



ANA CAROLINY MARTINS FONSECA

**PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E
DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES COGNITIVAS
PELOS ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA AO LONGO DE
AULAS ENVOLVENDO A ABORDAGEM DO TEMA INSUMOS
AGRÍCOLAS E MEIO AMBIENTE**

**LAVRAS – MG
2022**

ANA CAROLINY MARTINS FONSECA

**PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E DESENVOLVIMENTO DE
HABILIDADES COGNITIVAS PELOS ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA AO LONGO
DE AULAS ENVOLVENDO A ABORDAGEM DO TEMA INSUMOS AGRÍCOLAS E
MEIO AMBIENTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, para a obtenção do título de mestre.

Profa. Dra. Josefina de Souza Aparecida
Orientadora

Profa. Dra. Marianna Meirelles Junqueira
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2022**

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Fonseca, Ana Carolyn Martins.
Promoção da Alfabetização Científica e Desenvolvimento de
Habilidades Cognitivas pelos Alunos da Educação Básica ao Longo
de Aulas Envolvendo a Abordagem do Tema Insumos Agrícolas e
Meio Ambiente / Ana Carolyn Martins Fonseca. - 2022.
170p.:il.

Orientador(a): Josefina Aparecida de Souza.
Coorientador(a): Marianna Meirelles Junqueira.
Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Lavras, 2022.
Bibliografia.

1. Solubilidade. 2. Estratégias de Ensino Diferentes. 3. Estudo de
caso. I. Souza, Josefina Aparecida de. II. Junqueira, Marianna
Meirelles.

ANA CAROLINY MARTINS FONSECA

PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES COGNITIVAS PELOS ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA AO LONGO DE AULAS ENVOLVENDO A ABORDAGEM DO TEMA INSUMOS AGRÍCOLAS E MEIO AMBIENTE

PROMOTION OF SCIENTIFIC LITERACY AND DEVELOPMENT OF COGNITIVE SKILLS BY BASIC EDUCATION STUDENTS THROUGH CLASSES INVOLVING THE APPROACH TO THE THEME AGRICULTURAL INPUTS AND THE ENVIRONMENT

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, para a obtenção do título de mestre.

APROVADA em 24 de fevereiro de 2022.

Dr. Gildo Girotto Júnior UNICAMP
Dra. Rita de Cássia Suart UFLA

Profa. Dra. Josefina de Souza Aparecida
Orientadora

Profa. Dra. Marianna Meirelles Junqueira
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2022**

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida, pela oportunidade que tive de realizar o mestrado e por me ajudar a vencer os obstáculos ao longo dessa trajetória.

A minha mãe Maria José, meu pai Afonso e minha irmã Paula que me incentivaram nos momentos difíceis, e por compreender à minha ausência enquanto me dedicava a realização das atividades do mestrado.

Ao meu namorado Robson pela compreensão, paciência, companheirismo e apoio.

As minhas professoras Josefina e Marianna que me orientaram, tiveram muita paciência, realizaram as correções e ensinamentos que me permitiram desenvolver no meu processo de formação profissional.

As minhas amigadas que levarei sempre comigo, por estar mesmo longe presente na minha vida acadêmica e também pessoal.

E para todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho.

Meu muito obrigada!

RESUMO

A Química é uma das disciplinas presentes no currículo básico escolar que, em diversas ocasiões, é considerada de difícil compreensão pelos estudantes. Nesse sentido, diferentes estratégias de ensino têm sido pensadas e desenvolvidas com o objetivo de superação das dificuldades e pré-concepções relacionadas à Química, e também de modo a promover uma maior participação do aluno na construção do conhecimento. Dessa forma, o presente estudo tem o objetivo de investigar se uma Sequência de Aulas (SA) sobre insumos agrícolas e meio ambiente contemplando as estratégias estudo de caso, experimentação, roda de conversa e júri químico pode contribuir para a promoção da Alfabetização Científica (AC) e a manifestação de habilidades cognitivas pelos alunos do primeiro ano do Ensino Médio, por meio de suas respostas. Essa SA foi composta por 13 aulas, nas quais foram abordados os conceitos químicos envolvidos no entendimento de solubilidade. Para o desenvolvimento da análise foram transcritos alguns trechos das aulas para a realização de reflexões sobre a SA; análise do caso; categorização das perguntas e respostas dos alunos fornecidas aos questionários prévio e pós, e das atividades entregues durante os experimentos 1, 2 e 3 quanto ao nível cognitivo e ao nível de alfabetização científica. Baseado nos dados analisados pode-se concluir que as atividades realizadas em sala de aula auxiliaram os alunos a manifestarem diferentes habilidades cognitivas, pois muitos desenvolveram níveis cognitivos com habilidades mais elevadas. Observou-se também que a maioria das respostas dos alunos foram classificadas como sendo de alfabetização científica nominal, visto que, durante as atividades experimentais não ocorreram a socialização das ideias e/ou respostas dos alunos, por meio da mediação da professora e havia muitas questões problemas nas atividades, tirando o foco do caso principal da SA, contribuindo para esse resultado. As relações mais frequentes ocorreram entre: o nível cognitivo N1 com não alfabetizado cientificamente e com alfabetização científica nominal; o nível cognitivo N2 com alfabetização científica nominal; e o nível cognitivo N3 com a alfabetização científica nominal ou funcional. Além disso, notou-se que o estudo de caso foi retomado durante toda a SA, dessa forma foi uma estratégia que motivou os alunos a participarem da SA, e que os questionamentos levantados durante as aulas, levaram os alunos a realizarem reflexões principalmente na aula da roda de conversa. Observou-se que os posicionamentos apresentados pelos alunos na aula do júri químico não explicitaram conceitos científicos perpassando mais por características lúdicas em contraponto as educativas. Espera-se que esse trabalho possa trazer contribuições para a área de ensino de química e a atuação docente em sala de aula.

Palavras-Chave: Ensino de química. Júri químico. Experimentação. Estudo de caso. Roda de conversa.

ABSTRACT

Chemistry is one of the subjects present in the basic school curriculum that, on several occasions, is considered difficult for students to understand. In this sense, different teaching strategies have been designed and developed with the aim of overcoming difficulties and preconceptions related to Chemistry, and also in order to promote greater student participation in the construction of knowledge. Thus, the present study aims to investigate whether a Sequence of Classes (SC) on agricultural inputs and the environment contemplating the strategies of case study, experimentation, conversation circle and chemical jury can contribute to the promotion of Scientific Literacy (SL) and the manifestation of cognitive abilities by students of the first year of high school, through their answers. This AS consisted of 13 classes, in which the chemical concepts involved in the understanding of solubility were addressed. For the development of the analysis, some excerpts from the classes were transcribed to carry out reflections on AS; case analysis; categorization of the students' questions and answers provided to the pre and post questionnaires, and of the activities delivered during experiments 1, 2 and 3 regarding cognitive level and scientific literacy level. Based on the analyzed data, it can be concluded that the activities carried out in the classroom helped students to manifest different cognitive abilities, as many developed cognitive levels with higher abilities. It was also observed that most of the students' answers were classified as nominal scientific literacy, since, during the experimental activities, there was no socialization of ideas and/or answers from the students, through the mediation of the teacher and there were many questions/problems in the activities, taking the focus away from the main SA case, contributing to this result. The most frequent relationships occurred between: cognitive level N1 with scientifically illiterate and nominal scientific literacy; cognitive level N2 with nominal scientific literacy; and cognitive level N3 with nominal or functional scientific literacy. In addition, it was noted that the case study was resumed throughout the SA, thus it was a strategy that motivated the students to participate in the SA, and that the questions raised during the classes, led the students to carry out reflections mainly in the classroom. of the conversation wheel. It was observed that the positions presented by the students in the chemical jury class did not explain scientific concepts, passing more through playful characteristics as opposed to educational ones. It is hoped that this work can bring contributions to the area of teaching chemistry and teaching in the classroom.

Keywords: Chemistry teaching. Chemical jury. Experimentation. Case study. Conversation wheel.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Maquete ilustrativa da situação problema descrita do Caso: A – área urbana e B detalhamento da fazenda.....	45
Figura 2 - Exemplo de ilustração da criação de valores numéricos para os tratamentos estáticos dos dados através da PCA.....	54
Figura 3 - Explicação das siglas que se encontram na figura 2.....	55
Figura 4 - Gráfico genérico das 3 principais PCA para os dados obtidos das correlações entre AC e NC.....	56
Figura 5 - Gráfico das três principais PCA para os dados obtidos das correlações entre AC e NC para as respostas obtidas para o questionário prévio.....	63
Figura 6 - Gráfico da distribuição dos dados em ordem decrescente de frequência das relações do questionário prévio.....	64
Figura 7 - Texto da narrativa do Caso utilizado durante a SA (Continua).....	67
Figura 8 - Execução da atividade experimental no laboratório.....	74
Figura 9 - Gráfico das 3 principais PCA para os dados obtidos das correlações entre AC e NC para as respostas obtidas para o experimento 1.....	79
Figura 10 - Gráfico de scores para PCA do experimento 1.....	80
Figura 11 - Gráfico da distribuição dos dados em ordem decrescente de frequência das relações do experimento 1.....	81
Figura 12 - Resultados da solubilização do KCl em diferentes temperaturas.....	86
Figura 13 - Gráfico das 3 principais PCA para os dados obtidos das correlações entre AC e NC para as respostas obtidas para o experimento 2.....	87
Figura 14 - Gráfico da distribuição dos dados em ordem decrescente de frequência das relações do experimento 2.....	88
Figura 15 - Amostras das soluções obtidas da lixiviação da ureia na presença dos indicadores vermelho de metila e azul de bromotimol realizadas no experimento 3.....	92
Figura 16 - Gráfico das 3 principais PCA para os dados obtidos das correlações entre AC e NC para as respostas obtidas para o experimento 3.....	97

Figura 17 - Gráfico da distribuição dos dados em ordem decrescente de frequência das relações do experimento 3.	100
Figura 18 - Gráfico das 3 principais PCA para os dados obtidos das correlações entre AC e NC para as respostas obtidas para o questionário pós.	107
Figura 19 - Gráfico da distribuição dos dados em ordem decrescente de frequência das relações do questionário pós.	108
Figura 20 - Gráficos com as classificações dos NC e AC dos diferentes momentos da SA: A – NC das respostas dos alunos; B – NC das perguntas dos questionários e C – AC das respostas dos alunos.	115
Figura 21 - Gráfico da distribuição dos dados em ordem decrescente de frequência das relações de níveis cognitivos e alfabetização científica ocorridos durante a SA.	118

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese do planejamento das aulas da SA (Continua).....	41
Quadro 2-Descrição das características de um bom caso.....	47
Quadro 3- Descrição do nível de cognição das questões propostas para os alunos.	48
Quadro 4 - Descrição do nível cognitivo das categorias das respostas dos alunos.	49
Quadro 5 - Descrição dos Níveis de Alfabetização Científica.	51
Quadro 6 - Exemplo de categorização e validação dos dados obtidos quanto os níveis de cognição e alfabetização científica.....	52
Quadro 7- Perguntas e níveis cognitivos das perguntas e respostas do questionário prévio (Continua).....	58
Quadro 8 - Episódio 1: Interpretação do caso pelos alunos.	69
Quadro 9 - Episódio 2: Interpretação do caso pelos alunos.	70
Quadro 10 - Episódio 3: Interpretação do caso pelos alunos.	70
Quadro 11 - Episódio 4: Interpretação do caso pelos alunos.	71
Quadro 12 - Episódio 5: Interpretação do caso pelos alunos.	71
Quadro 13- Episódio 6: Interpretação do caso pelos alunos.	72
Quadro 14 - Episódio 7: Interpretação do caso pelos alunos.	72
Quadro 15 - Episódio 8: Interpretação do caso pelos alunos.	72
Quadro 16 - Episódio 9: Interpretação do caso pelos alunos.	73
Quadro 17 - Episódio 10: Interpretação do caso pelos alunos.	73
Quadro 18 - Episódio 11: Interpretação do caso pelos alunos.	73
Quadro 19 - Perguntas e níveis cognitivos das perguntas e respostas do experimento 1 (Continua).	75
Quadro 20 - Episódio 13: Interpretação do ensaio sobre a influência da temperatura na solubilidade.	83
Quadro 21 - Perguntas e níveis cognitivos das perguntas e respostas do experimento 2.....	84
Quadro 22 - Episódio 14: Interpretação do ensaio sobre a influência da temperatura na solubilidade (Continua).....	89

Quadro 23 - Episódio 15: Interpretação do ensaio sobre a influência da temperatura na solubilidade.	90
Quadro 24 - Perguntas e níveis cognitivos das perguntas e respostas do experimento 3 (Continua).	93
Quadro 25 - Episódio 16: Interpretação do ensaio de solubilidade lixiviação e percolação da ureia em diferentes tipos de solos.	99
Quadro 26 - Perguntas e níveis cognitivos das perguntas e respostas do questionário pós (Continua).	102
Quadro 27 - Episódio 17: Diálogo dos alunos durante a roda de conversa.....	110
Quadro 28 - Episódio 18: Interpretação dos alunos durante o júri químico (Continua).	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relações observadas entre níveis cognitivos e alfabetização científica das respostas obtidas para o questionário prévio.....	60
Tabela 2 - Relações observadas entre níveis cognitivos e alfabetização científica das respostas obtidas para a atividade desenvolvida no Experimento 1.....	76
Tabela 3 - Relações observadas entre níveis cognitivos e alfabetização científica das respostas obtidas para a atividade desenvolvida para o Experimento 2.....	84
Tabela 4 - Relações observadas entre níveis cognitivos e alfabetização científica das respostas obtidas para a atividade desenvolvida para o Experimento 3.....	95
Tabela 5 - Relações observadas entre níveis cognitivos e alfabetização científica das respostas obtidas para o questionário pós.....	104

LISTA DE ABREVIATURAS

AC	Alfabetização Científica
ACCP	Alfabetização Científica Conceitual e Procedimental
ACF	Alfabetização Científica Funcional
ACM	Alfabetização Científica Multidimensional
ACN	Alfabetização Científica Nominal
ACT	Alfabetização em Ciência e Tecnologia
ALG	Algorítmica
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AS	Sequência de Aula
ATD	Análise Textual Discursiva
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
HOCS	Higher Order Cognitive Skills
LOCS	Lower Order Cognitive Skills
NAC	Não Alfabetizado Cientificamente
NC	Nível Cognitivo
PBL	Problem Based learning
PCA	Principal Component Analysis
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
QP	Questão Problema
UFLA	Universidade Federal de Lavras

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1 Ensino por Investigação no Ensino de Química e Alfabetização Científica	22
2.2 Habilidades Cognitivas	29
2.3 O Ensino que aborda Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)	29
2.4 Educação Ambiental	32
2.5 Uso de Estratégias Diferentes no Ensino de Ciências	34
2.6 Estudo de Caso	34
2.7 Experimentação	36
2.8 Júri Químico	37
3 METODOLOGIA	40
3.1 Características da pesquisa	40
3.2 Descrição e contexto de regência das aulas	40
3.2.1 Caso elaborado	44
3.3 Metodologia de análise dos dados	46
3.3.1 Análise das características do Caso e do entendimento dos alunos sobre a situação problema apresentada no mesmo.	47
3.3.2 Análise dos Níveis Cognitivos e de Alfabetização Científica	48
3.3.3 Análise de Componente Principais (PCA)	53
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
4.1 Questionário prévio	57
4.2 Análise da narrativa do Caso e do entendimento dos alunos sobre a situação problema apresentada no mesmo.	66
4.3 Experimento 1- Ensaio de tipos de soluções	74
4.4 Experimento 2 – Ensaio sobre a influência da temperatura na solubilidade	83
4.5 Experimento 3 – Ensaio de solubilidade lixiviação e percolação da ureia em diferentes tipos de solos	91
4.6 QUESTIONÁRIO PÓS	101
4.7 Contribuições da roda de conversa e do júri químico no estudo de caso	109
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	120
REFERÊNCIAS	123
APÊNDICE 1	130

APÊNDICE 2	133
APÊNDICE 3	136
APÊNDICE 4	139
APÊNDICE 5	141
APÊNDICE 6	143
APÊNDICE 7	147
APÊNDICE 8	149
APÊNDICE 9	150
APÊNDICE 10	152
ANEXO 1	156
ANEXO 2	163

1 APRESENTAÇÃO

Desde criança eu sempre quis ser professora, eu acompanhava minha tia nas escolas que ela trabalhava e minha tarefa desde sempre foi dar aulas de reforço para os seus alunos; ali eu fazia arguição da tabuada e aulas de leitura. Em 2011 iniciei a graduação em Química na UFLA (Universidade Federal de Lavras) e logo tive a oportunidade de participar durante quatro anos do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) da Capes.

Dessa forma, me engajei nos projetos que realizávamos nas escolas, os quais eu e outras bolsistas ministrávamos aulas, que eram preparadas em conjunto com um professor orientador da universidade, a professora responsável pela turma e as bolsistas do grupo. Ali, tive a oportunidade de ver de perto que é possível ministrar aulas que chamam a atenção do aluno, que abordam temáticas do seu cotidiano e que utilizam estratégias diferentes do ensino tradicional.

Em 2019 assumi aulas em uma escola estadual de Minas Gerais na cidade onde moro e ingressei no mestrado. Pensando em realizar atividades diferentes das aulas tradicionais, iniciamos o planejamento de uma Sequência de Aulas (SA), que buscava abordar um tema próximo da vivência dos alunos. Como a cidade, a qual a escola está inserida, tem a economia voltada para a cafeicultura, pensamos em trabalhar os insumos agrícolas e o meio ambiente, inserindo um Estudo de Caso relacionado a realidade dos alunos, e que será retratado nesse trabalho.

Dessa forma, esse trabalho se justifica, uma vez que a Química é uma das disciplinas presentes no currículo básico escolar que, em diversas ocasiões, é considerada de difícil compreensão pelos estudantes. Dentre os motivos para tal fato, apontamos a forma a qual os conceitos são abordados, que por vezes possuem caráter abstrato, que fogem do cotidiano dos estudantes, ou que apresentam características de memorização. Desse modo, o uso de estratégias de ensino, que visem aproximar os conceitos abordados do cotidiano do estudante, bem como desmistificar a química como uma ciência de memorização, podem contribuir para a promoção da Alfabetização Científica (AC) e de habilidades cognitivas dos alunos.

Nesse sentido, esse trabalho tem como hipótese que diferentes estratégias de ensino podem contribuir para a construção do conhecimento dos alunos, uma vez que, as mesmas têm sido pensadas e desenvolvidas com o objetivo de superação das dificuldades e pré concepções equivocadas relacionadas à química e também de modo a promover uma maior participação do

estudante na construção do conhecimento. Segundo Silva (2011), o uso de diferentes estratégias para abordar os conceitos de química se faz necessário, visto que, com a evolução da sociedade é de fundamental importância que ocorra mudanças no sistema de ensino. Ainda segundo o autor, as aulas tradicionais são consideradas pelos alunos, cansativas e pouco atrativas e, desse modo, tal modelo deve ser substituído por aulas diferenciadas promovendo a estimulação do estudante tornando a aprendizagem mais significativa.

Outro ponto importante, vinculado ao uso de propostas de estratégias diferentes das tradicionais, está relacionado ao processo de avaliação, o qual necessita ser contínuo e processual. Faz-se importante que o professor investigue os conhecimentos prévios dos alunos antes de realizar qualquer atividade, uma vez que, a aprendizagem ocorre a partir do que eles já sabem. Ao mesmo tempo, é importante considerar que a forma de expressão dos conhecimentos construídos ou das informações adquiridas não são homogêneas. A avaliação que investiga os conhecimentos prévios dos alunos, denominada por Luckesi (2005) como avaliação diagnóstica, é uma ferramenta importante que pode auxiliar o estudante no seu processo de crescimento para a autonomia.

Além disso, é necessário desenvolver aulas por meio de temáticas que estão presentes no cotidiano do estudante, uma vez que, a educação para a formação crítica e reflexiva, passa pela interpretação e pela tomada de decisão a respeito dos aspectos relacionados a sociedade em que vivem. Cumprindo os seus deveres e lutando pelos seus direitos, proporcionando maior motivação ao discente na construção dos seus conhecimentos. Marcondes (2008) diz que, a temática escolhida deve levar ao estudo da realidade do aluno, além disso, para que ocorra significação na aprendizagem é necessário que o aluno reconheça que o tema de estudo é importante para si e para a comunidade em que pertence.

Assim, estratégias como o estudo de caso, júri químico, roda de conversa e experimentação, que permitem o uso de temáticas e ainda pode levar os estudantes a atuarem ativamente na elaboração de argumentos, levantamento de dados e hipóteses, podem contribuir para que o indivíduo seja mais proativo, crítico, reflexivo, capaz de opinar nas tomadas de decisões e atuar na sociedade. Além disso, as estratégias podem ser utilizadas como ferramentas de avaliação do aluno, uma vez que, segundo Da Silva e Bérghamo (2007), os aprendizes possuem características e habilidades individuais.

Dessa maneira, a questão de pesquisa que motiva o presente trabalho é: Quais as potencialidades que uma Sequência de Aulas (SA), sobre insumos agrícolas e meio ambiente contemplando estratégias de ensino diferentes, pode possibilitar no desenvolvimento de habilidades cognitivas e da Alfabetização Científica de estudantes do Ensino Médio na abordagem dos conceitos relacionados à solubilidade?

Esperamos que este estudo possa trazer contribuições para a pesquisa relacionada a promoção da AC e com o desenvolvimento de habilidades cognitivas pelos alunos no ensino de química. Além de almejar auxiliar na construção do conhecimento do estudante, tornando os processos de ensino e aprendizagem mais significativos através do incentivo a pró-atividade, reflexão, criticidade e capacidade de tomada de decisões e resolução de problemas em sua sociedade.

A AC no Brasil ainda está sendo deixada de lado por muitas escolas, já que, elas trabalham com o ensino tradicional, considerando o estudante uma “tábua rasa”, o qual deve-se depositar conhecimentos. Além disso, o conhecimento científico abordado nas escolas não apresenta os aspectos da Ciência como o desenvolvimento humano, não estimulando a curiosidade do aluno. Desse modo, os estudantes se sentem desencorajados ou desestimulados durante o processo de aprendizagem, além disso, os próprios currículos das escolas contribuem com a imagem distorcida que os alunos têm das ciências (SUART, 2008).

Assim, é necessário levar para as escolas estratégias que diferem do ensino tradicional que estimulem a tomada de decisão como, por exemplo, o estudo de caso, o júri químico, a roda de conversa e a experimentação, que podem possibilitar o desenvolvimento da AC e de habilidades cognitivas. Essas podem contribuir para a organização do pensamento dos estudantes de maneira lógica, além disso, os auxiliam na construção dos seus conhecimentos e de uma consciência mais crítica em relação à sociedade e o mundo que os cercam (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Para ocorrer essa mudança no ensino é necessário também que o professor mude seu papel na sala de aula, adotando e desempenhando uma série de novos discursos e de novas habilidades além das tradicionais (CARVALHO, 2007). Os professores podem, por exemplo, promover em sala de aula as habilidades cognitivas manifestadas nas respostas dos alunos. Porém, essa não é uma tarefa fácil, pois, requer maior habilidade do professor (CARVALHO, 2007).

Dessa forma, é necessário que o professor proporcione um ambiente encorajador, para que os alunos exponham suas ideias e tenham mais segurança e comprometimento com as práticas científicas. Para que esse objetivo seja alcançado, é fundamental que o professor estimule os estudantes, através de pequenas questões que os levem a refletir sobre as afirmações, reconhecer questões contraditórias, identificar fundamentações e constituir diferentes afirmações mediante a ponderação de tais fundamentações (CARVALHO, 2007).

É de fundamental importância que essas estratégias diferentes contemplem atividades de ensino que possibilitem que os estudantes combinem o conhecimento científico que está sendo ensinado com a competência de tirar conclusões baseadas em fundamentações, que permitam que eles reflitam e tomem suas decisões sobre o mundo e as mudanças causadas pela atividade humana (CARVALHO, 2007).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo geral investigar se uma SA sobre insumos agrícolas e meio ambiente contemplando as estratégias estudo de caso, experimentação, roda de conversa e júri químico pode contribuir para a promoção da AC e para o desenvolvimento de habilidades cognitivas por alunos do primeiro ano do Ensino Médio. Para isso foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- a) analisar as características apresentadas na estrutura do caso;
- b) analisar o desenvolvimento dos níveis cognitivos das respostas escritas pelos alunos ao longo da SA;
- c) analisar os níveis cognitivos das perguntas apresentadas nos questionários presentes nas atividades da SA;
- d) investigar o desenvolvimento dos níveis de AC ao longo da SA;
- e) investigar as relações entre os Níveis Cognitivos e a AC contemplados.

No que se refere a estrutura do texto, no capítulo 2 é apresentado um referencial sobre Ensino por Investigação, Alfabetização Científica e Habilidades Cognitivas. Além da perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), Educação Ambiental, o uso de estratégias diferentes no ensino como o Estudo Caso, Experimentação, Roda de Conversa e Júri Químico, dado que a SA que permeia o presente trabalho perpassa esses eixos.

No capítulo 3 está apresentada a metodologia. Nessa encontramos as características da pesquisa, a descrição e o contexto que ocorreu a regência das aulas e como foram analisados os dados construídos.

No capítulo 4 estão relatados os resultados e as discussões dos dados destacando as análises dos questionários prévio e pós, do caso, das atividades dos experimentos 1, 2 e 3 e uma reflexão sobre a aula do júri químico.

No tópico 5 estão expostas as principais conclusões tecidas a partir desse trabalho. Por fim, estão apresentadas as referências utilizadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Como exposto anteriormente, diferentes questões permeiam o ensino de química. Desta forma, o texto que segue, busca traçar um panorama a respeito de algumas destas, as quais se vinculam diretamente aos objetivos da pesquisa desenvolvida que dão suporte a nossa análise de dados.

2.1 Ensino por Investigação no Ensino de Química e Alfabetização Científica

O ensino por investigação foi a abordagem utilizada para mediar as aulas planejadas na SA, visto que essa, possibilita que os estudantes busquem explicações para uma determinada situação problema, proponha hipóteses, avaliem dados utilizando os conhecimentos científicos estudados, desenvolvendo assim, suas habilidades cognitivas e aquelas relacionadas à AC (SUART; MARCONDES, 2018).

Carvalho (2018), define ensino por investigação como sendo o ensino dos conteúdos programáticos os quais o professor estabelece condições em sala de aula para que o estudante i) pense, considerando a estrutura do conhecimento, ii) fale, salientando seus argumentos e os conhecimentos construídos, e iii) escreva, expondo suas ideias elaboradas de forma clara.

Dessa forma, oferecer aos alunos situações em que eles possam investigar buscando soluções de forma consciente sobre os problemas do mundo que estão relacionados com os conhecimentos científicos podem proporcionar o processo de AC.

Assim, até o começo dos anos de 1990 pensava-se que quanto mais páginas ensinadas, ou seja, quanto mais o professor depositava conhecimentos, melhor era o ensino, já os alunos, quanto mais informações e fórmulas conseguiam memorizar mais competente o eram. Hoje em dia não podemos pensar no Ensino de Ciências sem levar em consideração no currículo, componentes que sejam orientados na busca de aspectos sociais e pessoais dos discentes. É claro que alguns têm uma certa resistência quanto a isso, mas a adesão as novas perspectivas são cada vez maiores (CHASSOT, 2003).

Muitos professores de Química buscam utilizar em suas aulas, alternativas que busquem relacionar os conceitos estudados aos saberes informais, com intuito de que os alunos os utilizem na interpretação de situações reais do seu dia a dia (ZANOTTO; SILVEIRA; SAUER, 2016). Porém, o Ensino de Ciências em muitas escolas ainda leva os alunos a reprodução dos conhecimentos científicos, mesmo quando o professor realiza diálogos informativos e possibilita a manifestação da subjetividade dos estudantes (ZANOTTO; SILVEIRA; SAUER, 2016; BRANDI; GURGEL, 2002).

Ainda segundo Santos (2007) a escola tradicionalmente não busca desenvolver no aluno a leitura da linguagem científica e da argumentação científica. Os alunos estudam os conceitos que foram abordados, e no final eles realizam uma avaliação como forma de testar seus conhecimentos, medindo de certa forma o seu aprendizado. Em muitos casos os conceitos são trabalhados sem uma contextualização com a realidade dos alunos, sem uma avaliação diagnóstica dos supostos conhecimentos prévios, os quais são pré-requisitos para a construção dos novos. Podemos ainda considerar que, na maioria das vezes as avaliações são apenas uma forma de mensurar a capacidade dos estudantes de reproduzir os conceitos apresentados durante as aulas.

Dessa forma, cabe ao professor incorporar na Ciências dos alunos (que são os fenômenos que os rodeiam desde criança como, por exemplo, atirar uma colher no chão e perceber que essa vai diretamente para o solo e não sobe), a Ciências dos Cientistas, (aquela apresentada pela escola) uma vez que, acrescentando os saberes científicos aos sistemas educativos, eles possam se tornar relevantes e significativos no cotidiano dos estudantes (BRANDI; GURGEL, 2002). O professor de ciências tem ainda como responsabilidade auxiliar no desenvolvimento dos alunos como cidadãos mais críticos, ou seja, que possam se tornar agentes de transformações (CHASSOT, 2014).

Desse modo, Chassot (2003), diz que a AC pode potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida. O autor defende que, a ciência é uma linguagem, dessa forma, “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem que está escrita a natureza” (p. 91). Assim, a AC possui como uma de suas perspectivas a finalidade humanista, auxiliando o estudante a se situar em um universo técnico-científico, utilizando a ciências para identificar o mundo, tornando o mesmo menos mistificador, buscando que os cidadãos tenham autonomia crítica na sociedade em que estão inseridos.

Compreender a Ciências nos pode permitir, muita das vezes, controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza, dessa maneira podemos fazer com que essas transformações sejam propostas, para que assim possam caminhar e nos proporcionando também uma melhor qualidade de vida (CHASSOT, 2003). Para a Ciências o mundo natural é usado na acepção de nosso mundo orgânico e inorgânico, o que chamamos de natureza, uma vez que, a mesma não tem preocupações com a descrição, e muito menos com a explicação do mundo sobrenatural e espiritual (CHASSOT, 2003). Nesse contexto, a AC permite a leitura da linguagem da Ciência, ou seja, permite explicar esse mundo natural, visto que, isso é fazer Ciência, como elaborar um conjunto de conhecimentos ordenadamente adquiridos, descrevendo a natureza com uma linguagem científica (CHASSOT, 2003).

A AC também tem a perspectiva da inclusão social de homens e mulheres permitindo que todos, sem distinção de gênero, possam fazer uma leitura de mundo e que também sejam capazes de entender a necessidade de transformá-lo (CHASSOT, 2003).

Nesse trabalho optou-se pelo uso do termo Alfabetização Científica, já que, as suas características estão presentes nessa pesquisa, uma vez que, essa é uma linha de pesquisa sobre o Ensino de Ciências escolar (CAJAS, 2001). Além disso, a AC propõe que a educação científica seja convertida como parte de uma educação básica geral a todos os alunos que permite modificar as concepções alternativas e errôneas dos alunos e ainda realizar uma aprendizagem mais significativa.

A AC apresenta perspectivas que expressam termos de finalidades humanistas, sociais e econômicas. Dessa forma, os objetivos ligados às questões sociais, buscam diminuir as desigualdades geradas pela falta de compreensão das tecnociências, assim sendo, a AC busca auxiliar na organização das pessoas e na participação de debates, eventos ou situações que exigem conhecimentos e senso crítico, gerando uma certa autonomia às pessoas, diminuindo as desigualdades. Já os objetivos ligados ao econômico e político, almejam a participação dos cidadãos em um mundo industrializado e de reforço do nosso potencial tecnológico e econômico, pois para a produção de riquezas faz-se necessário a promoção de vocações científicas e/ou tecnológicas. Apesar das duas perspectivas serem opostas, a que visa à formação do cidadão e a que visa a preparação de um especialista, elas são complementares (FOUREZ, 2003).

As estratégias de ensino que buscam promover a AC devem ser frequentemente utilizadas com a perspectiva de sociedade e não somente a de indivíduo, ambas devem caminhar juntas. Pois, é no coletivo que a diversidade das competências pode ser escutada mutuamente e instauradas em uma cultura de comunicação que integre nos debates de sociedade o que os especialistas e os outros usuários têm a oferecer (FOUREZ, 2003).

Assim sendo, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) a concepção curricular, deve manifestar-se na contemporaneidade, considerando a rapidez com que ocorrem as transformações na área do conhecimento e da produção. Ainda segundo os PCNEM, uma proposta curricular que se diz contemporânea deve contemplar em seus eixos, as tendências apontadas para o século XXI, pois é necessário considerar a inserção da tecnologia, que ocorre de maneira crescente, nas atividades produtivas e nas relações sociais. “Alteram-se, portanto, os objetivos de formação no nível do Ensino Médio. Prioriza-se a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico” (BRASIL, 2000, p.13).

Em vista disso, a AC se faz necessária, pois as pessoas necessitam estar preparadas, para se envolver e posicionar em discussões públicas de questões que atingem a sociedade. E por esse motivo é importante a formação científica de modo a tornar possível a construção do conhecimento que permita a compreensão do problema (MARCONDES et al., 2009).

Com a AC não desejamos formar especialistas ou cientistas, porém, o ensino não estará centrado somente em conceitos, mas também nas relações da vida do indivíduo no seu dia a dia, já que, não faz sentido reduzir a aprendizagem das ciências somente em memorização de conceitos e fórmulas (MAMEDE; ZIMMERMANN, 2005). Dessa forma, é válido promover a AC dentro de uma perspectiva de Ciência – Tecnologia – Sociedade – Ambiente (CTSA), pois ambas almejam que os alunos sejam indivíduos proativos, reflexivos, que sejam capazes de avaliar alternativas diferenciadas para resolução de problemas.

Os avanços tecnológicos vêm transformando a sociedade contemporânea, pois é nítida a evolução da comunicação, da agricultura, da indústria, do transporte, entre outros. Com isso, temos em nosso cotidiano, ferramentas que facilitam e tornam nossas vidas mais confortáveis e práticas que não se apresentavam disponíveis às gerações passadas (ARAÚJO; CHESINI; FILHO, 2014). Nesse contexto, a sociedade em que estamos inseridos, cada vez mais utiliza os avanços científicos e tecnológicos tanto para o bem quanto para o mal, desse modo, cada vez mais a tecnologia afeta

de certa forma a vida das pessoas. Podemos observar isso nas mais simples tomadas de decisões dos indivíduos como, por exemplo, nas dietas que podem afetar a pressão arterial ou optar por fontes de energia mais limpas evitando os combustíveis a base de petróleo. Dessa forma, a ciência e tecnologia deixaram de ser discurso somente das universidades e passaram a fazer parte da vida dos cidadãos comuns. Uma vez que, para interpretar notícias e fatos do dia a dia exige o mínimo de conhecimento de ciência e tecnologia (CAJAS, 2001).

Porém, a presença da tecnologia no cotidiano das pessoas não aproxima os indivíduos do conhecimento científico. Pelo contrário, a presença de todo aparato tecnológico muitas vezes pode levar as pessoas a se tornarem indivíduos alienados. Segundo Araújo et al., (2014):

Sem alcançar compreensão dos conhecimentos científicos que dão origem às tecnologias, as pessoas tornam-se simples usuárias, incapazes de contribuir para a evolução científica do país, nem como avaliar as consequências da aplicação desses conhecimentos. E como a tecnologia perpassa virtualmente todos os campos do fazer humano, sem conhecimentos adequados torna-se escassa a capacidade do cidadão de contribuir para a busca de soluções dos problemas contemporâneos (ARAÚJO; CHESINI; FILHO, 2014, p. 6).

Desse modo, segundo os autores Araújo, Chesini e Filho (2014), não compreender como a ciência produz conhecimento e apenas utilizá-lo de forma acrítica resulta em uma sociedade escassa frente ao exercício da cidadania. Alcançar a AC se torna necessário no processo educativo, para que tenhamos cidadãos críticos e reflexivos que sejam capazes de compreender, intervir na ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Assim sendo, muitos autores utilizam termos diferentes para se referir a AC como, por exemplo na literatura nacional as autoras Mamede e Zimmermann (2005) utilizam a expressão “Letramento Científico”. Para as autoras o letramento científico se refere “às práticas efetivas e escritas no plano social” (p. 1). Ainda segundo as autoras “o letramento se refere ao uso do conhecimento científico e tecnológico do cotidiano, no interior de um contexto sócio – histórico específico” (p.2). Soares também define essa expressão como sendo “resultado da ação de ensinar ou aprender a ler e escrever: estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita” (1998, p.18). Kleiman define esse termo como sendo “conjunto de práticas sociais que usam a escrita enquanto sistema simbólico e enquanto tecnologia, em contextos específicos para objetivos específicos” (1995, p.19).

Já as autoras, Brandi e Gurgel (2002) e Chassot (2000) empregam o termo “Alfabetização Científica”. Para Chassot (2003) a AC pode potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida, ainda segundo o autor “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo” (p. 91). Ou seja, é compreender a linguagem (ciências) assim como entendemos o que está escrito numa língua que dominamos, e poder compreender a linguagem em que está (sendo) escrita a natureza (CHASSOT, 2003). Ainda segundo Chassot, a AC é “o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem” (Chassot, 2000, p. 19).

As autoras Carvalho e Tinoco (2006) utilizam a expressão “Enculturação Científica” para apontar as metas do Ensino de Ciências que sonha com uma formação cidadã que seja capaz de proporcionar aos alunos o domínio e uso do saber científico (SASSERON; CARVALHO, 2011).

O termo “Enculturação Científica” é utilizado por autores brasileiros que partem da ideia de que:

[...] o ensino de Ciências pode e deve promover condições para que os alunos, além das culturas religiosa, social e histórica que carregam consigo, possam também fazer parte de uma cultura em que as noções, ideias e conceitos científicos são parte de seu corpus. Deste modo, seriam capazes de participar das discussões desta cultura, obtendo informações e fazendo-se comunicar (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 60).

Apesar de haver vários termos para definir o ensino de ciências que se preocupa com a formação cidadã dos indivíduos, utilizamos nesse trabalho o termo AC, pois acreditamos que, segundo Alves (2008), a palavra alfabetização vai além da capacidade que o indivíduo tem de ler e escrever. Visto que, a AC também desenvolve a capacidade que o indivíduo tem de organizar seus pensamentos de forma lógica, refletir, criticar e argumentar.

Ao buscarmos a promoção da AC, não procuramos fazer com que todas as pessoas tenham conhecimento profundo, ou seja, que essas sejam especialistas em um determinado assunto relacionado aos conceitos científicos, mas sim desenvolver no indivíduo o seu lado crítico e reflexivo para que esse seja capaz de opinar e tomar decisões em sua sociedade. A AC envolve o domínio de conhecimentos, somado a atitudes que permitam ao cidadão avaliar os avanços e as questões problemáticas ou polêmicas envolvendo a ciência e as tecnologias aplicadas a sociedade e ao ambiente.

Desta maneira, inúmeras são as questões envolvidas no processo de AC, perpassando dificuldades pessoais do desenvolvimento dos estudantes até impasses de estrutura e funcionamento do ensino. Segundo Lonardoni e Carvalho (2007), o tempo que o estudante fica na escola não é suficiente para que ele construa uma completa AC e alcance o amadurecimento do ser humano, uma vez que, a ciência está em um processo de mudança constante. Os conteúdos abordados, as estratégias de ensino utilizadas também são questões que afetam o desenvolvimento da AC.

