

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL - ProfQui

CAROLINE BATISTIN DA CRUZ ALMEIDA

**SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES E SUAS CONEXÕES COM A QUÍMICA
DA VIDA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTSA PARA O
DESENVOLVIMENTO DE PERCEPÇÕES SOBRE DROGAS INALANTES.**

VILA VELHA
2019

CAROLINE BATISTIN DA CRUZ ALMEIDA

SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES E SUAS CONEXÕES COM A QUÍMICA DA VIDA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTSA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PERCEPÇÕES SOBRE DROGAS INALANTES.

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional- ProfQui do Campus Vila Velha do Instituto Federal do Espírito Santo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ana Raquel Santos de Medeiros Garcia

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Denise Roco de Senna.

VILA VELHA
2019

Catálogo na publicação.
Valéria Rodrigues de Oliveira – CRB6-477

A447 Almeida, Caroline Batistin da Cruz

Solventes orgânicos inalantes e suas conexões com a química da vida: uma sequência didática com abordagem CTSA para o desenvolvimento de percepções sobre drogas inalantes. / Caroline Batistin da Cruz Almeida. Vila Velha: Ifes, 2019.

193 f. : il.
Inclui bibliografia.

Orientadoras: Ana Raquel Santos de Medeiros Garcia, Denise Roco de Senna.

Dissertação (Mestrado Profissional em Química) – Instituto Federal do Espírito Santo, 2019.

1. Solventes. 2. Drogas. 3. Aprendizagem. 4. Química – Estudo e ensino. I Garcia, Ana Raquel Medeiros de. II. Denise Roco de Senna. III. Instituto Federal do Espírito Santo. IV. Título.

CDD 660.29482



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO- CAMPUS VILA VELHA
Avenida Ministro Salgado Filho, 1000, Soteco , Vila Velha, Espírito Santo
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

CAROLINE BATISTIN DA CRUZ ALMEIDA


“SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES E SUAS CONEXÕES COM A QUÍMICA DA VIDA: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTSA PARA O DESENVOLVIMENTO DE PERCEPÇÕES SOBRE DROGAS INALANTES”

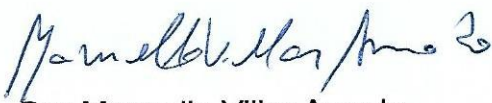
Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional- ProfQui do Campus Vila Velha do Instituto Federal do Espírito Santo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.


Aprovado em 26 de agosto de 2019

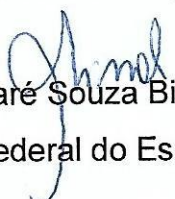
COMISSÃO EXAMINADORA


Dra. Ana Raquel Santos de Medeiros Garcia
Instituto Federal do Espírito Santo


Dra. Denise Rocco de Sena
Instituto Federal do Espírito Santo


Dra Manuella Villar Amado
Instituto Federal do Espírito Santo


Dr. Paulo Rogério Garcez de Moura
Universidade Federal do Espírito Santo


Dra Nazaré Souza Bissoli
Universidade Federal do Espírito Santo



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO- CAMPUS VILA VELHA
Avenida Ministro Salgado Filho, 1000, Soteco, Vila Velha, Espírito Santo
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

CAROLINE BATISTIN DA CRUZ ALMEIDA

**GARCIA, ANA RAQUEL DE MEDEIROS; DE SENA, DENISE ROCCO. A QUÍMICA DOS
INALANTES E A QUÍMICA DA VIDA. VILA VELHA: IFES, 2019.**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Química em Rede Nacional-ProfQui do Campus Vila Velha do Instituto Federal do Espírito Santo como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovado em 26 de agosto de 2019

COMISSÃO EXAMINADORA

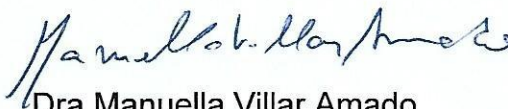

Dra. Ana Raquel Santos de Medeiros Garcia

Instituto Federal do Espírito Santo



Dra. Denise Rocco de Sena

Instituto Federal do Espírito Santo



Dra. Manuella Villar Amado

Instituto Federal do Espírito Santo



Dr. Paulo Rogério Garcez de Moura

Universidade Federal do Espírito Santo


Dra. Nazaré Souza Bissoli

Universidade Federal do Espírito Santo

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Declaro, para fins de pesquisa acadêmica, didática e técnico-científica, que a presente dissertação de mestrado pode ser parcialmente utilizada, desde que faça referência ao autor.

