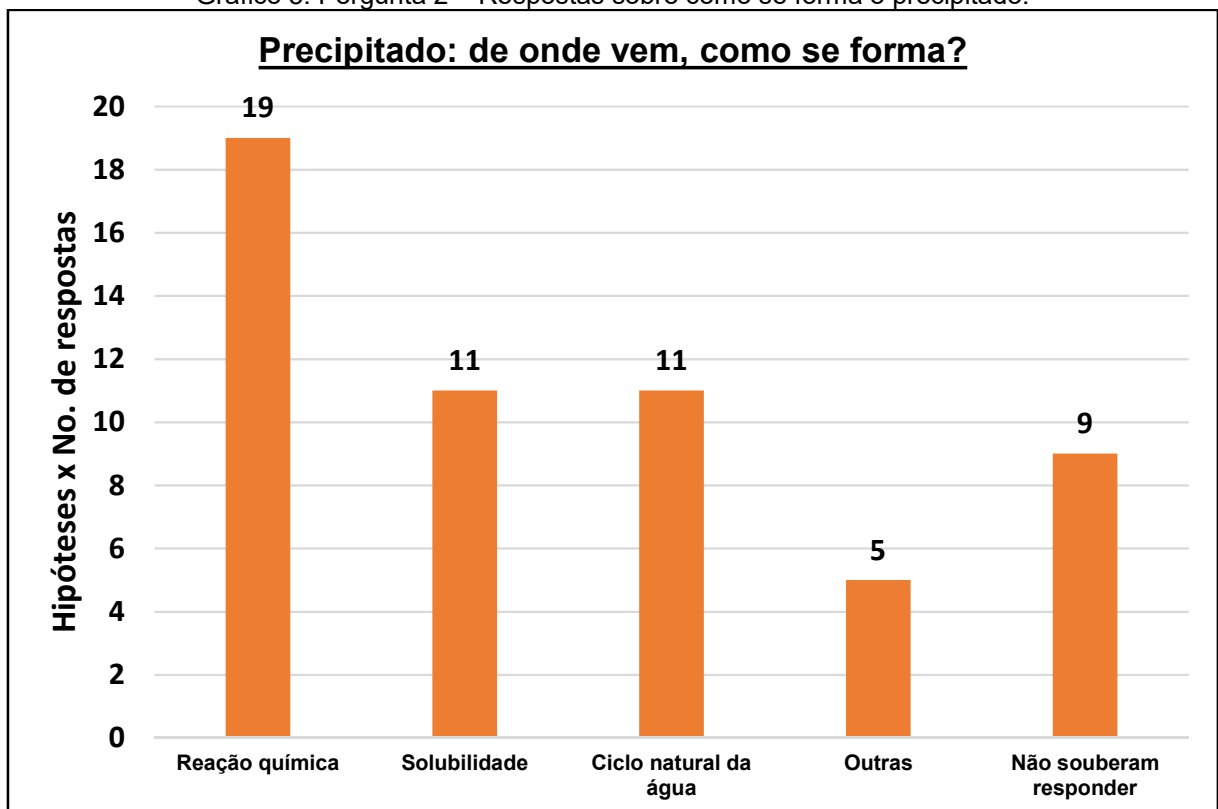
Respostas dizendo que o precipitado formado na questão 1 seria resultado de reações químicas, foram as mais frequentes.

Tabela 2: Pergunta 2 – Respostas sobre como se forma o precipitado.

Hipóteses	Transcrição	Frequência
Reação Química	“o precipitado é um sólido que se forma com uma reação química”	19 respostas semelhantes
Solubilidade	“Ele se forma quando a quantidade de sal está maior do que a quantidade que pode ser dissolvida na água”	11 respostas semelhantes
Ciclo natural da água	“O precipitado ocorre quando o vapor de água da atmosfera se condensa, resultando na formação de chuva, neve, granizo e gelo”	11 respostas semelhantes

Fonte: elaboração própria.

Gráfico 5: Pergunta 2 – Respostas sobre como se forma o precipitado.



Fonte: elaboração própria.

5.1.3. Análise da pergunta 3

A terceira pergunta é bem mais abrangente e permite interpretações diversas (Quadro 18).

Quadro 18: Atividade inicial – Pergunta 3.

3. O que é precipitação? *

Sua resposta

Fonte: captura de tela – Google Formulários.

Nos 53 formulários, apuramos 06 hipóteses diferentes sobre o que é precipitação e todos os alunos responderam (Gráfico 6).

Selecionamos algumas respostas, as transcrevemos na tabela abaixo e indicamos o número de respostas semelhantes (Tabela 3).

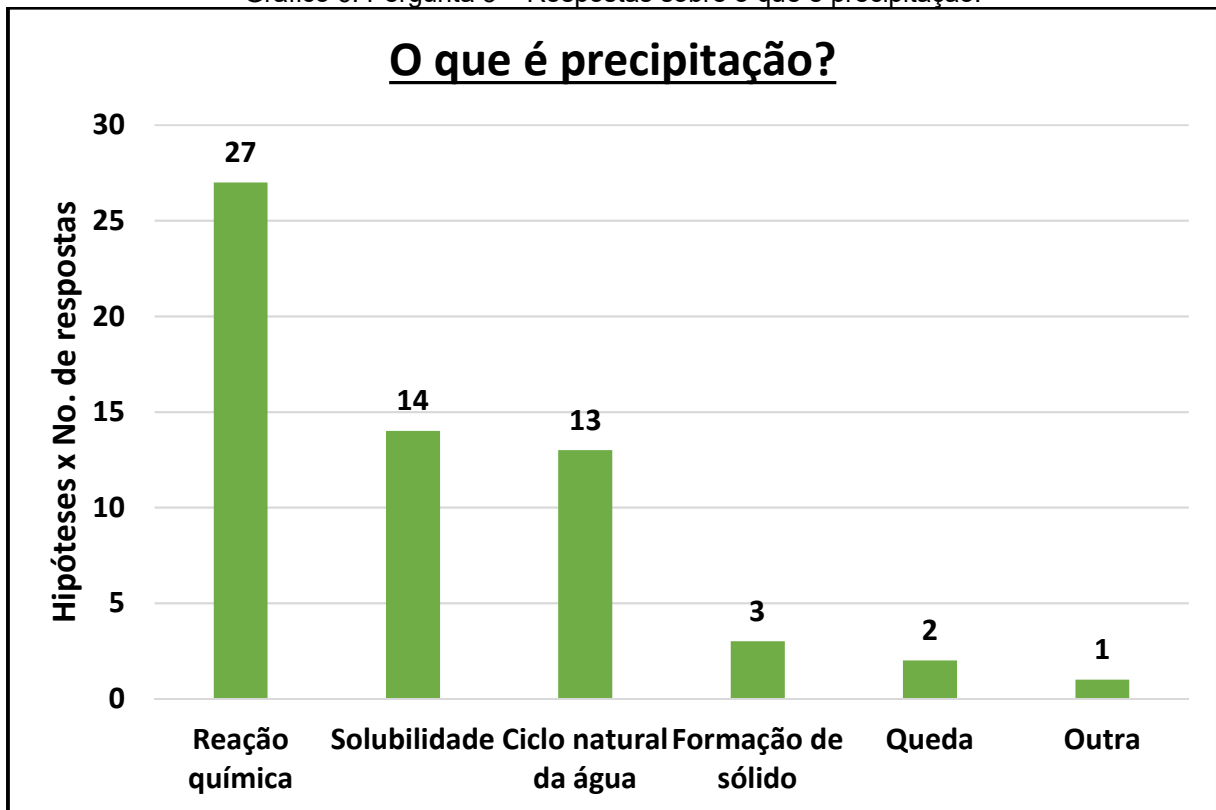
Respostas dizendo que precipitação é um processo químico, foram as mais frequentes.

Tabela 3: Pergunta 3 – Respostas sobre o que é precipitação.

Hipótese	Transcrição	Frequência
Reação Química	“é a formação de um sólido durante uma reação química”	27 respostas semelhantes
Solubilidade	“É quando o soluto não se dissolve mais e uma parte dele fica no fundo do recipiente”	14 respostas semelhantes
Ciclo natural da água	“A precipitação é qualquer fenômeno que envolva uma queda de água do céu. Podendo ocorrer ser em forma de chuva, gelo, granizo e neve.”	13 respostas semelhantes
Formação de sólido	“É a formação de uma substancia sólida, a partir de um meio liquido”	03 respostas semelhantes
Queda	“Precipitação é "queda" ou saída de uma substancia para o fundo da solução”	02 respostas semelhantes

Fonte: elaboração própria.

Gráfico 6: Pergunta 3 – Respostas sobre o que é precipitação.



Fonte: elaboração própria.

5.1.4. Comentários Gerais

A questão de vestibular (Quadro 15), que abriu e contextualizou a sequência didática, teve um índice de acerto extremamente alto. Para entender este resultado, verificamos que os alunos haviam resolvido exercícios semelhantes nas aulas anteriores; também devemos considerar que os alunos estavam em suas casas durante a aplicação da atividade e sem a supervisão direta do professor-pesquisador, e que a resolução da questão é facilmente encontrada na internet.

Por meio das hipóteses levantadas nas perguntas 2 e 3, verificamos que muitos alunos consideravam o processo de precipitação como uma reação química. Percebe-se aí a dificuldade em diferenciar uma transformação química de uma física, afirmando que qualquer alteração na matéria visualmente vista, se caracteriza por uma transformação química, mesmo quando só ocorre uma mudança de cor, forma ou mudança de estado físico (SCHNETZLER; ROSA, 1998).

E o que mais nos chamou a atenção foram as hipóteses que associavam a precipitação, mesmo no contexto do estudo de solubilidade e precipitação, ao ciclo

da água na natureza: chuva, granizo e neve (Tabelas 1, 2 e 3). Tais hipóteses podem ser tratadas como concepções alternativas, que são notadas por carregarem uma conotação simplista como forma de explicar os fenômenos ou preceitos científicos. Na visão de Pozo (1998), tais concepções são caracterizadas como construções pessoais dos alunos que foram elaboradas de forma espontânea, com a interação desses alunos com o ambiente em que vivem e com as outras pessoas.

5.2. Desenvolvimento e análise da etapa 2 – Experimentos

Como já dito no capítulo anterior, esta etapa teve o objetivo de estimular a produção de mais hipóteses e promover discussões entre os alunos.

Durante a realização dos experimentos, a todo momento o professor-pesquisador vinculava a atividade à etapa anterior, onde os alunos foram chamados a refletir sobre a aparência do precipitado, de onde ele vem e como se forma. E nos três experimentos foi solicitado que os alunos fizessem comparações quanto ao aspecto, ou seja, formas e cores de cada composto iônico.

5.2.1. Experimento A: precipitação de cloreto de amônio (NH_4Cl)

Materiais utilizados e procedimentos: recipiente com uma amostra de solução saturada de cloreto de amônio, recipiente com gelo (Figura 12) e microscópio digital (Figura 13). Como podemos ver na sugestão de montagem do experimento (Figura 14), a solução é colocada sobre o gelo e resfriada até a formação do precipitado.

Figura 12: Experimento A – Gelo.



Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 13: Experimento A – Microscópio digital.



Fonte: captura de tela – Google Meet.

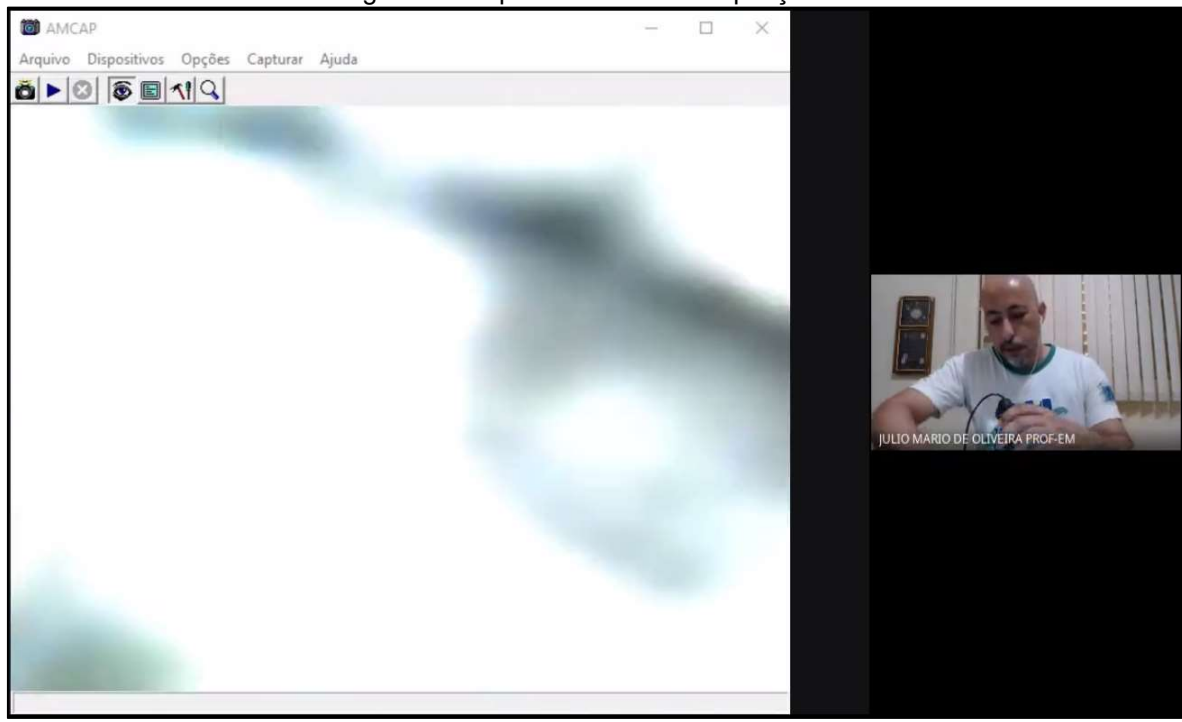
Figura 14: Experimento A – Sugestão de montagem.