Hoje em dia, diferentes temas científicos apresentam-se abertamente na mídia. Questões como debate em torno de alimentos transgênicos, clones, alimentos orgânicos, supercondutores, aquecimento global, o rompimento da barragem do Fundão em Mariana da mineradora Samarco, e da barragem da mina do Córrego do Feijão em Brumadinho da mineradora Vale provocaram um dos piores acidentes da mineração brasileira. Processos industriais diversos como o coprocessamento na indústria de cimentos, queimadas como as que ocorreram no pantanal, o mau uso de fertilizantes e agrotóxicos nas plantações, o despejo de esgotos sem tratamento em rios, mares e ribeirões, são parte de nosso dia a dia e precisamos conhecê-los para pensarmos construtivamente, avaliando seus impactos e sendo capazes de tomar decisões a respeito deles.

De fato, o que se almeja quando se pensa em um ensino que promova a AC dos estudantes é que ele seja capaz de buscar informações e que as utilizem de forma apropriada para resolução de questões controversas presentes no cotidiano e que também auxilie o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

Ainda, é possível considerar a AC uma aliada quando se quer desenvolver alternativas favoráveis a uma educação mais comprometida e contextualizada (CHASSOT, 2003). Já que, a educação científica é uma necessidade de todos nós, pois visa a participação na tomada de decisões, particularmente nas consequências dos avanços científicos e tecnológicos, que muitas vezes podem colocar nossa sociedade e o meio ambiente em risco, para isso, o ensino por investigação pode contribuir para alcançar o objetivo que é a AC. Além da AC, o ensino por investigação também pode auxiliar no desenvolvimento das habilidades cognitivas.

2.2 Habilidades Cognitivas

A promoção da AC pode contribuir com o desenvolvimento das habilidades cognitivas manifestadas pelos alunos (SUART; MARCONDES, 2008). Dessa forma, no presente trabalho são consideradas as habilidades LOCS (Lower Order Cognitive Skills) que são os processos cognitivos de baixa ordem e as habilidades HOCS (Higher Order Cognitive Skills) que são processos cognitivos de alta ordem (ZOLLER, et al., 1995).

Para manifestar habilidades LOCS os estudantes necessitam somente de informações e/ou aplicação simples, uma recordação, ou teorias que já são conhecidas e situações que fazem parte do seu cotidiano (ZOLLER, et al., 1995). Destacando que as habilidades de baixa ordem (LOCS) possuem características como: conhecer, recordar a informação, lembrar ou aplicar o conhecimento em situações comuns no seu cotidiano (ZOLLER, 1993). Ainda segundo o autor, as questões realizadas durante as aulas que requerem apenas habilidades de baixa ordem, também podem ser resolvidas utilizando processos algorítmicos que já são conhecidos (ZOLLER, et al., 1995), nesse sentido o estudante não compreende os procedimentos utilizados na resolução do problema (ZOLLER, 1993).

Já as habilidades de alta ordem (HOCS) exigem que o estudante aplique seus conhecimentos em situações que demandam análise, síntese, capacidade de solução de problemas e avaliação, fazer inferências, investigação e posicionamentos em diferentes conjunturas. Além disso, as habilidades de alta ordem requerem que os alunos utilizem seu raciocínio para tomadas de decisões e que tenham pensamento crítico e reflexivo (ZOLLER, 1993).

Dessa forma, estratégias distintas podem contribuir com o desenvolvimento de habilidades cognitivas elevadas, como as definidas por Zoller (1993).

2.3 O Ensino que aborda Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)

Nesse trabalho não iremos realizar análises que abrangem a perspectiva de ensino CTSA, mas destacamos que a sequência de aulas (SA) possui momentos que são abordados nessa perspectiva.

Como discutido anteriormente, o ensino de ciências que tem por objetivo a AC procura desenvolver nos estudantes, uma atitude crítica frente a questões que fazem parte do cenário em que vivem. Desta forma, é notória a relevância da abordagem dos conteúdos de forma a relacioná-los com aspectos da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) em uma proposta contextualizada para o ensino.

Dessa maneira, a AC e a perspectiva CTSA visam por meio das ciências formar cidadãos menos alienados, mais críticos, reflexivos e atuantes na sociedade em que vivem. Uma vez que, ambas abordam situações do cotidiano do aluno, buscando discutir sobre o uso da tecnologia que hoje em dia está cada vez mais presente na vida dos seres humanos e das questões ambientais, pois, como exposto anteriormente, com a revolução industrial temos também muitas problemáticas que afetam o meio ambiente, como, por exemplo, desmatamento, rompimento de barragens, enchente, seca, aquecimento global, destruição da camada de ozônio, entre outros.

Assim, com tantas controvérsias, o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) cresceu no mundo todo a partir do momento em que os problemas ambientais se agravaram e também perante as discussões sobre a essência do conhecimento científico e sua função na sociedade. Nos anos de 1970, em países desenvolvidos, que a perspectiva CTS começou a incorporar os novos currículos do Ensino Médio (SANTOS, 2008).

Já no Brasil, desde a década de 1970, como apontam Krasilchik (1980) e Amaral (2001), os educadores se preocupavam em inserir o ensino de ciências no currículo através de disciplinas temáticas relacionadas às implicações da ciência e na sociedade. Assim, o Ministério da Educação em Brasília organizou em 1990 a “Conferência Internacional sobre ensino de ciências para o Século XXI: ACT – Alfabetização em ciência e tecnologia”. Nesse evento foram apresentados trabalhos do movimento internacional de Ciência – Tecnologia – Sociedade (CTS) realizados no ensino de ciências (SANTOS, 2008). A partir disso, segundo Santos (1992), Trivelato (1993) e Amorim (1995), nos anos seguintes surgiram pesquisas em Programas de Pós-graduação incluindo a abordagem CTS no ensino de ciências.

Ocorreu também o processo de adaptação do campo da pesquisa CTS para o ensino de ciências. Desse modo a letra A foi adicionada a sigla, uma vez que, a dimensão ambiental passou a ser discutida no mundo devido ao agravamento dos problemas ambientais (TOMAZELLO, 2009).

Dessa forma, sugere-se que a perspectiva CTSA esteja presente nos currículos, dado que essa inclui os aspectos sociais e pessoais dos estudantes. Ainda, ao encontro do que propõe a AC, a perspectiva CTSA pode permitir a contextualização do ensino, possibilitando ao indivíduo a capacidade de propor essas transformações em seu meio. Assim, observamos que a partir dos conhecimentos construídos sobre Ciências, o estudante pode tornar-se um cidadão mais atento as implicações em relação a CTSA (CHASSOT, 2003).

Apesar de não ser possível atestar que a simples abordagem de temas em uma proposta CTSA implicará na formação de um cidadão consciente de seu papel em nossa sociedade, tal perspectiva almeja a inserção dos conteúdos disciplinares no contexto do estudante. Possibilitando que este indivíduo consiga buscar informações frente a uma questão real que desenvolva consenso, e as utilize de forma apropriada para resolução de seus problemas e da comunidade em que vive.

Desse modo, segundo Bourscheid e Farias (2014), o professor pode dedicar-se mais nos conteúdos que necessitam ser levantados, relacionando-os com questões sociais, ambientais, até mesmo com valores e hábitos culturais no ensino de ciências. Já que, ainda segundo as autoras, vivenciamos uma era de constantes transformações tecnológicas, e isso pode influenciar em nossa sociedade, havendo necessidade de reflexão sobre o nosso cenário educacional e sua prática sobre o ensino.

Além disso, nossa sociedade está cada vez mais moderna, desse modo necessitamos de conhecimentos científicos e tecnológicos para que assim possamos tomar decisões comuns, sejam elas individuais ou coletivas. Pois, cada vez mais os jovens e adolescentes se tornam consumistas e isso pode ser reflexo da tecnologia atual. Porém, a formação escolar contemporânea, em grande parte não fornece um ensino voltado para ciência e tecnologia além de informações e de relações ilustrativas ou motivacionais entre esses campos de saberes. Ricardo (2007) destaca que:

a ciência e a tecnologia sejam assumidas como referências dos saberes escolares e a sociedade e o ambiente sejam tratados como o cenário de aprendizagem, do qual os problemas e questões sociais significativas surgiriam como temas a serem investigados com o suporte dos saberes científicos e tecnológicos. (2007, p.2)

Outra questão a ser destacada, é a presença massiva dos meios de comunicação, tanto aqueles específicos de divulgação científica como aqueles de divulgação geral. Tais veículos de comunicação colaboram com alunos e professores na construção de percepções públicas da ciência uma vez que, ambos são suscetíveis a produzir seus entendimentos sociais com relação ao empreendimento científico e tecnológico (RICARDO, 2007). Assim sendo, um dos deveres da

escola é desenvolver no educando o pensamento crítico, pois esse poderá imergir não somente nos conhecimentos conceituais da ciência, mas promover relações destes com outros de natureza social, política, econômica e ambiental, complementando o conhecimento da ciência com as problemáticas do ambiente que está incluído.

Dessa forma, sugerimos que as aulas de ciências sejam mais contextualizadas e que contemplem a perspectiva CTSA, pois essa possibilita deixar de lado a imagem neutra da ciência, promovendo assim nos alunos a curiosidade pela mesma, melhorando a sua criticidade, auxiliando na solução de problemas de ordem pessoal e social, possibilitando o entendimento entre ciência, tecnologia e sociedade, colaborando com a atuação dos estudantes nos assuntos de ordem sociais, políticas, econômicas, ambientais, entre outras (MARCONDES et al., 2009).

Além disso, muitos pesquisadores e educadores defendem a contextualização no ensino, pois, esta é uma forma que permite ao aluno um contato direto com a educação para a cidadania, conciliando uma aprendizagem relevante de conhecimentos científicos (MARCONDES et al., 2009). A partir disso, ainda segundo os autores, pode supor que a introdução desses conteúdos que envolvam o aluno socialmente facilite e estimule o estudante a estudar Ciências.

2.4 Educação Ambiental

Destacamos que nesse trabalho não serão realizadas análises quanto a Educação ambiental, embora seja discutida durante toda a SA. A educação ambiental é uma área que pode contemplar o ensino CTSA, assim o mesmo se faz necessário nos currículos escolares, pois, percebe-se que a sociedade está cada vez mais ameaçada e afetada por riscos e problemas socioambientais. Isso se deve a degradação do meio ambiente e do seu ecossistema (JACOBI, 2005). Assim é importante abordar em sala de aula assuntos que fazem com que os alunos reflitam sobre os avanços tecnológicos, os benefícios e malefícios por ele provocados. Jacobi (2005) afirma que:

O tema da sustentabilidade confronta-se com o paradigma da “sociedade de risco”. Isto implica a necessidade de se multiplicarem as práticas sociais baseadas no fortalecimento do direito ao acesso à informação e à educação em uma perspectiva integradora. (2005, p. 241)

A partir disso, segundo Jacobi (2003), é importante que o professor promova nos estudantes a sensibilização ambiental para que esses participem em processos decisivos, fortalecendo sua corresponsabilidade na fiscalização e na inspeção de degradação do meio ambiente. Ainda segundo

o autor, também é importante sensibilizar nossa sociedade para que ela tenha consciência dos problemas ambientais provocados pelos avanços tecnológicos e para que possa se fortalecer tendo ciência de sua corresponsabilidade na fiscalização e controle da degradação ambiental.

Diante do exposto, é importante discutirmos os conteúdos de química de maneira contextualizada, de preferência com problemáticas locais, para que os estudantes possam refletir sobre os impactos provocados pela globalização. Principalmente nas comunidades que estão localizadas as áreas mais afetadas pelos progressivos e crescentes problemas ambientais (JACOBI, 2005).

Apesar dos avanços tecnológicos de nossa sociedade, a população ainda possui uma postura de dependência e de não responsabilidade que pode ser provocada pela falta de informação e consciência ambiental. Além da ausência de ações da própria comunidade que buscam envolver os cidadãos, propondo uma nova cultura sustentada pela motivação e coparticipação na gestão do meio ambiente e em suas variadas dinâmicas (JACOBI, 2005).

A partir disso, podemos perceber como é importante a realização nas escolas de discussões sobre as problemáticas que envolvam o meio ambiente. Para que sensibilize o educando a mudar seus hábitos, atitudes e práticas sociais, desenvolvendo suas competências e capacidade de verificação e participação nas questões ambientais (JACOBI, 2005).

As empresas e indústrias são responsáveis pela economia do nosso país e a empregabilidade de muitos trabalhadores, porém muitas delas possuem ações que prejudicam o meio ambiente e as pessoas ao seu redor, assim, precisamos, por meio da educação ambiental transformar nossa sociedade para que essa possa superar as injustiças ambientais, a desigualdade social, a apropriação capitalista e funcionalista da natureza e da própria humanidade. Muitas pessoas ainda sofrem com a vasta degradação ambiental provocada pela geração de produtos que trazem benefícios para nossas vidas (SORRENTINO et al., 2005).

Além disso, a produção de alimentos também é responsável pela poluição do solo, do ar e das águas. Dessa forma, a SA que foi analisada nesse trabalho, busca abordar no ensino médio essa questão, mas essa está voltada para lavouras cafeeiras que é a principal atividade econômica da cidade a qual a escola está inserida.

2.5 Uso de Estratégias Diferentes no Ensino de Ciências

A Química é considerada por muitos alunos uma disciplina memorística e abstrata, dessa forma, as escolas devem incentivar seus professores a trabalharem com diferentes estratégias de ensino que atenda um público cada vez mais heterogêneo (SABINO; ROQUE, 2006). Quando utilizamos diferentes estratégias no ensino de química, a promoção da AC e a perspectiva CTSA podem ficar explícitas, uma vez que, o professor pode buscar trabalhar com temas do cotidiano do aluno que o envolva em processos de tomada de decisão.

Nesse contexto, o presente estudo contemplou as estratégias de ensino: estudo de caso, experimentação, roda de conversa e júri químico numa perspectiva do ensino por investigação. Estratégias essas que foram inseridas no planejamento da SA, ou seja, no produto educacional objeto de pesquisa deste estudo. Acreditamos que essas estratégias usadas na perspectiva do ensino por investigação podem auxiliar o desenvolvimento de habilidades cognitivas dos estudantes, como: analisar situações criticamente, identificar dados, propor justificativas, entre outras (IBRAIM; MENDONÇA; JUSTI, 2011). Habilidades relacionadas a AC e a perspectiva CTSA, por exemplo, no processo de tomada de decisão, posicionamento crítico e uso da linguagem científica nas explicações.

2.6 Estudo de Caso

O Estudo de Caso é uma estratégia de ensino variante do método Problem Based Learning (PBL). O PBL por muito tempo ficou restrito à formação de profissionais da área da medicina (BRITO; SÁ, 2010). Porém, hoje muitos cursos de graduação como, por exemplo, Direito, Administração têm adotado essa estratégia para aproximar o futuro profissional da realidade prática.

O Estudo de Caso permite que o aluno tenha contato com problemas fictícios e até mesmo reais, dessa forma, essa é uma estratégia que dá oportunidade para o aluno direcionar sua própria aprendizagem, investigar os aspectos científicos e sócio científicos que estão presentes no caso (MASSENA; FILHO; SÁ, 2013), levantar hipóteses e contestar suas ideias e a dos seus colegas.

Os casos apresentados para os alunos podem ser simples ou complexos, essa escolha irá depender do público-alvo que se destina. Eles apresentam dilemas vivenciados e que necessitam tomar uma grande decisão, que pode envolver alguma área do conhecimento multidisciplinar ou específica (MASSENA, FILHO, SÁ, 2013). Nessa estratégia, os alunos são incentivados a se familiarizar com os personagens e com as circunstâncias mencionadas, compreendendo dessa forma os fatos e valores nele presentes com intuito de solucioná-lo (BRITO; SÁ, 2010). Dessa maneira, o papel do professor como mediador se faz necessário, visto que, consiste em ajudar os estudantes a trabalhar com os fatos e análises do problema e a considerar as possíveis soluções e consequência de suas ações (WATERMAN, 1998). Assim, como no ensino superior autores como Brito e Sá (2010), acreditam que essa estratégia pode ser de grande relevância para o Ensino Fundamental e Médio.

Os autores De Sousa, Rocha e Garcia (2012), realizaram um estudo de caso para abordar os conceitos sobre isomeria das moléculas, e o seu público-alvo era uma turma de 24 alunos do 3º ano do Ensino Médio, com o objetivo de analisar quais habilidades contemplava essa atividade. Eles propuseram um instrumento declarativo de avaliação, esse apresentava nove afirmações, montadas em uma escala de Likert que possuía cinco opções de respostas, discordo fortemente (DF); discordo parcialmente (DP), não tenho opinião formada (I); concordo parcialmente (CP) e não concordo fortemente (CF), além disso, o aluno deveria comentar cada afirmação. Desse modo, foi realizada a Análise Textual Discursiva (ATD) sobre os comentários dos estudantes com relação ao desenvolvimento de suas habilidades e que ainda estimula os alunos no desenvolvimento do pensamento crítico.

Autores como Welter et al. (2017) acreditam que o estudo de caso é uma atividade estimulante que possibilita o desencadeamento de diversas habilidades. Em seu trabalho eles utilizaram o estudo de caso em uma oficina denominada “A Química envolvida nas sementes”. Essa atividade foi realizada em uma turma do 3º ano do Ensino Médio de uma escola da rede estadual de ensino.

No trabalho de Tomaz et al., (2019) foi utilizado o estudo de caso intitulado “Uma cidade em Alerta”, o qual abordava a crise hídrica enfrentada por moradores da escola e de uma cidade próxima. Esse caso foi desenvolvido em uma escola pública do interior da Bahia, para alunos do 2º ano do Ensino Médio.

2.7 Experimentação

A experimentação é uma das estratégias contempladas nesse trabalho. Muitas vezes é necessário utilizar essa estratégia antes de iniciarmos um conteúdo diferente, pois ela desperta interesse e pode estimular o aluno, levando-o a desenvolver habilidades e a construir os seus conhecimentos de maneira prazerosa realizando uma relação entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos adquiridos. Além disso, durante o experimento o docente pode levantar várias problematizações fazendo com que os estudantes reflitam e criem argumentos. Assim, quando o professor inicia o conteúdo teórico os estudantes sempre voltam no experimento para poder construir o seu conhecimento sobre algum conceito.

A experimentação nas aulas de Química tem função pedagógica, ou seja, ela presta-se a aprendizagem da Química de maneira ampla, envolvendo a formação de conceitos, a aquisição de habilidades de pensamento, a compreensão do trabalho científico, aplicação dos saberes práticos e teóricos na compreensão, controle e previsão dos fenômenos físicos e o desenvolvimento da capacidade de argumentação científica (SOUZA et al., 2013, p. 13).

Diversos autores defendem a experimentação investigativa no ensino de química, pois, essa é uma estratégia importante que pode auxiliar na construção de conceitos (FERREIRA et al., 2010; SUART, 2008; MOTA, et al., 2013). Porém, ainda segundo os autores, muitos estudantes possuem dificuldade de trabalhar com aulas experimentais que estão relacionadas com o seu dia a dia.

Muitos professores consideram a experimentação como uma estratégia que pode estimular os alunos e fornecer um resultado melhor nos processos de ensino e aprendizagem. Segundo Suart et al., (2010) é de grande valia que o professor ao iniciar um conteúdo realize um experimento, problematizando-o para que assim os alunos sejam capazes de elaborar hipóteses, necessárias para que os estudantes construam o conhecimento científico.

Além disso, propor hipóteses exige do estudante uma grande demanda cognitiva contribuindo para o desenvolvimento dos aspectos conceituais. Assim sendo, é importante a realização de atividades experimentais no ensino de química que contribuam para a maior participação e desenvolvimento no entendimento de conceitos científicos, pois os estudantes têm oportunidade de se envolverem em uma situação problema, procurando sua solução com ajuda do professor (SUART; MARCONDES; LAMAS, 2010). Ainda segundo as autoras:

As atividades experimentais investigativas podem ser feitas por demonstrações pelo professor ou então realizadas pelos alunos. Quando aquele realiza

demonstrações, não necessariamente significa que estes não poderão participar da construção de um conceito, pelo contrário, se o docente, ao conduzir o experimento de forma demonstrativa, questionar os estudantes e propuser desafios, essa atividade possivelmente terá as características de uma atividade de investigação, na qual estes argumentam e expõem seus raciocínios. Entretanto, se o professor apenas demonstrar um experimento para comprovar uma teoria e não o problematizar, essa atividade perderá grande parte das potencialidades que a experimentação investigativa pode desenvolver (2010, p.201).

Portanto, as atividades experimentais podem ser uma das estratégias diferentes que podem ser utilizadas para motivar os alunos durante a aula ou até mesmo em uma SA. Além disso, esta é uma atividade que pode possibilitar o desenvolvimento cognitivo do estudante, visto que, ele deve observar, elaborar hipóteses sobre os fenômenos observados e inferir conclusões.

2.8 Júri Químico

Outra estratégia que se mostra interessante por possibilitar trabalhar com aspectos lúdicos e simultaneamente com o processo de tomada de decisão e a construção de conhecimentos de forma crítica corresponde ao denominado júri químico (LIMA et al., 2015). Esta estratégia possibilita também que se trabalhe com questões problemas reais ou próximas da realidade permitindo a contextualização e a inserção da perspectiva de ensino CTSA. O júri químico é uma atividade lúdica e educativa que pode ser utilizada para estimular os estudantes através de uma problemática que faz parte do cotidiano e permite, desta forma, instigar a curiosidade do discente. Somado a este fato, apresentamos como uma estratégia que insere o estudante na busca por informações e interpretação das mesmas, com o auxílio do grupo e do professor.

Destacamos que as atividades lúdicas podem ser uma maneira de estimular o interesse que há no interior do ser humano, pois estas podem motivá-lo a buscar soluções e alternativas que resolvam e expliquem as situações ofertadas. Podemos relacionar a aprendizagem, o interesse e os aspectos lúdicos, pois o ludismo acompanha o ser humano até mesmo na fase adulta, obviamente o que muda são os tipos de brinquedo e brincadeira (OLIVEIRA; SOARES, 2005).

Diferente de um debate o qual há dois lados que opinião contra ou a favor, o júri químico pode ser considerado um jogo, dado que, essa é uma estratégia que pode abordar o fictício e o irreal, pode-se comparar o júri químico com um jogo chamado Role Playing Game (RPG), que é um jogo de interpretação de papéis (COSTA, 2018).

O jogo tem a função de proporcionar ao estudante a diversão, o prazer quando escolhido voluntariamente e até mesmo o desprazer quando selecionado involuntariamente. Este também tem a função educativa, pois completa o indivíduo em seu saber, seus conhecimentos e sua apreensão de mundo. Porém, devemos manter o equilíbrio entre a função lúdica e a função educativa para não correremos o risco de termos somente o jogo e ocorrer falta de ensino e vice-versa (OLIVEIRA; SOARES, 2005).

Autores como Oliveira e Soares (2005), Lemes e Alves (2014) e Gomes e Barbosa (2013), têm utilizado metodologias lúdicas. Por exemplo, Oliveira e Soares (2005) elaboraram um júri químico em sala de aula para discutir os problemas ambientais que aconteceram em uma cidade fictícia que possui duas fábricas, uma de baterias e uma engarrafadora de água mineral. Para a avaliação da estratégia foram utilizadas entrevistas com os alunos e com os professores que participaram do processo, notas de campo e aplicações de questionários relacionados à verificação do desenvolvimento de ensino e aprendizagem, filmagens das reuniões dos grupos, das atividades lúdicas que simulava um júri e de conversas informais entre os participantes. No trabalho foram analisados os aspectos mais gerais como, por exemplo, relação aluno-professor; interesse e ensino-aprendizagem; linguagem e personificação; aspecto disciplinar. Assim, a atividade mostrou ser importante considerando os aspectos relacionados a cooperação, uma vez que, os alunos perceberam que quanto mais eles cooperassem uns com os outros, melhor eram os resultados. Os alunos puderam entender melhor os conceitos químicos e suas aplicabilidades (OLIVEIRA; SOARES, 2005).

Lemes e Alves (2014), também utilizaram a ferramenta júri químico nas aulas de química de alunos do 3º ano do Ensino Médio com o objetivo de promover a contextualização do conceito de isomeria de compostos de carbonos a partir do tema que tinha como título “Açúcar Invertido x Sacarose”. As autoras verificaram que a atividade júri químico alcançou o objetivo, já que, essa superou o ensino-aprendizagem tradicionais, que buscam somente à memorização dos conceitos e não ao real aprendizado.

Gomes e Barbosa (2013), também utilizaram o júri químico com intuito de elaborar questões relativas à História da Ciência, principalmente sobre a influência da teoria do flogístico para o desenvolvimento científico no século XVIII. Os autores acreditam que a compreensão da História da Ciência permite o melhor aprendizado da Ciência, pois esse ocorre de modo mais

realista e que também o uso do lúdico e dos aspectos educacionais são ferramentas que permitem a aproximação do professor com os alunos, diferente do ensino tradicional.

Porém, nesses trabalhos os autores somente relatam o que foi realizado durante o jogo, deixando de realizar uma análise sobre as contribuições dessas atividades lúdicas para o desenvolvimento de habilidades dos indivíduos. No entanto, essa estratégia apresenta algumas dificuldades que devem ser superadas como, por exemplo, o número excessivo de alunos na sala de aula, a falta de infraestrutura das instituições escolares, o engajamento dos discentes e a dificuldade de associar os conceitos químicos vistos em sala de aula (FONSECA, 2017).

A seguir, no tópico 3 serão apresentadas quais foram as metodologias escolhidas para realizar a análise da SA, de forma que os objetivos desse trabalho pudessem ser alcançados.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo será abordado o contexto que ocorreu a pesquisa, a descrição da SA desenvolvida e como foi realizada a análise dos dados construídos.

3.1 Características da pesquisa

Segundo Bogdan e Biklen (1994), na pesquisa qualitativa os dados são constituídos em ambientes naturais como, por exemplo, família, sala de aula, bairros entre outros. Nesse tipo de pesquisa os pesquisadores frequentam o ambiente de estudo, pois se preocupam com o contexto. Além disso, a pesquisa qualitativa possui caráter descritivo, dado que, são utilizadas imagens ou palavras, para isso são realizadas transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos e documentos pessoais. As pesquisas qualitativas não têm como objetivo principal, o produto, mas sim o processo e analisam os dados de forma indutiva, visto que, para esses, não se recolhem os dados somente para afirmar uma hipótese que já foi construída. Além disso, uma pesquisa qualitativa considera de grande importância o significado, uma vez que, os pesquisadores estão interessados em como as pessoas dão sentido às suas vidas. Nessa perspectiva, Flick (2009) ressalta também que a pesquisa qualitativa é de grande valia para o estudo das relações sociais, graças à pluralização das esferas da vida.

Dessa forma, essa pesquisa possui caráter qualitativo, uma vez que tem o objetivo de investigar se uma SA sobre insumos agrícolas e meio ambiente pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e a promoção de alfabetização científica de alunos do primeiro ano do Ensino Médio. Para isso, foram realizadas gravações de áudio e vídeo de todas as aulas, além disso, foram aplicados um questionário prévio que contemplava 11 perguntas, um estudo de caso com a temática “insumos agrícolas e meio ambiente”, as atividades experimentais I, II e III que possuíam questionários com 7, 2 e 6 perguntas respectivamente e o questionário pós, que contemplava 12 perguntas. Vale ressaltar que as gravações de áudio e vídeo, e as análises dos questionários para esse trabalho, foram realizadas com autorização dos pais ou responsáveis.

3.2 Descrição e contexto de regência das aulas

Para o desenvolvimento deste estudo, foi elaborada uma SA com a temática “insumos agrícolas e meio ambiente” para uma turma de 29 alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública, os quais a maioria residia na zona rural em uma cidade localizada no sul de Minas Gerais. Essa SA foi composta por 13 aulas, nas quais foram trabalhados os conceitos químicos envolvidos no entendimento de solubilidade como, por exemplo, tipos de soluções, tipos de solos, lixiviação e percolação. A SA foi ministrada pela própria pesquisadora, que já era a professora responsável pela turma citada, sob orientação de professoras da universidade. Os dados foram constituídos a partir de um estudo de caso e vários questionários aplicados ao longo das aulas e por meio de gravações de áudio e vídeo de todas as aulas para transcrição com autorização dos responsáveis pelos alunos, professores e direção da escola. No Quadro 1 estão descritas de forma sucinta as aulas ministradas.¹

Quadro 1 - Síntese do planejamento das aulas da SA (Continua).

Aulas	Conceitos	Objetivos
1- Levantamento dos conhecimentos prévios. (Apêndice 1)	Os conhecimentos prévios, dos alunos, sobre conceitos químicos envolvidos no entendimento de solubilidade, tipos de soluções, tipos de solos, lixiviação e percolação foram levantados a partir de situações do cotidiano.	Investigar os conhecimentos prévios dos alunos, para que seja possível realizar uma reorganização dessa sequência de aulas, para que possa contemplar os conceitos necessários para superar as dificuldades e concepções equivocadas dos alunos.
2 – Caso (Apêndice 2)	A estrutura do Caso permitiu realizar relações com os conceitos de solubilidade, tipos de soluções, tipos de solos, lixiviação e percolação.	Estimular os alunos a refletir sobre o caso para encontrar uma solução para o problema.
3 – Apresentação e discussão sobre a estrutura de um Júri Popular	O que é, como e quando ocorre um júri popular, bem como qual é o papel de cada participante.	Apresentar a proposta avaliativa do júri químico aos alunos, e explicar como irá proceder para que os alunos possam se organizar para a realização da atividade.

¹ Um detalhamento da SA pode ser consultado no produto educacional desenvolvido ao longo desta pesquisa. Destacando que a SA apresentada no produto educacional já foi reelaborada após a ministração das aulas e várias reflexões.

Quadro 1 - Síntese do planejamento das aulas da SA (Continua).

4 - Experimento investigativo sobre tipos de soluções e solubilidade (Apêndice 3)	Definição de soluções e solubilidade.	Observar e refletir sobre os experimentos para que os alunos possam construir seus conhecimentos sobre solução, solubilidade e os tipos de soluções.
5 - Experimento investigativo sobre a influência da temperatura na solubilidade (Apêndice 4)	Influência da temperatura na solubilidade	Compreender como a solubilidade do soluto varia em diferentes temperaturas, para que assim os alunos possam fazer associações das soluções no seu dia a dia e também para resolução do caso da SA.
6 – Sistematização dos conceitos envolvendo solubilidade. (Apêndice 5)	Conceito de solução, tipos de soluções e fatores que afetam a solubilidade	Compreender o que é uma solução, os tipos de soluções, os fatores que afetam a solubilidade para que os alunos possam construir novos conceitos sobre a temática para então fazer relações conceituais em seus cotidianos e na SA.
7 - Experimento envolvendo tipos de solos, lixiviação e percolação (Apêndice 6)	Solubilidade, lixiviação e percolação da ureia em diferentes tipos de solos.	Construir os conhecimentos com os alunos sobre como a percolação e a lixiviação de substâncias químicas, no nosso caso a ureia, são influenciadas pela solubilidade do mesmo no solvente e as diferentes composições de vários solos. E assim, auxiliá-los na resolução do estudo de caso apresentado na aula 2 e elaboração de seus argumentos no Júri Químico
8 – Discussão sobre os tipos de solos, lixiviação e percolação	Tipos de solo, lixiviação e percolação.	Construir os conhecimentos dos alunos sobre diferentes tipos de solos, lixiviação e percolação para auxiliá-los na resolução do caso apresentado na aula 2 e elaboração de seus argumentos no Júri Químico.
9 – Impactos que os fertilizantes podem provocar no meio ambiente – Parte I (Anexo 1)	Impactos dos fertilizantes no meio ambiente.	Proporcionar um momento para os alunos argumentarem, criticarem e refletirem sobre os impactos causados pelos fertilizantes no meio ambiente.

Quadro 1 - Síntese do planejamento das aulas da SA (Conclusão).

Aula 10 - Impactos que os fertilizantes podem provocar no meio ambiente – Parte II	Impactos dos fertilizantes no meio ambiente.	Proporcionar um momento para os alunos argumentarem, criticarem e refletirem sobre os impactos causados pelos fertilizantes e esgoto no meio ambiente.
11 – Pesquisa sobre os Argumentos que poderão ser utilizados no júri.	Os alunos pesquisaram sobre conceitos de solubilidade, tipos de soluções, lixiviação, percolação e tipos de solo.	Auxiliar os alunos a construírem seus argumentos para o júri químico.
12 – Júri Químico (Anexo 2) e (Apêndice 7,8,9)	Os alunos utilizaram os conceitos de solubilidade, tipos de soluções, lixiviação, percolação e tipos de solo.	Auxiliar os alunos a desenvolverem suas argumentações, seu lado crítico e reflexivo utilizando os conceitos químicos construídos durante as aulas dessa sequência.
13 – Investigação dos Conhecimentos Construídos pelos Alunos (Apêndice 10)	Investigou-se quais foram os conhecimentos construídos pelos alunos após essa Sequência de Aulas, sobre os conceitos correlacionados à solubilidade, tipos de soluções, tipos de solo, lixiviação e percolação que foram levantados a partir de situações do cotidiano.	Possibilitar que os alunos reflitam sobre os seus conhecimentos construídos durante essa sequência e façam uma autoavaliação.

Fonte: Da autora, (2019).

A temática “insumos agrícolas e meio ambiente” foi escolhida para ser inserida no Caso, pois, a cidade em que a escola está localizada não possui tratamento de esgoto doméstico e industrial, e assim, os efluentes são lançados em um ribeirão que tem todo o seu percurso localizado na zona rural do município. Durante o seu percurso tem-se área de pastagem, cafezais e outras plantações. Além disso, muitos alunos residem na zona rural ou tem seus responsáveis trabalhando na mesma. Dessa forma, essa temática faz parte do cotidiano desses estudantes.

Pensando em levar uma problematização que faça parte do cotidiano dos alunos, essa SA busca investigar o que causou de fato a morte de bebês e idosos de uma fazenda. Levando em consideração o uso excessivo de fertilizantes utilizado na propriedade, a mortandade dos peixes que encontram na lagoa e o consumo de peixes do ribeirão pelos moradores.

Abordar esse tipo de discussão em sala de aula é de fundamental importância, uma vez que, alerta os alunos aos benefícios e malefícios que os produtos agrícolas podem provocar na

saúde do ser humano e no meio ambiente. Assim, acreditamos que discussões como essa, auxiliam na formação de pessoas mais críticas, reflexivas e capazes de atuar na sociedade em que estão inseridos.

3.2.1 Caso elaborado

A segunda aula da SA, foi a apresentação do caso, que perpassou todo o desenvolvimento da SA, uma vez que, a professora sempre solicitava que os alunos relacionassem as atividades realizadas com o caso. A história do caso, apresentada na Figura 7, é fictícia e contempla algumas situações que fazem parte do cotidiano dos alunos, foi utilizada para abordar conceitos que envolvem solubilidade. Como, por exemplo, o esgoto da cidade não é tratado sendo lançado em um ribeirão. Por outro lado, a cidade é conhecida como a capital do café, é cercada por cafezais e conseqüentemente ocorre a poluição das águas de alguns ribeirões pelo uso de agroquímicos, pois eles percorrem uma grande parte da zona rural da cidade até chegar no rio de furnas onde desaguam.

A aula de apresentação do Caso, contou com o auxílio de uma maquete (Figura 1), a qual ilustrava os locais descritos na narrativa do mesmo. A cidade de Ouro Verde (nome fictício), que lançava o esgoto doméstico não tratado no ribeirão, o qual sofria o processo de autodepuração ao longo do seu percurso até a fazenda Paraíso, região onde a água do mesmo se encontrava cristalina. As casas localizadas na fazenda, com suas respectivas fossas sépticas. Um curral para os animais, e também uma lagoa, próxima ao cafezal, repleta da vegetação denominada de aguapés. Um lençol freático localizado abaixo da lavoura, responsável pelo abastecimento de água da propriedade.

Figura 1 - Maquete ilustrativa da situação problema descrita do Caso: A – área urbana e B detalhamento da fazenda.



Fonte: Da autora, (2019).

Além disso, a aula sobre o caso, contava com o auxílio da história do caso impressa, que foi distribuída para os alunos. Durante a aula a professora leu com os alunos, o caso, nos trechos que havia o senhor Oswaldo e Ricardo, personagens da narrativa do caso, a docente pediu para que os alunos os interpretassem na hora da leitura, tornando a leitura do caso mais dinâmica. Em seguida, a professora fez perguntas como:

- a) De que se trata o caso?
- b) Quais são os temas principais do caso?
- c) O que nós sabemos sobre o caso?
- d) O que nós ainda precisamos saber sobre o caso para solucioná-lo?

Vale ressaltar que em todas as aulas a professora lembrava o caso, realizando esses questionamentos para dar início a mediação das aulas.

Dessa maneira, nesse trabalho serão apresentadas algumas transcrições das respostas dos alunos para essas perguntas e para as demais discussões, que ocorreram oralmente durante as aulas para que assim, possam ser realizadas reflexões sobre as estratégias utilizadas durante a SA. Além disso, a narrativa do caso da SA será analisada segundo as ideias de Herreid e Coll (1998), citadas no trabalho de Sá et al., (2007), as quais apresentam alguns aspectos de um bom caso. As análises das características de um bom caso, um dos objetivos do presente trabalho, serão apresentadas no tópico Análise das Características do Caso no Quadro (2), item 3.3.1.

3.3 Metodologia de análise dos dados

Como destacamos anteriormente, os dados dessa pesquisa foram constituídos em uma turma de 1º ano do Ensino Médio, dentre os quais foram analisadas as aulas, que foram desenvolvidas as seguintes estratégias: estudo de caso, questionários prévios e pós, experimentação, roda de conversa e júri químico.

Para a análise dos dados foram transcritos alguns trechos das aulas para a realização de reflexões sobre a SA; para a análise do caso, foi verificado se o mesmo é ou não um bom caso; as perguntas e respostas dos alunos fornecidas aos questionários prévio e pós, e das atividades entregues durante os experimentos 1, 2 e 3 foram categorizadas quanto ao nível cognitivo e ao nível de alfabetização científica.

Considerando que um dos objetivos do presente trabalho foi verificar se há relações entre a alfabetização científica e os níveis cognitivos desenvolvidos pelos estudantes, e ainda que obtivemos um número elevado de dados, empregamos a análise estatística multivariada para interpretarmos os mesmos. Assim, a análise por componentes principais ou Principal Component Analysis (PCA) foi escolhida para realizar as análises dos dados dos questionários prévio e pós, e das atividades dos experimentos 1, 2 e 3, visto que, ela busca reduzir o número de variáveis, proporciona verificar possíveis correlações entre os dados analisados, além de, ressaltar as variáveis mais relevantes.

Os tópicos a seguir descrevem as categorias que foram utilizadas e como as análises foram feitas.

3.3.1. Análise das características do Caso e do entendimento dos alunos sobre a situação problema apresentada no mesmo.

Para a análise do Caso da SA, foram utilizadas as características de um caso segundo as ideias de Herreid e Coll (1998) apud Sá et al., (2007). Essas características encontram-se descritas no Quadro 2.

Quadro 2 - Descrição das características de um bom caso.