Vila Velha, 26 de Agosto de 2019


CAROLINE BATISTIN DA CRUZ ALMEIDA

Dedico este trabalho a todos os jovens estudantes de escolas públicas, que muitas vezes em ausência de suas famílias ou pelo contexto em que vivem, requerem de nós professores um pouco de pais, amigos, médicos, psicólogos, conselheiros, palhaços, vilões e acima de tudo, companheiros. Eles precisam de nós. Precisamos dar conta!

AGRADECIMENTOS

Á Deus, por me permitir viver os meus sonhos.

À minha mãe, Regina e ao meu pai, Antônio Roberto, por zelarem pela minha educação no máximo de suas condições.

À minha mãe, por me fazer passarinho e deixar voar, me dando a segurança de voltar, sempre que o desespero batesse.

À minha mãe, ao meu esposo Lucas, à minha sogra Beth, ao meu sogro Tita, à minha cunhada Marcela e ao meu cunhado Pedro, por darem todo o amor aos meus filhos enquanto, por tantas vezes, me ausentei por esta pesquisa.

Ao meu esposo Lucas pelo encorajamento e admiração desde que nos conhecemos, sempre acreditando mais em mim que eu mesma.

À minha irmã Roberta e ao meu cunhado Marco Aurélio por torcerem por mim, sempre.

Aos meus amigos Lara, Rafaela, Pâmela, Filipe e Tarcísio, pelos momentos de partilha, de alegrias e inquietações, tão importantes para nos fortalecermos nessa jornada.

Aos professores do Programa PROFQUI campus IFES - Vila Velha, pelos ensinamentos.

À minha orientadora Ana Raquel pela cumplicidade e parceria, por todos os ensinamentos, pela paciência e dedicação ao meu trabalho.

Às professoras Denise e Manuella e ao professor Paulo pelas orientações e contribuições à esta pesquisa.

Aos meus colegas de trabalho, pela parceria e motivação.

Aos meus alunos, pela cumplicidade.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pelo fomento.

RESUMO

Desde meados do século XIX, os solventes orgânicos vêm sendo produzidos em escala industrial e utilizados das mais diversas formas, desde anestésicos até tintas, removedores e colas. Esse avanço tecnológico, além de trazer qualidade de vida e facilidades à sociedade moderna, também provocou a utilização dessas substâncias como drogas de abuso, uma vez que são altamente voláteis e ao serem inaladas agem psicoativamente no sistema nervoso. No Brasil, são as drogas mais utilizadas por estudantes após o álcool e o tabaco. Esta pesquisa buscou desenvolver percepções sobre drogas inalantes em estudantes da 3ª série do ensino médio a partir da aplicação de uma sequência didática com a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Os referenciais teóricos utilizados foram as contribuições de Moreira (2011) para a teoria da aprendizagem significativa e Fernandes, Pires e Villamañan (2013) e seus pressupostos sobre a abordagem CTSA. A pesquisa foi desenvolvida com abordagem qualitativa do tipo pesquisa-ação, com aplicação de questionários, registros por meio de diário de pesquisa, mapas conceituais e relatório de atividades dos alunos, como roteiros de aulas experimentais e estudo dirigido. Todos os dados produzidos foram categorizados por meio da análise textual discursiva segundo Moraes e Galiazzi (2011). A análise dos dados resultantes da aplicação da sequência didática visou à avaliação da aprendizagem de conceitos químicos, da aprendizagem significativa crítica dos conhecimentos sociocientíficos da temática e à análise da sequência didática como instrumento para o desenvolvimento de percepções sobre drogas inalantes. Verificou-se que as aulas experimentais e pesquisa orientada promoveram a aprendizagem de conceitos químicos acerca de polaridade molecular, interações intermoleculares e propriedades físicas dos compostos orgânicos. A análise estrutural dos mapas conceituais mostrou o aumento no nível topológico dos mapas elaborados, indicando a ocorrência de aprendizagem significativa. Por meio da análise semântica das proposições dos mapas conceituais, verificou-se que a maioria das relações estabelecidas com o conceito de solventes orgânicos inalantes se referia aos efeitos nocivos dessas substâncias ao organismo humano. A análise da sequência didática confirmou a presença da abordagem CTSA nas atividades propostas e as validações *a priori* e *a posteriori* contribuíram para sua reelaboração. Os resultados obtidos indicam o desenvolvimento de percepções dos estudantes sobre drogas inalantes, de forma que da totalidade dos alunos que já haviam utilizado esta droga (n=12) passou a considerá-la prejudicial à saúde, afirmando não terem intenção de usar novamente (n=10), havendo