Fonte: elaboração própria.

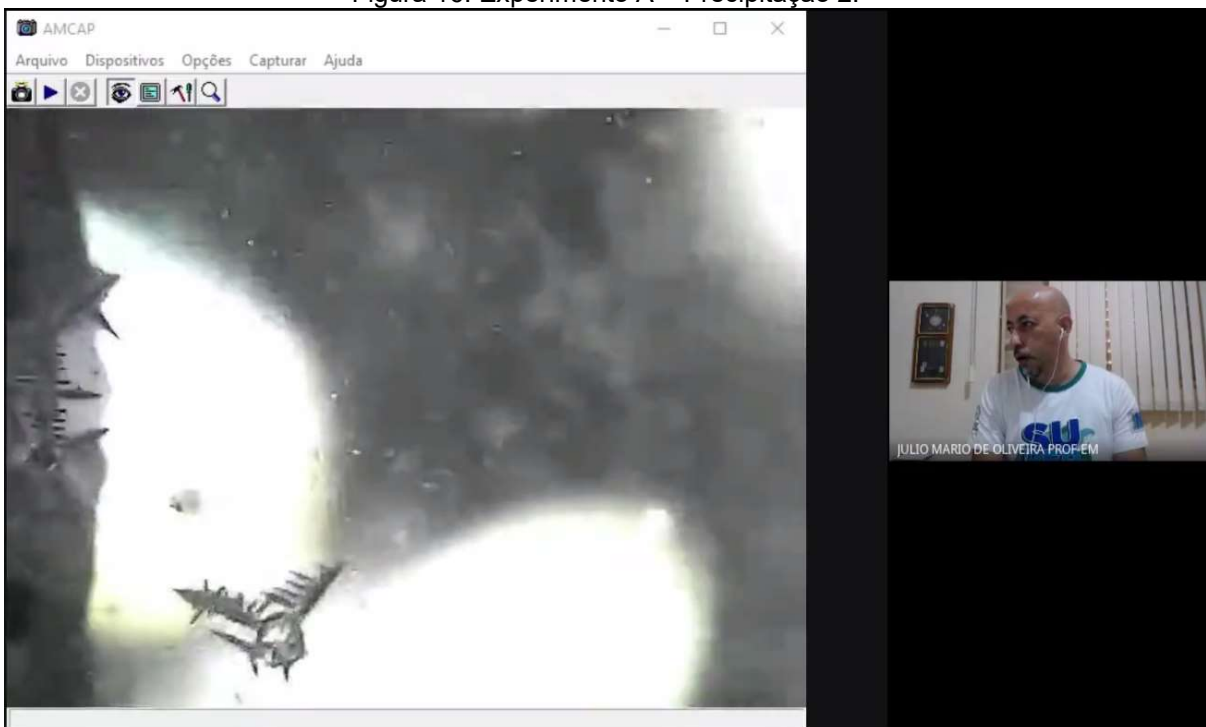
Os alunos puderam acompanhar a formação e o crescimento dos cristais do precipitado em tempo real, via plataforma Google Meet. As figuras 15 a 22, ilustram uma sequência de imagens da tela compartilhada com os alunos.

Figura 15: Experimento A – Precipitação 1.



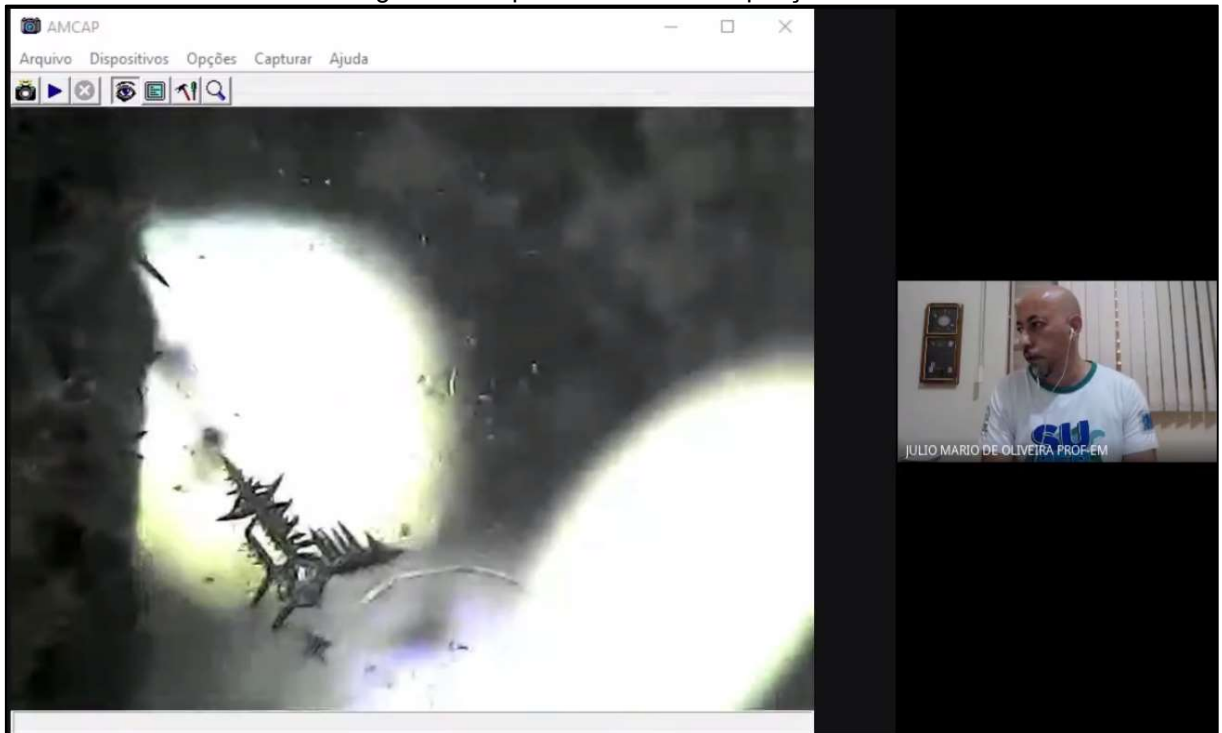
Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 16: Experimento A – Precipitação 2.



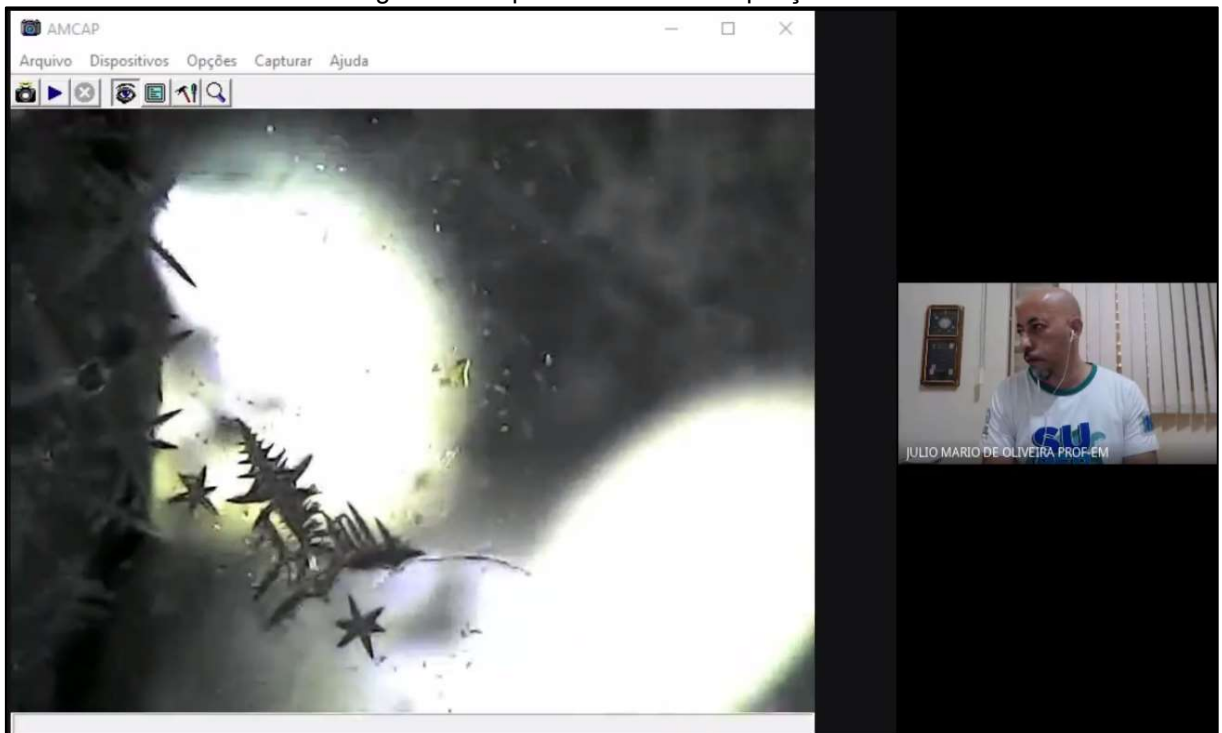
Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 17: Experimento A – Precipitação 3.



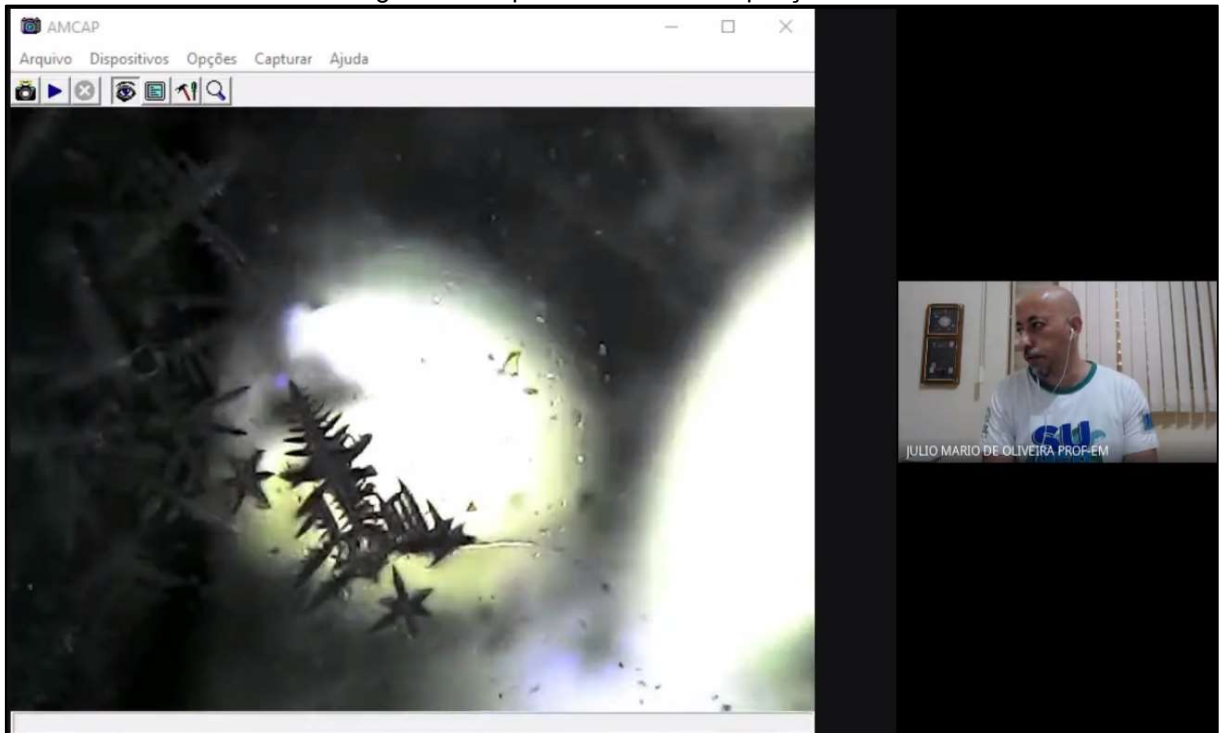
Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 18: Experimento A – Precipitação 4.