Características de um Bom Caso	
Narrar uma história	O fim não deve existir ainda.
Despertar o interesse pela questão	O caso deve parecer real, deve haver um drama, um suspense.
Ter uma questão a ser resolvida e deve ser atual	Deve tratar de questões atuais, fazendo com que o estudante perceba que o problema é importante.
Produzir empatia com os personagens centrais	Os personagens devem influenciar na maneira como certas decisões são tomadas.
Incluir citações	É a melhor maneira de compreender uma situação e ganhar empatia para com os personagens.
Adicionar vida e drama a todas as citações; um bom caso é relevante ao leitor	Os casos escolhidos devem envolver situações que os estudantes provavelmente saibam enfrentar. Isto melhora o fator empatia e faz do caso algo que vale a pena estudar
Ter utilidade pedagógica	Deve ser útil para o estudante
Provocar um conflito	A maioria dos casos é fundamentada sobre algo controverso
Forçar uma decisão	Deve haver urgência e seriedade envolvida na resolução dos casos
Ter generalizações	Deve ter aplicabilidade geral e não ser específico para apenas uma curiosidade
Ser curto	Os casos devem ser suficientemente longos para introduzir os fatos de um caso, mas não tão longos que possam provocar uma análise tediosa.

Fonte: Herreid e Coll (1998) apud Sá et al., (2007) p.733.

Para essa análise, a estrutura do caso (história) foi observada e foram destacados trechos que ressaltam as características de um bom caso. Em seguida as características foram discutidas, também levando em consideração características consideradas implícitas, ou seja, foram pensadas ao elaborar o caso, mas não tem um trecho específico da história que pôde ser relacionado.

Além de observar as características de um bom caso, foram realizadas transcrições de sequências de falas relacionadas aos entendimentos dos alunos nesse momento inicial, em relação à problematização apresentada na narrativa do caso.

3.3.2. Análise dos Níveis Cognitivos e de Alfabetização Científica

Para análise dos níveis cognitivos das perguntas e respostas dos questionários prévio, dos experimentos (1, 2 e 3) e questionários pós, foram utilizadas as categorias definidas por Suart (2008), a fim de verificar os níveis de exigência das perguntas elaboradas pela pesquisadora e as respostas dos alunos. Segundo Suart (2008) para possibilitar que o aluno construa uma resposta de alto nível cognitivo ele deve ser instigado para isso. Dessa forma, para que o estudante tenha motivação durante as aulas é importante que a tarefa proposta seja desafiadora e significativa.

No Quadro 3 são apresentadas as categorias de nível de cognição para as questões dos questionários prévio e pós e das atividades dos experimentos 1,2 e 3 (SUART, 2008).

Quadro 3 - Descrição do nível de cognição das questões propostas para os alunos.

Nível	Descrição
P1	Requer que o estudante somente recorde uma informação partindo dos dados obtidos.
P2	Requer que o estudante desenvolva atividades como sequenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema.
P3	Requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

Fonte: Suart (2008, p.75).

As respostas elaboradas pelos alunos também foram analisadas conforme as categorias propostas por Suart (2008), com intuito de notabilizar a manifestação de algumas habilidades cognitivas como, por exemplo, elaboração de hipóteses, análise das variáveis, processos de controle, entre outras. As categorias elaboradas pela autora foram baseadas nas ideias de Zoller (1993) dividindo as habilidades em algorítmicas (ALG), de baixa ordem (LOCS) ou alta ordem (HOCS). Essas categorias estão presentes no Quadro 4.

Segundo Zoller e Puchkinb (2007), há níveis de pensamentos como, por exemplo, pensamentos de baixa ordem e alta ordem. O nível mais baixo é o pensamento de baixa ordem, esse reflete a memorização, a regurgitação ou a recitação de fatos básicos; vale ressaltar que esse pensamento não é conceitual embora seja focado em conceitos, exemplo disso é realizar

cálculos com ajuda da calculadora, a indicação de uma fórmula química, de um elemento da tabela periódica ou indicando que pH ácido é aquele menor que 7,0. Já o pensamento de alta ordem é aquele em que o estudante assimila as informações e associa com informações a “priori”, ou reorganiza as informações encontrando possíveis respostas para determinadas situações. Um exemplo disso é, quando o aluno associa os conceitos de estequiometria com os conceitos da lei dos gases ideais ou molaridade, ou quando relaciona a massa de um líquido com base em sua densidade ou volume medido (ZOLLER; PUSHKIN, 2007).

Quadro 4 - Descrição do nível cognitivo das categorias das respostas dos alunos.

Nível	Categoria de resposta ALG
N1	<ul style="list-style-type: none"> • Não reconhece a situação problema. • Limita-se a expor um dado lembrado. • Retêm-se a aplicação de fórmulas ou conceitos.
Nível	Categoria de resposta LOCS
N2	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhece a situação problemática e identifica o que deve ser buscado. • Não identifica variáveis. • Não estabelece processos de controle para a seleção das informações. • Não justifica as respostas de acordo com os conceitos exigidos
N3	<ul style="list-style-type: none"> • Explica a resolução do problema utilizando conceitos já conhecidos ou lembrados (resoluções não fundamentadas, por tentativa) e quando necessário representa o problema com fórmulas ou equações. • Identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações. • Identifica as variáveis, podendo não compreender seus significados conceituais.
Nível	Categoria de resposta HOCS
N4	<ul style="list-style-type: none"> • Seleciona as informações relevantes. • Analisa ou avalia as variáveis ou relações causais entre os elementos do problema. • Sugere as possíveis soluções do problema ou relações causais entre os elementos do problema. • Exibe capacidade de elaboração de hipóteses.
N5	<ul style="list-style-type: none"> • Aborda ou generaliza o problema em outros contextos ou condições iniciais.

Fonte: Suart (2008) p.76.

Desse modo, utilizando as ideias de Zoller (1993), Suart (2008) diz que quando o estudante não compreende o problema ou emprega para sua resolução dados memorísticos, considera-se que desenvolveu pouco ou nenhum raciocínio lógico para sua resolução, enquadrando dessa maneira suas respostas na categoria N1 (ALG). Ainda segundo a autora, para a categoria N2 (LOCS) o aluno poderá reconhecer a situação problema e identificar variáveis, porém, ainda apresenta pouca demanda cognitiva em suas respostas. A resposta do

aluno pode ser considerada N3 (LOCS) quando apresenta habilidades que exigem a utilização de conhecimentos simples em situações conhecidas, e começa a organizar os seus processos de controle para a resolução de problema. Quando o aluno apresentar respostas com elaboração de hipóteses, análise de variáveis e pensamentos mais complexos para a resolução de problemas, podemos considerar que o aluno apresentou habilidades cognitivas de alta ordem e suas respostas podem ser classificadas como N4 (HOCS). Já para o nível N5 o discente deve apresentar respostas que ultrapassam a situação atual abordando-as em outros contextos (SUART, 2008).

As respostas aos questionários prévio e pós e das atividades dos experimentos 1, 2 e 3 também foram categorizadas quanto ao nível de alfabetização científica. De modo a verificar se as atividades da SA apresentaram potencial para promover a AC utilizamos os níveis de alfabetização científica proposta por Bybee (1997) apud Suart (2016) que estão descritos no Quadro 5.

Concordamos com Bybee (1997) que há muitas definições para AC que tentam definir se a pessoa é ou não alfabetizada cientificamente. O autor defende que esse é um processo contínuo que dura a vida toda (SUART, 2016). Dessa forma, queremos nesse trabalho ir além de verificar o desenvolvimento de habilidades como analisar, comparar, contrastar, elaborar hipótese, iremos analisar também o processo de AC dos alunos, já que, esse permite verificar a construção de conhecimentos sobre a temática trabalhada em sala de aula, utilizando os conceitos científicos abordados. Além disso, queremos analisar por meio das respostas dos alunos se há relação entre os níveis cognitivos e a AC, pois acreditamos que quanto maior o nível de cognição do aluno, ou seja, quanto mais habilidades os alunos desenvolvem, maior será o nível de AC.

Quadro 5 - Descrição dos Níveis de Alfabetização Científica.

Níveis de Alfabetização Científica	Descrição
Não Alfabetizado Cientificamente ² (NAC)	Não tem a capacidade cognitiva para entender as questões ou encontrar respostas por meio de conteúdo das ciências e tecnologias.
Alfabetização Científica Nominal (ACN)	O termo nominal significa o termo em si, ou seja, o indivíduo entende o termo, questões ou tópicos da Ciência, mas sabe pouco sobre eles. Nesse nível, os indivíduos demonstram um entendimento simbólico sobre o fenômeno
Alfabetização Científica Funcional (ACF)	Indivíduos alfabetizados funcionalmente podem usar o vocabulário científico ou tecnológico, mas apenas em um contexto específico, como definir um termo em um teste, ler um jornal, ou assistir a um programa de televisão. Seu conhecimento carece de embasamento conceitual e consiste em lista de terminologias memorizadas.
Alfabetização Científica Conceitual e Procedimental (ACCP)	Este nível significa o entendimento sobre como os conceitos de uma disciplina se relacionam a outra, bem como sobre seus métodos e processos de investigação científica. Conhecimentos procedimentais e habilidades, como os processos de investigação científica, também são relevantes. Aqui, os indivíduos compreendem e usam as ideias, tais como observação e hipóteses em investigações laboratoriais ou discussões sobre experiências e desenvolvimentos científicos.
Alfabetização Científica Multidimensional (ACM)	Este nível mostra a importância da perspectiva integral do conhecimento. Enquanto a ênfase no nível conceitual está nos domínios das disciplinas científicas e tecnológicas e tecnológicas, este nível de alfabetização incluem dimensões históricas, filosóficas e sociais e a apreciação das Ciências como um empreendimento cultural, que faz conexões com outras Ciências e entre problemas e aspirações sociais e tecnológicas.

Fonte: Bybee (1997) apud Suart (2016). p.100.

² O termo utilizado por Bybee (1997) é Não Alfabetizado (NA), porém nesse trabalho utilizaremos o termo Não Alfabetizado Cientificamente (NAC), para que o leitor não tenha a ideia de que NA é a pessoa que não sabe ler e escrever, mas sim a pessoa que não sabe os conceitos necessários para opinar sobre os avanços das ciências e tecnologias na sociedade em que está inserido.

Assim, para efetivar a análise dos dados, todas as respostas dos estudantes foram digitalizadas e posteriormente categorizadas, pela autora desse trabalho e mais três mestrandas chamadas avaliadoras 1 a 4, em relação ao nível cognitivo (NC) e alfabetização científica (AC). Em seguida foram realizadas validações das categorizações em reuniões de grupo com a participação das avaliadoras, orientadora, coorientadora e por uma outra professora pesquisadora da universidade. Para isso as respostas e categorizações propostas individualmente, foram organizadas em quadros como no exemplo apresentado a seguir (Quadro 6). As categorizações dos tipos de perguntas também foram validadas de maneira semelhante.

Quadro 6 - Exemplo de categorização e validação dos dados obtidos quanto os níveis de cognição e alfabetização científica.

Nº de identificação dos alunos	Respostas	Avaliador 1		Avaliador 2		Avaliador 3		Avaliador 4		Validação	
		NC	AC	NC	AC	NC	AC	NC	AC	NC	AC
7	Ela colocou muito cobre e pouca água, e o cobre não dissolveu direito.	N3	ACF	N3	ACF	N3	ACF ou ACC	N3	ACF	N3	ACF
9	Dona Márcia colocou a quantidade de água errada (ou o produto) mais pode ter sido o excesso a mais do que o necessário.	N3	ACF	N2 ou N3	ACN	N3	ACF	N2	ACN	N3	ACN

NC (Nível cognitivo) e NC (nível de alfabetização científica)

Fonte: Da autora, (2020).

Durante as reuniões de grupo foram verificadas as classificações quanto ao NC e AC feitas pela maioria. Por exemplo, para o aluno 7 notamos que às quatro avaliadoras indicaram NC N3 e para AC, três avaliadoras categorizaram ACF (Alfabetização Científica Funcional), portanto a categorização validada foi N3 e ACF. Quando não existia consenso pela maioria relacionado a categorização feita individualmente, era proposta uma discussão entre todas de forma fundamentada até que a maioria optasse por uma categoria específica como pode ser observado no caso do aluno 9.

Em momento posterior, os dados constituídos por meio das categorizações, foram tratados a partir de análise multivariada para avaliarmos as relações entre NC e AC. Ela auxilia na interpretação de dados, principalmente quando se trata de grandes quantidades, de forma objetiva, extraindo desses, informações mais relevantes.

3.3.3 Análise de Componente Principais (PCA)

A PCA é uma técnica multivariada utilizada na estatística que equivale a transformar um conjunto que contempla variáveis originais em outro conjunto que possui variáveis de mesma proporção denominadas componentes principais (HONGYU et al., 2015).

As componentes principais possuem combinações lineares de todas as variáveis originais, que representam a seleção de novos sistemas de coordenadas obtidas a partir da rotação do sistema original que possui variáveis aleatórias como eixos das coordenadas. Essas novas variáveis (eixos ortogonais) são chamadas componentes principais e os valores das novas variáveis são os *scores* dos componentes principais ou coordenadas principais (HONGYU et al., 2015).

Em geral, escolhemos a primeiro componente, uma vez que, ela é considerada de maior importância, como sendo de maior variância, ou seja, que explique o máximo de variabilidade de dados, a segundo componente, apresenta a segunda maior variância, e assim segue esse raciocínio até a componente principal de menor importância. As últimas componentes principais são responsáveis pelas direções que não estão associadas a muita variabilidade (HONGYU et al., 2015)

Ou seja, as componentes principais possuem duas características que as tornam mais efetivas que as variáveis originais: são ortogonais entre si; ou seja cada componente principal traz uma informação estatística diferente das outras; as variáveis originais têm a mesma importância

estatística, enquanto que as componentes principais têm importância estatística decrescente. Assim, as primeiras componentes principais são mais importantes que a segunda componente principal, pois a primeira possui mais informações estatísticas que a segunda e assim sucessivamente (HONGYU et al., 2015).

A PCA, se dá a partir de um ponto no gráfico cartesiano, esse é representado por valores das coordenadas x , y e z . Ou seja, o ponto é uma amostra e os valores nas coordenadas correspondem aos das variáveis medidas (MOITA, 2004).

Segundo Moita (2004), cada componente principal (gerada a partir das variáveis originais), é uma combinação linear de todas as variáveis originais. Por exemplo, tem-se um sistema com oito variáveis, após a transformação, terá oito componentes principais, cada um desse, será escrito como uma combinação linear das oito variáveis originais, assim, cada variável terá uma importância, ou peso diferente.

Dessa maneira, os dados desse trabalho, na forma de *loadings* e *scores*, foram analisados através do programa estatístico Chemoface³. Diante da necessidade de termos valores numéricos, ou intervalos numéricos, para o tratamento estatístico, algumas correlações foram realizadas. Inicialmente foram criadas as variáveis amostrais, a partir das correlações entre categorização das perguntas quanto ao nível cognitivo (P1, P2 e P3) e níveis de AC (Não Alfabetizado, Nominal, Funcional, Conceitual e Multidimensional), os chamados *loadings*. Em seguida as variáveis amostrais foram correlacionadas numericamente com os níveis cognitivos das respostas (*scores*), conforme ilustrados na Figura 2.

Figura 2 - Exemplo de ilustração da criação de valores numéricos para os tratamentos estáticos dos dados através da PCA.

	N1	N2	N3
NACP1(1)	0	3	0
ACNP1(1)	2	0	0
NACP2(2)	3	0	0
ACNP2(2)	0	1	0
ACNP3(1)(2)	0	0	7
NACP4(1)(2)	2	0	0
ACNP4(1)(2)	0	0	3
ACFP4(1)(2)	0	3	0

Fonte: Da autora, (2021).

³ Software para análise multivariada criado pelo professor da Universidade Federal de Lavras Cleiton Nunes.

Sendo: Os números as quantidades de respostas;

P1, P2 e P3 os níveis cognitivos de perguntas;

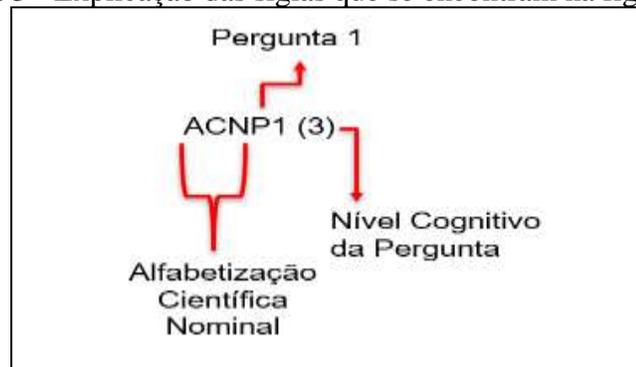
N1, N2, N3, N4 e N5 os níveis cognitivos das respostas;

NAC Não Alfabetizado Cientificamente, ACN Alfabetização Científica Nominal; ACF Alfabetização Científica Funcional, ACCP Alfabetização Científica Conceitual e Procedimental e ACM Alfabetização Científica Multidimensional;

Número entre parênteses se refere a numeração da pergunta de acordo atividade.

Os números são as quantidades de respostas: por exemplo, na linha do ACNP1(1), tivemos duas respostas classificadas como de nível cognitivo N1 e seu nível de alfabetização científica é nominal, como já mencionado. Veja a Figura 3.

Figura 3 - Explicação das siglas que se encontram na figura 2.

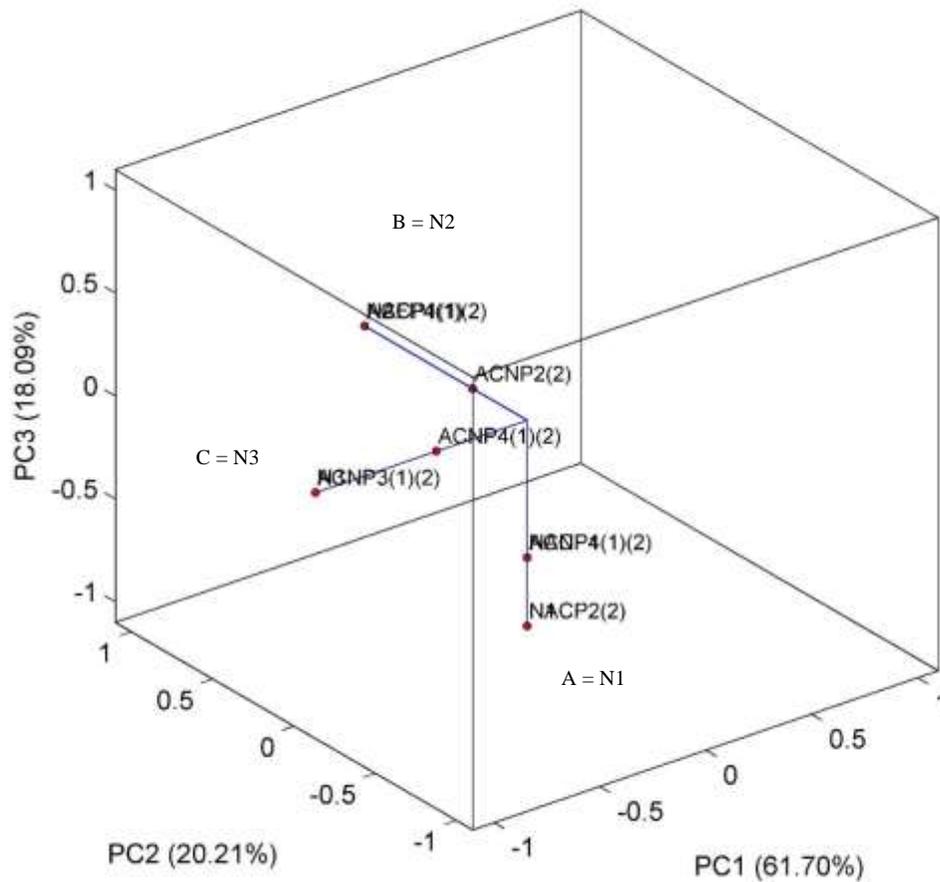


Fonte: Da autora, (2021).

Sendo assim, a análise dos dados pela técnica PCA permitiu agrupar os níveis de alfabetização científica e níveis cognitivos das respostas e perguntas dos questionários prévio, pós e dos experimentos de modo a expressar suas semelhanças e diferenças, uma vez que, a mesma tem como objetivo o agrupamento dos níveis de alfabetização científica e níveis cognitivos, ou seja a análise agrupa os níveis de alfabetização científica de acordo com seu nível cognitivo, segundo o seu comportamento nos questionários, representado pela variação do conjunto de características que define as respostas (HONGYU, 2015).

Vale ressaltar que as linhas da Figura 2 que tiveram somente número de respostas zero (0), foram excluídas da análise, para que assim os pontos dos gráficos plotados ficassem mais visíveis. Dessa forma, um dos dados desse trabalho está ilustrado na Figura 4, contempla um gráfico de *loading e scores*.

Figura 4 - Gráfico genérico das 3 principais PCA para os dados obtidos das correlações entre AC e NC.



Fonte: Da autora, (2021).

Na Figura 4, estão ilustrados às três principais PCA, sendo que a Primeira Componente Principal (PC1) que é equivalente ao eixo x, equivale a 61,70%, a Segunda Componente Principal (PC2) que é equivalente ao eixo y, 20,21% e a Terceira Componente Principal (PC3) equivale ao eixo z 18,09%. A soma das três componentes principais descreve 100% da variância total dos dados. Há também três agrupamentos, A, que equivale às respostas que possui a alfabetização científica relacionada com as respostas de nível cognitivo N1, o B que possui alfabetização científica relacionada com as respostas de nível cognitivo N2 e o C que contempla alfabetização científica relacionada com as respostas de nível cognitivo N3. Vale ressaltar que no gráfico os

scores são os níveis cognitivos N1, N2 e N3 e os *loading* são os níveis de alfabetização científica, obtidos de cada pergunta (NAC (2), ACNP4(1)(2)).

Dessa forma, os novos componentes principais são planejados de modo que possa explicar a maior porcentagem de variância em uma dada direção e são perpendiculares entre si. Assim, essa técnica reduz a dimensão dos dados, agrupando as informações correlacionadas em um mesmo componente principal (HONGYU, 2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão descritos e discutidos, a análise do texto da narrativa do caso, se é um bom caso (HERREID; COLL, 1998 apud SÁ et al., 2007), os dados obtidos das análises do questionário prévio, dos experimentos 1, 2 e 3 e questionário pós. Lembrando que as questões presentes nas atividades foram categorizadas quanto ao nível de cognição (SUART, 2008), e as respostas categorizadas quanto ao nível de cognição (SUART, 2008) e alfabetização científica (BYBEE, 1997 apud SUART, 2016).

Para a discussão dos dados obtidos também foram realizadas as análises estatísticas multivariadas, utilizando a técnica de PCA.

As análises serão apresentadas seguindo a ordem em que as aulas foram ministradas, dessa forma, a primeira aula foi o questionário prévio e logo após a análise da narrativa do caso, a qual foi apresentado aos alunos na aula 2.

4.1 Questionário prévio

Foi aplicado como primeira aula da SA um questionário prévio (Quadro 7) o qual possuía 11 questões, as quais três foram subdivididas em itens A e B. Dessa forma, quatro perguntas foram classificadas como sendo de nível cognitivo P1, três perguntas foram classificadas no nível cognitivo P2 e sete perguntas foram classificadas no nível cognitivo P3. Assim, o questionário contemplava perguntas de complexidade diferentes, permitindo que alunos com conhecimentos prévios diferentes, pudessem resolver as questões. Dessa forma, para o questionário prévio obteve-se 30 (34%) respostas classificadas no nível cognitivo N1, 12 (13%) respostas classificadas no

nível cognitivo N2 e 47 (53%) das respostas classificadas no nível cognitivo N3. Essa atividade foi realizada em uma aula e meia e contou com a participação de 24 alunos.

O questionário prévio, contemplava perguntas com conceitos sobre solubilidade, tipos de soluções, tipos de solos, lixiviação e percolação envolvendo a temática “insumos agrícolas e meio ambiente”.

Para melhor exemplificação dos dados obtidos, no Quadro 7 estão dispostos os NC das perguntas do questionário prévio, a quantidade de respostas obtidas e a classificação quanto ao NC das respostas elaboradas pelos alunos.

Quadro 7- Perguntas e níveis cognitivos das perguntas e respostas do questionário prévio (Continua).

Questões	NC das questões	Número total de respostas	NC das respostas
1. Para você, o que significa a palavra solubilidade?	P1	8 Em Branco* = 2	N1 - 7 N2 - 1
2. O que é lixiviação?	P2	8 Em Branco = 4	N1 - 8
3. a) Existem diferentes tipos de solos? () Sim () Não b) Se sim, o que diferencia os tipos de solo? Explique.	P1 e P2	8	N2 - 1 N3 - 7
4. Você conhece algum insumo agrícola? Dê exemplos.	P1	8	N1 - 3 N2 - 1 N3 - 4
5. Qual a relação da solubilidade e o uso de insumos agrícolas?	P3	8 Em Branco = 4	N1 - 8

Quadro 7- Perguntas e níveis cognitivos das perguntas e respostas do questionário prévio (Conclusão).

6.Quando o agricultor deve aplicar os insumos agrícolas em sua lavoura?	P3	8	N2 - 1 N3 - 7
7. a) Tem algum fator ou condição climática que influencia na aplicação do insumo agrícola? () Sim () Não b) Se sim, quais fatores?	P1 e P2	8 Em Branco = 2	N1 - 3 N2 - 1 N3 - 4
8. Por que muitos agricultores utilizam altas dosagem de insumos agrícolas?	P3	8 Em Branco = 1	N1 - 2 N3 - 6
9. Cite as vantagens e desvantagens dos insumos agrícolas para o ser humano.	P3	8 Em Branco = 1	N1 - 3 N2 - 1 N3 - 4
10. Cite as vantagens e desvantagens dos insumos agrícolas para o meio ambiente	P3	8 Em Branco = 2	N1 - 3 N2 - 1 N3 - 4
11. A cidade da imagem A possui cerca de 200 000 habitantes enquanto a cidade da imagem B possui 60 000. a) Explique o que aconteceria se a cidade da imagem A lançasse seu esgoto no ribeirão da imagem C?	P3	8	N2 - 2 N3 - 6
11. A cidade da imagem A possui cerca de 200 000 habitantes enquanto a cidade da imagem B possui 60 000. b) Agora explique o que aconteceria se a cidade da imagem B lançasse seu esgoto no ribeirão da imagem C?	P3	8	N2 - 3 N3 - 5

*“Em Branco” foram categorizadas no nível cognitivo N1 e como Não Alfabetizado Cientificamente.

* Não foram ilustrados os níveis cognitivos que não tiveram respostas contempladas.

Fonte: Da autora, (2021).

Em seguida, foram elaboradas algumas correlações obtidas entre AC e NC das respostas as questões do questionário prévio, apresentadas na Tabela 1. Na Tabela 1 foram destacadas com a cor verde as relações que mais apareceram.

Tabela 1 - Relações observadas entre níveis cognitivos e alfabetização científica das respostas obtidas para o questionário prévio.

NÍVEL COGNITIVO DAS RESPOSTAS	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DAS RESPOSTAS	TOTAL DE RESPOSTAS	PORCENTAGENS DAS RESPOSTAS
N1	NÃO ALFABETIZADO	26	29 %
	NOMINAL	4	5%
	TOTAL	30	34%
N2	NÃO ALFABETIZADO	1	1%
	NOMINAL	11	12%
	TOTAL	12	13%
N3	NOMINAL	29	33%
	FUNCIONAL	18	20%
	TOTAL	47	53%

Fonte: Da autora, (2021).

Observa-se na Tabela 1 que, a quantidade de respostas classificadas como sendo Não Alfabetizado Cientificamente (NAC) foi elevada, tivemos 26 (29%) respostas classificadas no nível cognitivo N1 e uma (1%) resposta classificada no nível cognitivo N2. Vale ressaltar que, respostas em branco foram classificadas como NAC – N1. Essa quantidade elevada de respostas classificadas como NAC – N1, pode ser explicada, pois, era um questionário prévio, por mais que os estudantes vêm de uma região agrícola, da zona rural, eles ainda não possuíam conhecimento sobre esses conceitos científicos, dessa forma, 17 (19%) respostas foram deixadas em branco, contribuindo dessa forma, para esse elevado número de respostas categorizadas nesses níveis (NAC – N1). A seguir está ilustrado um exemplo de resposta classificada como NAC -N1.

Pergunta: *Para você, o que significa a palavra solubilidade?*

Resposta: Aluno 10: *Significa um produto que se usa na agricultura.*

Percebe-se nessa resposta que o aluno não reconhece a situação problema, ele responde à pergunta utilizando a temática do questionário. Ou seja, ele pode ter pensado que solubilidade tem a ver com agricultura, já que o questionário está voltado para esse tema.

Quatro respostas foram classificadas como ACN – N1, pois essas respostas limitavam somente a um dado lembrado, o qual o aluno entende o termo, mas sabe pouco sobre ele, levando a ter concepções alternativas, conforme observado no exemplo a seguir.

Pergunta: *Para você, o que significa a palavra solubilidade?*

Resposta: Aluno 27: *Solubilidade é algum material sólido ou outros.*

Neste exemplo, percebe-se que o aluno associou a palavra solubilidade com sólido ou ainda pensou nos diferentes estados físicos, ao citar outros.

Analisando as informações apresentadas na Tabela 1 observa-se que respostas classificadas no nível cognitivo N2 também podem ser classificadas como sendo NAC, pois o aluno identifica variáveis, reconhece a situação problema identificando o que deve ser buscado, porém, ele não encontra respostas por meio de conceitos das ciências e tecnologia, dando a entender que o aluno escreve aleatoriamente, conforme observado no exemplo a seguir.

Pergunta: *Quando o agricultor deve aplicar os insumos agrícolas em sua lavoura?*

Resposta: Aluno 10: *A lavoura começa a ficar mais verde e começa a dar flores.*

Nota-se também, que 11 (12%) respostas foram classificadas como sendo ACN – N2, uma vez que, o aluno identifica variáveis, reconhece a situação problema, porém não justifica as respostas conforme os conceitos exigidos, demonstrando um conhecimento simbólico, ou concepções alternativas errôneas. Esse tipo de resposta era de se esperar, visto que esse é um questionário prévio, o qual os alunos ainda não têm domínio sobre a temática (OLIVEIRA, et al., 2016) especificamente nesse contexto, as respostas dos alunos que manifestaram habilidades no nível cognitivo N2 foram majoritariamente relacionadas a ACN como pode ser observado na resposta a seguir.

Pergunta: *a) Existem diferentes tipos de solos? () Sim () Não*

b) Se sim, o que diferencia os tipos de solo? Explique.

Resposta: Aluno 20: *Sim. Os solos, são diferentes uns dos outros pois com as ações do homem e da natureza, os solos acabam se modificando através do tempo, pois isso existem desertos, cerrados, etc.*

Percebe-se na resposta do aluno 20 que ele confunde o tipo de solo com o tipo de vegetação, demonstrando dessa forma um conhecimento simbólico com relação à pergunta.

Além disso, observa-se na Tabela 1 que 47 (53%) respostas foram classificadas no nível cognitivo N3, sendo essa uma quantidade de respostas muito significativa. Por ser um questionário prévio, esperava-se respostas de baixa ordem cognitiva (N1, N2 e N3). A maioria das respostas N3, 29 (33%) foram classificadas como ACN, dado que os alunos identificam variáveis, explicam

o problema utilizando conceitos já conhecidos, porém eles sabem pouco sobre o que foi pedido, demonstrando um conhecimento simbólico, ou concepções alternativas.

Pergunta: *Quando o agricultor deve aplicar os insumos agrícolas em sua lavoura?*

Resposta: Aluno 6: *Quando a colheita do ano acaba ele já pode aplicar o produto.*

Observa-se no exemplo que, o aluno entende a pergunta, identifica variáveis, porém sabe pouco sobre o que se pede, uma vez que, essa pergunta buscava respostas do tipo, o agricultor deve aplicar o fertilizante no solo em épocas de chuva, para que esse solubilize no solo para ser absorvido pela raiz da planta, ou se for um fertilizante ou um agrotóxico não pode ser aplicado em época de chuva para não ocorrer a lixiviação do produto. Nessa resposta, o aluno 6 respondeu de modo geral, ele disse que depois da colheita pode aplicar o produto, mas não especifica em que momento. Ele não estabeleceu uma relação entre fator climático e a aplicação, o que era esperado como resposta à pergunta.

Nota-se também que 18 (20%) respostas foram classificadas como ACF – N3, já que o aluno identifica variáveis, explica o problema utilizando conceitos já conhecidos, utiliza vocabulário científico em apenas um contexto específico. Veja o exemplo:

Pergunta: *Você conhece algum insumo agrícola? Dê exemplos.*

Resposta: Aluno 27: *Calcário para o solo e para a lavoura. Randape para as pragas, adubos para melhorar a produtividade para a lavoura.*

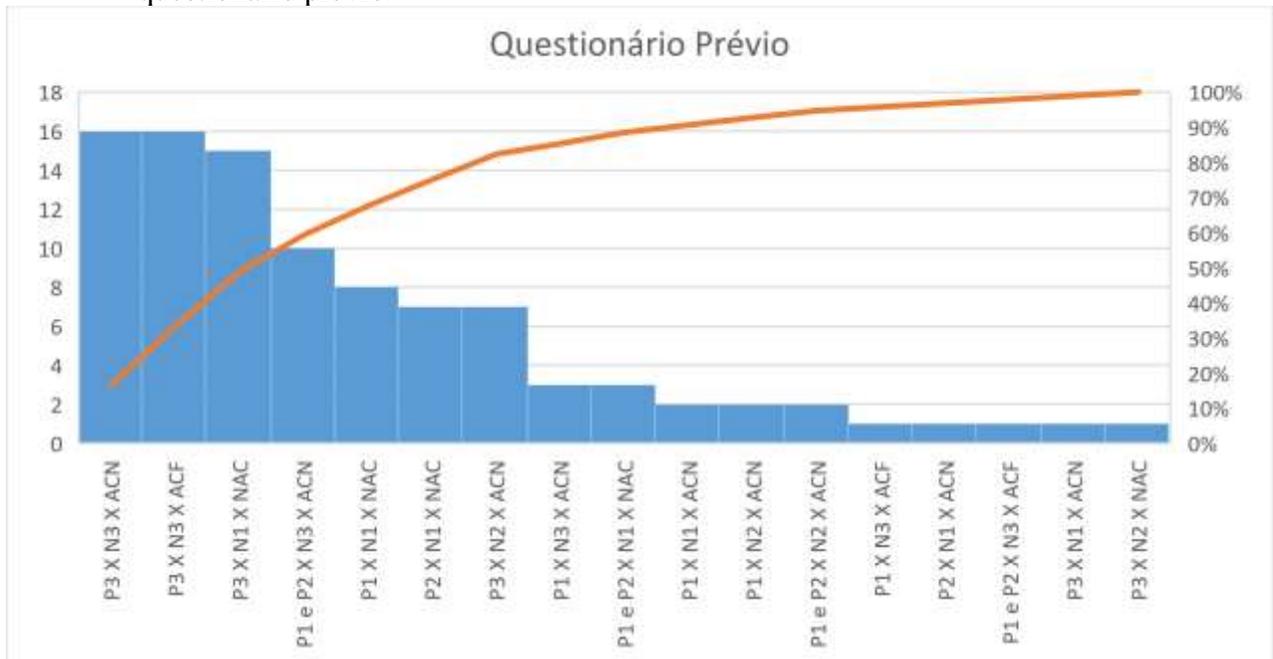
Além disso, mesmo o questionário contemplando perguntas de níveis cognitivos P2 e P3, os alunos não conseguiram elaborar respostas de alto nível, uma vez que, eles não conheciam os conceitos científicos, não estavam acostumados a elaborar respostas as quais, eles devem propor uma solução, ou até mesmo generalizar, utilizando dos conhecimentos que já têm sobre outras temáticas, em um contexto diferente.

Uma outra forma de enxergarmos as relações estabelecidas entre NC e AC é a partir dos gráficos de PCA. Ao observar a Figura 5, verifica-se que a Primeira Componente Principal (PC1) é equivalente ao eixo x, equivale a 68,65% da variabilidade dos dados, a Segunda Componente Principal (PC2) é equivalente ao eixo y, 18,47% da variabilidade dos dados e a Terceira Componente Principal, equivalente ao eixo z, (PC3) 9,11% variabilidade dos dados, e que ao serem somadas descrevem 93,23% da variância total dos dados, sendo aplicada para classificar e discriminar amostras.

Alfabetização Científica ACN e ACF. Os resultados obtidos a partir das PCAs confirmam as relações entre NC e AC expostas na Tabela 1 (questionário prévio).

Ainda sobre o questionário prévio, pode-se observar no gráfico a seguir, Figura 6, a frequência das relações entre níveis cognitivos das perguntas e das respostas e da alfabetização científica das respostas.

Figura 6 - Gráfico da distribuição dos dados em ordem decrescente de frequência das relações do questionário prévio.



Fonte: Da autora, (2021).

Pode - se verificar que a maioria das respostas teve as relações (P3 x N3 x ACN), (P3 X N3 X ACF) e (P3 X N1 X NAC). A maioria das relações teve o nível da pergunta classificado como P3, visto que de 11 perguntas, sete foram classificadas no nível cognitivo P3. Esse valor é significativo, pois influenciou nas relações das variáveis estudadas.

Outro fator a se observar é o momento em que a atividade é realizada, pois, a atividade denominada questionário prévio foi aplicada na primeira aula da SA, ou seja, os alunos começaram a pensar sobre os conceitos que envolvem solubilidade nessa aula. Dessa forma, eles tinham suas concepções prévias e essas não foram nesse momento desconstruídas, pois, não tiveram nenhuma aula conceitual sobre os conceitos envolvendo solubilidade. Além disso, responder às perguntas por escrito demanda maior habilidade cognitiva do aluno.

Dessa forma, era esperado um elevado número de respostas classificadas como N1 – NAC, como já mencionado na Tabela 1, as relações entre os NC das respostas e os níveis de AC. Na Figura 6 pode-se notar quatro colunas com as representações nas quais 15 respostas tiveram a relação (P3 X N1 X NAC), oito respostas tiveram a relação (P1 X N1 X NAC), sete respostas tiveram a relação (P2 X N1 X NAC) e três respostas tiveram a relação (P1 e P2 x N1 X NAC). A relação N1 – NAC pode ser verificada nas perguntas classificadas como P1, P2 ou P3, ou seja, podem ser encontradas em todos os NC de perguntas.

Outra relação que também era esperada, apresentada na Tabela 1, foi N2 – ACN, uma vez que, os alunos entendem a situação problema, mas utilizam os conceitos de forma equivocada. Observa-se na Figura 6, que essa relação aparece em três colunas do gráfico com as seguintes combinações, sete respostas (P3 X N2 X ACN), duas respostas (P1 X N2 X ACN) e duas respostas (P1 e P2 X N2 X ACN). Mais uma vez as combinações que tiveram o NC P3 aparecem com maior frequência, visto que, havia mais perguntas classificadas nessa categoria.

Verifica-se também na Tabela 1 a combinação N3 – ACN, nessa o aluno explica a resolução do problema utilizando conceitos já conhecidos, porém os utilizam de forma equivocada. Essa combinação aparece três vezes na Figura 6, as quais 16 respostas tiveram a relação (P3 X N3 X ACN), dez respostas tiveram a relação (P1 e P2 X N3 X ACN) e três respostas tiveram a relação (P1 X N3 X ACN).

Observa-se na Figura 6 que há várias combinações entre as três variáveis estudadas, porém, nessa atividade não foi possível estabelecer uma relação certa, já que, para isso, a atividade deveria contemplar a mesma quantidade de questões P1, P2 e P3. Essa distribuição igual de questões P1, P2 e P3 também pode auxiliar nas respostas dos alunos, pois o grau de dificuldade das questões está bem distribuído.