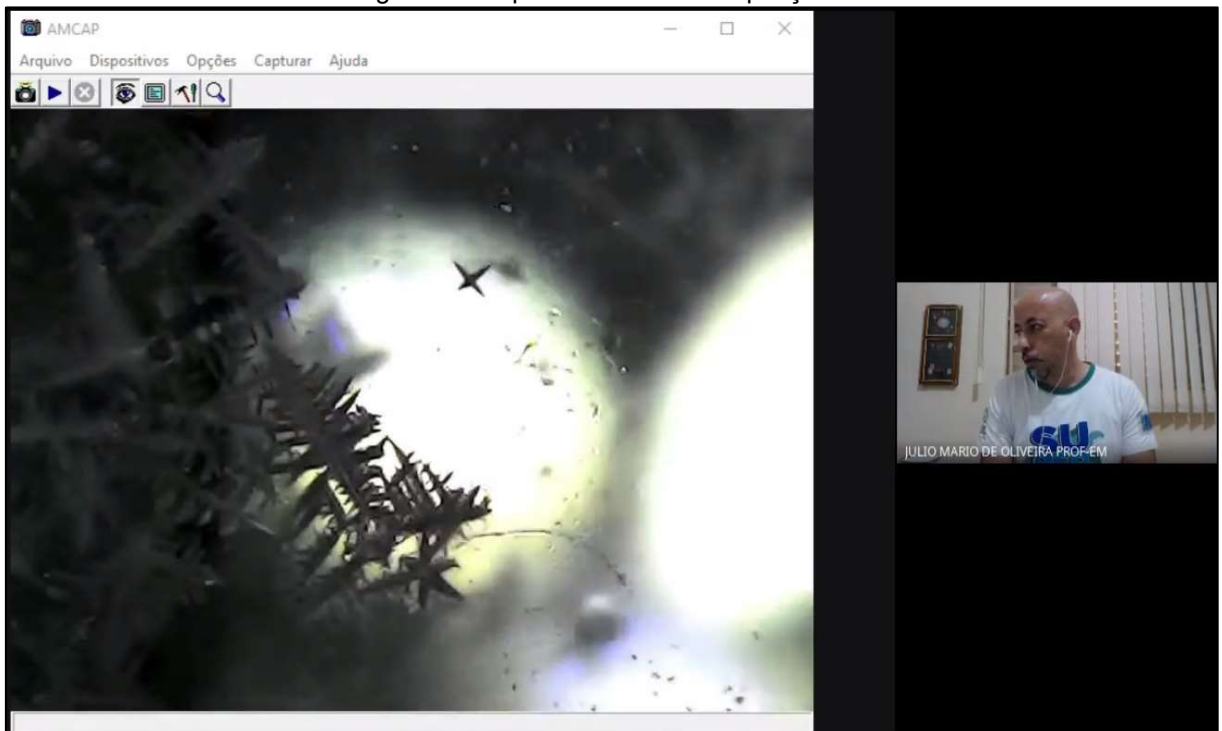
Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 19: Experimento A – Precipitação 5.



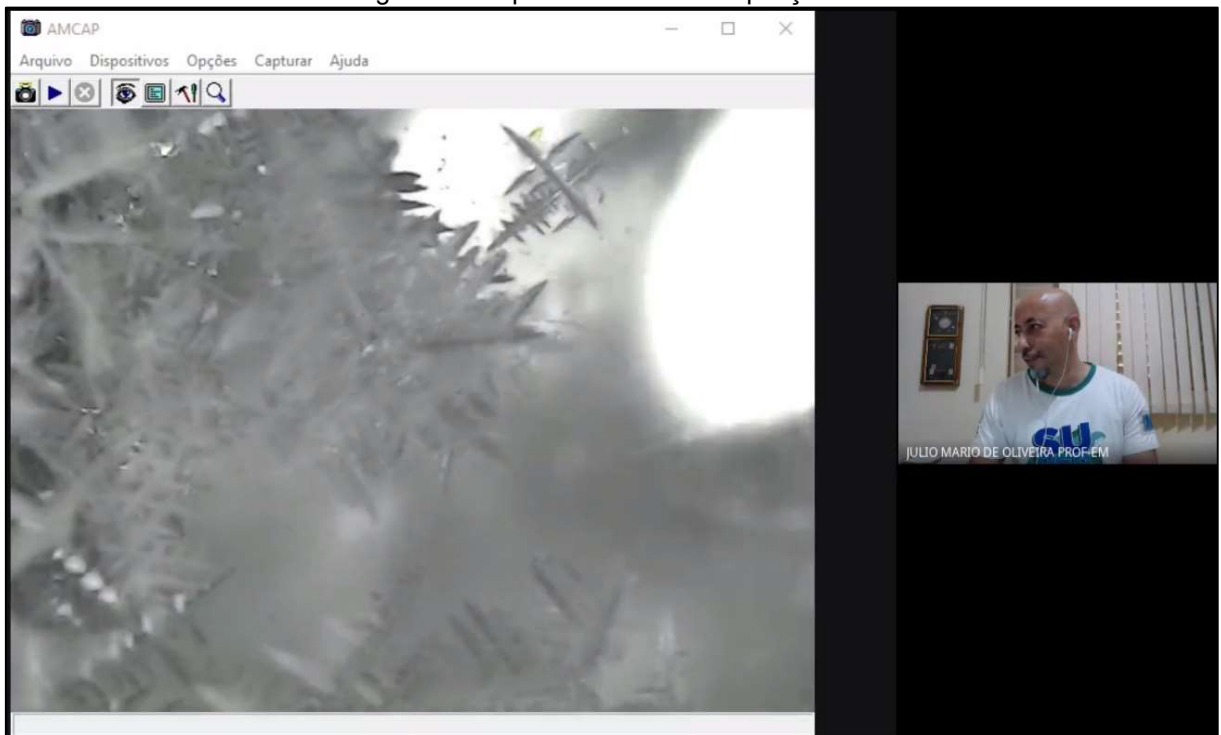
Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 20: Experimento A – Precipitação 6.



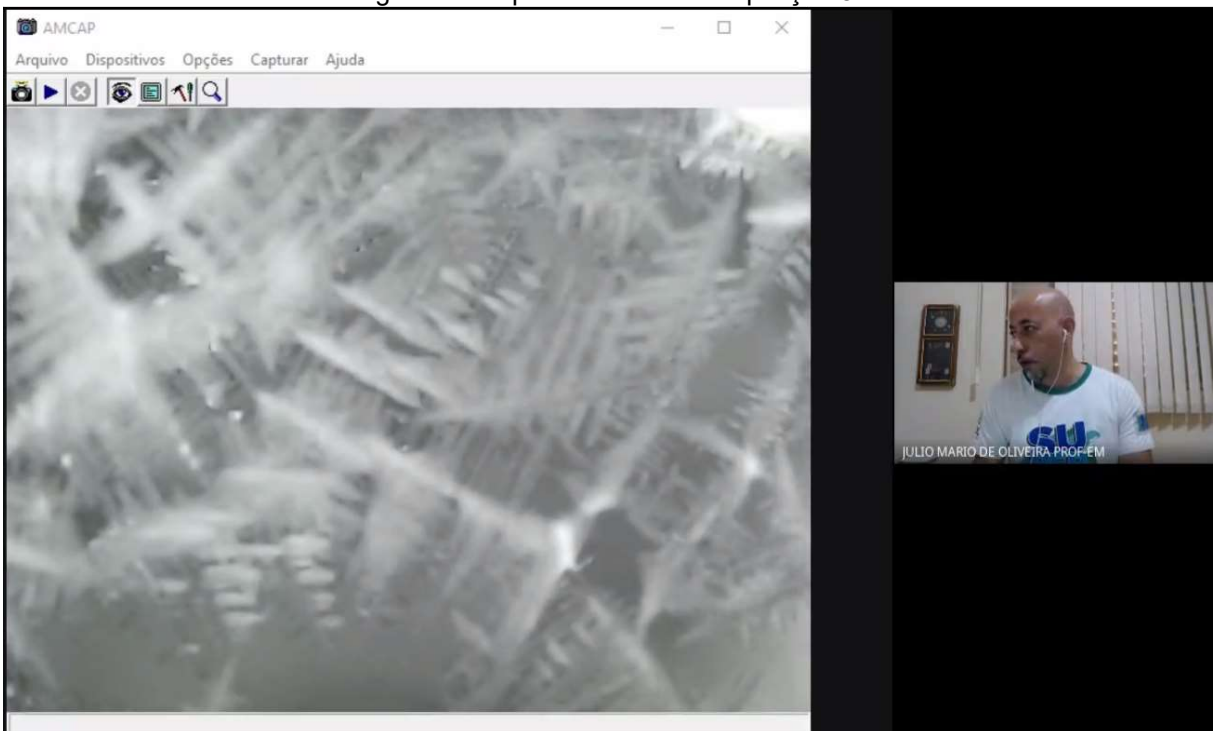
Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 21: Experimento A – Precipitação 7.



Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 22: Experimento A – Precipitação 8.



Fonte: captura de tela – Google Meet.

E na sequência vemos as fotos do antes e do depois com o precipitado já formado (Figura 23).

Figura 23: Experimento A – Antes e depois.

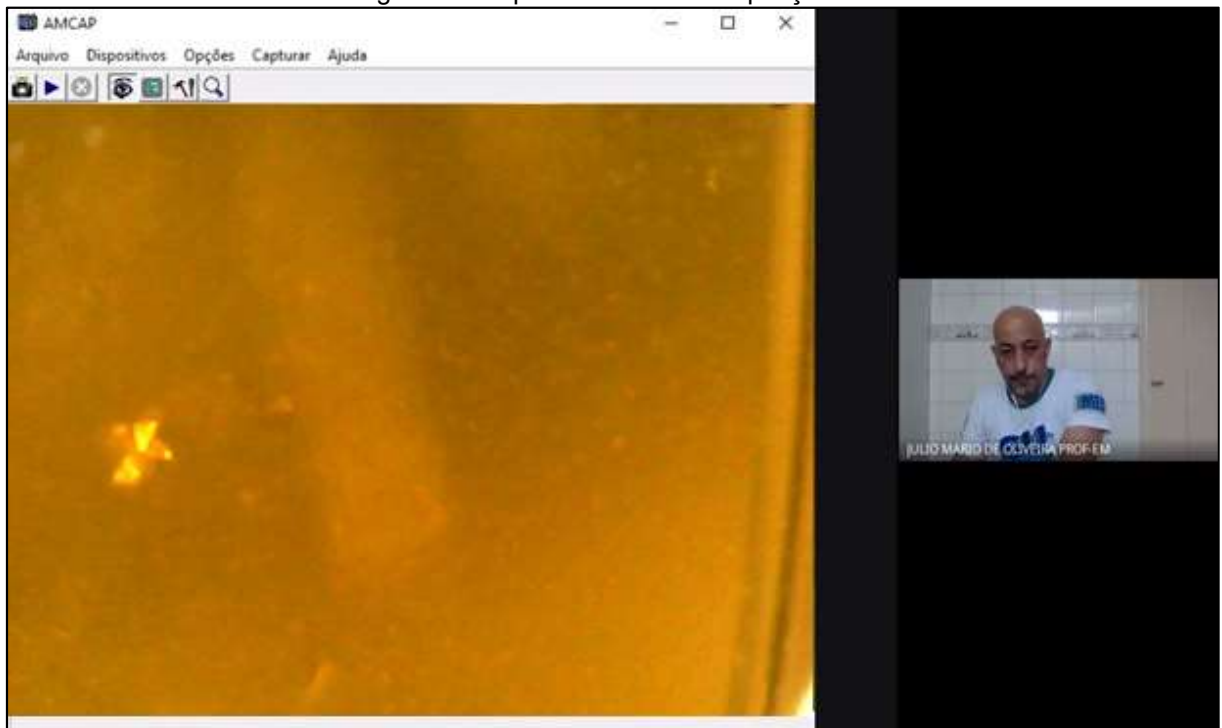


Fonte: elaboração própria.

5.2.2. Experimento B: precipitação de dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇)

Foi realizado o experimento anterior só que desta vez com o sal dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇). Da mesma forma, reproduzimos algumas imagens das formações e crescimento dos cristais do precipitado (Figuras 24 a 27).

Figura 24: Experimento B – Precipitação 1.



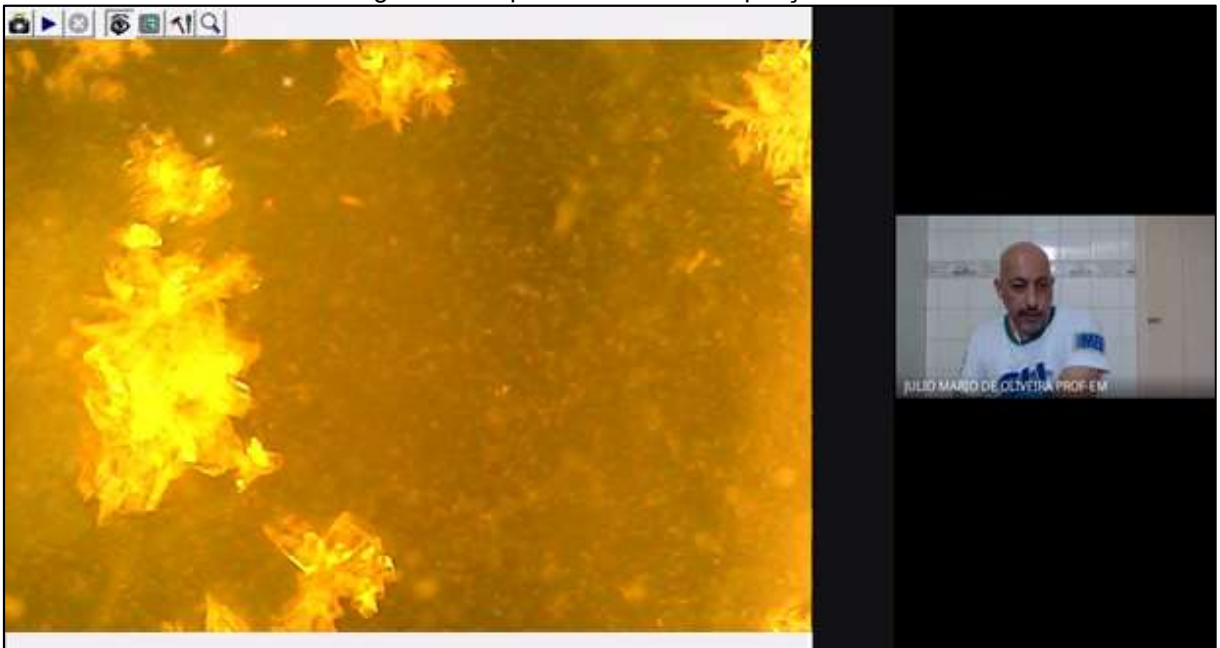
Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 25: Experimento B – Precipitação 2.



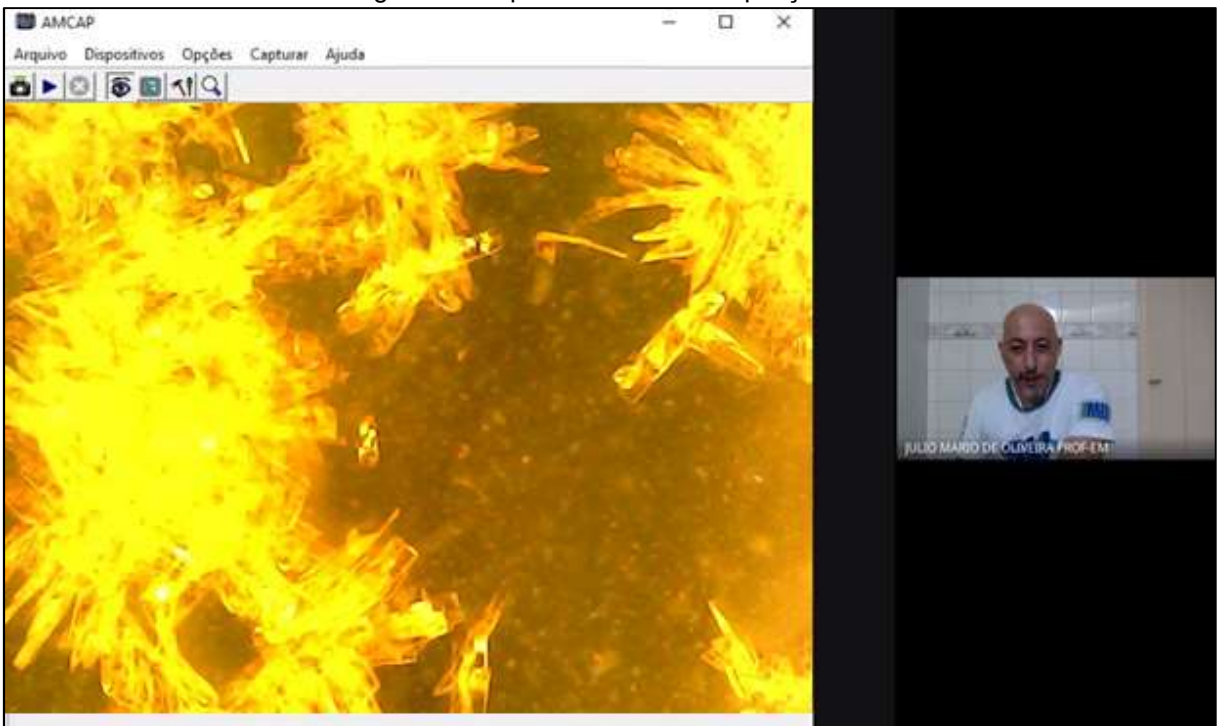
Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 26: Experimento B – Precipitação 3.



Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 27: Experimento B – Precipitação 4.



Fonte: captura de tela – Google Meet.

5.2.3. Experimento C: visualização de cristais iônicos

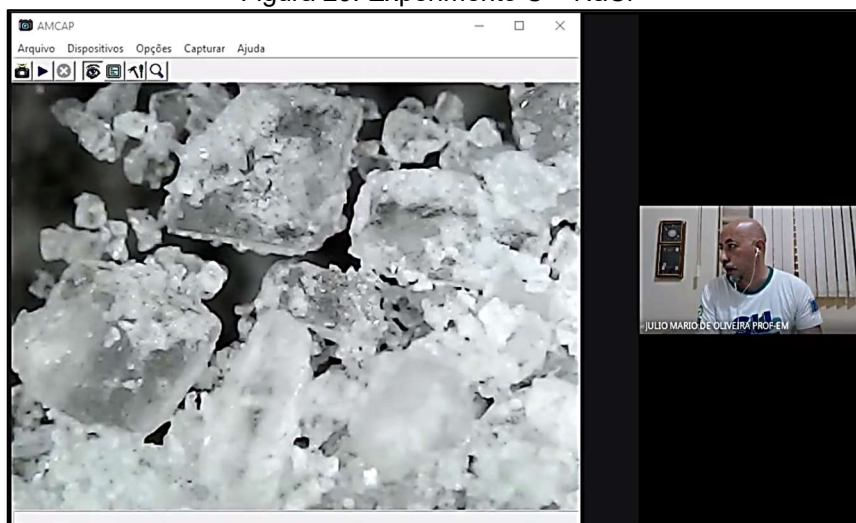
Materiais utilizados e procedimentos: microscópio digital e recipiente com pequenas amostras de 09 sais (Figura 28) – cloreto de sódio (NaCl), sulfato de potássio (K₂SO₄), nitrato de chumbo II (Pb(NO₃)₂), cromato de potássio (K₂CrO₄), sulfato de níquel II (NiSO₄), cloreto de cobalto II (CoCl₂), permanganato de potássio (KMnO₄), sulfato de cobre II (CuSO₄) e dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇). O experimento consistiu em mostrar os cristais aos alunos para que pudessem analisar e comparar suas formas, padrões e cores (Figuras 29 a 37).

Figura 28: Experimento C – Amostras de sais.

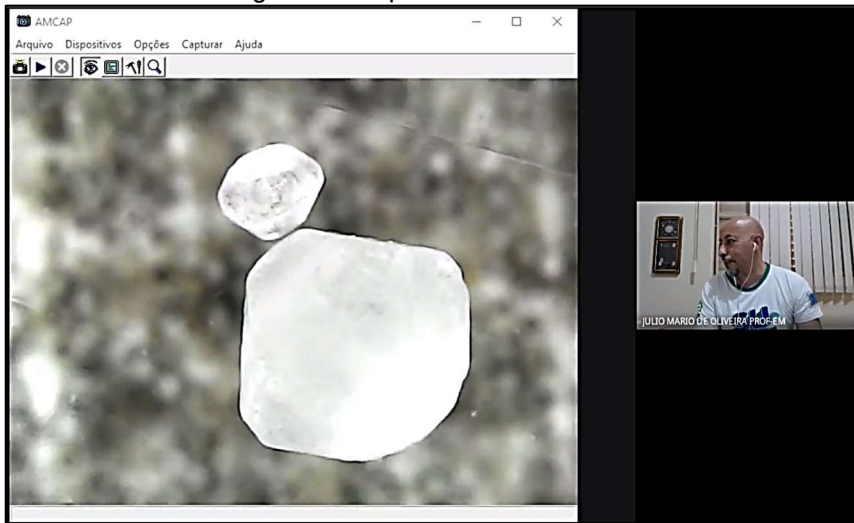


Fonte: captura de tela – Google Meet.

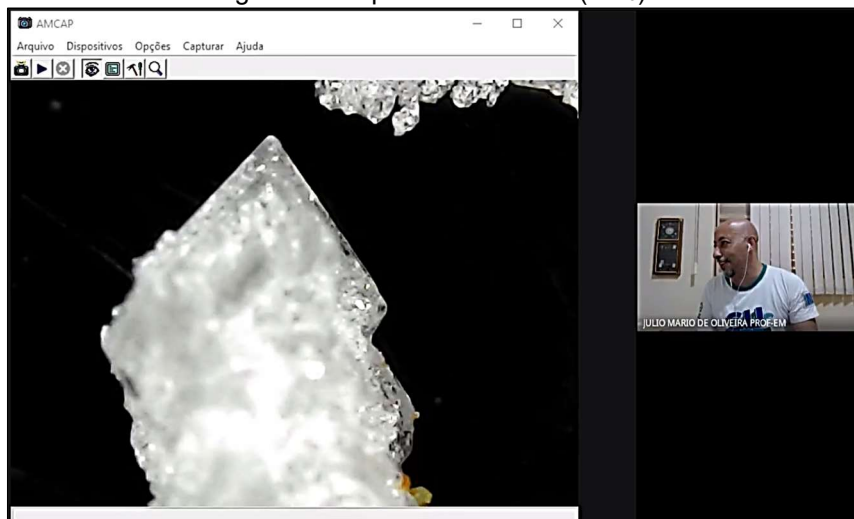
Figura 29: Experimento C – NaCl



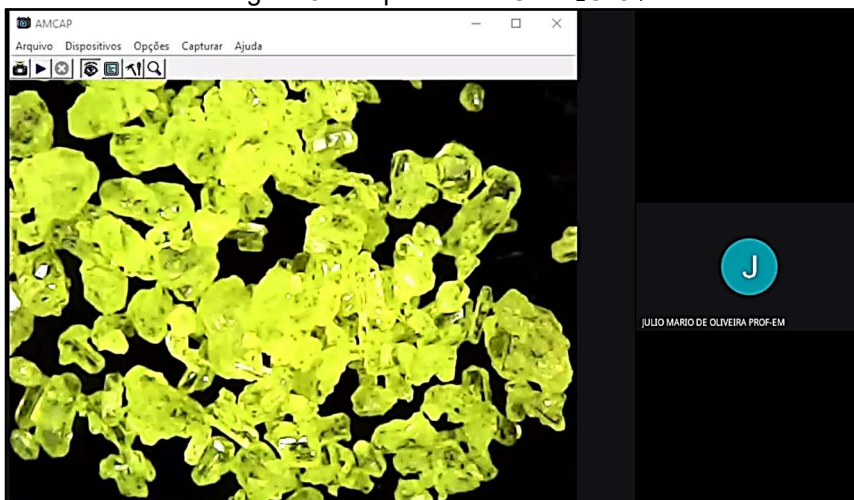
Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 30: Experimento C – K_2SO_4 

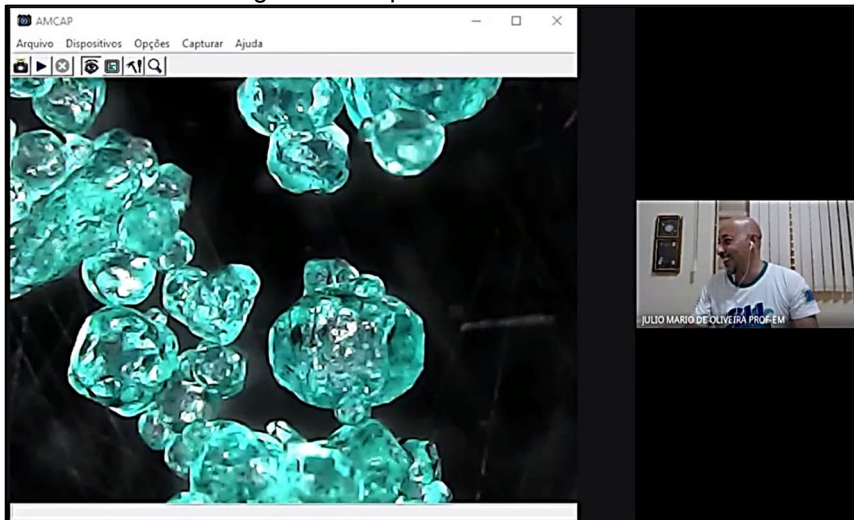
Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 31: Experimento C – $Pb(NO_3)_2$ 

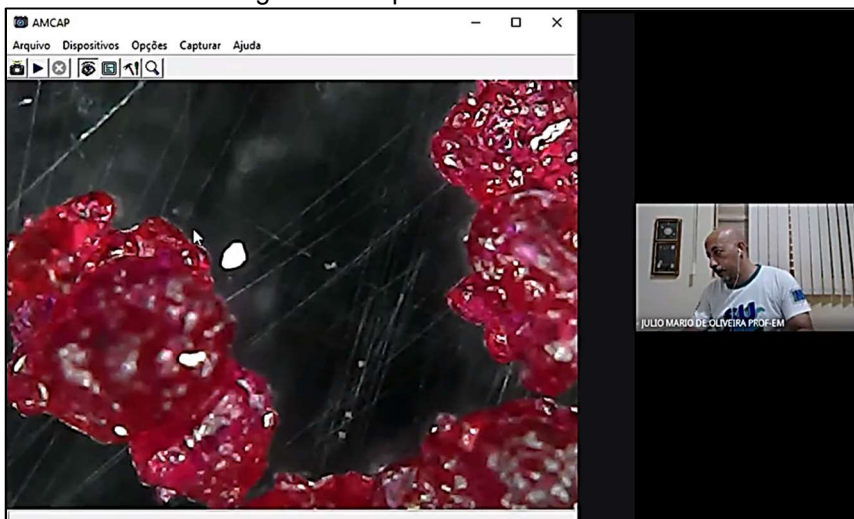
Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 32: Experimento C – K_2CrO_4 

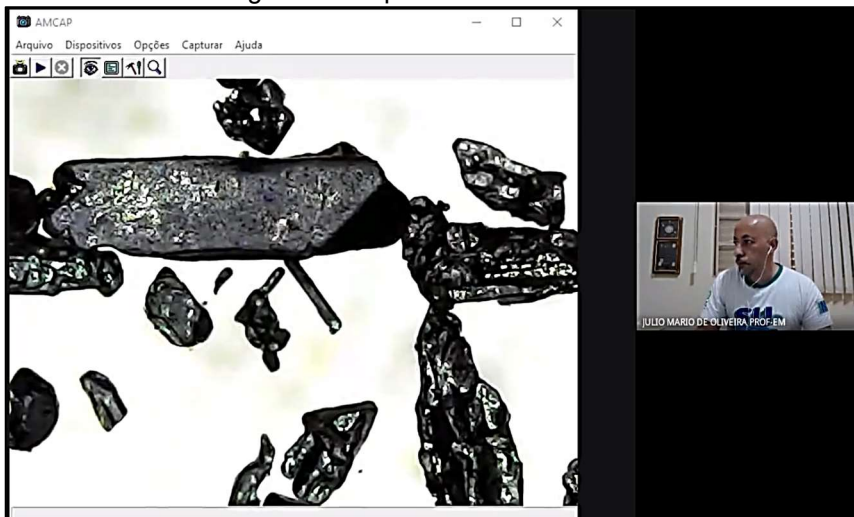
Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 33: Experimento C – NiSO_4 