Segundo Suart (2008), para que o aluno apresente respostas de alto nível cognitivo ele deve ser estimulado para isso, por isso a importância da análise das perguntas feitas pelo professor. Ainda segundo a autora perguntas P1 condizem com níveis cognitivos N1 e N2 o qual requer que o aluno recorde uma informação a partir dos dados obtidos, não identifica variáveis, perguntas P2 condizem com níveis cognitivos N2 e N3 os quais exigem habilidade cognitivas de baixa ordem, como, por exemplo, desenvolver atividades como sequenciar, comparar, aplicar leis. Por fim, perguntas P3 condizem com níveis cognitivos N4 e N5 os quais requer que o estudante selecione

as informações mais relevantes, elabore hipótese e generalize o problema. Porém, no questionário prévio, perguntas P3 tiveram mais relação com o nível cognitivo N3.

4.2 Análise da narrativa do Caso e do entendimento dos alunos sobre a situação problema apresentada no mesmo.

O caso da SA, foi analisado já que ele perpassa todas as atividades, pois essas buscam levar os alunos a refletir e organizarem suas ideias para propor possíveis soluções para. Dessa forma, na Figura 7 está contemplado o texto da narrativa do caso utilizado durante a SA, bem como em destaque, as características apresentadas por um bom caso, segundo as ideias de Herreid e Coll (1998 *apud* SÁ et al., 2007).

Ao analisar o caso apresentado na Figura 7, pode -se destacar as características explícitas de um bom caso, dessa forma o caso da SA narra uma história e não apresenta um fim, o desfecho é o aluno que tem que descobrir. Há citações durante todo o caso, isso pode ser constatado na informação que é retirada do jornal, e durante o diálogo do senhor Oswaldo e seu filho Ricardo. O caso é relevante ao público-alvo, pois, aborda assuntos como insumos agrícolas que são muito utilizados nas lavouras de café e em outras plantações da cidade a qual a escola está localizada, a poluição das águas e tratamento de esgoto, além disso, esses são temas atuais. O caso provoca conflito, pois ocorreu a morte de um bebê e de dois idosos, e força uma decisão, visto que, os alunos terão que tomar partido sobre o que, ou quem causou as mortes citadas.

Além dessas características, há também as características de um bom caso que estão implícitas. O caso desperta interesse, pois a situação narrada no mesmo, é semelhante ao que ocorre na cidade a qual a escola está localizada, ou seja, o ribeirão percorre toda a cidade, o esgoto doméstico da cidade é descartado no ribeirão. Além do município, o ribeirão percorre as propriedades rurais até desaguar no rio. A cidade não tem tratamento de esgoto, há muitas plantações de café as quais utilizam muitos insumos agrícolas como fertilizantes e agroquímicos.

O caso apresenta uma questão a ser resolvida, o que causou a morte de dois idosos e de um bebê. As citações possuem vida e drama, pois essas foram feitas em formas de diálogo, assim, durante a leitura do caso, um aluno interpretou o senhor Oswaldo e outro o Ricardo, isso fez com que os alunos pudessem criar empatia pelos personagens. O caso possui utilidade pedagógica, pois

para resolvê-lo os alunos precisam conhecer conceitos que envolvem solubilidade, já que para solucionar o caso, foi necessário trabalhar em sala de aula, os conceitos que envolvem tipos de soluções, como a temperatura influencia a solubilidade, tipos de solos, percolação e lixiviação.

Figura 7 - Texto da narrativa do Caso utilizado durante a SA (Continua).

Um bom caso narra uma história

→ Após ler a notícia no jornal da cidade, senhor Oswaldo ficou muito preocupado, uma vez que, o nome de sua fazenda estava envolvido em um noticiário nada favorável a imagem de sua propriedade.

Jornal Ouroverdense: sessão saúde no campo

O hospital Sagrado Coração de Jesus diagnosticou em moradores da Fazenda Paraíso localizada na cidade de Ouro Verde, muitos casos de meta-hemoglobinemia, também conhecida como síndrome do bebê azul, depois dos óbitos de 1 recém-nascido e 2 idosos.

A síndrome além de afetar crianças e idosos pode prejudicar também adultos com deficiência enzimática.

Alguns dos Sintomas e Consequências que podem ser provocados pela Síndrome são:

Cefaléia, vômitos, mal estar geral, diarreia, dispneia, dores anginóides, hemólise, sangue cor de chocolate, pulso rápido, pele úmida e fria, agitação, tremores, convulsões, coma e morte, perturbações visuais, febre, erupções cutâneas, urina escura, lesão tubular renal (devido hemólise) e aumento na incidência de lesões malignas de bexiga.

Dessa forma, o fazendeiro começou a observar todas as atividades realizadas em sua propriedade e nos arredores. Assim, ele e seu filho Ricardo iniciaram o seguinte diálogo:

Um bom caso inclui citação

→ Ricardo: Pai quais são as características principais da propriedade, e o que cultivamos?

- Oswaldo: Nossa propriedade tem 200 hectares de plantações de café, lagoas, mata ciliar para preservação dos poços artesanais que abastecem a fazenda e as áreas de pastagem e o cafezal. Temos seis famílias que residem e trabalham em nossa propriedade a mais de 20 anos.

- Ricardo: Qual o destino dado ao nosso esgoto?

- Oswaldo: Não lanço nosso esgoto no ribeirão que corta a fazenda, pois todas as casas possuem fossas sépticas.

- Ricardo: Quais são os cuidados realizados com o cafezal?

- Oswaldo: Nos meus 50 anos de experiência como agricultor, eu e seu avô, realizamos

Um bom caso é relevante ao leitor

→ a capina química com Roundup e sempre orientamos nossos funcionários a realizar aplicações

Figura 7 - Texto da narrativa do Caso utilizado na SA (Conclusão).

Um bom caso é relevante e ao

de fertilizantes fosfatados (supersimples e MAP), nitrogenados (ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio) e potássicos (Sulfato de K e Mg) em excesso, pois acreditamos que quanto mais fertilizantes aplicamos na plantação, mais a mesma irá produzir. Além disso, o solo da propriedade não é muito fértil, pois é um solo areno-argiloso.

- Oswaldo: Outro cuidado que adotamos em tempos de ausência ou pouca chuva, é a utilização da água do ribeirão para fazer irrigação do cafezal, principalmente quando a lavoura é adubada.

- Oswaldo: Por falar em chuvas, nos últimos 5 anos, a cidade de Ouro Verde tem tido chuvas muito fortes, que muitas vezes acarreta erosão do solo.

- Ricardo: Pai, qual é a forma mais comum de lazer dos funcionários?

Oswaldo: É a pescaria, muitos moradores da fazenda insistem em pescar no ribeirão que corta nossa propriedade, pois, os peixes que haviam na lagoa da fazenda acabaram morrendo, após o aumento de águas péis na superfície da mesma. Digo insistem, pois acredito que esse ribeirão pode estar contaminado.

Senhor Oswaldo ficou um tempo em silêncio e lembrou o porquê d'água do ribeirão não ser usada para abastecer as residências dos moradores da fazenda, ela não era potável.

Oswaldo disse ao filho: O Ribeirão Seriema corta a fazenda, e apesar da propriedade se encontrar a 40 Km do local de lançamento do esgoto da área urbana, a água do ribeirão não pode ser utilizada para o consumo uma vez que, a vazão do ribeirão é muito baixa e sua extensão é de apenas 45 km.

Nesse momento o fazendeiro chegou à conclusão de que a água do ribeirão poderia ser a causadora das enfermidades que acometiam seus funcionários. Assim, o Sr. Oswaldo resolveu denunciar a CTAE (Companhia de Tratamento de Água e Esgoto) para o Ministério Público, uma vez que a mesma, lança no ribeirão Seriema todo o esgoto da cidade de Ouro Verde, sem nenhum tipo de tratamento.

Assim, o Ministério Público resolveu investigar quais são as reais causas dos óbitos provocados pela síndrome do bebê azul. E após a finalização do inquérito será realizado um júri popular.

Imagine que você fará parte do júri que analisará o inquérito sobre as causas da síndrome do bebê azul e precisa se preparar para esse momento.

Um bom caso provoca um conflito

Fonte: Da autora, (2019).

E por fim, um bom caso deve ser curto. Esse caso pode ser considerado curto, uma vez que, as informações presentes nele são necessárias para auxiliar na sua resolução, pois retrata as características da fazenda Paraíso.

Além dos conceitos, os alunos podem utilizar o caso para realizar generalizações com outras situações, como, por exemplo, contaminação das águas por substâncias liberadas por indústrias, a importância do tratamento de água e esgoto, o uso indiscriminado de insumos agrícolas, como, por exemplo os agroquímicos os quais cada vez mais são utilizados em altas doses, e também a liberação de agroquímicos que antes eram proibidos pela ANVISA.

O texto final convida os alunos a participarem de um inquérito para apurar as causas da síndrome do bebê azul. Assim, subentende que os alunos deverão pesquisar sobre o que pode ter ocorrido, para a elaboração de seus argumentos. Talvez essa parte do caso, poderia ter sido explicitada, auxiliando de maneira mais adequada as pesquisas dos alunos.

Após a leitura do caso a professora realizou algumas indagações, assim os alunos conseguiram elaborar respostas que parecem ter favorecido o entendimento da situação problema apresentado no texto, bem como propor hipóteses que auxiliariam na resolução. Veja na transcrição apresentada no Quadro 8.

Quadro 8 - Episódio 1: Interpretação do caso pelos alunos.

Discursista	Descrição das falas
Professora	De que se trata esse caso?
Aluno 1	Sobre a síndrome do bebê azul
Professora	Qual é o tema principal desse caso?
Aluno 1	O descuido do ribeirão
Aluno 2	Falta de tratamento do esgoto

Fonte: Da autora, (2021).

Além disso, percebe-se que no primeiro momento os alunos ficaram confusos sobre o motivo das mortes, pois eles pensaram que a contaminação poderia ter vindo do ribeirão, e de fato, poderia, já que o esgoto era lançado no mesmo, porém ao chegar na fazenda, já havia ocorrido a autodepuração da água, diminuindo o risco de contaminação. Talvez eles tenham tido essa impressão, pois foi o primeiro contato com o caso, e no início do ano eles realizaram uma visita na estação de tratamento de água da cidade, o que pode ter influenciado as respostas. Assim, eles consideraram como importante o tratamento de esgoto, isso pode ser constatado nos trechos (Quadro 9) da transcrição a seguir.

Quadro 9 - Episódio 2: Interpretação do caso pelos alunos.

Discursista	Descrição das falas
Professora	O que vocês consideram importante nesse texto?
Aluno 3	A preservação do ribeirão
Aluno 1	Tratamento de esgoto.
Professora	Qual é o tema principal desse caso?
Aluno 1	O descuido do ribeirão
Aluno 2	Falta de tratamento do esgoto

Fonte: Da autora, (2021).

Durante a aula de apresentação do caso, a professora ilustrou o local onde a história se passava através de uma maquete (Figura 1). Ao pedir para os alunos analisarem a maquete, eles fizeram observações que não estavam explícitas no texto, como, por exemplo, a nascente que está localizada no solo abaixo da lavoura de café. Dessa forma, a maquete foi uma extensão do caso escrito, e pode ter contribuído para que os alunos realizassem reflexões, levando-os a propor soluções para a resolução do caso no final da SA. Todavia, nesse primeiro contato, os alunos ficaram convictos que a poluição das águas da fazenda, pode ter iniciado ao lançar esgoto no ribeirão Seriema, e que assim a água do mesmo, era a responsável pelas mortes dos dois idosos e de um bebê. Veja nas transcrições apresentadas no Quadro 10.

Quadro 10 - Episódio 3: Interpretação do caso pelos alunos.

Discursista	Descrição das falas
Professora	Vamos agora analisar a maquete.
Professora	Aluno 4 o que você está vendo?
Aluno 4	Uma cidade liberando o esgoto no ribeirão
Professora	O que mais vocês estão vendo? (Silêncio)
Professora	E essa água passando por baixo aqui?
Aluno 5	É a nascente
Professora	E se vocês observarem aqui, eu tenho uma cisterna.
Professora	O que é cisterna?
Aluno 1	É na onde pega água.
Professora pede para os alunos levantarem e observarem mais a fazenda	
Aluno 1	Dona essa água aqui (água do ribeirão) está poluindo essa água aqui (nascente).
Professora	Lembrando que essa água aqui (água do ribeirão) vai embora

Fonte: Da autora, (2021).

No intuito de fazer relacionar o caso com a vida real, a professora acabou lembrando aos alunos do ribeirão que passa próximo da escola, levando-os a pensar melhor na resolução do caso. Vale ressaltar, que a professora os lembrou, pois, nesse momento eles não conseguiram generalizar

o caso, porém isso era esperado, já que generalizar é uma habilidade de alta ordem (SUART, 2008). Veja os trechos da transcrição no Quadro 11.

Nesse momento, os alunos já estavam cansados e pediram para que a professora falasse a resposta. Isso pode ter ocorrido, porque eles não estão acostumados com esses tipos de questionamentos, e quando eles não sabem responder à questão, o professor acaba fornecendo a resposta, porém o último não aconteceu. Veja na transcrição no Quadro 12.

Quadro 11 - Episódio 4: Interpretação do caso pelos alunos.

Discursista	Descrição das falas
Professora	Pensa aqui, no ribeirão que passa lá embaixo, pra onde que esse ribeirão vai?
Todos	Abastecer as casas.
Professora	Depois que abastece as casas, para onde essa água vai? (Silêncio)
Professora	Vamos imaginar. Como que chama esse ribeirão?
Todos	Custodinho
Professora	Mas ele fica parado na bomba? (Silêncio)
Professora	Depois ele vai pra onde?
Aluno 1	Ele passa na Oswaldo Cruz.
Professora	E depois?
Aluno 6	Vai lá pro pontalete
Professora	O que, que tem no pontalete?
Aluno 7	Rio
Professora	O mesmo raciocínio vai servir pra cá. Então o ribeirão vai passando, e vai chegar na cidade tipo o pontalete. O que vocês repararam aqui?
Aluno 8	Que a cidade está poluindo a fazenda.
Professora	Os funcionários da fazenda do seu Oswaldo nadam onde?
Todos	No ribeirão.
Aluno 1	Por isso que eles estão com essa síndrome
Professora	O que mais pode tá de errado aqui?
Aluno 1	O tratamento de esgoto?
Professora	Por que, que essa cidade não tem tratamento de esgoto?
Aluno 1	Porque não tem lugar apropriado pra fazer dona.

Fonte: Da autora, (2021).

Quadro 12 - Episódio 5: Interpretação do caso pelos alunos (Continua)

Discursista	Descrição das falas
Todos	Dona fala aí a resposta.
Professora	Vocês que vão descobrir, vocês irão fazer um júri.
Professora	Eu tenho a cidade, vocês falaram pra mim, que a cidade está lançando esgoto aqui e, está indo embora. Os funcionários nadavam aqui no ribeirão.
Aluno 1	Que pode estar contaminado.
Professora	Quem que morreu?

Quadro 12 - Episódio 5: Interpretação do caso pelos alunos (Conclusão)

Alunos	Uma criança e dois idosos.
Professora	E aí, eles colocaram o bebê lá no ribeirão seriema e tiraram?
Alunos	Não

Fonte: Da autora, (2021).

Nesse momento, os alunos começam a pensar que a contaminação foi provocada pela irrigação da lavoura, realizada com a água do Ribeirão. Dessa forma, essa água contaminou os frutos do café, e ao tomar o café, as pessoas da fazenda acabaram contaminadas também. Veja na transcrição no Quadro 13.

Quadro 13- Episódio 6: Interpretação do caso pelos alunos.

Discursista	Descrição das falas
Aluno 9	Provavelmente o bebê ingeriu a água.
Aluno 10	O café ele água com a água contaminada e depois acontece alguma coisa que eu não sei pra frente, e eles consomem o café.
Aluno 1	A mãe da criança bebe o café e depois o neném mama no peito da mãe, e aí ocorre a contaminação.

Fonte: Da autora, (2021).

A professora muda a conversa, e os questionam sobre quando são feitas as adubações nas lavouras, veja na transcrição no Quadro 14.

Quadro 14 - Episódio 7: Interpretação do caso pelos alunos.

Discursista	Descrição das falas
Professora	Quando está no tempo de seca, e você precisa adubar seu café e não está chovendo, você vai adubar?
Aluno 9	Não, tem que esperar a chuva.
Aluno 1	E se a chuva não vem, você água.
Professora	Aqui na nossa cidade agente água?
Aluno 9	Depende dona, tem umas fazendas pra lá que agua.
Aluno 11	Agua as mudas.
Professora	Mas por que agua as mudas e o café grande não?
Aluno 9	Porque o café é mais forte dona, ele já tem mais nutrientes.

Fonte: Da autora, (2021).

Como os alunos não perceberam o lençol freático, a professora fez algumas perguntas, veja na transcrição no Quadro 15.

Quadro 15 - Episódio 8: Interpretação do caso pelos alunos.

Discursista	Descrição das falas
Professora	Por que pra fazer cisterna tem que furar buraco?
Alunos	Porque a água está lá embaixo.

Fonte: Da autora, (2021).

Mesmo falando da cisterna, os alunos não perceberam que em azul na maquete estava o lençol freático (Figura 1) dessa forma a professora acabou mencionando o mesmo, veja na transcrição no Quadro 16.

Quadro 16 - Episódio 9: Interpretação do caso pelos alunos.

Discursista	Descrição das falas
Professora	De um lado da fazenda eu tenho o lençol freático e do outro lado eu tenho o ribeirão que está passando. O que será que aconteceu que morreu a criança e os idosos?
Aluno 9	Contaminação

Fonte: Da autora, (2021).

Na transcrição a seguir o Aluno 12 (Quadro 17), teve o raciocínio de percolação, mas ele não utilizou o termo técnico para mencionar, apesar disso o Aluno 12 ainda continua pensando que a contaminação vem do ribeirão.

Quadro 27 - Episódio 10: Interpretação do caso pelos alunos.

Discursista	Descrição das falas
Aluno 12	Molhou o café, aí puxou a água do solo, aí a água desceu pro solo, aguou o café com a água, aí a água vai descer pro solo, e a água da cisterna é ligada pelo solo, aí vai contaminar a água.
Alunos	Vai passar pelo lençol freático.
Aluno 13	O veneno do café também, chove e escorre pro ribeirão.

Fonte: Da autora, (2021).

Nota-se na resposta do aluno 12, que ele pensou em percolação e que o aluno 13 pensou em lixiviação, porém não utilizaram o termo técnico. Além disso, eles pensaram em uma substância que pode ter contaminado a água, veja na transcrição no Quadro 18.

Quadro 18 - Episódio 11: Interpretação do caso pelos alunos.

Discursista	Descrição das falas
Professora	Será que esse veneno interferiu em alguma coisa na fazenda?
Aluno 1	Interferiu, já que as pessoas pegam água da cisterna dona pra beber, vai poluir a água da pessoa que está bebendo.

Fonte: Da autora, (2021).

Observa-se nas respostas dos alunos, que as mediações realizadas pela professora na aula de apresentação do caso, provocaram várias reflexões que talvez não ocorreria somente com a leitura do mesmo e a observação da maquete, e que essa foi um complemento essencial para o estudo do caso. Assim, os alunos perceberam que a contaminação da água da cisterna pode ter provocado as mortes na fazenda, porém eles ainda não sabem como essa água foi contaminada,

uma vez que, eles pensam que a água da cisterna foi contaminada no momento em que o senhor Oswaldo aguçou o seu cafezal com a água do ribeirão seriema.

4.3 Experimento 1- Ensaio de tipos de soluções

Essa foi a quarta aula da SA, e contou com a participação de 16 alunos. Nesta ocorreram as atividades relacionadas ao Experimento 1, e foi a primeira em que os alunos saíram do ambiente de sala de aula, frequentando o ambiente novo, o laboratório, Figura 8. Ali, começou toda a empolgação, eles estavam animados para saber o que ia acontecer naquele lugar. Segundo a percepção da professora, eles conseguiram visualizar melhor os fenômenos apresentados na atividade, do que se essa, tivesse sido realizada a partir um exemplo lido no livro em sala de aula. Na presente aula, foram abordados os conceitos sobre os tipos de soluções (saturada, insaturada e supersaturada). Os próprios alunos realizaram o experimento, o qual constituía-se do preparo de três soluções (saturada, insaturada e supersaturada), utilizando um fertilizante foliar denominado cobre ultra, utilizado em cultivos que necessitam de cobre. Vale ressaltar, que a professora não retomou a narrativa do caso nas aulas dos Experimentos 1 e 2, o que pode ter implicado no fato do aluno não conseguir relacionar os experimentos com o caso, uma vez que foram utilizados diferentes personagens para as diversas atividades.

Figura 8 - Execução da atividade experimental no laboratório.



Fonte: Da autora, (2021).

Após a realização do experimento, os alunos responderam por escrito perguntas presentes na atividade do experimento 1. Essa atividade contemplava sete perguntas (Quadro 19), das quais três eram de nível cognitivo P2 e quatro de nível cognitivo P3. Com isso, obteve-se nas atividades

do Experimento 1, quatro (10%) respostas classificadas no nível cognitivo N1, 11 (29%) respostas classificadas como N2 e 23 (61%) respostas classificadas no nível cognitivo N3.

Quadro 19 - Perguntas e níveis cognitivos das perguntas e respostas do experimento 1 (Continua).

Questões	NC das questões	Número total de respostas	NC das respostas
1. Márcia é uma produtora de café do município de Viana e está muito preocupada com o surto de ferrugem em sua lavoura. Dessa forma, ela comprou sulfato de cobre e fez seu preparo para colocar na bomba costal, sem ler as recomendações, e em seguida deu início a aplicação. Porém, a cafeicultora percebeu que a quantidade de solução que estava saindo da bomba à medida que aplicava o produto, estava diminuindo cada vez mais, mesmo tendo produto no reservatório. Explique para Márcia o que pode ter afetado a aplicação da solução de sulfato de cobre na sua lavoura.	P3	6	N2 - 2 N3 - 4
2. Explique os seus desenhos.	P2	6 Sem Categoria* = 1	N1 - 1 N3 - 4
3. Qual a causa das diferenças observadas nas soluções? (P3)	P3	6 Sem Categoria = 1	N2 - 1 N3 - 4
4. Relacione esse experimento com algum fato do seu dia a dia (P2)	P2	6	N2 - 3 N3 - 3
5. O que fazer para a solução do béquer 2 ficar igual à do béquer 1?	P2	6 Sem Categoria = 1	N1 - 3 N3 - 2

Quadro 19 - Perguntas e níveis cognitivos das perguntas e respostas do experimento 1 (Conclusão)

6. Por que a massa utilizada do fertilizante Cobre Ultra foi de 24 g?	P3	6 Sem Categoria = 1	N2 – 1 N3 – 4
7. Depois de realizar o experimento, explique novamente para Márcia o que pode ter afetado a aplicação da solução do fertilizante cobre ultra sulfato de cobre na sua lavoura.	P3	6	N2 – 1 N3 – 4

*Sem Categoria são as respostas que não foram possíveis classificar quanto ao seu nível de AC.

*Não foram ilustrados os níveis cognitivos que não tiveram respostas contempladas.

Fonte: Da autora (2021).

As correlações obtidas entre AC e NC das respostas as questões da atividade desenvolvida do Experimento 1 estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Relações observadas entre níveis cognitivos e alfabetização científica das respostas obtidas para a atividade desenvolvida no Experimento 1.

NÍVEIS COGNITIVOS	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DAS RESPOSTAS	TOTAL DE RESPOSTAS	PORCENTAGENS DA RESPOSTAS
N1	NOMINAL	4	11%
	TOTAL	4	11 %
N2	NOMINAL	11	29%
	TOTAL	11	29%
N3	NOMINAL	2	5%
	FUNCIONAL	21	55%
	TOTAL	23	60%

Fonte: Da autora, (2021).

Nota-se na Tabela 2, as possíveis relações dos NC com a AC ocorridas na atividade realizada durante o experimento 1. Todos os alunos responderam às questões, portanto não tivemos respostas em branco e por consequência respostas classificadas como sendo NAC. Das respostas obtidas, quatro (11%) foram classificadas como ACN – N1, a qual o aluno limita-se a expor um dado relembrando, tendo concepções alternativas sobre o que foi pedido. Veja um exemplo de resposta.

Pergunta: *Explique os seus desenhos.*

Resposta: Aluno 10: *O meu desenho mostra absorção do cobre ultra.*

Nesse exemplo, percebe-se que o aluno 10 foi muito sucinto na sua resposta, além disso, há concepções alternativas, uma vez que o aluno utilizou a palavra absorção e não a palavra solubilização. Vale ressaltar que, de sete respostas classificadas no NC N1, três não foram categorizadas quanto ao seu nível de alfabetização científica, visto que elas não se enquadravam em nenhuma das categorias.

Nota-se também que, 11 (29%) alunos tiveram suas respostas classificadas como sendo ACN – N2, ou seja, esses alunos ainda não identificam variáveis, não justificam as respostas conforme os conceitos exigidos, porém o indivíduo entende o termo, todavia sabe pouco sobre eles, apresentando concepções alternativas errôneas ou até mesmo somente um entendimento simbólico sobre o fenômeno. Veja o exemplo a seguir:

Pergunta: Márcia é uma produtora de café do município de Viana e está muito preocupada com o surto de ferrugem em sua lavoura. Dessa forma, ela comprou sulfato de cobre e fez seu preparo para colocar na bomba costal, sem ler as recomendações, e em seguida deu início a aplicação. Porém, a cafeicultora percebeu que a quantidade de solução que estava saindo da bomba à medida que aplicava o produto, estava diminuindo cada vez mais, mesmo tendo produto no reservatório. Explique para Márcia o que pode ter afetado a aplicação da solução de sulfato de cobre na sua lavoura.

Resposta: Aluno 20: Márcia não sabe a quantidade de água que ela deveria usar assim causando a diminuição da água na bomba.

Observa-se no exemplo de resposta que o aluno 20, identificou a variável água, entendendo o problema, porém, não justificou a resposta de acordo com os conceitos esperados, mostrando que ele sabe pouco sobre o tema.

Nota-se ainda na Tabela 2 que, para a mesma pergunta, duas (5%) respostas foram classificadas como sendo ACN – N3, nesta o aluno reconhece as variáveis, porém, ainda possui concepções alternativas. Isso pode ser observado no exemplo a seguir:

Resposta: Aluno 9: Dona Márcia colocou a quantidade de água errada (ou o produto) mais pode ter sido o excesso a mais do que o necessário.

Nota-se no exemplo anterior, que o aluno identificou variáveis, explica a resolução do problema, porém cometeu um equívoco, pois, ele disse que dona Márcia pode ter colocado água

em excesso, quanto, na verdade, dona Márcia não adicionou a quantidade de água necessária para solubilizar o sulfato de cobre, provocando o entupimento dos bicos da sua bomba costal.

E por fim, temos 21 (55%) respostas classificadas como sendo ACF – N3, nesta os alunos reconhecem as variáveis, estabelecem processos de controle de informações e ainda utilizam vocabulários científicos, porém seus conhecimentos carecem de embasamento conceitual. Observe o exemplo a seguir:

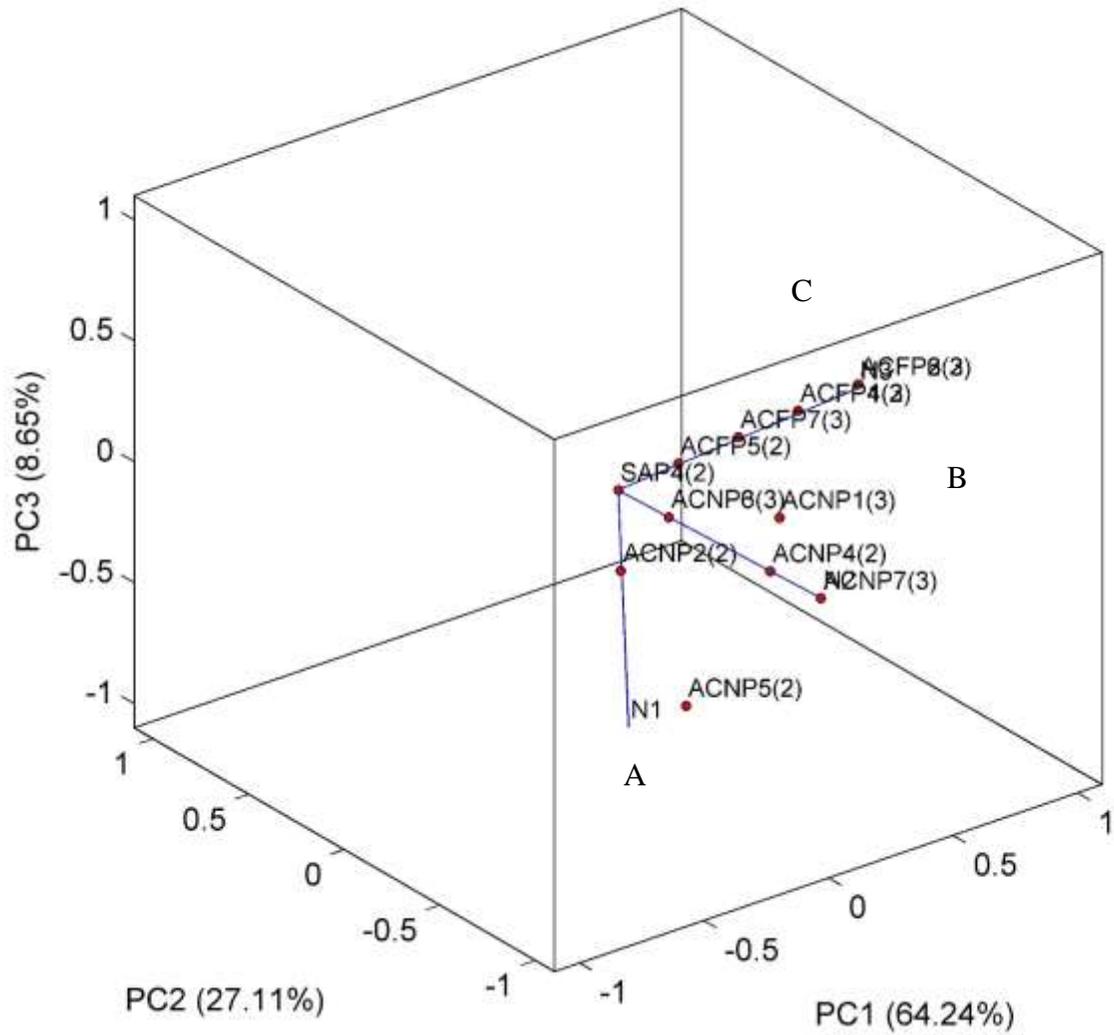
Pergunta: *Qual a causa das diferenças observadas nas soluções?*

Resposta: Aluno 7: *A causa é que quanto mais água mais o cobre ultra vai dissolver.*

Vale ressaltar que, essa atividade foi realizada antes da ministração da aula conceitual, dado que havia uma aula específica para a explicação dos conceitos relacionados a solubilidade, dessa forma muitos estudantes queriam saber os conceitos para realizar a atividade. Assim, esse foi um procedimento fora do que eles estavam acostumados a realizar, então isso pode ter contribuído com os níveis cognitivos de baixa ordem (N1, N2 e N3) e os níveis de alfabetização científica os quais os alunos utilizam conceitos equivocados, não utilizam termos científicos ou deixam a questão em branco.

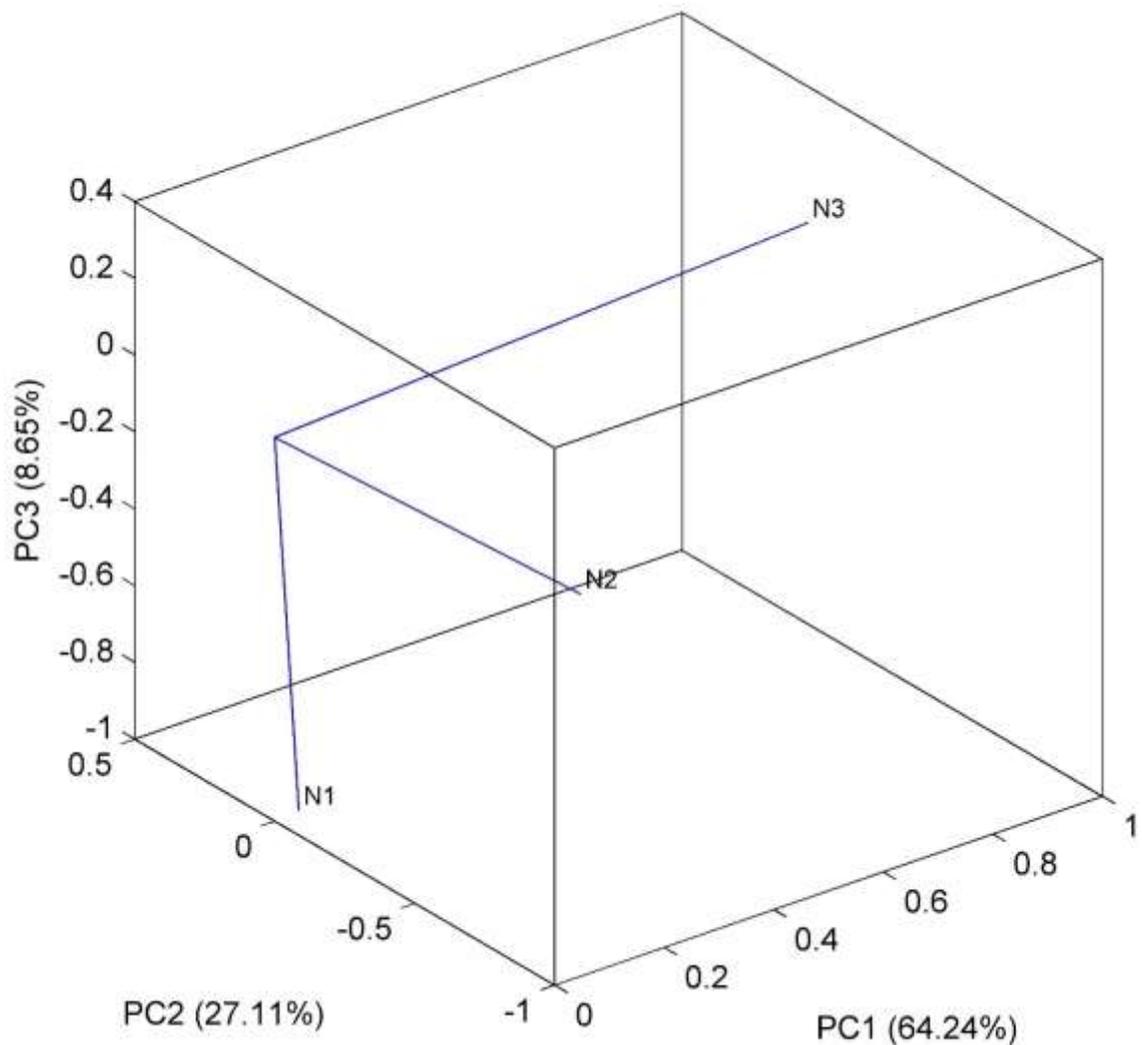
Pode-se observar esses resultados nas Figuras 9 e 10, as quais contemplam os gráficos da PCA dos dados do experimento 1. Uma observação a ser feita é que, o gráfico contemplado na Figura 10, foi apresentado para ilustrar os *scores* N1, N2 e N3 dificilmente observados na Figura 9. Ficou evidenciado que com a primeira componente principal, a segunda componente principal e a terceira componente principal, foram possíveis descrever 100% dos dados, sendo 64,24% da variância total descrita pela primeira componente principal.

Figura 9 - Gráfico das 3 principais PCA para os dados obtidos das correlações entre AC e NC para as respostas obtidas para o experimento 1.



Fonte: Da autora, (2021).

Figura 10 - Gráfico de scores para PCA do experimento 1.

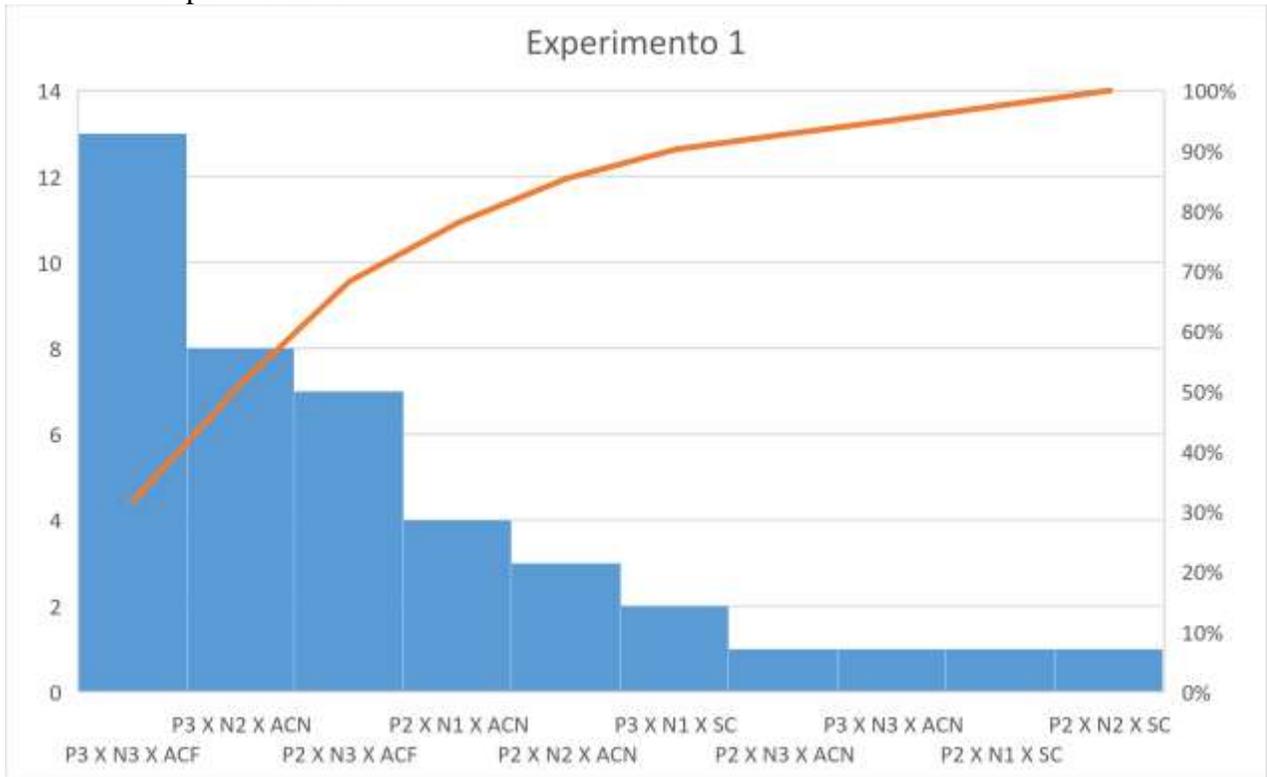


Fonte: Da autora, (2021).

Percebe-se nas Figuras 9 e 10 dos gráficos de PCA, a formação de três grupos de dados, os quais foram denominados A, B e C. No grupo A ocorreu o agrupamento do NC N1 e o nível de alfabetização científica ACN. No grupo B, ocorreu o agrupamento do NC N2, e o nível de alfabetização científica ACN. Já no grupo C, ocorreu o agrupamento do NC N3, e o nível de ACF, porém o NC N3 pode apresentar ACN e/ou ACF, uma vez que, *loading* ACNP1(3), está entre os *scores* N2 e N3. Os resultados obtidos a partir da PCA confirmam as relações entre NC e AC descrita na Tabela 2 (Experimento 1).