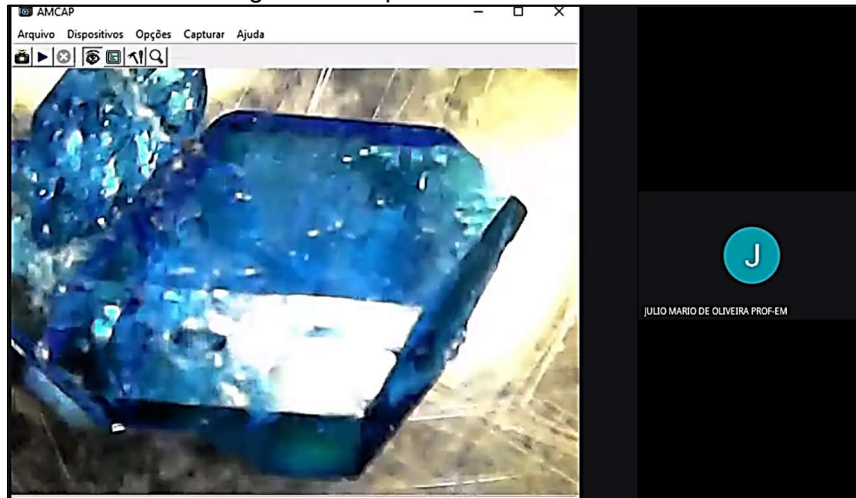
Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 34: Experimento C – CoCl_2 

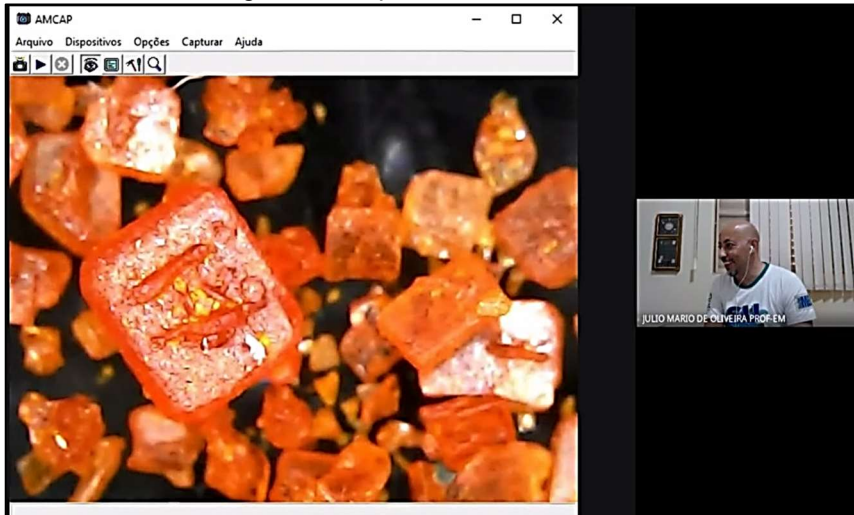
Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 35: Experimento C – KmnO_4 

Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 36: Experimento C – CuSO_4 

Fonte: captura de tela – Google Meet.

Figura 37: Experimento C – $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 

Fonte: captura de tela – Google Meet.

Durante a apresentação dos experimentos não houve nenhuma participação por meio de áudio, no entanto, a quantidade de mensagens enviadas pelo *chat* foi significativa, conforme mostra o Quadro 19.

Quadro 19: Experimentos – Comentários dos alunos.

Experimento A: precipitação de NH_4Cl
<p>“cristaizinhos” “Tem uns q surge no meio e vai indo pro canto” “vai se juntando” “é como se fossem pecinhas” “Eu achei muito incrível, pq do nada surge mais e mais” “eu queria um desse”</p>

Experimento B: precipitação de $K_2Cr_2O_7$
<p>“é diferente” (07 frases semelhantes) “é mais desorganizado” (03 frases semelhantes) “bem bonito, principalmente o primeiro” (03 frases semelhantes) “achei legal pq eu n imaginava q ficava com essa aparência” (02 frases semelhantes) “esse ultimo demora mais msm ou foi por outro motivo?”</p>
Experimento C: visualização de cristais iônicos
<p>“sao muito bonitos” (06 frases semelhantes) “tudo diferente” (03 frases semelhantes) “Tem umas partes meio brilhosas né?” “parece diamante” “esse, é o mais top” “Vc pode mostrar o níquel dnv? Eh q tô tirando foto :^” “vermelhão” “parece grafite” “parece carvão kkkk” “parece remdio de citamina d” “é retangular” “é tipo uns cubos”</p>

Fonte: elaboração própria.

Ao longo dos três experimentos os alunos escreveram 33 interjeições como: “nossa”, “q top”, “que da hora”, “q massa”, “Que legal”, “mds q lindoo”, “q interessante”. E ao final, 12 alunos enviaram mensagens de agradecimentos.

Ao todo foram 92 frases e interjeições escritas por 14 alunos. O que, para o professor-pesquisador, é um número surpreendente em comparação com todas as aulas online desde o início da pandemia da Covid 19.

Encerramos esta etapa com uma das manifestações dos alunos que nos chamou a atenção: “Eu gosto de ver experimentos assim pra gnt ver na prática pq a gnt aprende a matéria”.

5.3. Desenvolvimento e análise da etapa 3 – Seminários

Apesar de ser prevista no nosso planejamento, esta etapa só foi elaborada após a análise dos resultados da etapa 1. Os temas e materiais propostos foram selecionados a partir das hipóteses levantadas pelos alunos e têm a função de auxiliá-los no processo de verificação da validade ou não de suas hipóteses.

Cada turma foi dividida em 04 grupos (grupos A, B, C e D) e as orientações foram feitas de forma remota. Cada grupo recebeu uma orientação geral (Quadro

20), um tema em forma de pergunta e dois links de vídeos e/ou textos da internet para orientá-los na investigação. Os critérios para a seleção dos vídeos e textos escolhidos foram: tempo de duração, objetividade, linguagem acessível ao Ensino Médio e pertinência ao estudo da precipitação.

Quadro 20: Seminários – Orientações gerais

SEMINÁRIOS - Solubilidade e Precipitação

JULIO MARIO DE OLIVEIRA PROF-EM ⋮

Orientações gerais

1. Grupos: a turma foi dividida em 04 grupos.
2. Tema: cada grupo receberá um tema diferente (ver imagem abaixo).
3. Data do seminário: próxima aula.
4. Tempo: cada grupo terá 5 minutos para a apresentação.
5. Apresentação: ficará a cargo do relator do grupo (voluntário), que contará com o apoio dos membros da equipe.
6. Recursos: ficarão a critério do relator (uso de slides, vídeos, fotos, etc).
7. Pesquisa: segue material como sugestão e orientação (ver links abaixo).
8. Dúvidas: caso surjam dúvidas, deixem as perguntas nesta mesma postagem.
9. Respostas das dúvidas: também serão dadas por aqui, e por volta dos seguintes horários

- sexta - 21h;
- sábado - 18h;
- domingo - 12h.

Obs.: perguntas enviadas após às 12h de domingo não serão respondidas.

Mais uma vez, muito obrigado pela colaboração de todos.
Bons estudos e sucesso na apresentação!
Prof. Julio Mario

Fonte: captura de tela – Google Classroom.

Esta etapa foi realizada também de forma remota e definimos um tempo de 5 minutos para cada apresentação, o que nos daria em torno de 30 minutos para perguntas e discussões.

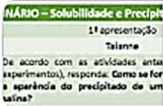


5.3.1. Grupo A – Aparência do precipitado

Devido ao grande número de hipóteses distintas levantadas pelos alunos referentes ao aspecto do precipitado, trouxemos novamente a pergunta 2 da etapa 1, desta vez deixando mais claro que se trata de um precipitado de solução iônica.

Em conjunto com a pergunta, disponibilizamos um texto (FONSECA, 2013) sobre as principais características dos compostos iônicos e um vídeo

(FLIXVENTURES, 2019) de cristalização com imagens similares àquelas que mostramos nos experimentos (Quadro 21).

Quadro 21: Seminários – Orientações para o Grupo A

SEMINÁRIO – Solubilidade e Precipitação	
Grupo A	1ª apresentação
Relator(a)	
Tema/Pergunta	De acordo com as atividades anteriores (questões e experimentos), responda: Como se forma e qual deve ser a aparência do precipitado de uma solução aquosa salina?
	A.jpg Imagem
	Composto iônico - Química - InfoEscola https://www.infoescola.com/quimica/composto-ionico/
	Beauty of Crystallization – A Time Lapse Video about Crystal Growth Vídeo do YouTube 2 minutos

Fonte: captura de tela – Google Classroom.

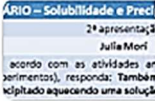

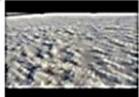
Os grupos conseguiram associar a forma do precipitado às ligações que ocorrem entre os íons e à característica cristalina dos compostos iônicos.

5.3.2. Grupo B – Efeito da temperatura sobre a solubilidade

O tema / pergunta para o grupo B e o material fornecido conduzem para o processo de formação do precipitado a partir das variações de temperatura de uma solução iônica.

Junto à pergunta, disponibilizamos um texto (CURVA, 2014) sobre curva de solubilidade e um vídeo (TVAGRO, 2015) sobre a produção de sal em Mossoró-RN (Quadro 22).

Quadro 22: Seminários – Orientações para o Grupo B

SEMINÁRIO – Solubilidade e Precipitação	
Grupo B	2ª apresentação
Relator(a)	
Tema/Pergunta	De acordo com as atividades anteriores (questões e experimentos), responda: Também é possível obter o precipitado aquecendo uma solução?
	B.jpg Imagem ×
	Link https://www.uepg.br/pet/Material%20Didatico/2014/Curva%20de%20solubilidade.pdf ×
	PRODUÇÃO DE SAL - SALINA DA CIMSAL - Mossoró / RN Vídeo do YouTube 4 minutos ×

Fonte: captura de tela – Google Classroom.

Os grupos conseguiram estabelecer as relações entre precipitação e variações de temperatura, seja para soluções endotérmicas ou exotérmicas. Também conseguiram estabelecer as relações entre solubilidade, vaporização do solvente e formação de precipitado.

5.3.3. Grupo C – Reação química e precipitação

Ainda sobre a formação do precipitado apresentado na etapa 1, a maioria das hipóteses abordaram a existência de uma reação química. Desta forma, foi proposto ao grupo que pesquisassem previamente sobre o que é reação de precipitação, para que pudessem avaliar sobre a questão do vestibular da Unicamp (Quadro 15).

Para o suporte dos alunos, disponibilizamos uma videoaula (MELLO, 2019) relacionando a solubilidade de sais com as reações de precipitação e um vídeo (ISEEN, 2014) com experimentos de reações de precipitação (Quadro 23).

Quadro 23: Seminários – Orientações para o Grupo C

SEMINÁRIO – Solubilidade e Precipitação	
Grupo C	3ª apresentação
Relator(a)	
Tema/Pergunta	De acordo com as atividades anteriores (questões e experimentos), responda: Também é possível obter precipitado por meio de reações químicas?
	C.jpg Imagem ×
	Reação de precipitação e a relação com a tabela de solubilidade de sais. Vídeo do YouTube 9 minutos ×
	Beautiful Chemical Reactions - Precipitation Vídeo do YouTube 1 minuto ×

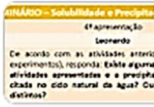


Fonte: captura de tela – Google Classroom.

Os grupos conseguiram estabelecer diferenças entre a precipitação por reação química, onde se forma um precipitado insolúvel, e a precipitação por resfriamento de uma solução saturada, onde o precipitado é solúvel.

5.3.4. Grupo D – Ciclo natural da água

Junto à pergunta para o grupo D, disponibilizamos um texto (PRECIPITAÇÃO, 2012) sobre precipitação da água na natureza e um vídeo (ANAGOVBR, 2014) sobre o ciclo da água na natureza ou ciclo hidrológico, com a intenção de contrastarem suas hipóteses com o que foi apresentado nas etapas 1 e 2 da sequência didática (Quadro 24).

Quadro 24: Seminários – Orientações para o Grupo D

SEMINÁRIO – Solubilidade e Precipitação	
Grupo D	4ª apresentação
Relator(a)	
Tema/Pergunta	De acordo com as atividades anteriores (questões e experimentos), responda: Existe alguma relação entre as atividades apresentadas e a precipitação comumente citada no ciclo natural da água? Ou são fenômenos distintos?
	D.jpg Imagem
	O Ciclo da Água (Ciclo Hidrológico) Vídeo do YouTube 3 minutos
	Precipitação - Disciplina - Ciências http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1939&evento=7

Fonte: captura de tela – Google Classroom.

Os grupos conseguiram também, estabelecer as diferenças entre o fenômeno de precipitação da água na natureza e aquele da precipitação em soluções iônicas.

5.3.5. Comentários gerais

Durante as apresentações notou-se que os alunos avançaram em relação às suas ideias prévias, apresentando concepções mais próximas das aceitas pela ciência; também souberam relacionar os temas dos seminários às atividades desenvolvidas anteriormente (etapas 1 e 2).

No entanto, os alunos ficaram presos ao material fornecido, não extrapolaram seus conteúdos ou trouxeram novas informações, o que talvez tenha ocorrido pelo pouco tempo destinado às apresentações ou pela insegurança na comunicação de suas novas concepções.

Como não houve questionamentos durante ou após as apresentações, coube ao professor-pesquisador tecer alguns comentários, verificar se todos os alunos haviam compreendido as apresentações e enfatizar os conceitos abordados.