Ainda sobre o experimento 1, pode-se observar no gráfico a seguir, Figura 11, a frequência das relações entre níveis cognitivos das perguntas e das respostas e da alfabetização científica das respostas.

Figura 11 - Gráfico da distribuição dos dados em ordem decrescente de frequência das relações do experimento 1.



Fonte: Da autora, (2021).

Diferentemente das perguntas dos questionários prévio e pós, a atividade denominada Experimento 1, possuía três perguntas classificadas no nível cognitivo P2 e quatro perguntas classificadas no nível cognitivo P3. Nota-se que nesse questionário faltou a presença de perguntas de NC P1. A falta de perguntas classificadas como P1, pode ter interferido na construção dos conhecimentos sobre solubilidade. É importante que as atividades contemplem perguntas de níveis de exigência cognitiva baixa, pois assim o aluno vai organizando suas ideias perpassando de um nível de baixa exigência para um de alta exigência cognitiva, pois é importante que as atividades contemplem perguntas com os três níveis de exigência cognitiva (SUART; MARCONDES, 2018), já que, perguntas de menor exigência auxilia o aluno a organizar suas ideias, assim é importante aumentar gradativamente o grau de dificuldade das perguntas e não colocar como primeira

pergunta, uma classificada no nível cognitivo P2 e P3 como foi feito nessa atividade. Entende-se que a professora quis provocar os alunos utilizando uma questão problema, mas talvez fosse mais interessante, iniciar com perguntas relacionadas a questão problema, com grau de dificuldade menor para que o aluno possa ir construindo gradualmente o seu raciocínio, até ele ter condições para responder uma pergunta de nível cognitivo P3, o qual exige que o aluno proponha hipóteses, faça inferências e generalize.

Pensando na relação das variáveis, nível cognitivo da pergunta, nível cognitivo da resposta e nível de alfabetização científica, nessa atividade também não é possível observar com significância essas relações estatísticas, dado que essa não possui perguntas de nível P1. Porém, as relações que aparecem com mais frequência e que podem ser observadas foram, 13 respostas com relação (P3 X N3 X ACF), oito respostas com relação (P3 X N2 X ACN) e sete respostas com a relação (P2 X N1 X ACN).

Nota-se que 13 alunos conseguiram elaborar respostas para perguntas classificadas como P3, utilizando os conceitos já conhecidos e de forma correta, oito alunos reconheceram o que pedia no problema, porém não identificaram variáveis ou não estabeleceram processos de controle para a seleção das informações. Sete alunos limitaram-se a expor somente um dado lembrado de forma equivocada. Vale ressaltar que o experimento realizado nessa aula, foi realizado pelos alunos, dessa forma eles podem ter tido mais atenção, pois estavam empenhados para fazê-lo, outro fato é que esse é um experimento que faz parte do cotidiano do aluno, como, por exemplo na hora de fazer um suco, se adicionar muito soluto (refresco em pó) e pouco solvente (água) o suco vai ficar forte (mais concentrado), ou o contrário, pouco refresco e muita água o suco fica ralo (menos concentrado), então os alunos podem ter utilizado dessas ideias prévias, mais as ideias do experimento para elaborar suas respostas.

Observa-se também, na Figura 11, que não ocorreu relação com o nível de alfabetização científica NAC, talvez porque os alunos realizaram o experimento, logo estavam empenhados para executar a atividade, mesmo utilizando conceitos equivocados não deixando nenhuma questão em branco.

4.4 Experimento 2 – Ensaio sobre a influência da temperatura na solubilidade

A quinta aula da sequência contou com a participação de 26 alunos. O experimento realizado nessa aula ocorreu de forma demonstrativa, e tinha como objetivo estudar a influência da temperatura na solubilidade. Após o experimento, os alunos realizaram a atividade proposta que foi resolvida durante a aula.

Antes de começar o experimento, a professora iniciou a aula lembrando o caso da sequência. E fez perguntas como, por exemplo, a apresentada no Quadro 20. Ainda nessa aula, os alunos continuaram com a percepção que o ribeirão contaminou a água da fazenda. Veja nas transcrições.

Quadro 20 - Episódio 13: Interpretação do ensaio sobre a influência da temperatura na solubilidade.

Discursista	Descrição das falas
Professora	Vamos lembrar da nossa questão problema. O que é a questão problema aqui da fazenda Paraíso e da cidade de Ouro Verde? O que aconteceu nessa fazenda?
Aluno 14	Foi envenenado, intoxicado
Professora	Intoxicado por que?
Aluno 15	Água contaminada.
Professora	Que água que está contaminada?
Aluno 16	Água do ribeirão
Professora	Mas será que eles beberam essa água?
Aluno 1	Não dona, ele deve ter tomado café.
Aluno 3	Mas a criança não bebe café.
Aluno 1	A criança é alimentada pela mãe, pelo leite da mãe.
Aluno 3	Mas era pra mãe ter morrido também

Fonte: Da autora, (2021).

Depois das discussões sobre o caso, a professora deu início ao experimento 2. Porém, ao realizar o mesmo, a docente não focou na questão problema da atividade e sim na questão problema da sequência que foi o caso.

Nessa aula, os alunos já tinham uma ideia de como eles usariam o questionário, as observações e como se comportar no laboratório. Pois, eles tiveram uma experiência na aula em que foi realizado o experimento 1. Todavia, vale ressaltar que até o momento não havia sido ministradas aulas contemplando o conceito de solubilidade e os fatores que a afetam, porém, como eles estão em um processo de construção de conhecimento, já podem estar pensando sobre esses

conceitos. Assim, como as perguntas do experimento 1, o questionário também constituía de uma pergunta de NC P2 e uma pergunta de NC P3, o que pode ter limitado verificar o desenvolvimento do aluno. Dessa forma, obteve-se três (13%) das respostas classificadas no NC N1, três (13%) respostas classificadas no NC N2 e 17 (74%) das respostas classificadas no NC N3. Ressalta-se que as questões dessa atividade abordavam os conceitos sobre como a temperatura afeta a solubilidade do KCl. Esses dados estão ilustrados no Quadro 21.

Quadro 21 - Perguntas e níveis cognitivos das perguntas e respostas do experimento 2.

Questões	NC das questões	Números totais de respostas	NC das respostas
1.O que você observou?	P2	11 Em Branco = 1	N1 - 1 N2 - 1 N3 - 9 N4 - 0 N5 - 0
2.Explique o que você observou.	P3	11	N1 - 1 N2 - 2 N3 - 8 N4 - 0 N5 - 0

Fonte: Da autora, (2021).

As correlações obtidas entre AC e NC das respostas as questões do Experimento 2 estão apresentadas na Tabela 3. As relações que mais apareceram para cada NC foram destacadas com a cor verde.

Tabela 3 - Relações observadas entre níveis cognitivos e alfabetização científica das respostas obtidas para a atividade desenvolvida para o Experimento 2.

NÍVEL COGNITIVO DAS RESPOSTAS	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DAS RESPOSTAS	TOTAL DE RESPOSTAS	PORCENTAGENS DAS PERGUNTAS
N1	NÃO ALFABETIZAÇÃO	1	4,5%
	NOMINAL	1	4,5%
	TOTAL	2	9 %
N2	NOMINAL	3	14%
	TOTAL	3	14%
N3	NOMINAL	11	50%
	FUNCIONAL	6	27%
	TOTAL	17	77%

Fonte: Da autora, (2021).

Observa-se na Tabela 3 que, uma (4,5%) resposta foi classificada como sendo NAC-N1, pois o aluno, deixou a atividade em branco, e que somente um aluno teve sua resposta classificada como sendo ACN – N1, visto que, não reconheceu o que se pedia no problema, transcrevendo suas observações e não as justificando, apesar disso, a resposta foi classificada como ACN, já que, o que ele observou não está errado. Vale lembrar que, diferente do experimento 1, que obteve quatro respostas classificadas como sendo ACN – N1. Veja o exemplo.

Pergunta: *Explique o que você observou.*

Resposta: Aluno 6: *Eu observei que água gelada ficou mais escura, já a água quente ela fica transparente por último a água em temperatura ambiente ficou mais ou menos.*

Nota-se na Tabela 3 que, obteve-se três (13%) respostas classificadas como ACN – N2, uma vez que, o aluno não apresenta na resposta variáveis, não justifica as respostas conforme os conceitos exigidos, podendo apresentar concepções alternativas e até mesmo entendimento simbólico sobre o que está sendo abordado. Veja o exemplo a seguir:

Pergunta: *O que você observou?*

Resposta: Aluno 19: *Que cada um tem seu tempo sabendo que a temperatura ambiente demora mais. A coloração ficou diferente a quente ficou transparente.*

Nota-se na resposta do Aluno 19, que ele não estabeleceu processo de controle para a seleção de informações, não escrevendo o que ele observou em cada tubo, além disso, percebe-se que o aluno sabe pouco sobre o que foi abordado.

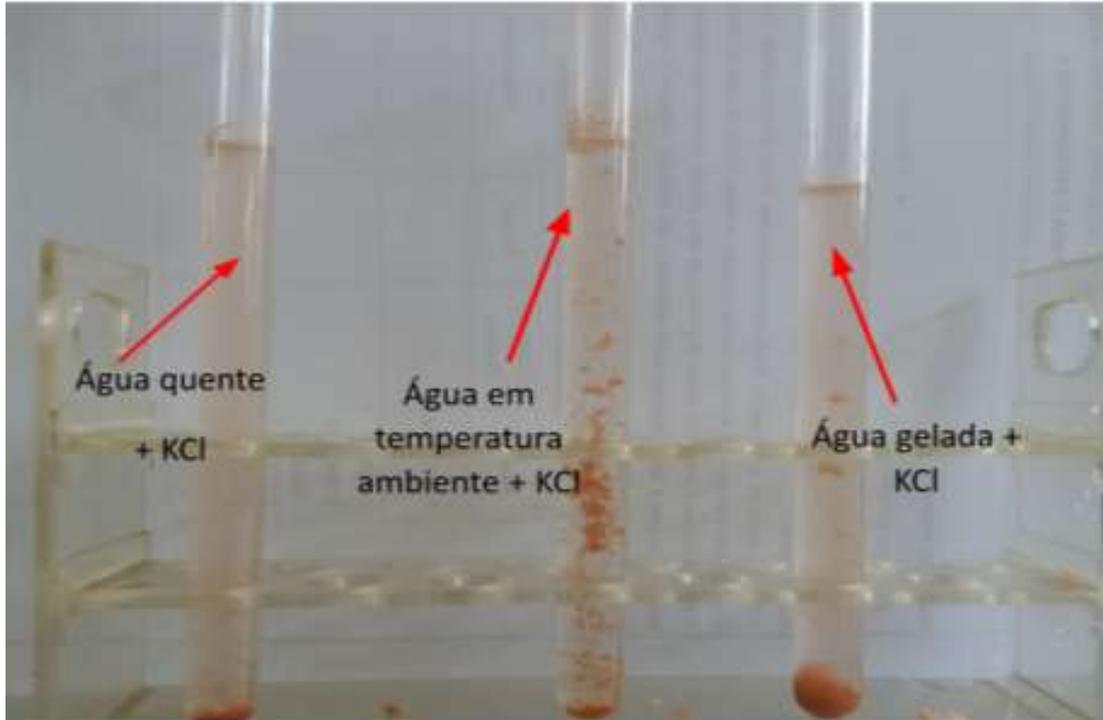
Verifica-se que, 11 (48%) das respostas foram classificadas como sendo ACN – N3, uma vez que, esses alunos, identificaram variáveis, porém ainda possuem entendimento simbólico sobre o tema, ou ainda possuem concepções alternativas incorretas. Veja o exemplo:

Pergunta: *O que você observou?*

Resposta: Aluno 6: *Três tubos de ensaio com cloreto de potássio, o com água quente absolveu mais rápido, com água de temperatura ambiente dissolveu mais devagar, a com água fria dissolveu primeiro do que água em temperatura ambiente.*

Percebe-se que o Aluno 6, utilizou o termo absolveu em vez de dissolveu, e que ele confundiu os tubos de ensaio, uma vez que, o KCl em temperatura ambiente solubilizou primeiro que o KCl em água fria. Veja a Figura 12.

Figura 12 - Resultados da solubilização do KCl em diferentes temperaturas.



Fonte: Da autora, (2019).

Por fim, seis (26%) alunos tiveram suas respostas classificadas como sendo de ACF -N3, pois nessas, os estudantes identificaram variáveis, explicaram a resolução do problema, fizeram o uso de vocabulário científico tecnológico, porém suas respostas carecem de embasamento conceitual. Veja o exemplo.

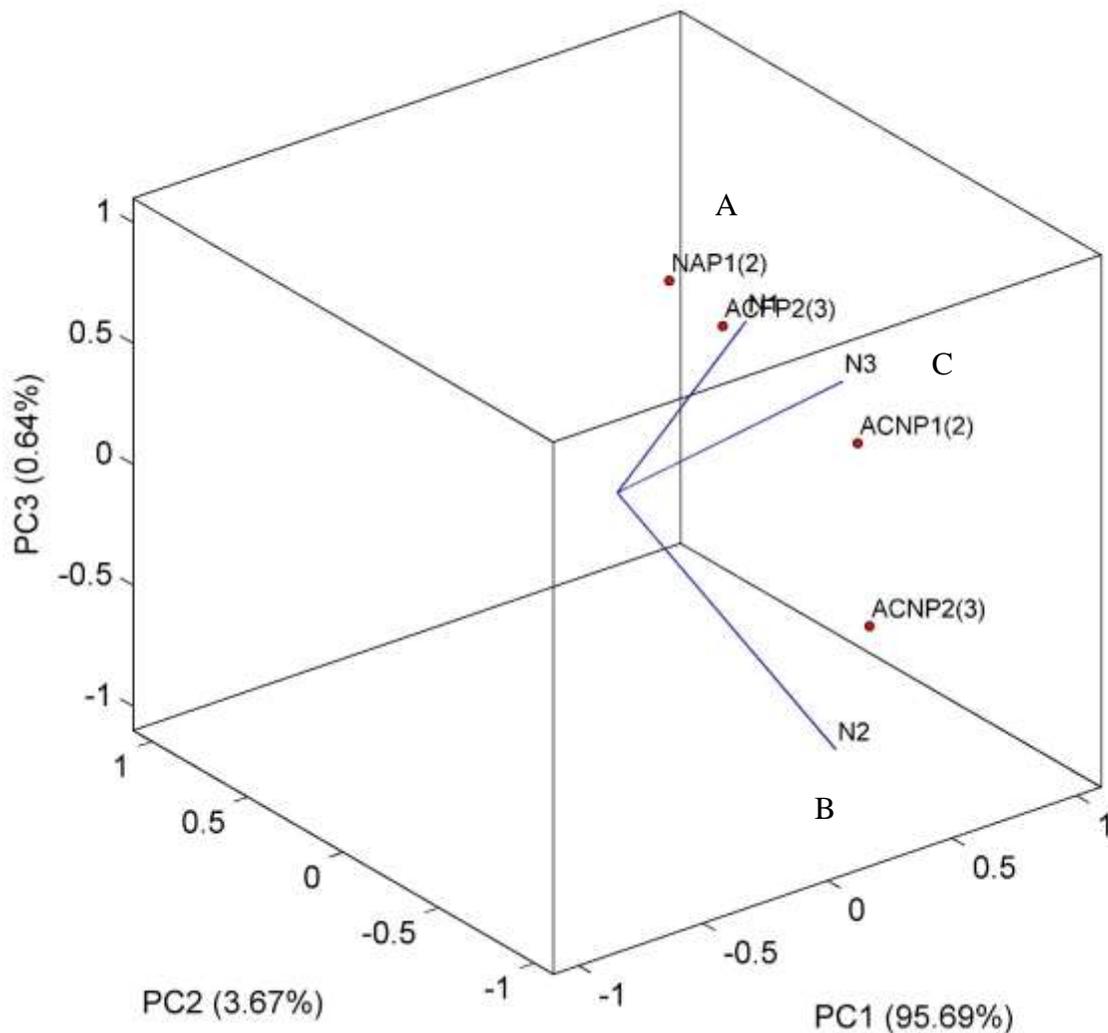
Pergunta: *Explique o que você observou.*

Resposta: Aluno 7: *As temperaturas da água no tubo de ensaio influenciaram muito na solução.*

A partir desses resultados, percebe-se que os alunos desenvolveram quanto ao nível cognitivo como a alfabetização científica. Porém, era de se esperar que os NC fossem de alta ordem, já que as perguntas solicitavam para que os alunos explicassem suas respostas, contribuindo para que os alunos criassem respostas mais completas, necessitando elaborar hipóteses.

Os resultados da Tabela 3 do Experimento 2, podem ser vistos também na Figura 13 do Gráfico da PCA. Observa-se no gráfico de *scores* e *loading* da Figura 13 que a primeira componente principal, a segunda e a terceira descreveram 100% dos dados, sendo 95,69% da primeira componente principal.

Figura 13 - Gráfico das 3 principais PCA para os dados obtidos das correlações entre AC e NC para as respostas obtidas para o experimento 2.

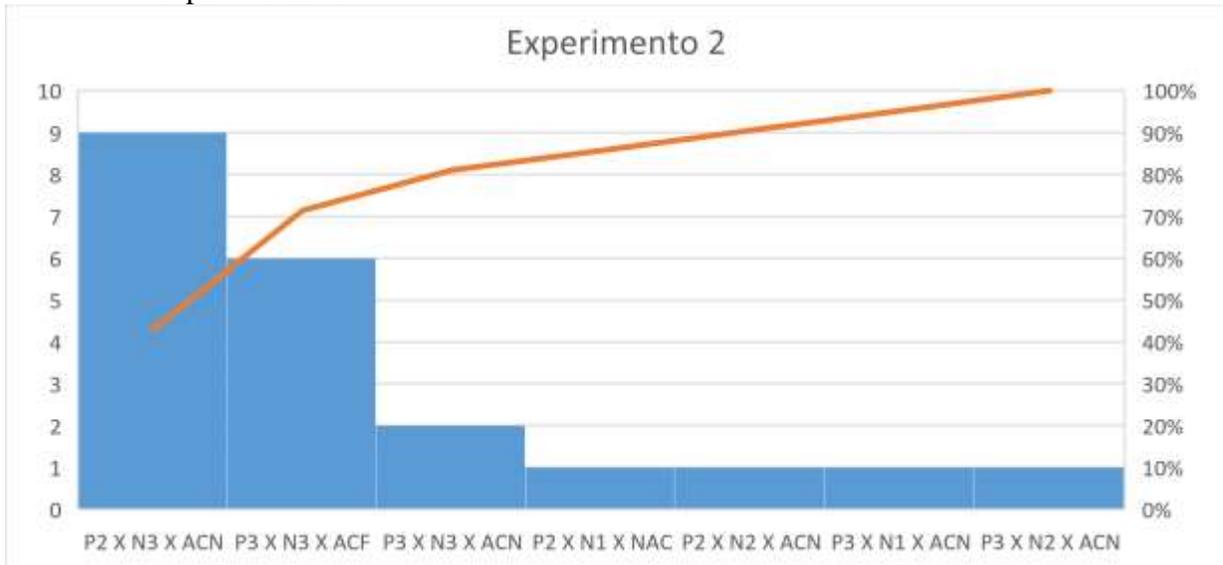


Fonte: Da autora, (2021).

Nota-se na Figura 13 a presença de três grupos A, B, C. No grupo A ocorreu o agrupamento do nível cognitivo N1 com o nível de alfabetização NAC. Já no grupo B, ocorreu o agrupamento do NC N2 com nível de ACN e por fim o grupo 3 que ocorreu o agrupamento do NC N3 com nível de ACN e ACF. Assim, os resultados observados nas PCA confirmam as relações entre os NC e de AC ilustrados na Tabela 3 (experimento 2).

Pode-se observar também a frequência das relações entre níveis cognitivos das perguntas e das respostas e da alfabetização científica das respostas obtida para o Experimento 2 no gráfico a seguir, Figura 14.

Figura 14 - Gráfico da distribuição dos dados em ordem decrescente de frequência das relações do experimento 2.



Fonte: Da autora, (2021).

Essa atividade possuía duas perguntas, as quais uma era classificada no nível cognitivo P2 e a outra no nível P3. Apesar da atividade possuir uma pergunta de cada nível, mais uma vez faltou perguntas de NC P1. Isso pode não ter contribuído com o aluno, pois ao responder às perguntas espera-se iniciar o seu raciocínio com perguntas de menor complexidade, pois essas podem auxiliá-los nas resoluções de perguntas de maior complexidade (SUART; MARCONDES, 2018). Ou seja, para ocorrer uma construção do conhecimento de forma efetiva, é preciso que o aluno parta de um raciocínio simples para conseguir chegar em um mais elaborado.

Vale ressaltar que, antes desse experimento os alunos não tiveram uma aula conceitual, dessa forma para realizar esse experimento, os alunos contaram com os conhecimentos construídos no experimento 1 da aula 4.

Apesar disso, nove respostas apresentaram relação (P2 X N3 X ACN), a qual indica que o aluno identificou variáveis, explicou a resolução do problema utilizando conceitos já conhecidos, porém esses foram utilizados de forma equivocada. Seis respostas apresentaram relação (P3 X N3

X ACF), apesar de não terem tido uma aula teórica eles conseguiram utilizar os conceitos construídos nas aulas (Experimentos 1 e 2) adequadamente.

Um fator que pode ter interferido nas respostas impedindo a manifestação de habilidades de alta ordem, foi o fato de as discussões dos dois experimentos serem realizados na aula conceitual que ocorreu após a execução das atividades práticas. A professora queria que a partir das observações realizadas nos experimentos, os estudantes pudessem através da sua mediação elaborar os conceitos de solubilidade e dos fatores que a afetam, porém, não houve socialização das observações e conclusões interpretadas pelos estudantes. A falta de discussão do experimento 1, antes da realização do experimento 2, pode ter afetado o entendimento dos alunos esperado pela professora da presente atividade.

As discussões referentes aos experimentos 1 e 2 foram realizadas na sexta aula, nomeada como aula conceitual. Essa abordou os conceitos que envolvem a solubilidade. A professora retomou o experimento 1, pediu para os alunos falarem das observações que eles fizeram, ela não entregou a atividade relacionada a essa aula, a qual havia as perguntas e respostas dos alunos, por receio deles mudarem as respostas. Dessa forma, ela novamente não discutiu as perguntas presentes na atividade proposta nos experimentos. Nessa aula, ela estabeleceu um diálogo baseado nas perguntas e respostas apresentadas a seguir.

Quadro 22 - Episódio 14: Interpretação do ensaio sobre a influência da temperatura na solubilidade (Continua).

Discursista	Descrição das falas
Professora	Alguém sabe o que significa a palavra solubilidade?
Alunos	Solução; Sóluto; Solúvel; Substância que pode ser dissolvida; Solvente.
Professora	Na última aula nós vimos três tipos de solução. Lembrando que na última aula nós preparamos uma solução o que? (Silêncio) Como que estava a solução na última aula? (Silêncio) - Ninguém lembra?
Aluno 10	O azul não ficou todo dissolvido.

Quadro 22 - Episódio 14: Interpretação do ensaio sobre a influência da temperatura na solubilidade (Conclusão).

Professora	Como que ficou o azul?
A professora desenha no quadro três béqueres.	
Aluno 10	Quanto mais água agente colocou o produto dissolveu 100%.
Professora	Como ficou Aluno 10?
Aluno 10	Um azul mais escuro, um azul mais claro. Quanto mais água colocou o produto dissolveu mais.
Professora	Como que ficou esse aqui primeiro?
Aluno 10	Ficou sobrando um restinho no fundo e ficou azul escuro.
Professora	E esse outro aqui?
Alunos	Azul piscina, azul claro
Professora	E esse aqui?
Aluno 10	Azul

Fonte: Da autora, (2021).

Em momento algum a professora leva os alunos a refletir sobre a solução de cada béquer, tanto que as respostas dos alunos foram de maneira geral, ou seja, falas indicando que a solubilidade depende da quantidade de soluto e de solvente. Apesar de a professora não ter utilizado esses termos solvente, soluto, percebe-se que eles já fazem parte do vocabulário dos alunos. Observe a transcrição apresentada no Quadro 23:

Quadro 23 - Episódio 15: Interpretação do ensaio sobre a influência da temperatura na solubilidade.

Discursista	Descrição das falas
Professora	Pra um sal, ou alguma coisa dissolver em água, vai depender do que?
Alunos	Solvente
Professora	Mas o solvente é a água, e aí vai depender do que?
Alunos	Da quantidade do produto que está colocando.
Aluno 10	Da quantidade do produto e da água.

Fonte: Da autora, (2021).

Dessa forma, nota-se que a professora somente perguntou o que interferiu na solubilidade das soluções que estavam no tubo de ensaio, mais uma vez não discutiu o experimento e as questões presentes na atividade referente a essa aula.

A maneira que a professora conduziu a aula, pode ter contribuído na classificação das respostas, que foram de baixas habilidades cognitivas e de alfabetização científica nominal e funcional, dado que, os experimentos não foram totalmente investigativos, a professora não discutiu com os alunos as possíveis resoluções dos problemas que havia em cada aula específica, e também não discutiu as questões das atividades, ela somente pediu para que os alunos realizassem o experimento e/ou observassem e respondessem às questões para ser entregue no final da aula.

Apesar disso, percebe-se que os alunos começaram utilizar alguns termos científicos, todavia, não podemos ainda afirmar se essa aula contribuiu com os argumentos empregados na resolução do caso, pois a professora não mencionou o caso da sequência nas aulas nos experimentos 1 e 2.

4.5 Experimento 3 – Ensaio de solubilidade lixiviação e percolação da ureia em diferentes tipos de solos

A sétima aula da SA contou com a participação de 15 alunos. Antes de iniciar essa atividade, a professora relembrou os experimentos anteriores, pois essa aula ocorreu após a ministração dos conceitos envolvendo solubilidade. A aula do experimento 3 foi destinada ao estudo de solubilidade, lixiviação e percolação da ureia em diferentes tipos de solos, a partir de um experimento demonstrativo com características investigativas, cujo objetivo era auxiliar os alunos a relacionarem a solubilidade com a adubação nas lavouras.

A execução do experimento 3 foi confusa, pois se produziu muitas amostras (Figura 15) durante a sua execução. A professora solicitou que os alunos somente observassem e fizessem comparações entre as soluções presentes nos tubos de ensaio com o indicador de azul de bromotimol e com as soluções presentes nos tubos de ensaio com o indicador de vermelho de metila. Além disso, as discussões realizadas, não foram suficientes para eles terem suporte para responderem às perguntas presentes na atividade pós experimento (Quadro 24). Percebe-se que mais uma vez a professora pediu para que os alunos relacionassem o caso com o experimento, e não com o problema da aula.

Figura 15 - Amostras das soluções obtidas da lixiviação da ureia na presença dos indicadores vermelho de metila e azul de bromotimol realizadas no experimento 3.



Fonte: Da autora, (2019).

Nota-se que a atividade da aula do experimento 3, contemplava uma pergunta de nível cognitivo P1, três perguntas de nível cognitivo P2 e quatro perguntas de nível cognitivo P3 (Quadro 24). Assim, como as outras atividades, o questionário contemplava perguntas com níveis de complexidade diferentes. Dessa forma, para a atividade do Experimento 3, obteve-se 20 (37%) respostas classificadas no NC N1, 15 (28%) respostas classificadas no NC N2 e 19 (35%) respostas classificadas no NC N3.

Dessa forma, nessa atividade, obtivemos as seguintes relações do nível cognitivo *versus* alfabetização científica ilustrados, na Tabela 4 (experimento 3).

Quadro 24 - Perguntas e níveis cognitivos das perguntas e respostas do experimento 3 (Continua).

Questões	NC das questões	Número total de respostas	NC das respostas
<p>QP*- Carla é produtora de café, e nova no ramo. Refletindo sobre a produtividade de sua lavoura nos últimos 3 anos, fez as seguintes observações.</p> <ul style="list-style-type: none"> - No primeiro ano que comprou a lavoura, foi um ano de poucas chuvas, inclusive nos meses de outubro a dezembro. Ela realizou as adubações necessárias, porém a produtividade da sua lavoura foi muito abaixo do esperado. - No segundo ano, Carla realizou as adubações no mesmo período do ano anterior, utilizando as mesmas quantidades de adubos, porém nessa época do ano estava chovendo constantemente, e a chuva era mansa e continuada. Ela observou que a produtividade de sua lavoura, foi além do esperado. - Já no terceiro ano, Carla também realizou as adubações na mesma época. Esse ano foi um ano de muita chuva, os dias estavam muito quentes e com isso havia pancadas fortes de chuvas (temporais). Ela ficou animada, pois tinha adubado sua lavoura. Porém, observou que sua produção foi muito menor do que a do primeiro ano. <p>Explique para Carla quais fatores estavam afetando a produtividade de sua lavoura.</p>	P2	6	N3 - 6

Quadro 24 - Perguntas e níveis cognitivos das perguntas e respostas do experimento 3 (Conclusão).

QP*- Sugira a Carla que pode ser feito na próxima adubação para que a produtividade de sua lavoura não fique prejudicada.	P3	6	N2 - 6
1 -A) Você percebeu comportamentos diferentes entre os sistemas analisados?	P1	6 Em Branco = 2	N1 - 6
1 b) - Se observou, quais foram as diferenças observadas em cada sistema?	P2	6 Em branco = 2	N1 - 2 N3 - 4
2. Explique o que causou as diferenças.	P3	6	N1 - 2 N2 - 2 N3 - 2
3. Qual solo fornece melhor condições para o cultivo, sobrevivência e produtividade para a planta?	P2	6 Em Branco = 2	N1 - 2 N3 - 4
4. Qual solo é mais adequado considerando as questões ambientais? Justifique sua resposta.	P3	6	N1 - 6
5.Explique para Carla, quais fatores estavam afetando a produtividade de sua lavoura.	P2	6 Em Branco = 2	N1 - 2 N2 - 2 N3 - 2
6.Sugira a Carla que pode ser feito na próxima adubação para que a produtividade de sua lavoura não fique prejudicada.	P3	6	N2 - 5 N3 - 1

* QP = questão problema

*Não foram ilustrados os níveis cognitivos que não tiveram respostas contempladas.

Fonte: Da autora, (2021).

Tabela 4 - Relações observadas entre níveis cognitivos e alfabetização científica das respostas obtidas para a atividade desenvolvida para o Experimento 3.

NÍVEL COGNITIVO DAS RESPOSTAS	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DAS RESPOSTAS	TOTAL DE RESPOSTAS	PORCENTAGENS DAS PERGUNTAS
N1	NÃO ALFABETIZAÇÃO	10	18%
	NOMINAL	10	18%
	TOTAL	20	36%
N2	NOMINAL	15	28%
	TOTAL	15	28%
	NOMINAL	16	30%
N3	FUNCIONAL	3	6%
	TOTAL	19	36%

Fonte: Da autora, (2021).

Observa-se na Tabela 4, que dez (18%) das respostas foram classificadas como sendo NAC -N1, sendo que 8 (15%) das respostas foram classificadas como em branco, ou seja, quando o aluno deixa de responder à pergunta. E duas (4%) das respostas classificadas como NAC -N1 foram respondidas, porém, nessas respostas os alunos não identificaram variáveis, limitaram-se somente a um dado lembrado, não tiveram capacidade cognitiva para entender ou responderam às perguntas de acordo com os conteúdos das ciências e tecnologias. Veja um exemplo de resposta.

Pergunta: *Explique o que causou as diferenças.*

Resposta: Aluno 20: *As chuvas fortes e a falta de chuvas.*

Verifica-se que, o número de respostas classificadas como ACN-N2 foi de 15 (28%) respostas. Uma vez que nessas, os alunos reconheceram a questão problema, porém não identificaram variáveis, utilizando em suas respostas concepções alternativas ou apresentando entendimento simbólico sobre o que foi pedido. Veja um exemplo.

Pergunta: *Explique para Carla, quais fatores estavam afetando a produtividade de sua lavoura.*

Resposta: Aluno 6: *Os fatores que estavam afetando a lavoura de Carla era a adubação nos dias mais chuvosos e causa do cafezal está infértil.*

Observa-se também, que o experimento influenciou a resposta do Aluno 6, já que antes de realizá-lo a mesma pergunta foi feita e a resposta foi:

Resposta: Aluno 6: *A falta de chuva e chuva forte.*

Além disso, percebe-se que a resposta no segundo momento foi mais elaborada do que no primeiro momento.

Nota-se também que 16 (30%) das respostas foram classificadas como ACN – N3, dado que, nessas respostas os alunos identificaram variáveis, estabelecendo processo de controle para a seleção das informações, porém possuem entendimento simbólico ou concepções alternativas. Veja um exemplo.

Pergunta: *Explique para Carla, quais fatores estavam afetando a produtividade de sua lavoura.*

Resposta: Aluno 21: *Muita chuva ou falta de chuva.*

Por fim, observa-se que três (5,5%) das respostas foram classificadas como sendo ACF – N3, já que nessas os alunos elaboraram respostas as quais eles identificaram variáveis, identificaram e estabeleceram processo de controle para a seleção das informações, porém suas respostas carecem de embasamento conceitual consistindo apenas de terminologias memorizadas. Veja o exemplo.

Pergunta: *Sugira a Carla o que pode ser feito na próxima adubação para que a produtividade de sua lavoura não fique prejudicada.*

Resposta: Aluno 6: *Ela deve adubar nos dias de menor quantidade de chuva para que isso não aconteça.*

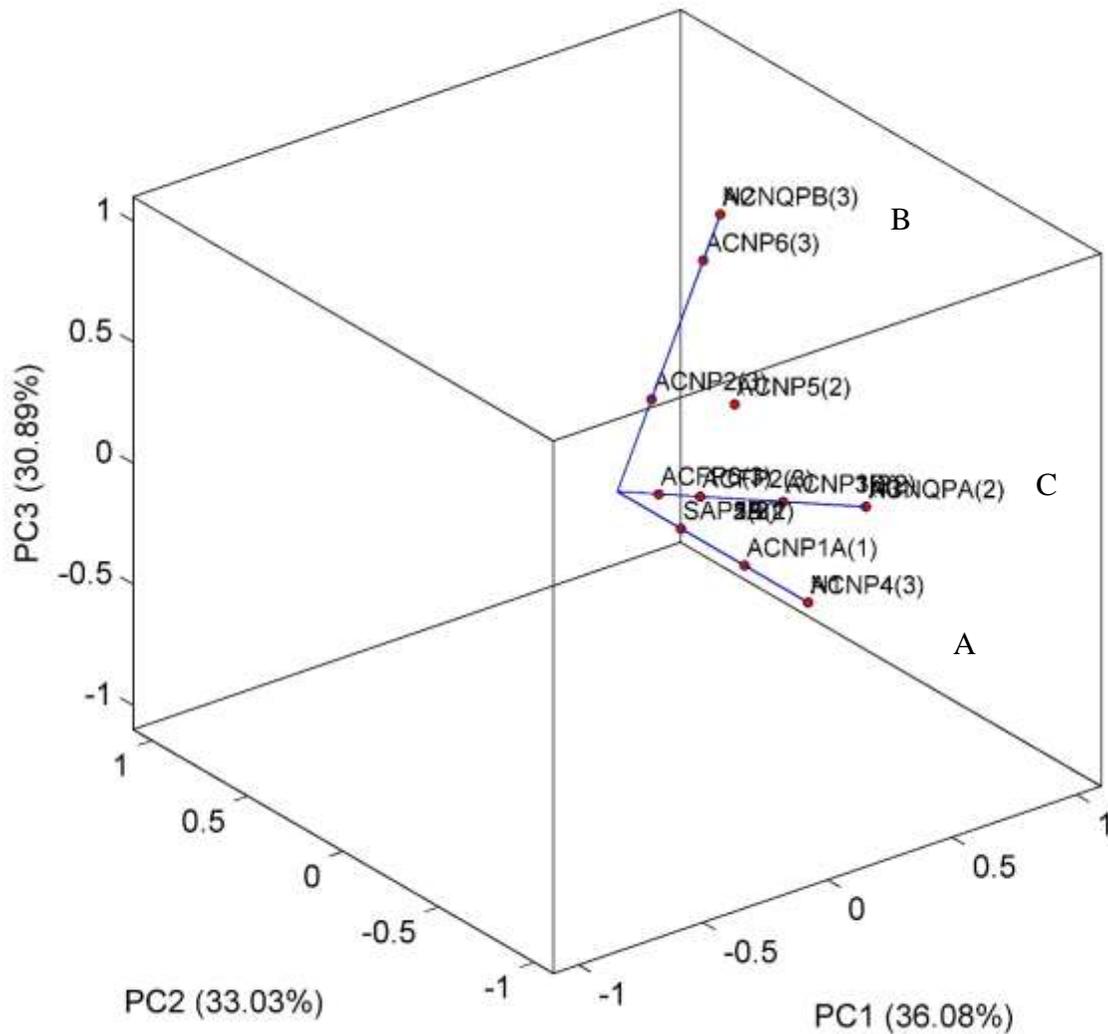
Nota-se novamente a evolução da resposta do Aluno 6, visto que, em um primeiro momento sua resposta para a mesma pergunta foi classificada como N2, mais uma vez o experimento pode ter influenciado a resposta do aluno. Veja.

Resposta: Aluno 6: *Fazer a adubação depois da chuva para que não sofra muitos prejuízos.*

Portanto, chama atenção ter 20 (37%) das respostas classificadas no nível cognitivo N1, 15 (28%) respostas classificadas como N2 e 19 (35%) respostas estar classificadas no nível cognitivo N3. Talvez isso tenha ocorrido, pois, 50% das perguntas que estavam presentes nas atividades possuíam nível cognitivo P3, o qual requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar. E como esse era um experimento diferente, envolvendo conceitos ainda não vistos, os alunos tiveram dificuldade para realizar, deixando muitas questões em branco. Assim, percebe-se que em apenas uma aula conceitual (teórica) ou experimental a construção do conhecimento pode não ser efetiva.

Os agrupamentos das variáveis realizados podem ser vistos na Figura 16, que contempla o gráfico da PCA.

Figura 16 - Gráfico das 3 principais PCA para os dados obtidos das correlações entre AC e NC para as respostas obtidas para o experimento 3.



Fonte: Da autora, (2021).

Nota-se na Figura 16, um gráfico de *scores* e *loading*, que com a primeira componente principal, a segunda e a terceira foram possíveis descrever 100% dos dados, sendo 36,08% da variância total descrita pela primeira componente principal.

Ao observar a Figura 16, nota-se a formação de três grupos, A, B e C. Nos quais o grupo A, apresenta *scores* N1 e *loadings* NAC e ACN, o grupo B apresenta *scores* N2 e *loading* ACN e o grupo C apresenta *scores* N3 e *loading* ACN e ACF. Isso confirma as observações realizadas na Tabela 4.

Alguns fatores podem ter colaborado com a classificação das respostas dessas atividades. Na aula do experimento 3, mesmo sendo ele demonstrativo, a professora discutiu bastante os resultados do experimento e promoveu relações entre o mesmo e questão problema do caso, tornando assim a atividade mais investigativa. Apesar de, a professora não ter socializado as perguntas da atividade, ela conduziu as discussões sobre o experimento levando os alunos a refletirem sobre a possível resolução do caso. Porém, o que pode ter provocado habilidades cognitivas de baixa ordem foi a execução do experimento, pois esse era considerado de difícil compreensão envolvendo conceitos como lixiviação e percolação, além de várias amostras e uso de indicadores. Ao assistir à aula, nota-se que o experimento foi confuso, pois a professora utilizou dois indicadores, vermelho de metila e azul de bromotimol. Algumas soluções não ficaram da cor que deveriam ficar, além disso, eram muitos tubos de ensaio, eram tubos para soluções com ureia e sem ureia, e isso foi feito em duplicadas, pois foram utilizados dois indicadores.