5.4. Desenvolvimento e análise da etapa 4 – Grupo focal

Na realização desta etapa contamos com a presença de alguns alunos de forma presencial. Devido às normas e medidas de distanciamento por ocorrência da pandemia da Covid19, neste estágio os alunos passaram a frequentar as aulas presenciais em sistema de rodízio, onde parte deles vem para a escola e a outra parte acompanha as aulas por meio de plataforma de videoconferências. Como o atendimento ocorreu de forma simultânea, tomamos o cuidado de ouvir e interagir os dois grupos e, a cada resposta ou colocação dos alunos no presencial, repetíamos suas falas ao microfone para que os alunos que estavam em casa pudessem acompanhar o raciocínio e participar das discussões.

No desenvolvimento desta etapa procuramos identificar as possíveis mudanças na forma de compreender a precipitação química, ou seja, analisar se houve alguma transposição das concepções errôneas e das concepções alternativas para uma melhor compreensão científica.

No quadro abaixo (Quadro 25) elaboramos um guia com os temas, objetivos e perguntas para não perdermos o foco durante as discussões.

Quadro 25: Grupo focal – Guia de temas

Guia de Temas
<p>1ª. Parte: Aspecto do precipitado</p> <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar se os alunos compreenderam o precipitado como um material de características cristalinas; • Avaliar se o uso do microscópio nos experimentos colaborou para uma melhor compreensão do aspecto físico de um precipitado de natureza iônica. <p>Questionamentos:</p> <p>1- Como vocês descreveriam o aspecto do precipitado antes de terem visto a sua formação pelo microscópio?</p> <p>2- E como vocês descreveriam um cristal?</p>
<p>2ª. Parte: Formação do precipitado</p> <p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar se os alunos compreenderam como foi formado o precipitado nos experimentos da etapa 2 da sequência didática; • Avaliar se os experimentos e seminários colaboraram para uma melhor compreensão sobre fenômenos físicos e químicos. <p>Questionamentos:</p> <p>1- Como vocês definem uma reação química?</p> <p>2- Toda transformação da matéria é um fenômeno químico?</p>

3ª. Parte: Ciclo natural da água

Objetivos:

- Verificar se os alunos conseguiram estabelecer as diferenças entre o fenômeno de precipitação da água na natureza e aquele da precipitação em soluções iônicas;
- Avaliar se os experimentos e seminários colaboraram para uma melhor compreensão sobre precipitação química.

Questionamentos:

- 1- Quando falamos sobre o ciclo natural da água, o que é precipitação?
- 2- Vocês conseguem perceber a diferença entre a precipitação da água na natureza e a precipitação que ocorreu nos experimentos?

Fonte: elaboração própria.

Apresentamos algumas transcrições relevantes da interação entre o professor-pesquisador e os alunos (Quadros 26, 27 e 28). As transcrições foram feitas a partir do arquivo de vídeo da plataforma Google Meet e utilizamos as siglas PP para designar o professor-pesquisador, T1 e T2 para designar as turmas e A1, A2, A3... para os alunos que interagiram.

É importante esclarecer que as turmas T1 e T2 participaram do grupo focal em aulas distintas, no entanto, foram feitas as mesmas perguntas para ambas as turmas.

Quadro 26: Grupo focal – Respostas sobre o aspecto do precipitado

Aspecto do precipitado		
	PP	“Por meio dos experimentos, vocês puderam ver que o precipitado era formado por cristais. Como vocês imaginavam antes dos experimentos, mesmo que se colocasse no microscópio, você veria o quê?”
T1	T1A1	“Umas bolinhas pequenas”
	T1A2	“Parecia mais uma nuvem.”
T2	T2A1	“Bolinhas brancas”
	T2A2	“Pedacinhos sem uma forma correta, cada um de um jeito”
	PP	“Por que o precipitado não poderia ser um cristal? E na visão de vocês, o que era um cristal?”
T1	T1A1	“Para mim, cristal é algo como uma pedra preciosa. E ali, naquele pó, não dá pra ver isso”
	T1A3	“Eu pensava em diamante. Cristal joia”
	T1A4	“Eu pensava que fosse algo lapidado, com umas faces e que dá pra ver.”
	T1A1	“E quando você amplia dá pra ver.”
T2	T2A3	“O cristal é algo que parece que corta. É estranho na minha cabeça: como um pozinho tão gostoso de tocar poderia ser feito de cristaizinhos?!”
	T2A4	“Algo que reflete a luz de um jeito bonito”
	T2A3	“Algo duro. E quando falava em cristal, eu imaginava algo grande.”

Fonte: elaboração própria.

Quadro 27: Grupo focal – Respostas sobre a formação do precipitado

Formação do precipitado		
	PP	“Para vocês, o que é uma reação química?”
T1	T1A3	“É uma coisa que muda. Alguma coisa que transforma”.
	T1A5	“É pegar ingredientes diferentes, colocar juntos, pra fazer algo diferente”.
	T1A2	“É tipo Lego também. Você monta alguma coisa, e depois pega as pecinhas e faz outra coisa com elas”.
	T1A6	“Nada se perde, tudo se transforma.”
T2	T2A2	“É quando forma uma substância”
	T2A3	“Sim, uma substância nova.”
	PP	“E toda transformação é necessariamente uma reação química? E se não é, que nome podemos dar para as transformações que não envolvem reação química?”
T1	T1A1	“Não. Por exemplo de sólido para líquido, a passagem. É físico”
	T1A3	“É um processo físico”
	T1A4	“Aí só muda a aparência, não muda a substância”
T2	T2A1	“Não”
	T2A2	“Transformações físicas”
	PP	“E o experimento que nós fizemos, é um processo físico ou químico?”
T1	T1A4	“Foi físico.”
T2	T2A3	“O sal já existia. É físico.”
	PP	“Muitos disseram que o precipitado se formou por causa de uma reação química. Por que aquele experimento parecia ser de uma reação química?”
T1	T1A1	“Porque o conjunto mudou, mas mudar não quer dizer que é químico”
	T1A6	“Mudou a aparência”
T2	T2A2	“Porque mudou muito a que era antes”
	T2A5	“Pensei igual, mas não é”

Fonte: elaboração própria.

Quadro 28: Grupo focal – Respostas sobre o ciclo natural da água

Ciclo natural da água		
	PP	“O que é precipitação quando a gente fala do ciclo da água na natureza?”
T1	T1A3	“É quando tem chuva”
	T1A3	“Granizo.”
T2	T2A1	“É chuva, granizo ou neve.”
	PP	“A precipitação que nós fizemos, com o resfriamento da solução de cloreto de amônio, tem relação com a precipitação da água na natureza ou não?”
T1	T1A7	“Sim. É uma reação da chuva. Se você pegar a neve dá pra ver o cristal”
	T1A5	“Não, são coisas diferentes.”
T2	T2A4	“Tem só o lance de algo estar caindo, o resto é diferente”
	T2A3	“Não, é diferente.”
	PP	“No experimento, aquilo que se formou, o precipitado, era água?”
T1	T1A7	“Não, era um sal. Ah, agora entendi!”
T2	T2A4	“O precipitado era um sal.”
	PP	“Muitos associaram o experimento ao ciclo da água na natureza. Por que houve essa associação?”
T1	T1A1	“Por causa da palavra?!”
	T1A5	“Acho que faltou pensar”
	T1A4	“É que a gente ouve mais.”
T2	T2A3	“Porque, eu acho, que se digitar precipitação no Google, aparece chuva”
	T2A1	“Por causa do jornal, quando fala do tempo. Meteorologia”
	T2A4	“A palavra é igual.”

Fonte: elaboração própria.

A participação dos alunos foi expressiva. Além do material transcrito, também verificamos que muitos alunos concordaram ou discordaram das colocações de seus colegas por meio de gestos ou mensagens curtas no chat, como “sim”, “concordo”, “o mesmo”.

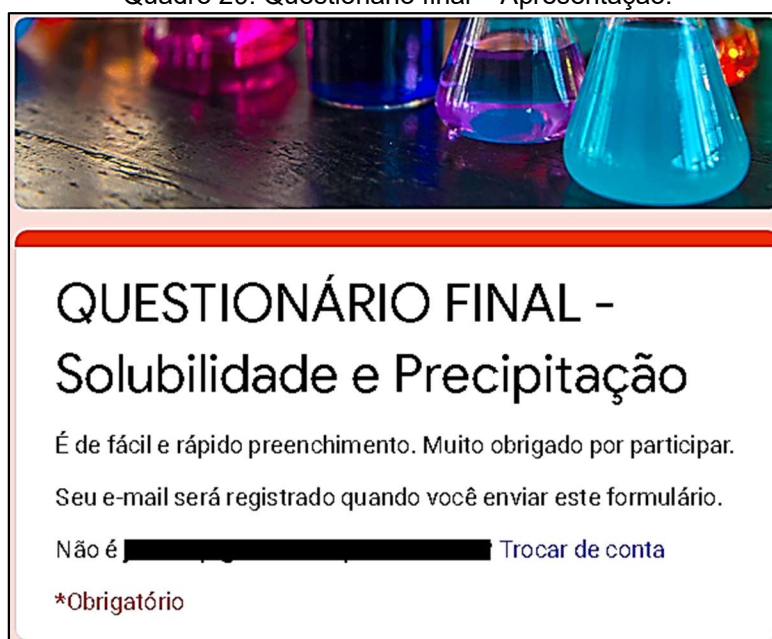
Nesta penúltima etapa, a do grupo focal, os alunos estavam mais relaxados e foi possível perceber de forma clara que realmente houve uma mudança no modo de compreender a precipitação, ou seja, houve uma evolução do senso comum para o conhecimento científico em grande parte dos alunos. O que também pôde ser comprovado no questionário da etapa final.

O grupo focal, além de fornecer dados que não conseguimos extrair na etapa 1 através do formulário eletrônico, proporcionou um exercício reflexivo dos alunos a respeito do que compreenderam e de que forma evoluíram em suas concepções ao longo das etapas anteriores.

5.5. Desenvolvimento e análise da etapa 5 – Questionário final


Obtivemos 58 respostas entre os 69 alunos participantes, ou seja, 11 alunos optaram por não preencher o questionário. A atividade foi composta de 03 perguntas sobre precipitação e 07 perguntas sobre o ensino por investigação, e foram realizadas com o auxílio de formulário eletrônico (Quadro 29).

Quadro 29: Questionário final – Apresentação.



QUESTIONÁRIO FINAL -
Solubilidade e Precipitação

É de fácil e rápido preenchimento. Muito obrigado por participar.
Seu e-mail será registrado quando você enviar este formulário.

Não é  [Trocar de conta](#)

*Obrigatório

Fonte: captura de tela – Google Formulários.

5.5.1. Questão 1

Na questão 1 buscamos identificar se os alunos compreenderam o experimento de precipitação por resfriamento de uma solução saturada de cloreto de amônio como fenômeno físico e não como um fenômeno químico (Quadro 30).

Quadro 30: Questionário final – Questão 1.

Sobre a Precipitação

1. O que ocorreu no Experimento 1 (resfriamento de uma solução saturada de cloreto de amônio)? Ver figura abaixo. *

A) A formação de um precipitado por meio de uma reação química, ou seja, com o surgimento de uma nova substância.

B) A formação de um precipitado por meio de um processo físico, ou seja, a diminuição da solubilidade causada pelo resfriamento fez precipitar uma substância que já existia em solução.

Fonte: captura de tela do Google Formulários com figura de elaboração própria.

Dos 58 alunos que enviaram o formulário, 53 acertaram a questão (Gráfico 7).

Gráfico 7: Questionário final – Questão 1.



Fonte: captura de tela – Google Formulários.

5.5.2. Questão 2

Na questão 2 buscamos identificar se os alunos compreenderam que o precipitado é formado por ligações iônicas, constituindo-se um cristal de composto iônico (Quadro 31).

Quadro 31: Questionário final – Questão 2.

2. Ainda sobre o Experimento 1 - Usando o microscópio, vimos o crescimento dos cristais do precipitado. De que são feitos estes cristais? *



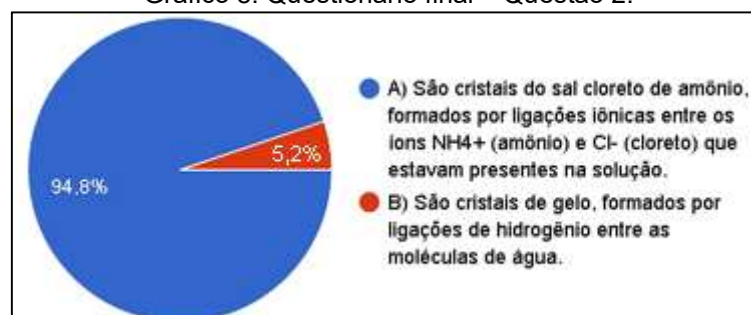
A) São cristais do sal cloreto de amônio, formados por ligações iônicas entre os íons NH_4^+ (amônio) e Cl^- (cloreto) que estavam presentes na solução.

B) São cristais de gelo, formados por ligações de hidrogênio entre as moléculas de água.

Fonte: captura de tela do Google Formulários com imagem do experimento 1.

Dos 58 alunos que enviaram o formulário, 55 acertaram a questão (Gráfico 8).

Gráfico 8: Questionário final – Questão 2.



Fonte: captura de tela – Google Formulários.

5.5.3. Questão 3

Na questão 3 buscamos identificar se os alunos compreenderam que o precipitado formado no experimento 1 não tem relação com o ciclo natural da água (Quadro 32).

Quadro 32: Questionário final – Questão 3.

3. Podemos dizer que a precipitação no ciclo natural da água – ver imagem – e a precipitação que ocorre no Experimento 1, são processos idênticos? *



O diagrama ilustra o ciclo da água com os seguintes componentes: Armazenamento de água no gelo, Armazenamento de água na atmosfera, Condensação, Evapotranspiração, Evaporação, Armazenamento da água nos oceanos, Escoamento superficial, Caudal no rio, Escoamento superficial proveniente do degelo, Precipitação (destacada com um círculo vermelho), Infiltração, Nascente, Armazenamento de água doce, Descarga do aquífero, Armazenamento de água subterrânea. O logotipo da USGS e o endereço <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html> estão presentes na base do diagrama.

A) Sim, são idênticos. Em ambos ocorre a precipitação da água.

B) Não, os processos são diferentes. No ciclo da água, a precipitação é a queda de água no estado líquido (chuva) ou sólido (neve e granizo), e envolve mudanças no estado físico da água. Já nas soluções, como no Experimento 1, a precipitação se refere à formação de um sólido iônico e envolve alterações na solubilidade.

Fonte: captura de tela do Google Formulários com figura extraída do site da USGS (United States Geological Survey) <<https://www.usgs.gov/>> Acesso em mai. 2021.

Dos 58 alunos que enviaram o formulário, 55 acertaram a questão (Gráfico 9).

Gráfico 9: Questionário final – Questão 3.

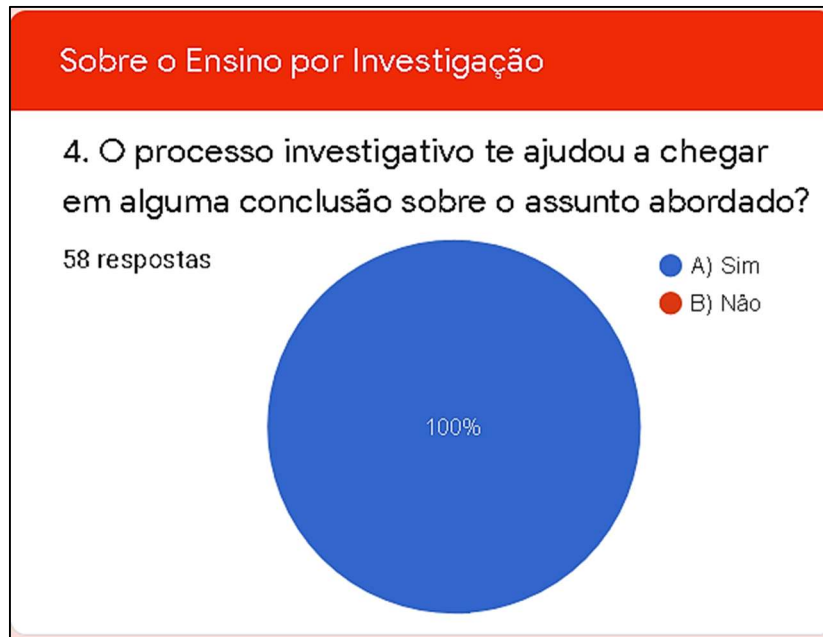


Fonte: captura de tela – Google Formulários.

5.5.4. Ensino por investigação

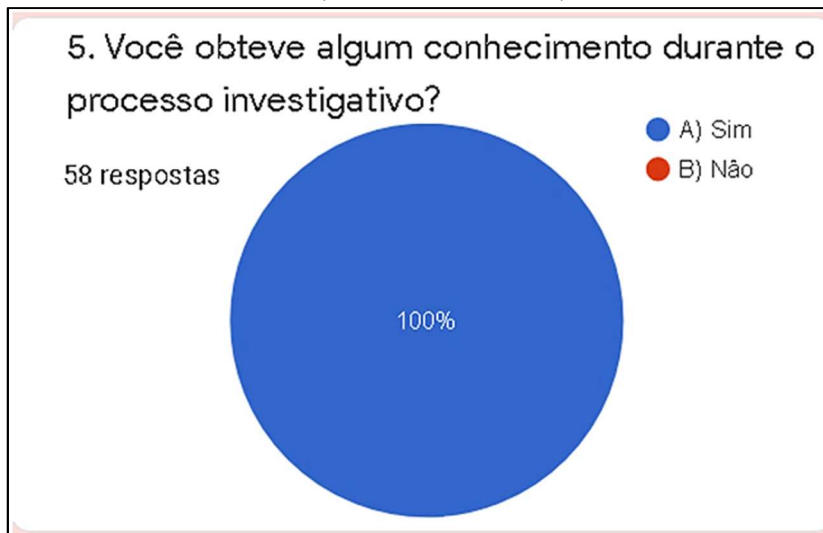
Perguntas e respostas sobre o ensino por investigação e grau de satisfação dos alunos (Gráficos 10 ao 16). As perguntas foram adaptadas do questionário referente ao processo investigativo de Mourão e Sales (2018).

Gráfico 10: Questionário final – Questão 4.



Fonte: captura de tela – Google Formulários.

Gráfico 11: Questionário final – Questão 5.



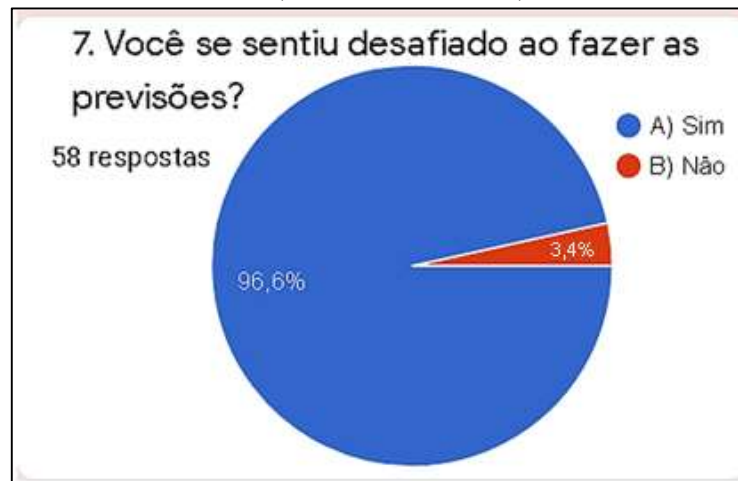
Fonte: captura de tela – Google Formulários.

Gráfico 12: Questionário final – Questão 6.



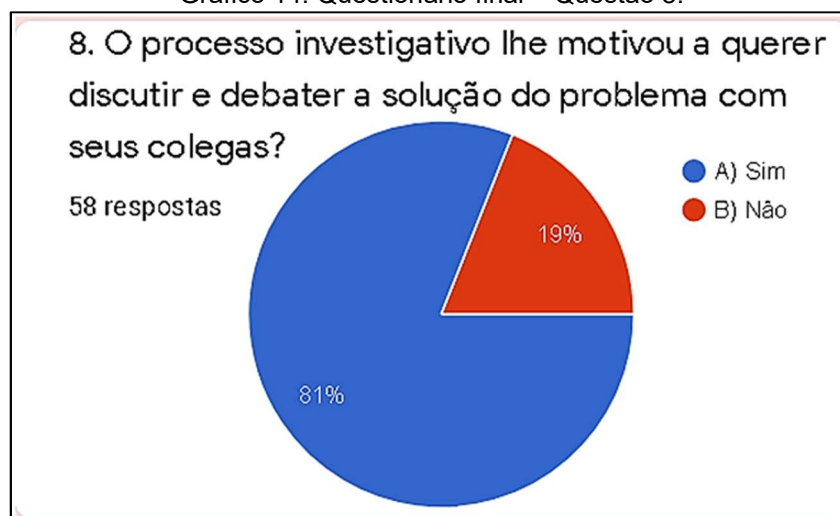
Fonte: captura de tela – Google Formulários.

Gráfico 13: Questionário final – Questão 7.



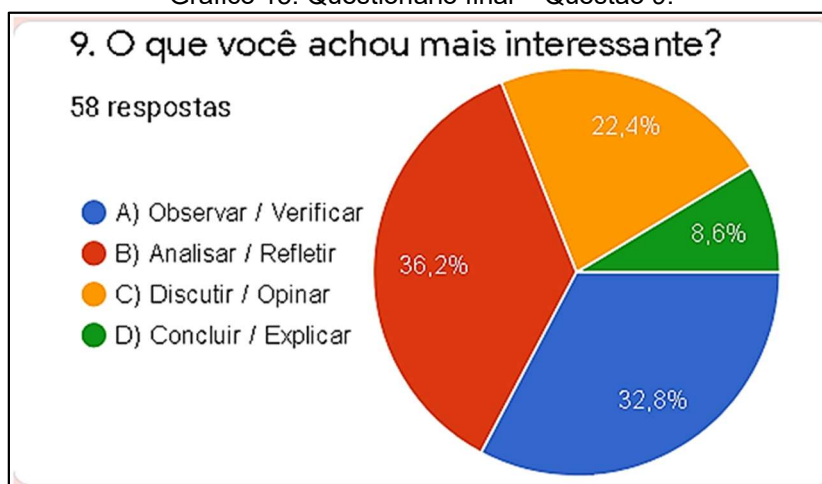
Fonte: captura de tela – Google Formulários.

Gráfico 14: Questionário final – Questão 8.



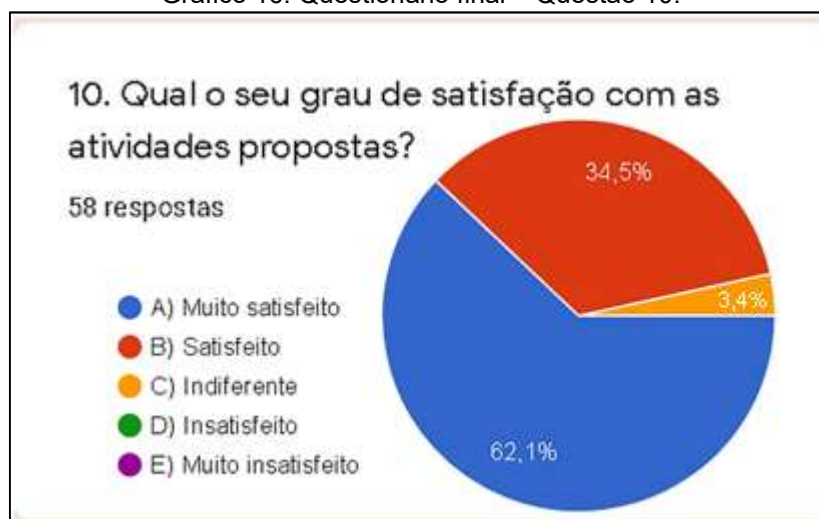
Fonte: captura de tela – Google Formulários.

Gráfico 15: Questionário final – Questão 9.



Fonte: captura de tela – Google Formulários.

Gráfico 16: Questionário final – Questão 10.



Fonte: captura de tela – Google Formulários.

As respostas para estas perguntas finais sobre o ensino por investigação, confirmaram o que percebemos ao longo da aplicação da sequência didática: o envolvimento e a participação dos alunos foram efetivos e, o mais importante, o processo gerou aprendizado e se mostraram satisfeitos com a forma como foi conduzido o estudo sobre precipitação química.

6. Considerações finais

A pesquisa realizada teve como objetivo desenvolver e avaliar a potencialidade de uma sequência didática, embasada no ensino por investigação, com atividades diversificadas e relacionadas ao ensino de precipitação química para alunos do 2º ano do Ensino Médio.

Cada uma das cinco etapas da sequência didática cumpriu efetivamente o papel planejado: as perguntas da etapa inicial permitiram averiguar o conhecimento prévio dos alunos com o levantamento de hipóteses relevantes para a pesquisa; os experimentos com o microscópio digital foram atraentes para os alunos e importantes na compreensão do aspecto e formação do precipitado; os seminários permitiram a investigação e a reflexão, onde concepções alternativas e errôneas foram discutidas e transpostas; no grupo focal, os alunos refletiram novamente e puderam falar e notar o quanto evoluíram; e a etapa final comprovou que os conceitos sobre precipitação foram bem assimilados pela maioria dos alunos.

Conforme os dados apresentados, ficou evidente que a sequência didática consonante com o ensino por investigação possibilitou uma abordagem atraente para os alunos, com momentos de reflexão e de autonomia na construção do conhecimento.

No que se refere à prática docente, o referencial teórico pesquisado deu suporte ao professor-pesquisador agregando conhecimento e melhora de sua prática. E mesmo num contexto atípico de pandemia da Covid19, com aulas online durante praticamente toda a aplicação da pesquisa, contamos com uma participação expressiva dos alunos e concluímos que os resultados foram positivos.

Encerramos esta dissertação de mestrado com um diálogo entre dois alunos ao final da sequência didática aplicada: - T2A3: “Não é tão difícil (ensino por investigação), mas tem que pesquisar; exigiu da gente um esforço pra ver um vídeo, ler um texto, e pesquisar algumas coisas”; - T2A1: “Achei estranho no início, porque não tinha resposta pronta”; - T2A3: “Meio complicadinho, mas aprendi”.