Apesar disso, a professora discutiu bastante o experimento 3 e depois solicitou que os alunos respondessem às perguntas da atividade que foi entregue. Mais uma vez a professora não discutiu as perguntas da atividade. Antes dos alunos responderem à atividade, a professora pediu para que eles fizessem relação do caso com o experimento.

Outra coisa que ficou confusa na SA, foram as questões problemas que cada experimento possuía, isso confundiu bastante os alunos, pois a professora não conseguiu conduzir isso de forma clara. Talvez fosse melhor, as atividades experimentais terem como questão problema partes do próprio caso. Assim, não iria causar confusão nos alunos, já que eles ainda têm dificuldades de fazer essas generalizações. Lembrando que eles não estão acostumados com esses tipos de atividades, pois eles veem de um ensino extremamente tradicional.

Contudo, quando a professora pediu para que os alunos fizessem relação do experimento 3 com o caso da SA, as respostas foram bem significativas. Veja no Quadro 25:

Quadro 25 - Episódio 16: Interpretação do ensaio de solubilidade lixiviação e percolação da ureia em diferentes tipos de solos.

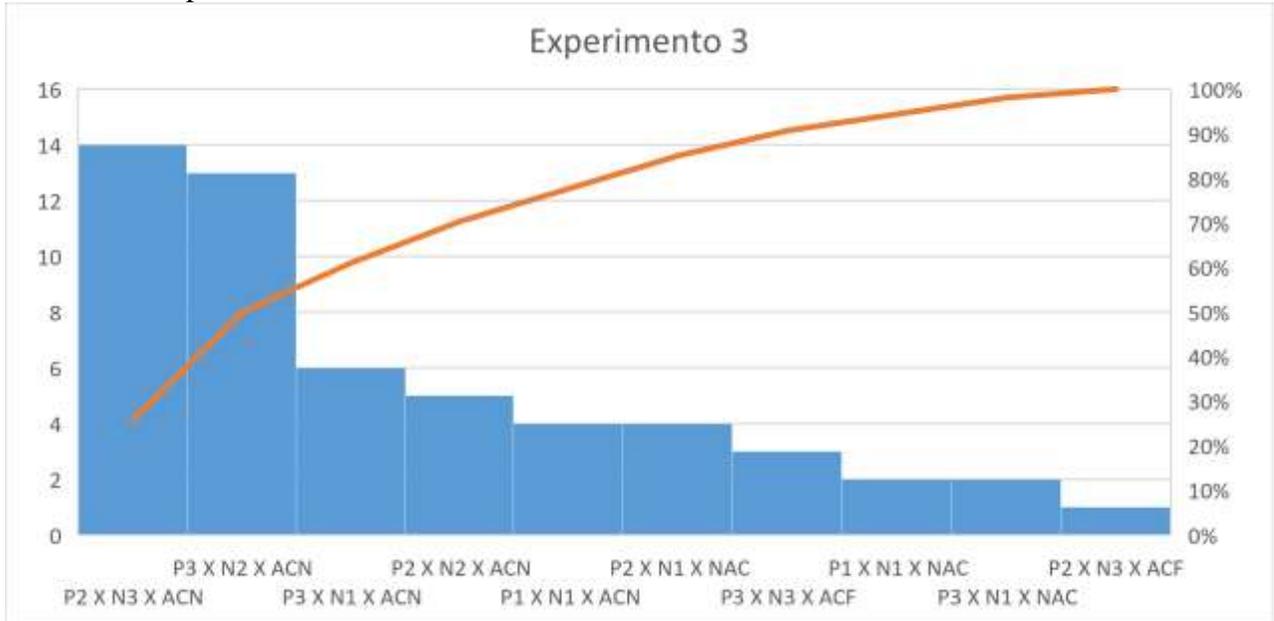
Discursista	Descrição das falas
Professora	E o que isso tem a ver com a nossa questão problema? Lá da fazenda do seu Oswaldo
Aluno 9	Que eles ingeriram água com esse negócio aí.
Professora	Mas como que o fertilizante foi parar lá então?
Aluno 10	Que ele coloca no café, aí desce para o lençol freático, ele abre a cisterna e eles bebem água da cisterna.
Professora	Será que a contaminação está vindo do ribeirão ou será que é da própria fazenda?
Aluno 9	Da fazenda, isso seria.
Professora	Parece que na fazenda do seu Oswaldo tem solo arenoso, e este daqui que desceu mais rápido é o solo arenoso. Então esse solo é que carregou a ureia pra onde?
Aluno 10	Lençol freático.

Fonte: Da autora, (2019).

Nota-se que, no fim dessa aula, que os alunos começaram a elaborar respostas mais efetivas para a resolução do caso, isso pode ter ocorrido depois da realização dos experimentos e da mediação da professora, dado que a socialização das ideias dos alunos contribui para o ensino aprendizagem levando-os a construir seus conhecimentos (PAGANINI; JUSTI; MOZZER, 2014; JÚNIOR, 2016).

A frequência das relações entre níveis cognitivos das perguntas e das respostas e da alfabetização científica das respostas obtida para o Experimento 3 pode ser verificada no gráfico a seguir, Figura 17.

Figura 17 - Gráfico da distribuição dos dados em ordem decrescente de frequência das relações do experimento 3.



Fonte: Da autora, (2021).

A atividade do experimento 3, possuía uma pergunta P1, quatro perguntas P2 e quatro perguntas P3. Apesar de possuir pergunta P1, não houve uma proporcionalidade entre os tipos de perguntas, ao compará-las. Dessa forma, mais uma vez às relações estatísticas entre as três variáveis não ocorreram de forma efetiva.

O experimento dessa aula, foi demonstrativo com características investigativas, isso pode ter contribuído para a elaboração das respostas dos alunos, visto que, eles podem ter tido menos atenção e empenho nessa atividade, ou podem não ter conseguido observar os acontecimentos devido ao número elevado de alunos ao considerar o espaço disponível para a realização da atividade. Além disso, esse experimento era complexo. Dessa forma, isso pode ter contribuído com as relações observadas na Figura 17.

Nota-se que 14 respostas tiveram a relação (P2 X N3 X ACN), assim esses alunos conseguiram elaborar respostas utilizando variáveis e conceitos lembrados, porém os usam de forma equivocada ou simbólica. Observa-se também que essa era uma pergunta P2, e exigia que o aluno fizesse comparações e utilizasse conceitos para a resolução do problema, assim, essa era uma pergunta que exigia mais habilidades dos alunos, e mesmo com a aula teórica (conceitual) sobre

solubilidade e os fatores que a afetam, eles tiveram dificuldades de fazer relações entre uma aula e outra.

Verifica-se também que 13 respostas tiveram a relação (P3 x N2 X ACN). Entende-se que as habilidades cognitivas foram de baixa ordem e o nível de alfabetização científica foi nominal, já que, essa é uma pergunta que exige que o aluno proponha hipótese, faça inferências e generalize. Assim, os alunos tiveram dificuldade de entender o experimento que era bem complexo, pois envolvia conceitos de percolação, lixiviação, tipos de solos e solubilidade. Desses conceitos, eles haviam visto somente o de solubilidade, e eles não conseguiram fazer a relação de uma aula para outra. Dessa forma, verifica-se que em suas respostas eles não conseguiram identificar variáveis, não justificando a resposta de acordo com os conceitos exigidos.

Nota-se também que quatro repostas tiveram a relação (P2 X N1 X NAC), duas respostas tiveram a relação (P1 X N1 X NAC) e que duas respostas tiveram a relação (P3 X N1 X NAC). Assim, a complexidade do experimento 3 pode ter interferido nessas relações, dado que em comparação com os demais experimentos que eram considerados mais simples, esse era mais complexo, e, além disso foi realizado de forma demonstrativa. Unindo a forma que o experimento foi apresentado aos alunos que era demonstrativo e a sua complexidade, pode ter ocasionado nos alunos a falta de atenção e a desmotivação para realização das atividades.

Verifica-se também que na maioria das relações está envolvida a alfabetização científica nominal, isso nos mostra que os alunos utilizam em suas respostas conceitos equivocados ou simbólicos. Porém, isso é compreensível dado que, os alunos não haviam estudado sobre a maioria dos conceitos abordados nessa aula.

4.6 QUESTIONÁRIO PÓS

O questionário pós, bastante semelhante ao prévio, é constituído de 16 perguntas, porém foram analisadas 12 perguntas sendo que três perguntas são divididas em letras a e b, pois as demais são autoavaliações. Dessa forma, foram analisadas 15 perguntas, nas quais quatro são classificadas no nível cognitivo P1, quatro no nível P2, e sete no nível cognitivo P3 (Quadro 26). Para melhor compreensão do aluno, algumas perguntas, presentes no questionário prévio foram alteradas, porém, elas continuaram com o mesmo sentido, além disso, foram inclusas a pergunta “O que é

percolação?”, e perguntas de autoavaliação como, por exemplo “O que você aprendeu com essa sequência de aulas?”; “O que poderia ter sido diferente?”; “De 0 a 5 que nota você atribuiria a sua aprendizagem com essas aulas? Justifique sua resposta”. Dessa forma, esse questionário tinha como objetivo que os alunos refletissem sobre os conhecimentos construídos durante essa sequência, fazendo assim uma autoavaliação.

Quadro 26 - Perguntas e níveis cognitivos das perguntas e respostas do questionário pós (Continua).

Questões	NC das questões	Números totais de respostas	NC das respostas
1. Para você, o que significa a palavra solubilidade?	P1	11	N1 - 2 N2 - 8 N3 - 1
2. O que é lixiviação?	P2	11 Em Branco = 3	N1 - 5 N2 - 3 N3 - 3
3.a) Existem diferentes tipos de solos? () Sim () Não b) Se sim, o que diferencia os tipos de solo? Explique.	P1 e P2	11	N3 - 11
4. Você conhece algum insumo agrícola? Dê exemplos.	P1	11 Em Branco = 1	N1 - 2 N3 - 9
5. Qual a relação da solubilidade e o uso de insumos agrícolas?	P3	11 Em Branco = 1 Sem Categoria = 1	N1 - 1 N2 - 1 N3 - 8
6. Quando o agricultor deve aplicar os insumos agrícolas em sua lavoura?	P3	11 Em Branco = 3	N1 - 3 N2 - 1 N3 - 7

Quadro 26 - Perguntas e níveis cognitivos das perguntas e respostas do questionário pós (Conclusão).

7. a) Tem algum fator ou condição climática que influencia na aplicação do insumo agrícola? () Sim () Não b) Se sim, quais fatores?	P1 e P2	11 Em Branco = 1 Sem Categoria = 2	N1 - 2 N2 - 1 N3 - 6
8. Por que muitos agricultores utilizam altas dosagem de insumos agrícolas?	P3	11	N2 - 1 N3 - 10
9. Cite as vantagens e desvantagens dos insumos agrícolas para o ser humano.	P3	11	N1 - 1 N3 - 10
10. Cite as vantagens e desvantagens dos insumos agrícolas para o meio ambiente.	P3	11 Em Branco = 1	N1 - 2 N2 - 3 N3 - 6
11. A cidade da imagem A possui cerca de 200 000 habitantes enquanto a cidade da imagem B possui 60 000. a) Explique o que aconteceria se a cidade da imagem A lançasse seu esgoto no ribeirão da imagem C?	P3	11 Em Branco = 1	N1 - 1 N2 - 2 N3 - 8
11. A cidade da imagem A possui cerca de 200 000 habitantes enquanto a cidade da imagem B possui 60 000. b) Agora explique o que aconteceria se a cidade da imagem B lançasse seu esgoto no ribeirão da imagem C?	P3	11 Em Branco = 1	N1 - 2 N2 - 2 N3 - 7
12. O que é percolação?	P2	11 Em Branco = 4	N1 - 9 N2 - 1 N3 - 1

*Não foram ilustrados os níveis cognitivos que não tiveram respostas contempladas.

Fonte: Da autora, (2021).

Na Tabela 5, estão as relações dos níveis cognitivos *versus* os níveis de alfabetização que ocorreram nesse momento. Em verde foram destacadas as relações que mais apareceram para os NC.

Tabela 5 - Relações observadas entre níveis cognitivos e alfabetização científica das respostas obtidas para o questionário pós.

NÍVEIS COGNITIVOS DAS RESPOSTAS	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA DAS RESPOSTAS	TOTAL DE RESPOSTAS	PORCENTAGENS DAS PERGUNTAS
	NÃO ALFABETIZAÇÃO	21	15%
N1	NOMINAL	10	7%
	TOTAL	31	22%
	NOMINAL	18	13%
N2	FUNCIONAL	4	3%
	TOTAL	22	16%
	NOMINAL	49	35%
N3	FUNCIONAL	38	27%
	TOTAL	87	62%

Fonte: Da autora, (2021).

Ao observar a Tabela 5, nota-se que o número de respostas classificadas como sendo NAC – N1 foi significativo 21 (15%), dessas 16 (11%) foram classificadas como sendo em branco, porém esse número foi menor que o do questionário prévio 26 (29%). Esse número de respostas classificadas como sendo NAC – N1 pode ser explicado, já que o questionário era muito extenso, e os estudantes tiveram somente uma aula de 50 minutos para responder, ao contrário do questionário prévio que os alunos tiveram mais de uma aula para realizar, dessa forma, muitas respostas ficaram em branco. Veja o exemplo de resposta classificada como NAC – N1.

Pergunta: *Você conhece algum insumo agrícola? Dê exemplos.*

Resposta do Questionário Prévio: Aluno 10: *Sim, são adubos, venenos, etc.*

Resposta do Questionário Pós: Aluno 10: *Não*

Observa-se na resposta do aluno 10, que depois de toda a SA ele continua sem saber o que é um insumo agrícola, não encontrando respostas por meio de conteúdo das ciências e tecnologia.

Nota-se também que, se comparado com o questionário prévio o número de respostas classificadas como ACN – N1, foi maior 10 (7%). Isso nos mostra que mesmo com dificuldades os alunos tentaram responder às perguntas, diminuindo o número de respostas em branco. Veja o exemplo de respostas classificadas como ACN – N1.

Pergunta: *Para você, o que significa a palavra solubilidade?*

Resposta do Questionário Prévio: Aluno 27: *Solubilidade e algum material sólido ou outros.*

Resposta do Questionário Pós: Aluno 27: *Várias coisas sólidas.*

Observa-se na resposta do Aluno 27 que ele se limitou a expor um dado lembrado, já que no questionário prévio, ele possuía as mesmas concepções alternativas sobre o conceito de solubilidade.

Nota-se que, o número de respostas classificadas como ACN -N2 também aumentou no questionário pós, uma vez que, esse número foi de 18 (13%) respostas classificadas nessa categoria. Veja o exemplo.

Pergunta: *O que é lixiviação?*

Resposta: Aluno 19: *Será que é o negócio da água descer? Não sei acho que é isso.*

Nota-se na resposta do Aluno 19, que após a SA ele reconhece o que deve ser feito na questão, porém não justifica as respostas de acordo com os conceitos exigidos, utilizando concepções alternativas sobre o que é lixiviação. Porém, o Aluno 19 apresentou desenvolvimento, já que no questionário prévio ele deixou de responder essa questão.

Percebe-se que, o número de respostas classificadas como ACN – N3 foi significativo, pois, 49 (35%) das respostas tiveram essa classificação. Isso mostra que, os alunos identificaram variáveis, porém ainda permaneceram com seus conhecimentos simbólicos e/ou concepções alternativas sobre o tema. Veja um exemplo de resposta classificada nessa categoria.

Pergunta: *Quando o agricultor deve aplicar os insumos agrícolas em sua lavoura?*

Resposta do Questionário Prévio: Aluno 20: *Para ajudar a plantação a crescer, para acabar com várias pragas.*

Resposta do Questionário Pós: Aluno 20: *Bom, eu acredito que antes do período da chuva, assim com a chegada da chuva ele acaba indo para dentro da terra ajudando a crescer.*

E por fim, o número de respostas classificadas como ACF – N3, 38 (27%), também aumentou, dado que, no questionário prévio esse número foi de 18 (20%) respostas. Isso nos mostra que mesmo os níveis cognitivos dos alunos sendo de baixa ordem, ocorreu evolução, e que muitos alunos conseguiram construir respostas utilizando os conceitos corretos sobre a temática como pode ser observado a seguir.

Pergunta: a) Tem algum fator ou condição climática que influencia na aplicação do insumo agrícola? () Sim () Não b) Se sim, quais fatores?

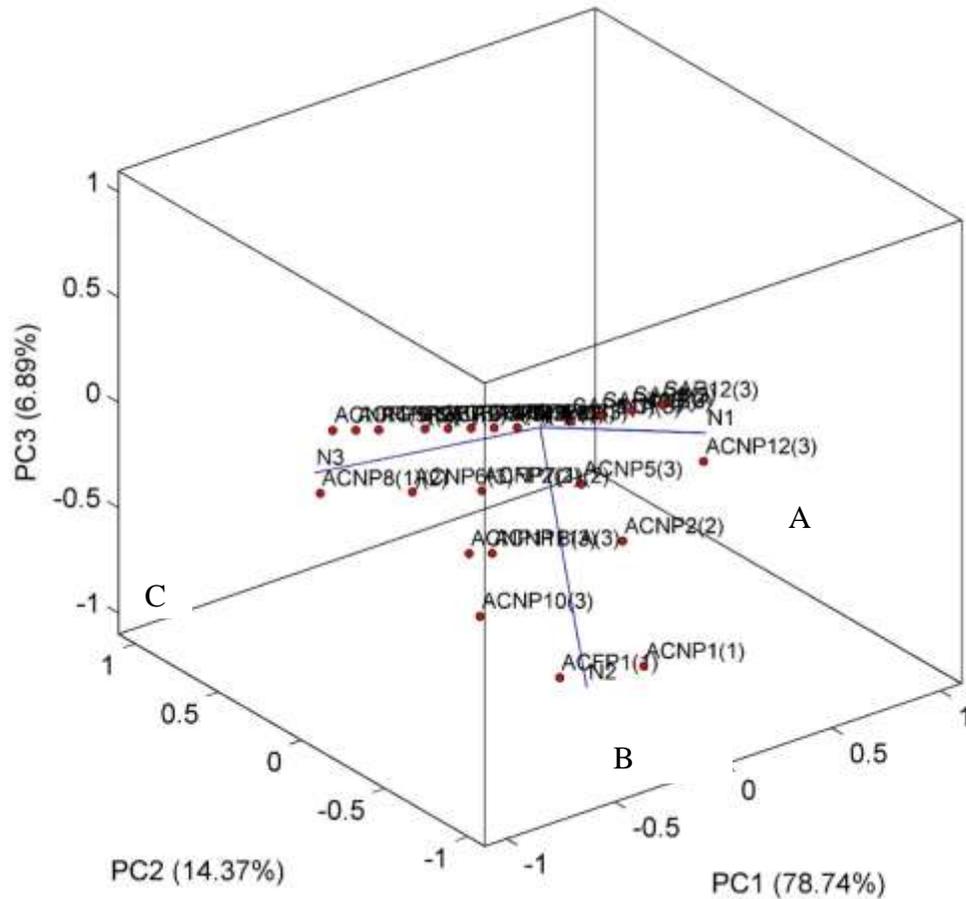
Resposta do Questionário Prévio: Aluno 23: O tempo

Resposta do Questionário Pós: Aluno 20: Sim. Eles aplicam os insumos no período de chuva.

Observa-se na resposta do Aluno 23, que ele identifica variáveis, estabelece controle para a seleção das informações, todavia isso pode ter ocorrido, pois, na própria pergunta é possível identificar a resposta, ainda assim sua resposta carece de embasamento conceitual. Apesar disso percebe-se evolução do aluno, já que, no questionário prévio sua resposta foi classificada como ACN – N3. Nota-se também, que a própria pergunta traz a resposta, e isso pode ter colaborado com a resposta do aluno.

Os agrupamentos realizados para os dados referentes a AC e NC podem ser vistos no gráfico de PCA presente na Figura 18.

Figura 18 - Gráfico das 3 principais PCA para os dados obtidos das correlações entre AC e NC para as respostas obtidas para o questionário pós.



Fonte: Da autora, (2021).

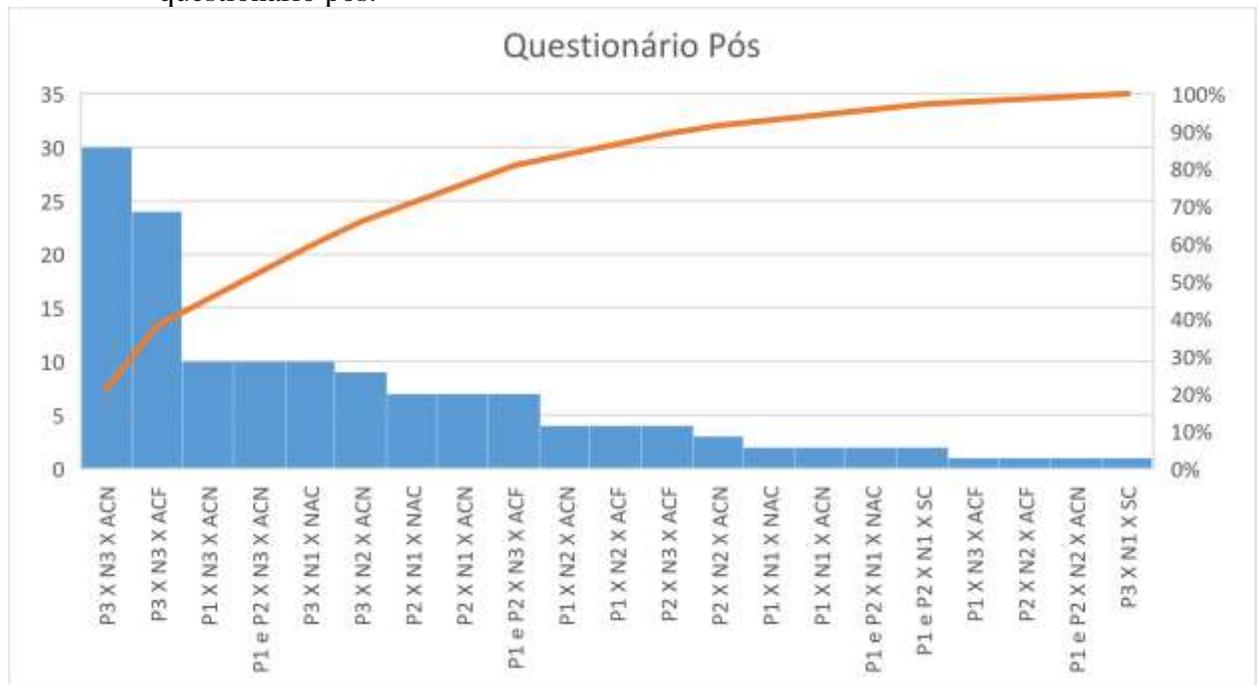
Observa-se na Figura 18, apresentada, que com a primeira componente principal, a segunda e a terceira foram possíveis descrever 100% dos dados, sendo 78,74% da variância total descrita pela primeira componente principal.

Ao observar a Figura 18, verifica-se a formação de três grupos, A, B e C. Nos quais o grupo A, apresenta scores N1 e *loadings* NAC e ACN, o grupo B apresenta *scores* N2 e *loading* ACN e ACF e o grupo C apresenta *scores* N3 e *loading* ACN e ACF. Isso confirma as observações realizadas a partir dos dados da Tabela 5. Assim, esses resultados foram alcançados após os alunos participarem de várias atividades ao longo do desenvolvimento da SA, incluindo atividades experimentais, rodas de conversas sobre impactos dos fertilizantes no meio ambiente, e a resolução

do caso apresentada durante o júri químico. Porém, como eles ainda não estavam acostumados com atividades que exigissem mais do seu raciocínio, já que eles teriam que escrever suas observações, lembrando de as enriquecer com detalhes, os alunos elaboraram respostas curtas, que não contemplaram o seu raciocínio e nem os detalhes de suas observações, talvez isso tenha ocorrido, pois, o questionário pós possuía as mesmas perguntas.

A frequência das relações entre níveis cognitivos das perguntas e das respostas e da alfabetização científica das respostas obtida para o questionário pós pode ser verificada no gráfico a seguir, Figura 19.

Figura 19 - Gráfico da distribuição dos dados em ordem decrescente de frequência das relações do questionário pós.



Fonte: Da autora, (2021).

Da mesma forma que o questionário prévio o questionário pós também possui sete perguntas classificadas no nível cognitivo P3, assim as relações que envolvem esse nível cognitivo, aparecem com maior frequência. Observa-se na Figura 19 que as relações que aparecem com mais frequência são, 30 respostas tiveram a relação (P3 X N3 X ACN), 24 respostas com a relação (P3 X N3 X ACF), pois havia muitas perguntas classificadas como P3.

Observa-se também que o número de respostas classificadas como P3 x N3 x ACN foi maior no questionário pós do que no questionário prévio. Ou seja, ocorreu o aumento do nível cognitivo

do aluno. Nota-se também que no questionário prévio o número de respostas classificadas como P3 X N3 X ACF foi menor ao comparar com o questionário pós, uma vez que, 24 respostas tiveram essas relações no pós enquanto no prévio 16 respostas tiveram essa relação. Isso, nos mostra que mais alunos desenvolveram suas habilidades cognitivas e que também ocorreu a promoção da AC, porém os alunos ainda carecem de embasamento conceitual, pois utilizam terminologias memorizadas.

Esperavam-se relações com níveis cognitivos N4 e de ACF, uma vez que, essa foi a atividade de fechamento da SA, dessa forma, já havia sido abordados todos os conceitos (solubilidade, lixiviação, percolação, tipos de solos) previstos, possibilitando os alunos a responderem o questionário pós.

Nota-se também na Figura 19, que apesar de, a maioria das relações serem semelhantes às relações do questionário prévio, pode-se observar que o número de relações quanto ao nível cognitivo da pergunta e alfabetização científica aumentaram, essa comparação pode ser feita a partir dos dados presentes nas Tabelas de 1 a 5.

Mais uma vez, percebe-se que as relações estatísticas estabelecidas, utilizando às três variáveis, não ocorreu de forma proporcional, já que a quantidade de perguntas classificadas no nível cognitivo P3 foi mais que a metade em relação aos níveis cognitivos das outras perguntas.

Observa-se que as categorizações quanto ao nível cognitivo e de alfabetização científica foram de baixa ordem, porém obteve-se mais respostas classificadas no nível cognitivo N3 e no nível de alfabetização científica funcional. Assim, podemos inferir a possibilidade da construção dos conhecimentos dos alunos e o desenvolvimento de habilidades cognitivas e de alfabetização científica.

4.7 Contribuições da roda de conversa e do júri químico no estudo de caso

Conforme ilustrado no Quadro 1 item 3.2, várias foram as atividades propostas para o desenvolvimento da SA, envolvendo estratégias diferentes. Todavia, nem todos os dados construídos foram analisados e discutidos em detalhes no presente trabalho. No entanto, acreditamos que todas as atividades contribuíram, em alguma extensão, para o ensino e aprendizagem dos conceitos relacionados a solubilidade.

Assim, a seguir apresentaremos alguns dados considerados relevantes para o entendimento da resolução do problema presente na narrativa do caso pelos alunos, bem como as reflexões feitas pela pesquisadora enquanto professora responsável pela ministração da SA.

Além das experimentais, as aulas que envolveram, a roda de conversa e o júri químico também podem ter colaborado para que os alunos conseguissem propor possíveis soluções para o caso proposto na SA.

A roda de conversa foi motivada por um vídeo sobre a contaminação do rio Tietê na região do município de Araçatuba-SP por fertilizantes. A partir desse momento percebeu-se que os alunos começaram a associar o caso da SA com a temática do vídeo (https://www.youtube.com/watch?v=xrZwqkYs_7A). No Quadro 27 é possível observar um diálogo bastante relevante, desenvolvido após a utilização do vídeo.

Quadro 27 - Episódio 17: Diálogo dos alunos durante a roda de conversa.

Discursista	Descrição das falas
Professora	Como que a água da fazenda do seu Oswaldo ficou contaminada?
Aluno 17	Por causa do fertilizante.
Professora	Como que esse fertilizante chegou no lençol freático?
Aluno 9	Por causa da chuva né dona
Aluno 10	Ele agua lá e vai pra baixo
Professora	Todo mundo concorda?
Aluno 10	A água está contaminada porque eles colocaram os fertilizantes, aguou foi pra baixo ficou no lençol freático, puxa a água e aí eles beberam e morreram.

Fonte: Da Autora, (2019).

Percebe-se a partir dos dados apresentados no Quadro 27, que a construção do conhecimento perpassa pela socialização das ideias (VYGOTSKY, 1986). Além disso, a mediação do docente é um fator crucial, uma vez que pode ter relação direta com a motivação dos estudantes para o ensino e aprendizagem de química (JÚNIOR, 2016). Dessa maneira, o papel do professor como mediador se faz necessário, uma vez que, consiste em ajudá-los a trabalhar com os fatos e análises do problema e a considerar as possíveis soluções e consequências de suas ações (WATERMAN, 1998).

Notou-se também que os alunos conseguiram expressar melhor suas ideias através da fala, dado que, as discussões estimuladas pelo vídeo podem ter promovido um maior entendimento da situação problema apresentada no caso da SA da presente pesquisa. Diante ao exposto, entende-se que a interação social professor e aluno, ou entre os estudantes, contribuem para a construção do

conhecimento; esse processo é denominado coconstrução, o qual defende que a existência de mediadores auxilia os estudantes durante o processo de aprendizagem (PAGANINI; JUSTI; MOZZER, 2014).

Por outro lado, na aula do júri não houve a mediação da professora, pois o seu papel de juíza acabou restringindo as suas interações. As perguntas, em sua grande maioria, foram elaboradas pelo advogado de defesa e pelo promotor que foram interpretados pelos alunos. Nesse sentido, percebe-se a partir do Quadro 28, que os alunos tiveram, por exemplo, dificuldades em elaborar falas utilizando termos científicos. Acredita-se que, se a professora tivesse tido um papel que permitisse mais interações durante o júri químico, ela poderia ter questionado os estudantes e estimulado o uso de conceitos científicos em suas explicações.

Quadro 28 - Episódio 18: Interpretação dos alunos durante o júri químico (Continua).

Discursista	Descrição das falas
Advogada (Aluno 9)	Se o esgoto é jogado a anos e nunca houve problemas de doenças e nem de mortes, e não teve nenhum aumento do esgoto, não foi jogado nenhum tipo de agrotóxico, no esgoto, então por que agora teve as mortes? E eu acho que seu Osvaldo anda jogando muito agrotóxico, muito fertilizante no cafezal, e como tá na época de chuva, acaba sendo muito levado pela chuva para o ribeirão, e o ribeirão corta toda a fazenda, é onde os moradores pescam e mesmo jogando esgoto a empresa de tratamento de água deixou claro a proibição da pesca no local.
Testemunha 2 (Aluno 10)	Sou esposa do funcionário da fazenda do seu Osvaldo, no dia do ocorrido foi completamente normal, fiz meus afazeres e o almoço pro meu marido, a tarde parecia que Sophia não tinha acordado para mamar, pois já fazia algumas semanas que estava gripada, então com o corpinho doendo, então não estranhei, pois de vez enquanto ficamos doentes e queremos só dormir. Resolvi ir até ela, para chamar para acordar, quando toquei nela estava fria e um pouco azulada, com a respiração fraca e quase não ouvia o coração. Eu fiquei completamente desesperada já sai correndo e fui a lavoura gritando o Manuel, que estava colocando ureia no café. Manuel ligou para ambulância e fomos direto para o hospital, chegamos lá mais ou menos a 5:48 e o pediatra Aluno 18 estava de plantão e atendeu a nossa filha às pressas pois disse que o caso dela era grave, colocou minha filha no oxigênio e começou a fazer vários exames.

Quadro 28 - Episódio 18: Interpretação dos alunos durante o júri químico (Conclusão).

Promotora (Aluno 1)	É eu vou perguntar aqui. Lá na fazenda do seu Osvaldo, quando falta água, quando tinha pouca chuva, eles utilizavam água do ribeirão para fazer a irrigação do cafezal, e então, você acha que pode ter, que a água desse ribeirão contaminado pode, que estava contaminada, você acha que ela pode ter afetado o cafezal, e quando as pessoas ingeriram, tomaram o café contaminaram?
Advogada (Aluno 9)	Se a água do ribeirão não chega à lagoa, por que os peixes da lagoa foram contaminados e do ribeirão não? Se causou algum, se matou os peixes da lagoa? Foi porque ele foi infectado, mas após ele ser infectado não teve nenhuma relação com a água do ribeirão, por quê?
Promotora (Aluno 1)	E, como falaram as testemunhas, a maioria das testemunhas disseram que não teve nenhum envolvimento com a lagoa, mas sim com o ribeirão, falaram que pescaram, que nadaram, não tem nada a ver com a lagoa, então com certeza, esta poluição está vindo do ribeirão e o ribeirão está poluído porque, a companhia de tratamento de água não está fazendo o seu tratamento adequado, pois não está tendo responsabilidade com seus deveres.
Advogada (Aluno 9)	Grande parte do esgoto já havia sido solubilizado quando chegou na fazenda e a outra parte que sobrou não seria o suficiente para causar tantas doenças já que ele é jogado a anos e nunca ter causado.
Promotora (Aluno 1)	Talvez ele era jogado a anos, mas ocorria sim, talvez antes ocorria uma fiscalização de órgãos competentes e agora talvez foi deixado de lado e eles resolveram não cumprir com seu dever e agora eles resolveram tacar assim.
Advogada (Aluno 9)	Mesmo com a fiscalização, após ser jogado, não pode ser retirado, então mesmo que houvesse fiscalização ali atrás não podia retirar tudo após já está lá.
Promotora (Aluno 1)	Não entendi
Advogada (Aluno 9)	Você falou que antes podia haver fiscalização, pode até ter havido, a partir do momento que foi jogado não tinha como ter tirado, ou seja, é o mesmo de agora.
Promotora (Aluno 1)	Eu estou falando antes, você falou que há muitos anos esse esgoto é jogado lá, você falou isso. Eu estou falando, há muitos anos atrás poderia ter ocorrido uma fiscalização no esgoto pra que não chegasse tão poluente, tão afetado onde fosse cair. Talvez agora que a fiscalização tenha deixado de lado eles, a companhia tem deixado de fazer seus deveres, suas responsabilidades e tenha jogado de qualquer jeito. Assim, deixando de tirar mais impurezas.

Fonte: Da autora, (2019).

O não uso de conceitos científicos pode ter ocorrido, por falta da mediação de um professor, uma vez que essa é importante para a socialização das ideias e conseqüentemente para a construção do conhecimento (VYGOTSKY, 1986; JÚNIOR, 2016; PAGANINI; JUSTI; MOZZER, 2014). Além disso, o professor é de fundamental importância durante as interações sociais, pois ele pode favorecer a ocorrência do processo de coconstrução (PAGANINI; JUSTI; MOZZER, 2014). O professor é responsável por mediar conhecimento já existente do aluno, apontar o foco de interesse, indicar materiais e fonte de pesquisa, questionar, realizar discussões e mostrar para o estudante como que aquele conceito que está sendo estudado é relevante para a sua vida (FIGUEIRÊDO; JUSTI, 2011).

Outro fato que pode ter contribuído com o não uso de conceitos científicos foi que a SA não abordou o ensino de argumentações, pois essa pode possibilitar o desenvolvimento de habilidades cognitivas contribuindo com a construção do conhecimento dos alunos (LOURENÇO; QUEIROZ, 2020). Já que, para argumentar o aluno precisa entender sobre o assunto, utilizar adequadamente os termos e definições dos conceitos científicos (MELO, et al., 2020).

Também se destaca que o júri químico pode ser caracterizado com uma atividade lúdica e educativa, pois, durante a construção dos conceitos, a atividade pode despertar prazer e diversão nos alunos por parecer um teatro (FARIA, 2014). Baseado nas participações (fala e escrita) dos alunos notou-se que a característica lúdica prevaleceu durante o desenvolvimento da atividade, como por ser observado na fala do estudante 10 (testemunha 2 – Quadro 28). Conseqüentemente os dados construídos a partir do júri químico não foram suficientes para uma categorização em relação aos níveis cognitivos e níveis de alfabetização científica.

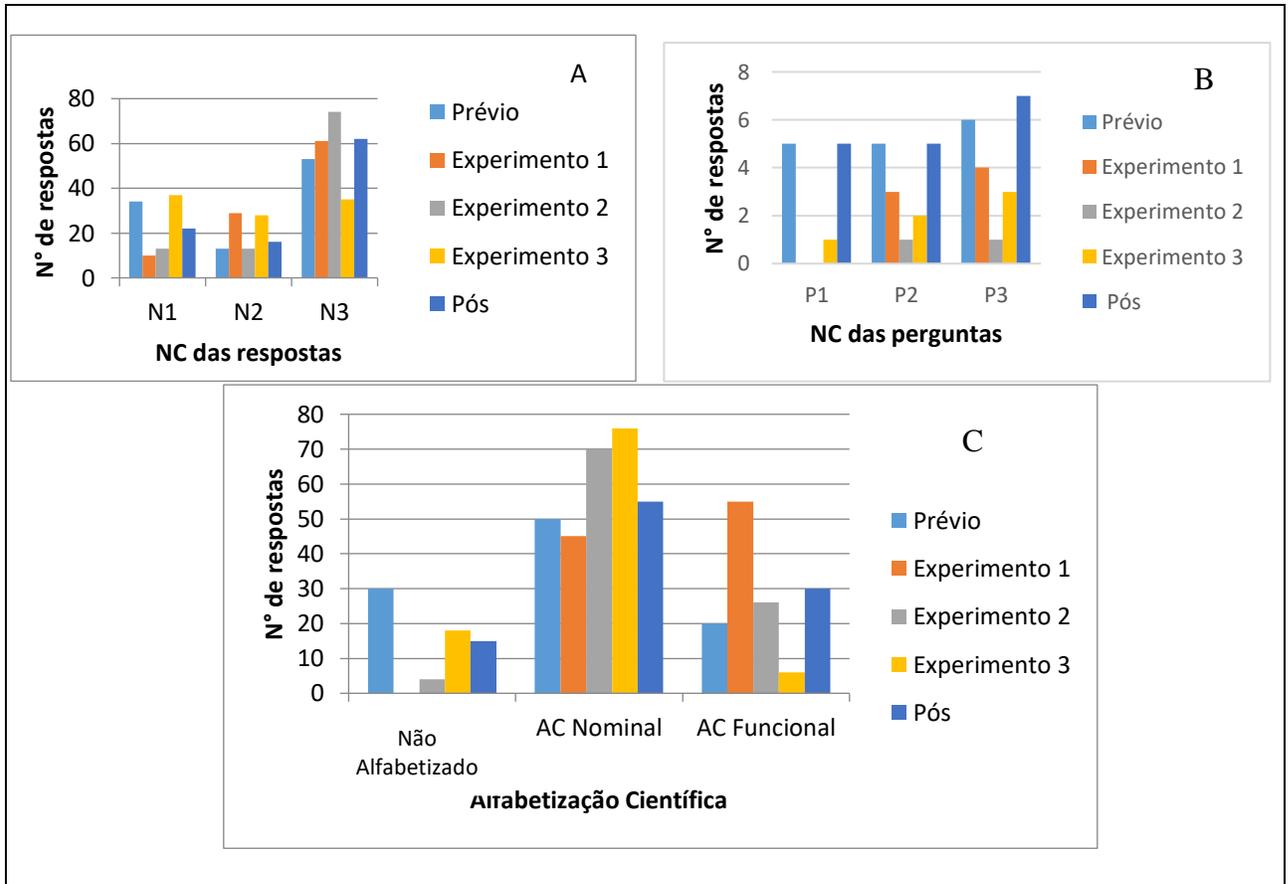
Vale ressaltar que os alunos concluíram que o que provocou a morte de dois idosos e um bebê na fazenda Paraíso foi a ingestão dos peixes provenientes das águas poluídas do ribeirão, pois os moradores não pescavam na lagoa da fazenda; uma vez que, os peixes da lagoa morreram devido à presença numerosa de aguapés. Os estudantes também concluíram que o consumo da água da cisterna contribuiu para as mortes investigadas, dado que o senhor Oswaldo utilizava altas dosagens de fertilizantes por um longo tempo, o que levou a percolação desses para o lençol freático, contaminando-o com nitrito e nitrato; isso faz com que afete o transporte de oxigênio no sangue, resultando a cor azulada nos indivíduos, além disso, essa síndrome pode provocar várias outras enfermidades que podem levar a morte.

Assim sendo, percebe-se que as estratégias, roda de conversa e júri químico podem contribuir para que o aluno desenvolva raciocínio crítico, desde que as socializações dos resultados/conclusões e mediações da professora se efetivem, podendo atingir habilidades de alto níveis cognitivos e de níveis de alfabetização científica; o qual o aluno utilize os termos científicos corretamente, possa compreender e usar suas ideias tais como observação e hipótese em investigações e generalizar.

4.8 – Comportamento das relações existentes entre os NC e AC nos diferentes momentos da SA.

Nesse subtópico serão apresentadas as possíveis relações entre os NC e AC ocorridas em diferentes momentos da SA. Essas relações estão ilustradas na Figura 20(A), 20(B) e 20(C).

Figura 20 - Gráficos com as classificações dos NC e AC dos diferentes momentos da SA: A – NC das respostas dos alunos; B – NC das perguntas dos questionários e C – AC das respostas dos alunos.



Fonte: Da autora, (2021).

Observa-se na Figura 20 (A) que, a maioria das respostas dos alunos foram classificadas nos questionários prévio e pós, como sendo de nível cognitivo N3. Além disso, há diminuição do nível cognitivo N1, o número de respostas classificadas como N2 permanece o mesmo e ocorreu aumento das respostas classificadas como N3. Essas observações corroboram com o trabalho de Silva et al. (2017), uma vez que, a maioria das respostas dos estudantes foram classificadas no nível cognitivo N3, pois apesar do estudante utilizar um conceito, ele ainda não o compreende. Ele ainda utiliza informações ou conteúdos memorizados, podendo não ter apropriado dos novos conceitos vistos em sala de aula. Dessa forma, percebe-se que os alunos ainda possuem dificuldades para elaborar respostas que utilizam termos científicos, já que, nas aulas experimentais não ocorreram a socialização das ideias dos alunos sobre os experimentos antes de realizar a atividade escrita,

assim isso pode ter contribuído para que a aprendizagem do aluno não ocorresse de forma significativa (JÚNIOR, 2016; PAGANINI; JUSTI; MOZZER, 2014).

Já na Figura 20 (B), nota-se que as perguntas dos questionários prévio e pós possuem seus níveis cognitivos bem distribuídos, visto que, possui no questionário prévio e pós cinco perguntas classificadas como P1 e P2, seis perguntas do questionário prévio classificadas como P3 e sete perguntas do questionário pós classificadas como P3. Era de se esperar que as respostas ao questionário prévio fossem classificadas como sendo de baixa habilidade cognitiva, dado que, os alunos ainda não tiveram aulas sobre os conceitos exigidos para responder às perguntas. No questionário pós, o que pode ter levado as respostas serem de baixo nível cognitivo foram a falta de socialização das suas observações e resultados das atividades e o pouco tempo que eles tiveram para responder o questionário, levando-os a ser o mais sucinto possível e deixar respostas em branco.

Nota-se na Figura 20 (C), que a maioria das respostas dos alunos foram classificadas como sendo de alfabetização científica nominal ao observar os questionários prévio e pós. Isso pode ter ocorrido, uma vez que, os alunos demonstram um conhecimento simbólico ou concepções alternativas sobre o fenômeno. Apesar disso, nota-se que há diminuição de respostas classificadas como NAC prevalecendo as respostas classificadas como sendo de nível de alfabetização nominal antes e após a SA, assim os alunos elaboraram respostas as quais eles entenderam o termo, mas sabem pouco sobre ele, levando a elaborar respostas equivocadas ou/e apresentando entendimento simbólico.

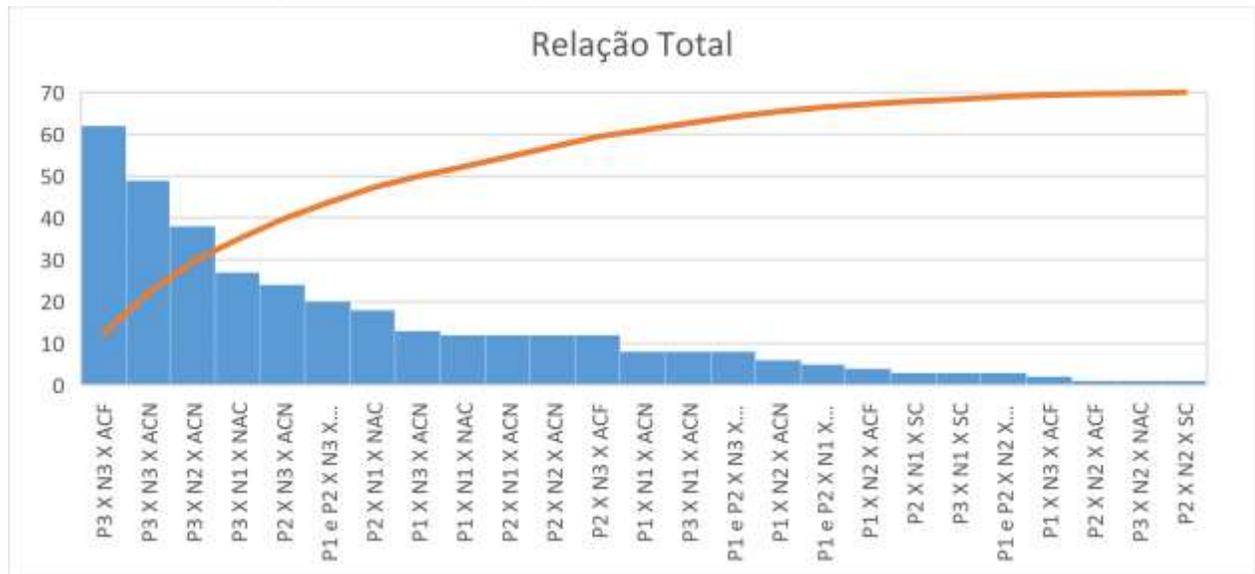
Observando mais especificamente os dados relativos aos experimentos, percebe-se na Figura 20 (A) que nos experimentos 1 e 2 a maioria das respostas dos alunos foram classificadas no nível cognitivo N3, já no experimento 3, a maioria das respostas foi classificada no nível cognitivo N1, talvez por ser mais complexo que os demais e exigia mais habilidades cognitivas dos que os demais experimentos. O fato de as atividades experimentais não serem investigativas pode ter contribuído para que as respostas fossem de baixa habilidade cognitiva, pois a mediação do professor e a socialização das ideias e/ou respostas dos alunos contribuem para a construção do conhecimento do aluno (JÚNIOR, 2016, PAGANINI; JUSTI; MOZZER, 2014), levando-o a elaborar respostas mais elaboradas e conseqüentemente de alta habilidade cognitiva.

Na Figura 20 (B), nota-se que o experimento 1 teve mais perguntas classificadas no nível cognitivo P3 e que os experimentos 1 e 2 não tiveram perguntas P1, porém com relação ao experimento 3, que contemplava perguntas P1, P2 e P3, a maioria das respostas dos alunos aos experimentos 1 e 2 foram classificadas no nível cognitivo N3. Apesar do nível cognitivo N3 não ser de alta ordem, ele apresenta mais habilidades cognitivas que os níveis N1 e N2, isso mostra que a SA possibilitou o desenvolvimento de mais habilidades dos alunos. Nos trabalhos de Silva et al. (2017) e Suart e Marcondes (2008; 2009), foram indicados que perguntas de alto nível de exigência cognitiva contribuem para que as respostas sejam de alta ordem cognitiva. E isso não ocorreu durante essa SA, visto que, não se obteve respostas de nível cognitivo N4 e N5. Mais uma vez a falta de mediação do professor e da socialização das ideias e/ou respostas dos alunos, podem ter contribuído para esse resultado, pois ambas auxiliam a clarificar e distribuir as ideias, e a escrita é um instrumento que realça a construção do conhecimento do indivíduo (OLIVEIRA; CARVALHO, 2005). Além disso, as questões problemas presentes nos experimentos podem ter tirado o foco da resolução do caso principal da SA e número elevado de aulas também pode ter contribuído com esse resultado, uma vez que, se tornou cansativo para os alunos. Porém, o nível cognitivo N3 já pode ser considerado como requisito para alta ordem cognitiva (SUART, 2009).

Observa-se na Figura 20 (C) que os experimentos 2 e 3 apresentam mais respostas categorizadas no nível de alfabetização científica nominal. Que o experimento 1 possui mais respostas classificadas como de alfabetização científica funcional e não possui nenhuma resposta classificada como não alfabetizado cientificamente. O que pode ter contribuído para que o experimento 1, não tivesse respostas classificadas como sendo NAC, é o fato de que os alunos realizaram o experimento e que esse era mais simples de ser realizado e observado. Já no experimento 2, apesar de contemplar somente duas perguntas obteve-se quatro respostas classificadas como sendo NAC, talvez por não possuir perguntas de NC P1, e também por não ter realizado a socialização das ideias dos alunos. Já o experimento 3, possuía um número significativo de respostas classificadas como não alfabetizado cientificamente, como já exposto. Essa foi uma atividade mais complexa, diferente do que eles estavam acostumados a fazer, além disso, a demonstração do experimento foi confusa, pois havia muitas amostras e soluções, isso pode ter contribuído com a classificação das respostas como sendo NAC.

Retomando aos dados analisados segundo NC e AC, e pensando em observar como foram as relações das três variáveis estudadas nesse trabalho em todas as atividades já apresentadas, elaborou-se um gráfico que está ilustrado na Figura 21; nele estão organizadas todas as relações existentes durante a SA.

Figura 21 - Gráfico da distribuição dos dados em ordem decrescente de frequência das relações de níveis cognitivos e alfabetização científica ocorridos durante a SA.



Fonte: Da autora, (2021).

Nota-se na Figura 21, que a alfabetização científica nominal, perpassou os níveis cognitivos N1, N2 e N3, uma vez que, os níveis cognitivos não exigem dos alunos uma resposta correta do ponto de vista dos conhecimentos científicos; já os níveis de alfabetização científica consideram se a resposta do aluno está correta. Dessa forma, tiveram respostas classificadas como N3, que exigem dos alunos habilidades como explicar a resolução do problema utilizando conceitos conhecidos, identificar variáveis podendo não compreender seus significados, porém o aluno ainda demonstra um entendimento simbólico ou possui concepções alternativas sobre o que foi estudado. Já respostas classificadas como sendo N1 foram classificadas majoritariamente como sendo NAC, pois, o aluno pode ter deixado a pergunta em branco ou, porque não conseguiu entender o que foi pedido na pergunta. Em síntese, as relações que ocorreram com maior frequência entre os níveis cognitivos das respostas e de alfabetização científica durante a SA foram: nível cognitivo N1 com NAC ou ACN, respostas de nível cognitivo N2 com a ACN e respostas classificadas como N3 com ACN ou ACF.

Observa-se na Figura 21, que durante a SA as relações que apareceram com maior frequência entre as três variáveis foram: (P3 X N3 X ACF), (P3 X N3 X ACN) e (P3 X N2 X ACN). Diferente do trabalho de Suart (2008) que relaciona o nível cognitivo de pergunta P1 com os níveis cognitivos de respostas N1 e N2, o nível cognitivo de pergunta P2 com o nível cognitivo de resposta N2 e N3 e o nível de pergunta P3 com o nível cognitivo N4 e N5. As relações obtidas podem ter ocorrido devido ao fato, dos alunos não estarem acostumados com estratégias as quais possuem questionamentos que os levem a refletir antes de responder, até a realização de generalizações; por não ter ocorrido durante a maioria das aulas a socialização das respostas das atividades; contexto ser diferente, pelo “medo” que a professora ficou de não dar tempo de realizar as atividades; e, porque a SA foi realizada no final do ano, desse modo não havia muito tempo para que o questionário pós fosse respondido pelos alunos com mais calma e dedicação.

Além disso, percebe-se que a socialização das ideias e/ou respostas dos alunos deveriam ser realizadas antes dos mesmos responderem às atividades que exigiam a escrita, pois para que essa seja efetiva os alunos devem possuir conhecimentos básicos sobre o que se pede, deve ocorrer interação professor/aluno, aluno/aluno, para compartilhar e clarificar suas ideias, visto que, quando o estudante argumenta um conceito científico, automaticamente ele processa cognitivamente sua compreensão sobre o que está sendo discutido (OLIVEIRA; CARVALHO, 2005).

Ao notar as relações entre o nível cognitivo da pergunta com o nível de alfabetização científica das respostas, os resultados desse trabalho corroboram parcialmente com o trabalho de Suart et al. (2015). Os autores relacionam os níveis cognitivos de perguntas P1 e P2 com respostas contemplando a alfabetização científica nominal, o nível cognitivo de pergunta P2 com alfabetização científica nominal e funcional e P3 com alfabetização científica conceitual. No presente trabalho também destacamos a relação entre pergunta P3 com alfabetização científica nominal e funcional.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pensando em atingir os objetivos propostos, a partir dos dados analisados, conclui-se que a SA auxiliou no desenvolvimento cognitivo dos alunos, uma vez que, a maioria das respostas obtidas no percurso da SA foi de nível cognitivo N3. Nesse trabalho o nível cognitivo N3 é considerado de baixa habilidade cognitiva, porém o NC N3 pode apresentar uma etapa para o desenvolvimento de uma resposta N4.

Além disso, a maioria das respostas foram classificadas no nível de alfabetização científica nominal, dado que a maioria dos alunos ainda permaneceu com entendimento simbólico ou com suas concepções alternativas.

Ao longo da SA, a maioria das respostas dos alunos foram classificadas no nível cognitivo N3 e no nível de alfabetização científica nominal, pois, os alunos elaboraram respostas que contemplavam habilidades como explicar a resolução do problema utilizando conceitos conhecidos, identificar variáveis, porém ainda possui entendimento simbólico e concepções alternativas. Isso pode ter ocorrido devido ao fato que os alunos não estarem acostumados com atividades que exigem maiores habilidades cognitivas. O fato de não ter ocorrido a mediação do professor e a socialização das ideias e/ou respostas dos alunos nas atividades experimentais, considerando que são muito importantes, dado que, a discussão pode contribuir para a construção do conhecimento, levando os alunos a realizar respostas escritas elaboradas, e conseqüentemente respostas de maiores NC e níveis de AC, pois individualmente o aluno precisa de uma base maior de conhecimentos que muitas vezes eles não conseguem desenvolver sozinhos.

Além disso, esses resultados podem estar relacionados com o fato da maioria das atividades requisitar respostas escritas, uma vez que, a escrita é mais convergente, exige maiores habilidades cognitivas dos alunos para sintetizar suas ideias e nem todos os alunos estão preparados para realizar esse tipo de ação.

Nessa SA as principais relações entre: os NC das perguntas, NC das respostas e AC foram (P3 x N3 x ACF), (P3 x N3 x ACN) e (P3 x N2 x ACN). Destacando que, na SA havia muitas perguntas classificadas no NC P3, o que pode ter influenciado nas relações mais frequentes estabelecidas. Ainda tivemos as combinações as quais o NC N3, nessa SA, esteve relacionado a AC nominal e AC funcional, e o NC N2 a AC nominal.

Foram estabelecidas várias relações entre os níveis cognitivos das respostas e alfabetização científica nessa SA. Dessa forma, nota-se que o processo de desenvolver

habilidades cognitivas de alta ordem e de alfabetização científica funcional, conceitual e multidimensional não é tão simples para os alunos, já que, elaborar respostas escritas e até mesmo oral utilizando vocabulário científico corretamente, elaborar hipóteses e generalizar, exige altas habilidades cognitivas e conseqüentemente que o indivíduo seja alfabetizado cientificamente e que o nível dessa alfabetização, seja mais desenvolvido como, por exemplo conceitual ou multidimensional.

Destaca-se também que o caso da SA contemplou as características de um bom caso e isso contribuiu para que os alunos participassem das atividades com motivação, uma vez que, eles queriam desvendar o que provocou a morte de dois idosos e um bebê na fazenda Paraíso. Além disso, essa é uma estratégia que pode ser desenvolvida considerando a abordagem do ensino por investigação, o que pode ter contribuído para que a SA apresentasse algumas características investigativas.

Em síntese, nota-se que essa SA pôde contribuir com o desenvolvimento cognitivo e dos níveis de alfabetização científica dos alunos. Conclui-se ainda que no decorrer de cada atividade realizada os alunos elaboraram suas respostas, contemplando menos respostas com NC N1 e NAC.

Enquanto mestrande e professora, essa SA contribuiu para o meu processo de formação, uma vez que, foram necessárias muitas reflexões, leituras e dedicação para planejar, elaborar e ministrar essa sequência. Percebi que, o uso de estratégias diferentes contribui com ensino e aprendizagem desde que as aulas sejam conduzidas de maneira investigativa, destacando a importância da socialização e discussão das ideias. Que por mais que uma estratégia possa contribuir para com o desenvolvimento cognitivo do aluno, muitos alunos ainda possuem dificuldade de realizar esse tipo de atividade levando-o a ter respostas classificadas como sendo de baixas habilidades cognitivas.

Além disso, notei como é importante refletirmos sobre as aulas que ministramos, pois, influencia muito na aprendizagem do aluno. Observei que, utilizar temáticas presentes no cotidiano do aluno para ensinar Química é importante, pois chama atenção deles e os estimulam a participarem das aulas. Essa SA foi um grande aprendizado, pois, como eu era a professora regente das aulas, presenciei o uso de estratégias diferentes do ensino tradicional em escolas públicas.

Ainda, durante a pesquisa eu como professora e pesquisadora, tive dificuldades para realizar as gravações e compreendê-las, apesar de ter colocado câmeras e gravadores de voz, muitas vezes o barulho atrapalhava o entendimento das falas dos alunos. A confecção da

maquete também foi trabalhosa, pois demandou muito tempo e habilidades que extrapolam o âmbito da química. A elaboração do experimento 3 também foi muito difícil, pois trata de um experimento que foi de criação própria e foram necessárias muitas leituras e testes para chegar na proposta levada à escola.

O desenvolvimento de uma SA como essa, foi desafiadora, uma vez que, os alunos são acostumados com aulas tradicionais, as quais não há muita participação, o que não os levam a refletirem e serem mais críticos, assim, os alunos ficavam ansiosos para que eu, respondesse às perguntas. Por outro lado, presenciei o empenho da direção da escola, dos demais professores e a motivação dos alunos na participação das aulas, o que foi instigador e motivante.

Dessa forma, com essa pesquisa pude perceber como o ensino por investigação pode fazer a diferença na aprendizagem do aluno, visto que, esse permite que ocorra diálogo por meio da mediação do professor entre professor-aluno, e aluno-aluno, além disso, percebi como é importante a elaboração da SA com temáticas que estejam presentes no cotidiano dos estudantes, pois, essas chamam a atenção e pode despertar a sua curiosidade.

Para pesquisas futuras, pretendo elaborar perguntas para os questionários cuidando para essas contemplarem as mesmas quantidades de níveis de perguntas P1, P2 e P3, além disso, realizar discussões dos experimentos, trabalhar a argumentação com os alunos para que as habilidades cognitivas dos alunos sejam mais elevadas e para que ocorra melhor promoção dos níveis de AC.

A questão de pesquisa foi respondida nesse trabalho, visto que, estratégias diferentes podem contribuir com o desenvolvimento cognitivo e da AC dos alunos, porém para que isso ocorra de forma significativa as aulas devem ser mais investigativas, o professor deve realizar mediações nas discussões depois dos experimentos, as aulas devem ser mais focadas no caso principal da SA, pois várias questões problemáticas nas atividades pode gerar confusão na cabeça dos alunos.

Pretendo continuar participando de cursos de formação continuada para complementar meu aprendizado e contribuir com as pesquisas na área de ensino de química dando continuidade ao presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALVES, B. A. As Distintas Concepções Acerca dos Conceitos de Alfabetização. **Revista Urutáguá – revista acadêmica multidisciplinar**. n. 17, 2008.
- AMARAL, I. A. do. Educação Ambiental e o ensino de Ciências: uma história de controvérsias. **Pró-Posições**, v. 12, n. 1, p. 73-93, 2001.
- AMORIM, A. C. O. **Ensino de Biologia e as Relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade**: o que dizem os professores e o currículo do Ensino Médio? Dissertação de Mestrado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.
- ARAÚJO, I. S.C.; CHESINI, T. S; FILHO, J. B. R. Alfabetização Científica: Concepções de Educadores. **Contexto & Educação**. Ed. Unijuí, n.º 94, p. 4 – 26, 2014.
- BOURSCHEID, J. L. W.; FARIAS, M. E. A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências. **Revista Thema**, p. 24 – 36, 2014.
- BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Tradução Maria João Alvarez. Portugal, Porto Editora, 1994, p. 355.
- BRANDI, A.T.E.; GURGEL, C.M.A. A Alfabetização Científica e o Processo de Ler e Escrever em Séries Iniciais: Emergências de um Estudo de Investigação-Ação, **Ciência & Educação**, v.8, n.º.1, p. 113-125, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000.
- BRITO, J.Q. e SÁ, L.P. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio científicas com alunos do Ensino Médio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, p. 505-529, 2010.
- BYBEE, R. W. **Achieving scientific literacy: from purposes to practice**. Portsmouth, NH: Heinemann, 1997.
- CAJAS, F. Alfabetización científica y tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. **Enseñanza de las Ciencias**, v.19, n.2, p.243-254, 2001.
- CARVALHO, A.M.P.; TINOCO, S.C. O Ensino de Ciências como 'enculturação'. In.: Catani, D.B. e Vicentini, P.P., (Orgs.). **Formação e autoformação: saberes e práticas nas experiências dos professores**. São Paulo: Escrituras, 2006.
- CARVALHO, A. P. Habilidades de professores para promover a enculturação científica. **Contexto e Educação**. Editora: Unijuí. Ano 22. n.º 77. Jan./ Junh. 2007.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Editora Unijuí. 2000.

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

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 6. ed. Ijuí: Unijuí, 2014

COSTA, M. F. **Júri Simulado – Potencialidades para a utilização de jogos no ensino de química**. Trabalho de conclusão de curso. Instituto de Química da Universidade de Brasília, 2018.

DA SILVA, T.F; BÉRGAMO, R.B. As inteligências múltiplas e o processo ensino aprendizagem. In.: **VII Congresso Nacional de Educação – EDUCERE**, 2007.

DE SOUSA, R. S; ROCHA, P. D. P; GARCIA, I. T.S. Estudo de Caso em Aulas de Química: Percepção dos Estudantes de Nível Médio sobre o Desenvolvimento de suas Habilidades. **Química Nova na Escola**. v. 34, n4, p. 220-228, novembro, 2012.

FARIA, F. L. de. **O Estudo de Caso Aplicado ao Ensino Médio: o Olhar do Professor e do aluno sobre essa estratégia de Ensino**. 2014. 118 p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Química, área de concentração: Ensino de Química, da Universidade Federal de Juiz de Fora.

FERREIRA, L. H.; HARTWING, D. R; DE OLIVEIRA, R. C. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**. v.32, n.º2, 2010.

FIGUEIRÊDO, K. L.; JUSTI, R. Uma proposta de formação continuada de professores de ciências buscando inovação, autonomia e colaboração a partir de referenciais integrados. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 169-190, 2011

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Tradução de Joice E. Costa. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FONSECA, A. C. M. **Análise do Desenvolvimento da Cognição dos Alunos Através do Uso de Estratégias Diferenciadas de Avaliação em Aulas de Química em Uma Unidade Didática Denominada Combustíveis**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Federal de Lavras. 2017.

FOUREZ, G. Crise no Ensino de Ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, v.8, n.2, p. 109-123, 2003.

GOMES, T. G.; BARBOZA, L. C. Uma proposta de Júri Simulado como estratégia lúdica para o ensino de História da Química no ensino médio: A teoria do Flogístico. In.: **Encontro Paulista em Ensino de Química (VII EPPEQ)**, 2013.

HONGYU, K. SANDANIELO, L. M. HONGYU, G. J. O. J. et al.; Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **E&S - Engineering and Science** 2015.

HONGYU, K. **Comparação do GGEbiplot ponderado e AMMI-ponderado com outros modelos de interação genótipo × ambiente**. 2015. 155p. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

IBRAIM, S. S.; MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Avaliação de habilidades argumentativas em um problema científico. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2011. Campinas. 05 a 09 de dezembro.

KLEIMAN, A.B. Modelos de Letramento e as Práticas de Alfabetização na Escola, In: Kleiman, A.B. (org.), **Os Significados do Letramento – Uma nova perspectiva sobre a prática social da escrita**, Campinas: Mercado das Letras, 1995.

KRASILCHIK, M. **Inovação no ensino das ciências**. In: GARCIA, W. E. (Org.). Inovação educacional no Brasil: problemas e perspectivas. São Paulo: Cortez; Campinas: Autores Associados, 1980. p.164-180.

LEMES, A. M. M.; ALVES. V. L. O júri químico para discussão de conceitos de química orgânica e suas aplicações no cotidiano. In.: **IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia (SINECT)**, 2014.

LIMA, F. A. A.; PINHEIRO, J. P. S.; PAULA, F. W. S.; DE MENDEZES, J. B. F; FILHO, J. N. A.; PAIXÃO, G. C. Júri Simulado On Line como Atividade de Interação Dialógica em Cursos de Graduação a Distância: uma proposta de diretrizes de correção. In.: **XII - Congresso Brasileiro de Ensino Superior à Distância**. p. 1 – 13, 2015.

LONARDONI, M. C.; CARVALHO, M. **Alfabetização Científica e a formação do cidadão**. 2007. Disponível em:
<http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_maria_cristina_lonardoni.pdf> Acesso em: 1 de jul. 2019.

LOURENÇO, A. B.; QUEIROZ, S. L. Argumentação em aulas de química: estratégias de ensino em destaque. **Quim. Nova**, Vol. 43, No. 9, 1333-1343, 2020.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da Aprendizagem Escolar**. São Paulo: Cortez, 2005

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n.º. 118, p. 189 - 205, 2003.

JACOBI, P. Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n.º. 2, p. 233-250, São Paulo, 2005.

JÚNIOR, C. S. Mediação docente e a motivação dos estudantes para o aprendizado de química. **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)** Florianópolis, SC, Brasil – jul. de 2016.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento Científico e CTS na Formação de Professores para o Ensino de Ciências. **Revista Eletrônica de Enseñanza de Las Ciencias**, Nº extra, p. 1-4, 2005.

MARCONDES, M.E.R. Proposições metodológicas para o ensino de química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **EM EXTENSÃO**, Uberlândia, V. 7, 2008.

MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P.; SUART, R. C.; DA SILVA, E. L.; SOUZA, F. L.; JR. SANTOS, J. B.; AKAHOCH, L. H. Materiais Instrucionais numa perspectiva CTSA: Uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, p. 281-298, 2009.

MASSENA, E. P.; FILHO, N. J. G.; SÁ, L. P. Produção de casos para o ensino de química: uma experiência na formação inicial de professores. **Quim. Nova**, Vol. 36, No. 7, 1066-1072, 2013.

MELO, R. T. S. et al.; Conedu. **VI Congresso Nacional de Educação**.2020.

MOITA NETO, J. M. **Estatística multivariada: uma visão didática-metodológica**. 2004.

MOTTA, C. S.; DORNELES, A. M.; HECKLER V.; GALIAZZI, M. do. C. Experimentação investigativa: indagação dialógica do objeto aperfeiçoável. Atas do **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC** Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R1187-1.pdf. Acesso em: 19 de jan. 2022.

RICARDO, E. C. Educação CTSA: Obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. **Ciência & Ensino**, v. 1, 2007

OLIVEIRA DE, A. S; SOARES, M. H. F. B. Júri Químico: Uma atividade lúdica para discutir conceitos químicos. **Química Nova na Escola**. n.º 21, 2005.

OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. Escrevendo em aulas de ciências. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 3, p. 347-366, 2005.

OLIVEIRA, I. M.; PEDROSO, J. R., ABRAS, C. M. et al., Investigando a relação entre o nível cognitivo de perguntas e respostas em questionários propostos em uma sequência de aulas. **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)** Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016.

PAGANINI, P., JUSTI, R., MOZZER, N. B. Mediadores na coconstrução do conhecimento de ciências em atividades de modelagem. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 20, n. 4, p. 1019-1036, 2014.

SÁ, L. P.; FRANCISCO; C. A.; QUEIROZ; S. L. Estudos de caso em química. **Quim. Nova**, Vol. 30, No. 3, 731-739, 2007.

SABINO, M. A.; ROQUE, A. S. S. A teoria das inteligências múltiplas e sua contribuição para o ensino de língua italiana no contexto de uma escola pública. **Revista Eletrônica dos Núcleos de Ensino da Unesp (PROGRAD)**. p. 410 – 429, 2006.

SANTOS, W. L. P. dos. **O ensino de química para formar o cidadão: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira**. Dissertação de Mestrado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

SANTOS, W. L.P. dos. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n°.1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v.12, n.36, set/dez. 2007.

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

SILVA, A. M. da . Proposta para tornar o Ensino de Química mais atraente. **Revista de Química Industrial** , v. 1, p. 7-12, 2011.

SILVA, F.N., ABREU,R.V.A, OLIVEIRA, I.M., SILVA, R.A., FARIA, F.D., SUART,R.C. Investigando a contribuição de uma sequência de aulas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e alfabetização científica por estudantes do ensino médio de Química por meio da escrita. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. Jul. de 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0184-1.pdf>. Acesso em: 03/02/2022

SOARES, M. **Letramento: um tema em três gêneros**, Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

SORRENTINO, M.; TRAJBER, R.; MENDONÇA, P.; JÚNIOR, L. A. F. Educação ambiental como política pública. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n°. 2, p. 285-299, São Paulo, 2005.

SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H., MARCONDES, M. E. R.; DO CARMO, M. P. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. p. 7 – 88, 2013.

SUART, R. C. **Habilidades Cognitivas Manifestadas por Alunos do Ensino Médio de Química em Atividades Experimentais Investigativas** – Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de São Paulo 2008.

SUART, R. C; MARCONDES, M. E. R. Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química. In: **XIV ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2008.

SUART, R. C; MARCONDES, M. E. R; LAMAS, M. F. P. A Estratégia “Laboratório Aberto” para a Construção do Conceito de Temperatura de Ebulição e a Manifestação de Habilidades Cognitivas. **Química Nova na Escola**. v. 32, n.º 3, 2010.

SUART, R. C; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**. Vol 14 (1): 50-74. Março de 2009.

SUART, R. C. et al. Uma análise do desenvolvimento de sequências de aulas por licenciandas de química ao longo de um processo de reflexão orientada. **Investigações em Ensino de Ciências – V20(2)**, pp. 186-208, 2015.

SUART, R. C. **Formação inicial de professores de Química**: o processo de reflexão orientada visando o desenvolvimento de práticas educativas no Ensino Médio. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação. Instituto de Física. Instituto de Química e Instituto de Biociências, 2016.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de química visando o ensino por investigação e a promoção da alfabetização científica. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte. v.20. 2018

TOMAZ, A. R.; NOVAES, S. M.; MACHADO, G. S.; CRISPIM, C. V.; MASSENA, E. P. O Método de Estudo de Caso Como Alternativa para o Ensino de Química: Um Olhar para o Ensino Médio Noturno. **Quím. nova esc.** – São Paulo-SP, Vol. 41, Nº 2, p. 171-178, MAIO 2019.

TOMAZELLO, M. G. C. O Movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade - Ambiente na Educação em Ciências. **Anais do I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente**, UNIOESTE, Cascavel – Paraná, 2009.

TRIVELATO, S. L. F. **Ciência, Tecnologia, Sociedade: mudanças curriculares e formação de professores**. Tese de Doutorado em Educação – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

VYGOTSKY, L. S. **Thought and language**. Cumberland: MIT Press, 1986.

WATERMAN, M. A. Bioscene – **Journal of College Biology Teaching**, v.24, n.3, 1998.

WELTER, L; BRAIBANTE, M. E. F.; KRAISIG, A. R. Estudo de caso no ensino de química relacionado à temática sementes. **FURG**, novembro de 2017. Disponível em: <https://edeq.furg.br/images/arquivos/trabalhoscompletos/s01/ficha-117.pdf>. Acesso em: 19 de jan. de 2022.

ZANOTTO, R. L.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 22, n. 3, p. 727-740, 2016.

ZOLLER, U. Lecture and learning: Are they compatible? Maybe for LOCS; unlikely for HOCS. **Journal of Chemical Education**, 70, 195–197, 1993.

ZOLLER, U. LUBEZKY, A. NAKHLEH, M. B. TESSIER, B. DORI, Y. J. Success on Algorithmic and LOCS vs. Conceptual Chemistry Exam Questions. **Journal of Chemical Education**. V 72, N 11, November 1995.

ZOLLER, U; PUCHKINB; D. Matching Higher-Order Cognitive Skills (HOCS) promotion goals with problem-based laboratory practice in a freshman organic chemistry course. **Chemistry Education Research and Practice**, 2007, 8 (2), 153-171

APÊNDICE 1
QUESTIONÁRIO PRÉVIO

Utilizando **SEUS** conhecimentos responda as perguntas abaixo:

1) Para você, o que significa a palavra solubilidade?

2) O que é lixiviação?

3) a) Existem diferentes tipos de solos? () SIM () NÃO

b) Se sim, o que diferencia os tipos de solo? Explique.

4) Você conhece algum produto agrícola? Dê exemplos.

5) Qual a relação da solubilidade e o uso de produtos agrícolas?

6) Quando o agricultor aplica os produtos agrícolas em sua lavoura?

7) a) Tem algum fator ou condição climática que influencia na aplicação do produto agrícola?

() SIM () NÃO

b) Se sim, quais fatores?

9) Por que muitos agricultores utilizam altas dosagens de produtos agrícolas?

10) Observe as imagens:



A



B



C

A cidade da imagem A possui cerca de 200 000 pessoas enquanto a cidade da imagem B possui 60 000 pessoas.

a) Explique o que aconteceria se a cidade da imagem A lançasse seu esgoto no ribeirão da imagem C.

b) Agora explique o que aconteceria se a cidade da imagem B lançasse seu esgoto no ribeirão da imagem C.

11) Cite as vantagens e desvantagens dos produtos agrícolas para o ser humano.

12) Cite as vantagens e desvantagens dos produtos agrícolas para o meio ambiente.

13) O que acontece com as águas e os peixes dos ribeirões que possuem altas concentrações de esgoto?

APÊNDICE 2

Após ler a notícia no jornal da cidade, senhor Oswaldo ficou muito preocupado, uma vez que, o nome da sua fazenda estava envolvido em um noticiário nada favorável a imagem de sua propriedade.

Jornal Ouroverdense: sessão saúde no campo

O hospital Sagrado Coração de Jesus diagnosticou em moradores da Fazenda Paraíso localizada na cidade de Ouro Verde, muitos casos de meta-hemoglobinemia, também conhecida como síndrome do bebê azul, depois do óbito de 1 recém-nascido e 2 idosos.

A síndrome além de afetar crianças e idosos pode prejudicar também adultos com deficiência enzimática.

Alguns dos Sintomas que podem ser provocados pela Síndrome são:

Cefaléia, vômitos, mal estar geral, diarréia, dispnéia, dores anginóides, hemólise, mudança na cor do sangue (chocolate), pulso rápido, pele úmida e fria, agitação, tremores, convulsões, coma e morte, perturbações visuais, febre, erupções cutâneas, urina escura, lesão tubular renal (devido hemólise) e aumento na incidência de lesões malignas de bexiga.

Dessa forma, o fazendeiro começou a observar todas as atividades realizadas em sua propriedade e nos arredores. Assim, ele e seu filho Ricardo iniciaram o seguinte diálogo:

- Ricardo: Pai quais são as características principais da propriedade, e o que cultivamos?

- Oswaldo: Nossa propriedade tem 200 hectares de plantações de café, lagoas, mata ciliar para preservação dos poços artesianos que abastecem a fazenda e as

áreas de pastagem e o cafezal. Temos cinco famílias que residem e trabalham em nossa propriedade a mais de 20 anos.

- Ricardo: Qual o destino dado ao nosso esgoto?

- Oswaldo: Não lanço nosso esgoto no ribeirão que corta a fazenda, pois todas as casas possuem fossas sépticas.

- Ricardo: Quais são os cuidados realizados com o cafezal?

- Oswaldo: Nos meus 50 anos de experiência como agricultor, eu e seu avô, além da capina, sempre orientamos nossos funcionários a realizar aplicações de fertilizantes fosfatados (supersimples e MAP), nitrogenados (ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio) e potássicos (sulfato de K e Mg) em excesso, pois acreditamos que quanto mais fertilizantes aplicamos na plantação, mais a mesma irá produzir. Além disso, o solo da propriedade não é muito fértil, pois é um solo areno-argiloso.

- Oswaldo: Outro cuidado que adotamos em tempos de ausência ou pouca chuva, é a utilização da água do ribeirão para fazer irrigação do cafezal, principalmente quando a lavoura é adubada.

- Oswaldo: Por falar em chuvas, nos últimos 5 anos, a cidade de Ouro Verde tem tido chuvas muito fortes, que muitas vezes acarreta erosão do solo.

- Ricardo: Pai, qual é a forma mais comum de lazer dos funcionários?

Oswaldo: É a pescaria, muitos moradores da fazenda insistem em pescar no ribeirão que corta nossa propriedade, pois, os peixes que haviam na lagoa da fazenda acabaram morrendo, após o aumento de aguapés na superfície da mesma. Digo insistem, pois acredito que esse ribeirão pode estar contaminado.

Senhor Oswaldo ficou um tempo em silêncio ... e lembrou o porquê da água do ribeirão não ser usada para abastecer as residências dos moradores da fazenda, ela não era potável.

Oswaldo disse ao filho: O Ribeirão Seriema corta a fazenda, e apesar da propriedade se encontrar a 40 Km do local de lançamento do esgoto da área urbana, a água do ribeirão não pode ser utilizada para o consumo uma vez que, a vazão do ribeirão é muito baixa e sua extensão é de apenas 45 km.