Referências

- ANAGOVBR. **O Ciclo da Água (Ciclo Hidrológico)**. Youtube, 03 jul. 2014. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=vW5-xrV3Bq4>>. Acesso em: 05 mar. 2021.
- ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DAS FUNDAÇÕES EDUCACIONAIS. **Vestibular Acafe 2012**. Disponível em: <<https://vestibular.brasile scola.uol.com.br/downloads/associacao-catarinense-das-fundacoes-educacionais.htm>> Acesso em jan. 2021.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- AULER, D.; BAZZO, W.A. Reflexões para a implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.1-13, 2001.
- AULER, D, et al. Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v.2, n.1, p. 67-84, 2009.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. **Journal of Science Teacher Education**, v. 17, n. 3, p. 265-278, 2006.
- BATISTA, Carolina. **Teoria de Arrhenius**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/teoria-arrhenius/>> Acesso em jan. 2021.
- BRADY, James E.; HUMISTON, Gerard E. **Química Geral**, 2-ed, vol.2. Traduzido por: Cristina Maria Pereira dos Santos; Roberto de Barros Faria. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1986.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Secretaria de Alfabetização**. PNA: Política Nacional de Alfabetização, 2019.
- CAMPOS, M.C.C; NIGRO, R.G. **Didática de Ciências: O Ensino-Aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.
- CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de Ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2015.
- CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação**: Condições para implementação em sala de aula. 1ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 1-20.
- CASTRO, C. M. O ensino médio: órfão de ideias, herdeiro de equívocos. **Ensaio: aval. pol. públ. educ.**, v.16, n.58, p.113-124, 2008.

COLL, R.K; TREAGUST, D. Investigation of secondary school, undergraduate and graduate learner's mental models of ionic bond, **Journal of Research in Science Teaching**, 40, 464- 486. 2003.

COMISSÃO PERMANENTE DE SELEÇÃO – COPERSE. **Vestibular UFRGS 2019**. Disponível em: < <http://www.ufrgs.br/coperse/provas-e-servicos/cv-2019-provas-comentadas/view>> Acesso em jan. 2021.

COMISSÃO PERMANENTE DO VESTIBULAR – COMPERVE. **Vestibular UFRN 2010**. Disponível em: <<http://www.comperve.ufrn.br/conteudo/provas/2010/QuimicaBiologiaFisicaMatematicaEspanhol.pdf>> Acesso em jan. 2021.

COMISSÃO PERMANENTE DO VESTIBULAR – COPEVE. **Vestibular UFMG 2009**. Disponível em: <http://download.uol.com.br/vestibular2/prova/ufmg_2009_qui.pdf> Acesso em jan. 2021.

CORRÊA, G.C.G. *et al.* **Pequisa-ação: uma abordagem prática de pesquisa qualitativa**. Sorocaba, SP. Ensaio Pedagógicos, vol. 2, n.1, jan./abr. 2018. Disponível em: <<http://www.ensaiospedagogicos.ufscar.br/index.php/ENP/article/view/60/89>>. Acesso em: 07 jun. 2021.

CURVA de solubilidade. **UEPEG**, 2014. Disponível em: <<https://www.uepg.br/pet/Material%20Didatico/2014/Curva%20de%20solubilidade.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2021.

EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO. **ENEM 2018**. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2018/2DIA_05_AMAR_ELO_BAIXA.pdf> Acesso em jan. 2021.

FACULDADE DE MEDICINA DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO - FAMERP. **Vestibular FAMERP 2020**. Disponível em: <<https://vestibular.brasilecola.uol.com.br/downloads/faculdade-medicina-sao-jose-rio-preto.htm>> Acesso em jan. 2021.

FIGUEIREDO, M. **As salinas da Lagoa de Araruama – RJ**. Disponível em: <<https://www.araruama.rj.gov.br/turismo/index.php/roteiros/pontos-turisticos.html>> Acesso em jan. 2021.

FLIXVENTURES. **Beauty of Crystallization – A Time Lapse Video about Crystal Growth**. Youtube, 23 jan. 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=lo0cp2uhxb0>>. Acesso em: 05 mar. 2021.

FONSECA, Bruna Teixeira da. Composto iônico. **Infoescola**, 2013. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/quimica/composto-ionico>>. Acesso em: 05 mar. 2021.

FUNDAÇÃO UNIVERSITÁRIA PARA O VESTIBULAR. **Vestibular Fuvest 2016**. Disponível em: <https://acervo.fuvest.br/fuvest/2016/fuv2016_1fase_prova_V.pdf> Acesso em jan. 2021.

FUNDAÇÃO VUNESP. **Vestibular Unesp 2014**. Disponível em: <<https://vestibular.brasilecola.uol.com.br/downloads/universidade-estadual-paulista.htm>> Acesso em jan. 2021.

FUNDAÇÃO VUNESP. **Vestibular Unesp 2017**. Disponível em: <<https://vestibular.brasilecola.uol.com.br/downloads/universidade-estadual-paulista.htm>> Acesso em jan. 2021.

GIL PÉREZ, D.; VALDÉS CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: um ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, Bracelona, v.14, n.2, p.155-163, 1996. Disponível em <<http://www.raco.cat/index.php./Ensenanza/article/viewFile/21444/93407>> Acesso em 05 jul. 2020

GOTTI, Alessandra. Os desafios da Educação brasileira em 2019: linhas e cores. **Nova escola**, 2019. Disponível em: < <https://novaescola.org.br/conteudo/15432/os-desafios-da-educacao-brasileira-em-2019-linhas-e-cores>>. Acesso em: 07 jun. 2021.

ISEEN. **Beautiful Chemical Reactions – Precipitation**. Youtube, 16 nov. 2014. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=BGUfC3UUBkl>>. Acesso em: 05 mar. 2021.

JUSTI, R.; MENDONÇA, P. C. C. Favorecendo o aprendizado do modelo eletrostático: análise de um processo de ensino de ligação iônica fundamentado em modelagem. Parte II, **Educación Química**, 20(3), 373–382, 2009.

KIILL, K. B.; COSTA, M. C. S. Ligação iônica em livros didáticos de química: implicações para a compreensão conceitual. In: **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2019, Natal Disponível em: <<http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0728-1.pdf>> Acesso em 26 de julho de 2020.

KITZINGER, J. Focus groups with users and providers of health care. In: POPE, C.; MAYS, N. (Org.). **Qualitative research in health care**. 2. ed. London: BMJ Books, 2000.

LIDE, David R. (ed.), 2009, **CRC Handbook of chemistry and physics** 90th ed. Boca Raton, Florida: CRC Press, 2009.

LIMA, Maria E.C.C. *et al.* **Ensinar Ciências por Investigação: Um desafio para os formadores**. Rio de Janeiro, RJ. Química Nova na Escola, n°29, Agosto 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc29/06-RSA-7306.pdf>. Acesso em: 19 de setembro de 2014.

MAHAN, B. M.; MYERS, R. J. **Química, um Curso Universitário**, 4a ed., Ed. Edagard Bücher Ltda., São Paulo, SP, Brasil, 1995.

MELLO, Roberta. **Reação de precipitação e a relação com a tabela de solubilidade de sais**. Youtube, 12 nov. 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=hNEKC-OQhE4>>. Acesso em: 05 mar. 2021.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R., Favorecendo o aprendizado do modelo eletrostático: análise de um processo de ensino de ligação iônica fundamentado em modelagem. Parte I, **Educación Química**, 20(Extraord.), 282–294, 2009.

MOREIRA, M, A. O mestrado (profissional) em ensino. **Revista Brasileira de Pós-Graduação - RBPG**, v.1, no.1, p. 131-143, 2004.

MORGAN, D. L. **Focus group as qualitative research**. London: Sage, 1997.

MORTIMER, E. F.; MOL, G. e DUARTE, L. P. Regra do octeto e teoria da ligação química no ensino médio: dogma ou ciência? **Química Nova**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 243-252, 1994.

MOURÃO, M.F.; SALES, G.L. O uso do ensino por investigação como ferramenta didático-pedagógica no ensino de Física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.13, no.5, p.428-440, 2018.

MUNFORD, Danusa e LIMA, Maria Emilia Caixeta de Castro. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.9, n.1, p.72-89, 2007. Disponível em <<https://www.scielo.br/pdf/epec/v9n1/1983-2117-epec-9-01-00089.pdf>> Acesso em 05 jul. 2020

PLACCO, V. M. N. S; Um estudo de representações sociais de professores do Ensino Médio quanto à AIDS, às drogas, à violência e à prevenção: o trabalho com grupos focais. In: MENIN, M. S. S.; SHIMIZU, A. M. **Experiência e representação social**: questões teóricas metodológicas. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2005, p. 295-314.

POZO, J. I. A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: COLL, C. et al. **Os conteúdos na reforma**. Porto Alegre: Artes médicas, 1998. p. 17-71.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G.. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Naila Freitas (trad.) 5. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRECIPITAÇÃO. **Secretaria da Educação do Paraná**, 2012. Disponível em: <<http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1939&evento=7>>. Acesso em: 05 mar. 2021.

RUSSEL, J. B. **Química Geral**. 2 ed. Volume 1. São Paulo: Makron Books. 1994. 621p.

SÁ, E. F. **Discursos de Professores sobre Ensino de Ciências por Investigação**. Tese de doutorado, UFMG. Belo Horizonte – MG, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/FAEC-84JQPM/1/2000000177.pdf>> Acesso em: 26 de julho de 2020.

SÁ, E. F. et al. **As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências**. In: VI

ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2007. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p820.pdf>>. Acesso em: 26 de julho de 2020.

SÁ, E. F.; MAUÉS, E. R.; MUNFORD, D.. **Ensino de Ciências com caráter investigativo I**. In: CASTRO, Emília Caixeta de; MARTINS, Carmen Maria de Caro; MUNFORD, Danusa (orgs.). **Ensino de Ciências por Investigação – ENCI: Módulo I**. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG, 2008. P.83-107.

SÁ, E. F.; PAULA, H. F.; MUNFORD, D.. Ensino de Ciências com caráter investigativo II. In: CASTRO, Emília Caixeta de; MARTINS, Carmen Maria de Caro; MUNFORD, Danusa (orgs.). **Ensino de Ciências por Investigação – ENCI: Volume II**. Belo Horizonte, UFMG/FAE/CECIMIG, 2008. P. 71-100.

SCHNETZLER, R. P.; ROSA, M. I. D. F. P. S. O conceito de transformação química. **Química Nova na Escola**, v. 8, p. 31–35, 1998.

SCIENCE SOURCE. **Chemical precipitation**. Disponível em: <sciencesource.com> Acesso em jan. 2021.

SILVA, F. A. R. O ensino por investigação e as práticas epistêmicas: referenciais para a análise da dinâmica discursiva da disciplina “Projetos em Bioquímica”. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 7., 2009, Florianópolis. Anais... Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009. Disponível em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/591.pdf>> Acesso em 26 de julho de 2020.

STUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R; CARMO, M. P. Atividades experimentais investigativas: utilizando a energia envolvida nas reações químicas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 7., 2009, Florianópolis, 2009. Anais... Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009. Disponível em <<http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/220.pdf>> Acesso em 05 de jul. 2020.

TRIPP, D. **Pesquisa – ação: uma introdução metodológica. Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, Dez. 2005.

TVAGRO. **Produção de sal – Salina da CIMSAL – Mossoró / RN**. Youtube, 06 dez. 2015. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=5-2sBj2G6QA>>. Acesso em: 05 mar. 2021.

UNESCO. Ensino de Ciências: o futuro em risco. 2005. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139948>. Acesso em: 01 jun. 2011.

UNICEF. 10 desafios do Ensino Médio no Brasil para garantir o direito de aprender de adolescentes de 15 a 17 anos. Brasília, DF: UNICEF, 2014.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **The water cycle**. Disponível em: <<https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/o-ciclo-d-gua->

water-cycle-portuguese?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects>
Acesso em mai. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Vestibular Ufscar 2007**. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/folha/fovest/20070104-ufscar-resolucao-4.pdf>>
Acesso em jan. 2021.

ZABALA, A. **A Prática Educativa. Como ensinar**. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**. no.3, vol. 13, p. 67-80, 2011.

Anexo I
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

ELEMENTOS BÁSICOS DE CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	
Instituição	Instituto de Química – Unesp – Campus Araraquara
Pesquisador Responsável	Julio Mario de Oliveira
Orientador	Profa. Dra. Fabíola Manhas Verbi Pereira
Título do Projeto	Investigação guiada sobre precipitação – possibilidades para o Ensino Médio.
Objetivo	Desenvolver e avaliar a potencialidade de uma sequência didática investigativa sobre precipitação.

1. Abordagem de Pesquisa

Optou-se pela abordagem qualitativa da pesquisa, sendo do tipo pesquisa-ação. Sendo esta uma forma de melhora da prática, analisando processo e produto. Serão trabalhados os assuntos previstos no currículo da disciplina de Química, tais como: solubilidade e precipitação.

2. Direitos dos Participantes

Os envolvidos nessa pesquisa têm o direito de receber esclarecimentos acerca da investigação desenvolvida antes ou durante o curso desse estudo seja com o Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Unesp ou com o pesquisador responsável. Também possuem o direito de retirar o termo de consentimento em qualquer fase de desenvolvimento da pesquisa ou mesmo recusar sua participação sem qualquer penalização ou prejuízo ao seu cuidado.

3. Direito de Confidencialidade:

Não serão utilizadas imagens, nem áudios que identifique de alguma forma os participantes. E as informações obtidas serão analisadas e divulgadas, quando autorizadas pelos participantes, utilizando-se para isso códigos e números.

4. Acesso às Informações da Pesquisa:

É assegurado aos participantes da pesquisa o direito de serem informados sobre os resultados parciais e finais da investigação, quando em estudos abertos, ou resultados que sejam do conhecimento dos pesquisados.

5. Compromisso dos Pesquisadores:

Os pesquisadores devem utilizar os dados e os materiais coletados somente para contemplar os objetivos propostos por essa investigação. Você está recebendo uma cópia deste termo onde consta o contato do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Julio Mario de Oliveira - Professor
Aluno – ProfQui – Unesp - Araraquara
jmol3@hotmail.com

Após a leitura do exposto acima, acredito ter sido suficientemente informado a respeito da pesquisa “Investigação guiada sobre precipitação – possibilidades para o ensino médio”. Declaro para os devidos fins que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Local e data:

(nome completo e assinatura)