Nesse momento o fazendeiro chegou à conclusão de que a água do ribeirão poderia ser a causadora das enfermidades que acometiam seus funcionários. Assim, o Sr. Oswaldo resolveu denunciar a CTAE (Companhia de Tratamento de Água e Esgoto) para o Ministério Público, uma vez que a mesma, lança no ribeirão Seriema todo o esgoto da cidade de Ouro Verde, sem nenhum tipo de tratamento.

Assim, o Ministério Público resolveu investigar quais são as reais causas dos óbitos provocados pela síndrome do bebê azul. E após a finalização do inquérito será realizado um júri popular.

Imagine que você fará parte do júri que analisará o inquérito sobre as causas da síndrome do bebê azul e precisa se preparar para esse momento.

APÊNDICE 3

ROTEIRO PARA O EXPERIMENTO 1

Questão Problema

Márcia é uma produtora de café do município de Viana, e está muito preocupada com o surto de ferrugem em sua lavoura. Dessa forma, ela comprou o Cobre Ultra e fez seu preparo para colocar na bomba costal, sem ler as recomendações, e em seguida deu início a aplicação. Porém, a produtora percebeu que a quantidade de água que estava saindo da bomba, a medida que ela aplicava o produto, estava diminuindo cada vez mais. Explique para Márcia o que pode ter afetado a aplicação da solução de Cobre Ultra na sua lavoura.

Experimento 1

Materiais e Reagentes

3 béqueres

Água

Colher de plástico

Fertilizante Cobre Ultra

Procedimento

1ª Passo: Enumere os béqueres de 1 a 3.

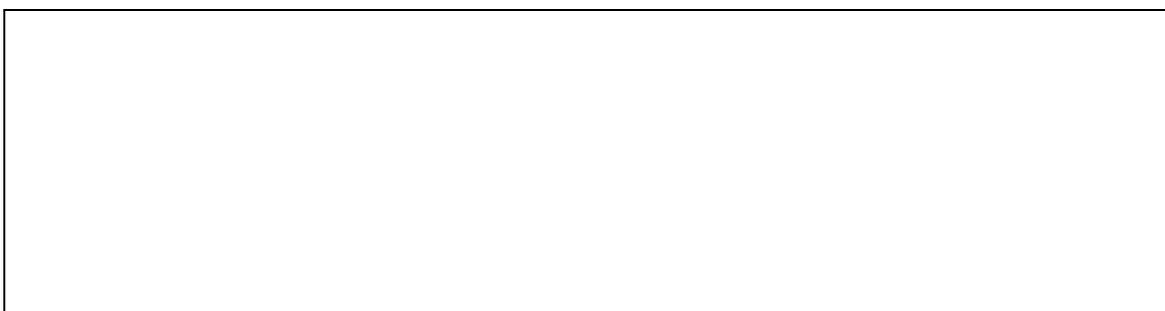
2º Passo: Adicione no béquer 1, 50 mL de água e 24 g do fertilizante cobre ultra, agite com a colher de plástico.

3º Passo: Adicione no béquer 2, 150 mL de água e 24 g do fertilizante cobre ultra, agite com a colher de plástico.

4º Passo: Adicione no béquer 3, 250 mL de água e 24 g do fertilizante cobre ultra, agite com a colher de plástico.

Análise dos dados:

1) Desenhe o que ocorreu em cada béquer ao acrescentar o fertilizante Cobre Ultra.



2) Explique os seus desenhos.

3) Qual a causa das diferenças observadas nas soluções?

4) Relacione esse experimento com algum fato do seu dia a dia?

6) O que fazer para a solução do béquer 2 ficar igual à do béquer 1?

7) Por que a massa utilizada do fertilizante Cobre Ultra foi de 24 g?

8) Depois de realizar os experimentos explique novamente para Márcia o que pode ter afetado a aplicação da solução do fertilizante Cobre Ultra sulfato de cobre na sua lavoura.

APÊNDICE 4

ROTEIRO PARA O EXPERIMENTO 2

Materiais e Reagentes

- Cloreto de Potássio (KCl)
- Água
- 3 Béqueres
- Colher de plástico

Procedimentos

1º Passo: Coloque em um béquer de 50 mL aproximadamente 20 mL de água gelada. Em outro béquer, coloque 20 mL de água à temperatura ambiente. Em um terceiro, coloque 20 mL de água em ebulição.

2º Passo: Adicione 3 gramas de cloreto de potássio na água gelada, acione o cronometro e agite. Faça o mesmo procedimento para a água em temperatura ambiente e em ebulição. Observe e registre o resultado na tabela abaixo.

Solubilidade do KCl em Diferentes Temperaturas			
Solvente	Cloreto de Potássio	Tempo	Observações
Água Gelada			
Água à Temperatura Ambiente			
Água em Ebulição			

Análise de dados

1 - O que você observou?

2- Explique o que você observou.

APÊNDICE 5

SOLUBILIDADE⁴

A água é conhecida como solvente universal por ser capaz de dissolver uma grande diversidade de substâncias ou materiais, além de estar presente, mesmo que em pequena quantidade, na maioria dos materiais. Ela é o solvente mais abundante em nosso planeta, sendo sua quantidade estimada em aproximadamente $1,5 \cdot 10^{21}$ litros.

Solubilidade: é a quantidade máxima de uma substância que pode ser dissolvida em uma determinada quantidade de solvente, produzindo uma solução estável e sem formação de precipitado (parte do sólido depositado no fundo do recipiente).

Quando se dissolve a quantidade máxima do soluto no solvente, obtém-se uma **solução saturada**. Quando em uma solução houver menos soluto do que o solvente é capaz de dissolver, a solução será denominada **solução insaturada**. Ou seja, em uma solução insaturada ainda é possível dissolver mais soluto, sem a formação de precipitado. Em determinadas situações, é possível que a quantidade de soluto dissolvida seja maior do que a solubilidade permite. Nesse caso, teremos uma **solução supersaturada**. Esse tipo de solução não é estável, e uma simples perturbação do sistema pode ocasionar uma solução heterogênea, pela precipitação do excesso de soluto.

A solubilidade das substâncias em um mesmo solvente varia com a temperatura do sistema. Você já percebeu como o açúcar se dissolve mais fácil em água quente, utilizada na preparação do café, do que na água gelada, utilizada para preparar um suco? Pois é, geralmente, a solubilidade de substâncias sólidas aumenta à medida que a temperatura se eleva. Entretanto, há exceções. O sulfato de lítio (Li_2SO_4) é um exemplo de substância que tem sua solubilidade diminuída com o aumento da temperatura. A água dissolve grandes quantidades de algumas substâncias, como o cloreto de sódio (NaCl); pequenas quantidades de outras, como o carbonato de cálcio (CaCO_3); e há ainda aquelas que praticamente não são dissolvidas pela água, por exemplo o cloreto de prata (AgCl).

⁴ SANTOS, W. L. P.D.; MÓL, G. D. S. **Química cidadã**: volume 2 : ensino médio : 2º série - 2. ed. -- São Paulo: Editora AJS, 2013. -- (Coleção química cidadã) – Capítulo 4 – pg: 112 a 115.

Fatores que afetam a solubilidade

a) Quantidade de solvente: à medida que adicionarmos uma **quantidade maior de solvente** à solução e o soluto for dissolvido, podemos também acrescentar uma **quantidade maior de soluto**.

Exemplo: 100g de água dissolvem 36 gramas de NaCl. Assim, se tivermos 200 g de água, poderemos dissolver 72 g de NaCl, ou seja, 36 g a mais.

b) Temperatura: a temperatura também é capaz de modificar a solubilidade de um soluto em um determinado solvente sem que a quantidade deste seja alterada. Por exemplo, se o soluto for um gás, geralmente haverá uma maior quantidade dissolvida quando a temperatura do solvente for menor, ou seja, quanto mais frio, maior a quantidade de gás dissolvido. Caso o soluto seja um sólido, geralmente quanto maior a temperatura do solvente maior será a quantidade de soluto dissolvida. Esses fenômenos se devem ao coeficiente de solubilidade que cada soluto possui em uma certa quantidade de solvente em uma dada temperatura.

APÊNDICE 6
ROTEIRO PARA O EXPERIMENTO 3

Questão Problema

Carla é produtora de café, e nova no ramo. Refletindo sobre a produtividade de sua lavoura nos últimos 3 anos, fez a seguinte observação.

- No primeiro ano que comprou a lavoura, foi um ano de poucas chuvas, inclusive nos meses de outubro a dezembro. Ela realizou as adubações necessárias, porém a produtividade da sua lavoura foi muito abaixo do esperado.

- No segundo ano, Carla realizou as adubações no mesmo período do ano anterior, utilizando as mesmas quantidades de adubos, porém nessa época do ano estava chovendo constantemente, e a chuva era mansa e continuada. Ela observou que a produtividade de sua lavoura, foi além do esperado.

- Já no terceiro ano, Carla também realizou as adubações na mesma época. Esse ano foi um ano de muita chuva, os dias estavam muito quentes e com isso havia pancadas fortes de chuvas (temporais). Ela ficou animada, pois tinha adubado sua lavoura. Porém, observou que sua produção foi muito menor do que a do primeiro ano.

Explique para Carla quais fatores estavam prejudicando a produtividade de sua lavoura, e o que ela pode fazer na sua próxima adubação para que a produtividade de sua lavoura não fique prejudicada.

Experimento 3

Materiais e Reagentes

Azul de bromotimol

Ureia

Cronômetro

6 amostras de solo

Procedimento

1º Passo: Prepare o perfil do solo utilizando a garrafa pet. Enumere cada perfil como o que está abaixo:

1º Recipiente: Solo da Fazenda Paraíso– sem fertilizante

2º Recipiente: Solo argiloso – sem fertilizante

3º Recipiente: (50%) Solo da fazenda Ouro Verde + (50%) areia – sem fertilizante

4º Recipiente: Solo da Fazenda Paraíso– com fertilizante

5º Recipiente: Solo argiloso – com fertilizante

6º Recipiente (50%) Solo da Fazenda Paraíso + (50%) areia –com fertilizante

2º Passo: Adicione 20 mL de água no recipiente 1 e cronometre o tempo de escoamento total da mesma. Faça o mesmo para os recipientes 2 e 3. Adicione na água coletada de cada recipiente 3 gotas de solução de do indicador de pH (azul de bromotimol).

3º Passo: Adicione 10 g de ureia nos recipientes 4, 5 e 6.

4º Passo: Adicione 40 mL de água destilada ao recipiente 4 e cronometre o tempo de escoamento total da mesma. Realize o mesmo procedimento para os recipientes 5 e 6. E adicione 3 gotas de azul de bromotimol nas águas que foram coletadas.

Preencha a tabela com os dados obtidos.

Recipiente	Quantidade de Ureia	Tempo	Observações

Análise dos Dados

1) Você percebeu comportamentos diferentes entre os sistemas analisados?

2) Se observou, quais foram as diferenças observadas em cada

3) Explique o que causou as diferenças.

4) Qual solo fornece melhor condições de o cultivo? sobrevivência e produtividade para a planta?

5) Qual a relação das interações dos tipos de solo com a preservação do meio ambiente?

6) Explique para Carla quais fatores estavam prejudicando a produtividade de sua lavoura, e o que ela pode fazer na sua próxima adubação para que a produtividade de sua lavoura não fique prejudicada.

APÊNDICE 7

AVALIAÇÃO DOS PERSONAGENS DO JÚRI – MATERIAL PARA PROFESSOR

Personagens									
Critérios de Avaliação	Promotor (a)	Ré ou Réu	Advogado (a) de Defesa Leonardo	Escrivão ou Escrivã	Químico (a)	Médico (a)	Morador (a) da Fazenda	Funcionário da CTAE	Agrônomo Ricardo
Nome do Aluno									
Argumentação									
Caracterização									
Criatividade									
Utilização dos conhecimentos abordados nas aulas de química									
Total									

Avaliação: 0 a 10 pontos para cada critério

Personagens					
Critérios de Avaliação	Esposa ou Marido do (a) Idoso (a) que faleceu	Mãe da Criança doente		Oficial de justiça	Policia
Nome do Aluno					
Argumentação					
Caracterização					
Criatividade					
Utilização dos conhecimentos abordados nas aulas de química					
Total					

APÊNDICE 8
QUESTIONÁRIO PARA A PLATÉIA

1) Do que se trata o caso apresentado pela promotoria?

2) Quais foram os principais argumentos utilizados pela promotoria para acusar o réu?

3) Quais foram os principais argumentos utilizados pela (o) advogada (o) de defesa para defender o réu?

5) Quais foram os principais argumentos utilizados pelo réu para se defender?

6) Depois de todas as provas apresentadas durante o júri, quem provocou a morte de um bebê e dois idosos, moradores da fazenda Paraíso? Justifique sua resposta utilizando os conceitos abordados nas aulas de Química.

() Não. Justifique.

5) Existe causa de aumento de pena alegadas para acusação?

() Sim. Justifique.

() Não. Justifique.

APÊNDICE 10
QUESTIONÁRIO PÓS

Utilizando **SEUS** conhecimentos responda as perguntas abaixo:

1) Para você, o que significa a palavra solubilidade?

2) O que é lixiviação?

3) O que é percolação?

3) a) Existem diferentes tipos de solos? () SIM () NÃO

b) Se sim, o que diferencia os tipos de solo? Explique.

4) Você conhece algum insumo agrícola? Dê exemplos.

5) Qual a relação da solubilidade e o uso de insumos agrícolas?

6) Quando o agricultor deve aplicar os insumos agrícolas em sua lavoura?

7) a) Tem algum fator ou condição climática que influencia na aplicação do insumo agrícola? () SIM () NÃO

b) Se sim, quais fatores?

8) Por que muitos agricultores utilizam altas dosagens de insumos agrícolas?

9) Cite as vantagens e desvantagens dos insumos agrícolas para o ser humano.

10) Cite as vantagens e desvantagens dos insumos agrícolas para o meio ambiente.

11) Observe as imagens:



A cidade da imagem A possui cerca de 200 000 pessoas enquanto a cidade da imagem B possui 60 000 pessoas.

a) Explique o que aconteceria se a cidade da imagem A lançasse seu esgoto no ribeirão da imagem C?

b) Agora explique o que aconteceria se a cidade da imagem B lançasse seu esgoto no ribeirão da imagem C?

14) O que você aprendeu com essa sequência de aulas?

15) O que poderia ter sido diferente?

16) De 0 a 5 que nota você daria para você? Justifique sua resposta.

ANEXO 1

Texto 1 : Os impactos da alimentação para o meio ambiente

Comer é um ato agrícola, disse um fazendeiro e economista americano, mas é também um ato ecológico e um ato político, por Jaqueline B. Ramos*

Quando falamos em sustentabilidade, pensamos em ações como não poluir, preservar áreas naturais, reciclar lixo, economizar água, dar preferência às fontes alternativas de energia etc. Mas raramente nos lembramos de relacionar uma de nossas atividades mais básicas com impactos negativos no meio ambiente: o ato de se alimentar. Nos primórdios da humanidade, a alimentação era baseada em frutas, raízes, carnes de animais caçados e outras fontes que não modificavam significativamente a natureza (pelo contrário, tudo fazia parte de um ciclo natural). Com o advento da agricultura e da domesticação de animais, há cerca de 12 mil anos, deu-se início à produção de alimentos.

A passagem do estado nômade para a fixação na terra marcou o início do que chamamos “desenvolvimento da humanidade”. Com o passar dos séculos, o homem foi criando novas formas de manejo do solo e as populações concentradas nas cidades cresceram em ritmo progressivo, aumentando a demanda por alimentos. Até que a chegada da Era Industrial, no final do século XVIII, intensificou a aglomeração de pessoas no ambiente urbano, colocando fim, definitivamente, na ligação direta que o ser humano tinha com a natureza para a obtenção de alimentos. O resultado disso tudo é uma agricultura transformada em indústria que passou a utilizar métodos artificiais, como fertilizantes e pesticidas químicos, irrigação, manipulação genética e uso de hormônios em animais, visando sempre o aumento da produção (e o lucro). Sem contar a dependência por combustíveis fósseis, inclusive no transporte, por longas distâncias, dos alimentos. É a cadeia alimentar industrial.

Se por um lado todo esse advento é considerado positivo, sendo denominado como desenvolvimento ou modernidade, por outro é fato que o modelo de alimentação industrializado é um forte candidato a causar sérios danos à conservação do meio ambiente e também à saúde do homem. E por incrível que pareça, a maior parte das pessoas atualmente não se dá conta disso. A

origem dos alimentos que consome simplesmente não faz parte da sua lista de prioridades e a alimentação, o ato mais corriqueiro e básico do dia-a-dia, não é visto sob a perspectiva ambiental ou da sustentabilidade.

“Comer é um ato agrícola, disse, numa frase famosa, Wendell Berry (fazendeiro e economista americano). É também um ato ecológico, além de um ato político. Ainda que muito tenha sido feito para obscurecer esse fato bastante simples, o que e como comemos determinam, em grande parte, o que fazemos do nosso mundo – e o que vai acontecer com ele. (...) Muita gente hoje parece totalmente satisfeita comendo na extremidade da cadeia alimentar industrial sem parar para pensar no assunto”, escreve o jornalista norte-americano Michael Pollan, no seu livro “Dilema do Onívoro”. O jornalista passou cinco anos investigando os bastidores da cadeia industrial alimentícia nos Estados Unidos, reconstituindo o trajeto dos pratos mais consumidos e analisando o caminho percorrido pelo alimento da origem à mesa.

Insumos químicos, agrotóxicos, erosão do solo...

Como afirma o jornalista norte-americano, comer é um ato ecológico, o que faz com que todo cidadão deva, idealmente, ficar atento à origem do alimento que consome e analisar criticamente as técnicas empregadas no sistema de produção. A qualidade e pureza dos alimentos, a sustentabilidade (social e ecológica) dos métodos de produção e os problemas e desigualdades existentes na sua distribuição são algumas das questões que devemos analisar em busca de uma alimentação mais sustentável. Em tempo: é fato que se produz alimento em quantidade suficiente para atender 100% da população mundial. Dificuldades de acesso aos alimentos pela parcela mais carente da sociedade decorrem de problemas sociais e econômicos, que por sua vez causam desequilíbrios na distribuição.

Destacando algumas problemáticas da agricultura moderna para o meio ambiente, uma primeira questão a ser analisada é o uso de insumos químicos. Visando melhorar a produtividade e assegurar índices de produção, agricultores costumam utilizar adubo e fertilizantes em suas plantações. O adubo mais simples, natural e antigo é o esterco, que misturado a restos de vegetais e fermentado de forma correta resulta no composto orgânico. Mas para ser empregado em larga escala, o processo do fertilizante natural se tornou inviável, economicamente falando. Para os empresários do agrobusiness, passou a ser mais rentável o uso de agroquímicos (agrotóxicos e

fertilizantes, principalmente), inclusive para viabilizar o cultivo intensivo de uma única cultura em uma área (as monoculturas, principais vilãs da qualidade do solo).

Os fertilizantes industriais contêm altas concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio e metais pesados. O nitrogênio, por exemplo, pode se acumular no solo e ser transformado, por processos químicos, em nitrato. Além de ser um composto cancerígeno, o nitrato pode contaminar o solo e também ser conduzido aos lençóis subterrâneos, contaminando a água.

Outro problema gerado neste cenário é o desequilíbrio ecológico causado pela própria prática da monocultura regada por fertilizantes químicos. Entre os principais indicadores do desequilíbrio está o aparecimento de pragas, doenças e ervas daninhas, que por sua vez são combatidas com agrotóxicos – inseticidas, herbicidas e fungicidas. Ou seja, mais uma carga de substâncias químicas tóxicas bombardeando o meio ambiente e a saúde de quem consome os alimentos, pois estes acabam guardando resíduos dos agrotóxicos e têm alta probabilidade de ficarem contaminados.

Como mais um remediador para o desequilíbrio ecológico conduzido pelo próprio homem e visando, sempre, produtos finais comercialmente mais lucrativos, entram em cena os alimentos transgênicos. Tratam-se de organismos geneticamente modificados (OGMs) desenvolvidos em laboratório. Entre os objetivos da manipulação genética está o de criar plantas mais resistentes a pragas ou até mais resistentes a determinados agrotóxicos. Alimentos transgênicos já são comercializados em vários países – entre eles o Brasil – e ainda há muitas controvérsias em relação aos prós e contras da manipulação genética para a saúde das pessoas e os impactos no meio ambiente. Enquanto os debates e as pesquisas avançam, o importante é o consumidor se informar e exigir a rotulagem dos alimentos transgênicos, de forma a ter condições de decidir por consumir ou não um OGM.

Erosão e o impacto do bife

Uma questão importante decorrente da agricultura moderna é o fenômeno chamado de “erosão genética”. A interferência do homem nas variedades tradicionais com a manipulação de plantas e animais pode consistir em uma ameaça para a diversidade genética, a principal responsável pela capacidade de resistência, imunidade e sobrevivência das espécies.

Quando falamos em erosão é importante também lembrar do processo de degradação do solo decorrente do uso de práticas agrícolas inadequadas e da monocultura combinada com a mecanização, o corte de espécies nativas, a queima da vegetação e a pecuária intensiva. Aliás, esta última rende um capítulo à parte na discussão sobre alimentação sustentável, visto que o aumento no consumo de carne e de seus derivados sobrepôs formas naturais (e mais éticas) de criação dos animais, sem contar os problemas ambientais decorrentes da pecuária.

Numa sociedade majoritariamente onívora, o “impacto do bife” passa por questões de ordem moral – não é à toa a afirmação de que se os abatedouros tivessem paredes de vidro, muita gente se tornaria vegetariana – e também de ordem ambiental. Um relatório divulgado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, em inglês) em 2006 alertou para o fato de que “estoques de animais vivos” mantidos para alimentação são responsáveis por 18% da emissão de todos os gases causadores do aquecimento global, porcentagem que supera, por exemplo, as emissões causadas por todos os veículos automotores do mundo somados.

O levantamento da FAO inclui as emissões de metano provocadas pelo sistema digestivo dos animais, as emissões de CO₂ geradas pelas queimadas para a formação de pastos, a energia – quase sempre à base de queima de combustíveis fósseis – usada na fabricação de insumos agrícolas, a energia gasta na produção de ração e no bombeamento de água, a energia dos procedimentos de abate e processamento das carcaças, o combustível usado no transporte de animais vivos e de produtos processados de carne, entre outras questões relacionadas à pecuária.

Seja analisando as técnicas industriais agrícolas ou o modelo intensivo da pecuária, o fato é que a humanidade atingiu um limite perigoso na história de uma relação insustentável com a natureza para obtenção de fontes de alimentos. E nesse momento é importante que cada um, como consumidor, pare para pensar mais criticamente e faça escolhas mais criteriosas e cuidadosas. Como afirma o autor de “Dilema do Onívoro” em um dos trechos do livro, “a insensatez demonstrada na busca por alimentos não é um fenômeno novo. No entanto, os novos atos de insensatez que estamos cometendo na nossa cadeia alimentar industrial hoje são de um tipo diferente. Ao substituir a energia solar pelo combustível fóssil, ao criar milhões de animais em rígidas condições de confinamento, ao alimentar esses animais com comida para a qual sua

evolução não os adaptou, e ao nos alimentarmos com comidas que são muito mais insólitas do que imaginamos, estamos pondo em grave risco nossa saúde e a saúde do mundo natural.”

O que o consumidor pode fazer em prol de uma alimentação sustentável

- Informar-se sobre a importância da agricultura sustentável e seus benefícios para a produção de alimentos, inclusive em relação à saúde dos indivíduos e ambientes.
- Apoiar propostas de produção regional, especialmente a familiar e a associada, com o objetivo de fortalecer a segurança alimentar local e reduzir o desperdício de energia no transporte.
- Exigir que os produtores respeitem as leis ambientais, assim como a legislação trabalhista, e que utilizem métodos menos impactantes ao meio ambiente, adquirindo produtos elaborados com este diferencial.
- Demandar que os vendedores de alimentos estimulem a produção ecológica, inclusive solicitando a certificação dos produtores por um organismo independente, para que possa ter certeza de que os mesmos cumprem todas as exigências ambientais.
- Organizar-se em cooperativas de consumo que estimulem a produção sustentável local e regional.

Fonte:

Cartilha Alimentos IDEC, livro “Dilema do Onívoro” (editora Intrínseca) e Sociedade Vegetariana Brasileira (SVB); Cartilha Alimentos (IDEC); Informativo do Instituto Ecológico Aqualung n. 78 -março/abril 2008.

(*) Jaqueline B. Ramos é jornalista e editora do blog [Ambiente-se](#). *Este artigo foi publicado originalmente na Agência Envolverde*

Texto 2: Conheça os danos causados pelos efluentes não tratados – Parte 1

Quando lançados sem tratamento em corpos d’água, os efluentes domésticos e industriais podem ocasionar danos ao meio ambiente. Por outro lado, você sabia que hoje em dia muitas empresas com consciência ambiental aderem a sistemas de tratamento de efluentes?

Esta preocupação, no entanto, não é uma prioridade para todas as indústrias e centros urbanos. Grande quantidade de efluentes continua despejada de maneira irrefreada no meio, sem nenhuma espécie de triagem, cuidado e tratamento intermediário. Conheça algumas consequências desta ação descomprometida com o nosso ecossistema.

Grave poluição hídrica: problemas para o ecossistema aquático

O lançamento de efluentes líquidos não tratados, provenientes das indústrias e esgotos sanitários, em rios, lagos e córregos provocam um sério desequilíbrio no ecossistema aquático. O esgoto doméstico, por exemplo, consome oxigênio em seu processo de decomposição, causando a mortalidade de peixes. Os nutrientes (fósforo e nitrogênio) presentes nesses despejos, quando em altas concentrações, ainda causam a proliferação excessiva de algas, o que também desequilibra o ecossistema local.

Os poluentes químicos presentes em agrotóxicos e metais também provocam um efeito tóxico em animais e plantas aquáticas, podendo se acumular em seus organismos. Outro efluente que afeta esses modos de vida são as águas anteriormente utilizadas em sistemas de refrigeração, que causam a chamada poluição térmica. Este efluente, quando despejado no rio, acarreta o aumento da temperatura da água, diminuindo a concentração de oxigênio e impactando os organismos do meio.

Transmissão de doenças através de águas contaminadas

Os efluentes líquidos não tratados, quando lançados no ambiente, podem comprometer gravemente a saúde pública. A água poluída provoca doenças como cólera, disenteria, meningite, amebíase e hepatites A e B. Já os efluentes industriais que poluem os rios podem causar contaminação por metais pesados, provocando tumores hepáticos e de tireoide, rinites alérgicas, dermatoses e alterações neurológicas. Veja mais em nosso artigo “Conheça as doenças causadas pelo “não tratamento” do esgoto”.

Poluição atmosférica: efluentes gasosos e os danos à saúde

Os efeitos maléficos na atmosfera são globalmente sentidos, uma vez que ela é um recurso natural compartilhado por todo o planeta. O efeito estufa, a destruição da camada de ozônio e a

ocorrência das chuvas ácidas são alguns exemplos de fenômenos agravados pela emissão exacerbada de efluentes gasosos industriais. A poluição atmosférica, assim como a aquática, também tem como consequência geral o desequilíbrio nos ecossistemas.

No que se refere às doenças ocasionadas e agravadas pela liberação de efluentes gasosos não tratados na atmosfera, podemos citar asma, enfisema, doença pulmonar obstrutiva crônica e até câncer pulmonar.

Presenciando um crescente desenvolvimento industrial e urbano, a sociedade sofre cada vez mais o impacto da emissão de poluentes na natureza. A concentração dessas substâncias no ar, sua deposição no solo, nos vegetais e em outros meios prejudica as florestas, provoca danos à saúde, além de redução na produção agrícola e deterioramento das construções.

Conhecendo um pouco mais sobre os efeitos que a liberação de efluentes brutos, tanto industriais como domésticos, provocam no ambiente, fica ainda mais fácil compreender a grande importância do tratamento desses tipos de resíduos. Além de gerarem um impacto negativo nos ecossistemas, elas também afetam diretamente a qualidade de vida do ser humano.

Fonte:

ANEXO 2
ROTEIRO ADAPTADO PARA O JÚRI QUÍMICO⁵

ABERTURA: Anúncio do Julgamento.

ESCRIVÃO: Hoje será levado a julgamento o réu _____ . O júri será presidido pelo Meritíssimo Senhor Doutor Juiz _____, o Doutor Promotor de Justiça _____ e o Doutor Advogado de Defesa _____, e membros do Conselho de Sentença.

Toca a campainha: Todos se levantam, entram o Juiz, o Promotor e o Advogado de Defesa.

- Quanto à entrada dos personagens, eles podem entrar neste momento, ou então, já estar em seus lugares desde o início.

JUIZ: Sob a proteção de Deus, declaro aberta a sessão de julgamento do réu _____. Vamos proceder ao sorteio dos jurados.

- O escrivão sorteia sete alunos escolhidos e o Juiz os estudantes que farão o papel de jurados.

ESCRIVÃO: Que entrem os senhores jurados.

- O Escrivão chama os jurados que estão aguardando na plateia, um a um, e solicita que tomem seus lugares.

⁵ Disponível em: (<https://www.amb.com.br/docs/Manual.pdf>). Acesso em: (07/05/2020).

JUIZ: Existe alguém entre os jurados que seja amigo ou parente do réu, da vítima, do Advogado ou do Promotor?

- Os jurados manifestam-se apenas com a cabeça.

JUIZ: Não havendo impedimento, está formado o Conselho de Sentença. Vocês prometem que decidirão com imparcialidade, com consciência e justiça?

JURADOS: Ficam em pé, levantam a mão direita e são chamados um a um pelo nome dizendo: “Assim o prometo”. (Todos podem sentar-se)

JUIZ: Que entre o réu.

- O réu entra escoltado por dois policiais e fica em frente ao Juiz. Neste momento, o aluno que estiver encenando o réu pode ilustrar a apresentação mostrando-se indignado ou algo do gênero.

JUIZ: Qual o seu nome?

RÉU: _____

JUIZ: Qual sua idade?

RÉU: _____

JUIZ: Você tem advogado?

RÉU: Sim, é o Doutor _____.

JUIZ: Nesse momento o Juiz lê a acusação.

- O Juiz interroga o réu (ouve a sua versão).
- Depois de todas as perguntas, o réu retorna ao seu lugar.

JUIZ: Que entre a vítima ou os familiares (se ela tiver morrido).

- O Juiz faz as perguntas à vítima e depois...

JUIZ: Com a palavra o Doutor Promotor _____.

- O Promotor faz perguntas à vítima.

JUIZ: Com a palavra o Advogado de Defesa.

- O Advogado faz suas perguntas e a vítima responde.

JUIZ: Que entre a testemunha de acusação

- Depois passa-se a ouvir as testemunhas: primeiro são ouvidas as testemunhas da acusação e depois as testemunhas de defesa.
- Cada uma das testemunhas que for ouvida deve prestar o compromisso de dizer a verdade: normalmente é o juiz que toma o compromisso das testemunhas, mas, como na simulação o escrivão ficou com poucas falas no julgamento, passou-se a ele a função de compromissar as testemunhas.

ESCRIVÃO dirigindo-se à TESTEMUNHA: O senhor é parente, amigo ou inimigo do réu ou da vítima?

TESTEMUNHA: Não.

ESCRIVÃO ainda dirigindo-se à TESTEMUNHA: Jura dizer a verdade, somente a verdade sob as penas da Lei?

TESTEMUNHA: Juro.

- O Juiz segue fazendo todas as perguntas que sejam importantes para o julgamento.
- Depois que o Juiz ouve a testemunha, pergunta para o Promotor de Justiça se tem alguma pergunta a fazer para a testemunha.
- **JUIZ:** Dr. Promotor de Justiça pode fazer as perguntas à testemunha.

- Depois que o Promotor faz as perguntas, passa-se a palavra ao Advogado de Defesa.
- O Juiz pergunta para o Advogado de Defesa se tem alguma pergunta a fazer para a testemunha.

JUIZ: Dr. Advogado pode fazer as perguntas à testemunha.

- Depois que todas as testemunhas da acusação (pode ser uma ou duas) são ouvidas, no julgamento simulado, passa-se a ouvir as testemunhas de DEFESA.

ESCRIVÃO ainda dirigindo-se à TESTEMUNHA: Jura dizer a verdade, somente a verdade sob as penas da Lei?

TESTEMUNHA: Juro.

- O Juiz segue fazendo todas as perguntas que sejam importantes para o julgamento.
- Depois que o Juiz ouve a testemunha, pergunta para o advogado se tem alguma pergunta a fazer para a testemunha.
- Note-se que quando a testemunha é de acusação, quem pergunta antes é o Promotor. Quando a testemunha é de defesa, quem pergunta antes é o advogado.
- Depois que o advogado faz todas as perguntas para a testemunha de defesa, o Juiz pergunta ao Promotor de Justiça se tem alguma pergunta a fazer para a testemunha.

JUIZ: Dr. Promotor de Justiça, se tiver perguntas pode fazê-las diretamente à testemunha.

- Depois que todas as testemunhas são ouvidas, primeiro da acusação, depois da defesa, não havendo outras provas a serem apresentadas, o juiz abre os debates.

JUIZ: Estão abertos os debates. Com a palavra o doutor Promotor de Justiça para fazer a acusação.

- Este é o momento em que o Promotor tentará convencer os jurados de que o réu é culpado e o Advogado procurará convencer os jurados de que o réu é inocente. Para isso, é necessário que o aluno dê ênfase à sua fala, falando sempre para os jurados, pois são eles que decidirão o resultado do julgamento. Aqui também é possível ilustrar a apresentação trazendo provas do crime ou outros objetos que possam enriquecer o júri.

PROMOTOR: Meritíssimo Juiz, Senhores Jurados, pelo que foi exposto aqui hoje, peço a condenação do réu _____ por achar ser justa essa condenação.

- O promotor, neste momento, apresenta todos os seus argumentos de que o réu é culpado.
- Depois que o Promotor de Justiça fala, o Juiz dá palavra ao advogado de defesa.

JUIZ: Concedo agora a palavra à Defesa.

ADVOGADO DE DEFESA: A defesa provou que o réu é inocente porque embora o Senhor Oswaldo da Cunha tenha utilizado fertilizante e agrotóxico em sua lavoura e acarretado a morte de um bebê e dois idosos, tal acusação não tem fundamento. O réu Oswaldo da Cunha não teve a intenção de matar esses indivíduos. Meritíssimo Juiz, Senhores Jurados, caro colega, não permitam que meu cliente seja condenado. Peço que o réu seja absolvido.

ADVOGADO DE DEFESA: A defesa provou que o réu é inocente porque embora a Companhia de Tratamento de Água e Esgoto tenha lançado no ribeirão Seriema todo o esgoto da cidade de Ouro Verde e com isso acarretado a morte de um bebê e dois idosos, tal acusação não tem fundamento. A ré Companhia de Tratamento de Água e Esgoto, não teve a intenção de matar esses indivíduos. Meritíssimo Juiz, Senhores Jurados, caro colega, não permitam que meu cliente seja condenado. Peço que a ré seja absolvida.

- De acordo com a história que for criada, podem ser defendidas as teses da negativa de autoria (não foi ele quem cometeu o crime), legítima defesa (ele apenas utilizou os insumos agrícolas, como qualquer outra pessoa em sua lavoura) ou (o esgoto é lançado no Ribeirão Seriema sem tratamento, pois não há verbas para a construção da mesma). No caso sugerido, os alunos apresentaram a defesa de que o réu não agiu com dolo e seu ato não foi intencional.
- A seguir, o juiz encerra os debates.

JUIZ: Declaro encerrados os debates. Senhores jurados, vocês estão prontos para decidir?

JURADOS: Sim.

JUIZ: As perguntas que vocês irão responder são as seguintes:

- Aqui será interessante lembrar que as perguntas são feitas conforme o caso inventado. É preciso explicar aos jurados a consequência de seus votos na vida do réu, esclarecendo o que irá acontecer se eles votarem sim e se optarem pelo não.
- Quando da elaboração das perguntas – quesitos – é importante atentar para não haver conflito das questões, deixando-as o mais simples possível para não confundir as respostas. Seguem duas sugestões:

1) Seu Oswaldo é responsável pela contaminação da água ocasionando a morte do bebê e dos idosos?

Ou

1) A Companhia de Tratamento de Água é a responsável pela contaminação da água ocasionando a morte do bebê e dos idosos?

- Os jurados respondem às perguntas do Juiz um por vez, usando a urna e papéis com respostas “SIM” e “NÃO” - cédulas de votação - que serão entregues pelos Oficiais de Justiça antes de cada uma das perguntas. A primeira cédula entregue ao Oficial de Justiça pelos jurados é o voto válido e a segunda é para simples conferência. O Juiz faz a contagem dos votos, um a um, em voz alta e dá o resultado. Depois passa para a segunda pergunta que já é a tese da defesa.

2) Seu Oswaldo teve intenção causar a morte dos moradores da sua fazenda? Ou ele apenas estava cuidando da sua plantação como qualquer outro agricultor?

Ou

A Companhia de Tratamento de Esgoto teve a intenção de causar a morte dos moradores que vivem às margens do ribeirão Seriema prejudicando também o meio ambiente? Ou ela apenas descarta o esgoto no ribeirão Seriema, porque o governo não forneceu verba para a construção da estação de tratamento de esgoto?

- O Juiz faz a contagem dos votos, um a um, em voz alta e dá o veredicto (resultado) final. A seguir, toca a campainha e é pronunciada a sentença. De acordo com as respostas para cada pergunta, o Juiz pronuncia a decisão:

CASO SEJA ABSOLVIDO:

JUIZ: Como os jurados entenderam que não houve intencionalidade nos atos praticados pelo acusado, ou que agiu como qualquer outro agricultor, o Conselho de Sentença resolveu absolver o réu Oswaldo da Cunha por maioria de votos. Assim, declaro absolvido o acusado, e determino que ele seja colocado em liberdade imediatamente com alvará de soltura. Declaro encerrado o julgamento. **(A campainha é tocada novamente).**

JUIZ: Como os jurados entenderam que não houve intencionalidade nos atos praticados pelo acusado, ou que agiu como qualquer outro agricultor, o Conselho de Sentença resolveu absolver a

ré Companhia de Tratamento de Água, por maioria de votos. Assim, declaro absolvido a acusada, e determino que seu diretor (a) seja colocado (a) em liberdade imediatamente com alvará de soltura. Declaro encerrado o julgamento. **(A campanha é tocada novamente).**

CASO SEJA CONDENADO:

JUIZ: Como os jurados entenderam que o réu agiu propositadamente ao adicionar uma quantidade excessiva de insumos agrícolas em sua lavoura, o Conselho de Sentença resolveu condenar o réu Oswaldo da Cunha, por maioria dos votos. Declaro condenado o acusado e determino que Oswaldo da Cunha pague uma indenização para as famílias das vítimas e também para os doentes, além de fornecer para todos os moradores da sua fazenda água própria para o consumo humano, além disso o réu também pagará uma multa no valor de 100 000 mil reais por danos ambientais. Declaro encerrado o julgamento. (A campanha é tocada novamente).

JUIZ: Como os jurados entenderam que a ré agiu propositadamente ao lançar todo o esgoto no ribeirão Seriema, sabendo que muitas pessoas nadam e consomem os peixes que ali possuem, o Conselho de Sentença resolveu condenar a ré Companhia de Tratamento de Água, por maioria dos votos. Declaro condenada a acusada e determino que a Companhia de Tratamento de Água pague uma indenização para as famílias das vítimas e também para os doentes, além de fornecer para todos os moradores da sua fazenda água própria para o consumo humano, além disso a ré também pagará uma multa no valor de 200.000 mil reais por danos ambientais. Declaro encerrado o julgamento. **(A campanha é tocada novamente).**