redução na intencionalidade de uso de 83,3%. Os resultados mostram que a sequência didática com abordagem CTSA promoveu a aprendizagem de conceitos químicos, possibilitando a aprendizagem significativa crítica de conhecimentos sociocientíficos envolvidos na temática, contribuindo assim para o desenvolvimento da percepção dos sujeitos da pesquisa acerca de drogas inalantes. Um guia didático foi produzido a fim de contribuir com o Ensino de Química para abordagem do tema drogas em sala de aula, além de auxiliar na formação de alunos críticos para as demandas que envolvem o tema drogas inalantes.

Palavras-chave: Solventes orgânicos. Drogas inalantes. CTSA. Aprendizagem significativa crítica. Ensino de Química.

ABSTRACT

Since the mid-nineteenth century, organic solvents have been produced on an industrial scale and used in a variety of ways, from anesthetics to paints, removers and glues. This technological advance, in addition to bringing quality of life and facilities to modern society, also caused the use of these substances as drugs of abuse, as they are highly volatile and when inhaled act psychologically on the nervous system. In Brazil, they are the most used drugs by students after alcohol and tobacco. This research aimed to develop perceptions about inhalant drugs in high school students from the application of a didactic sequence with the Science-Technology-Society-Environment (CTSA) approach. The theoretical references used were the contributions of Moreira (2011) to the theory of meaningful learning and Fernandes, Pires and Villamañan (2013) and their assumptions about the CTSA approach. The research was developed with a qualitative approach of action research type, with the application of questionnaires, records through research diary, concept maps and student activity reports, such as experimental class scripts and directed study. All data produced were categorized through discursive textual analysis according to Moraes and Galiazzi (2011). The analysis of the data resulting from the application of the didactic sequence aimed at the evaluation of the learning of chemical concepts, the significant critical learning of the socioscientific knowledge of the subject and the analysis of the didactic sequence as a tool for the development of perceptions about inhalant drugs. It was found that the experimental classes and oriented research promoted the learning of chemical concepts about molecular polarity, intermolecular interactions and physical properties of organic compounds. The structural analysis of the concept maps showed the increase in the topological level of the elaborated maps, indicating the occurrence of significant learning. Through the semantic analysis of the concept map propositions, it was found that most of the relationships established with the concept of inhalant organic solvents referred to the harmful effects of these substances on the human organism. The analysis of the didactic sequence confirmed the presence of the CTSA approach in the proposed activities and the a priori and a posteriori validations contributed to its re-elaboration. The results indicate the development of students' perceptions about inhalant drugs, so that all students who had already used this drug ($n = 12$) considered it harmful to health, stating that they had no intention of using it again ($n = 12$). = 10), with a reduction in the intentionality of use of 83.3%. The results show that the didactic sequence with CTSA approach promoted the learning of chemical concepts, enabling the critical meaningful

learning of socio-scientific knowledge involved in the subject, thus contributing to the development of the research subjects' perception about inhalant drugs. A didactic guide was produced in order to contribute with Chemistry Teaching to address the drugs theme in the classroom, as well as assist in the formation of critical students for the demands that involve the inhalant drugs theme.

Keywords: Organic solvents. Inhalant drugs. CTSA. Critical meaningful learning. Chemistry teaching.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais interações intermoleculares, espécies que interagem em cada tipo de interação e energia envolvida.	36
Tabela 2. Principais solventes orgânicos presentes em diversos produtos passíveis de inalação.	37
Tabela 3. Estrutura e propriedades físicas para os hidrocarbonetos tolueno e hexano.....	38
Tabela 4. Estrutura e propriedades físicas para os hidrocarbonetos clorados clorofórmio, cloreto de metila e cloreto de etila.....	39
Tabela 5. Estrutura e propriedades físicas para o éter dietílico e a acetona.....	41
Tabela 6. Tabela utilizada para avaliação estrutural dos mapas conceituais inicial e final.	77
Tabela 7. Tabela de avaliação estrutural do MCf.A30.....	79
Tabela 8. Unitarização dos MCs a partir da ATD.	80
Tabela 9. Exemplo de categorização emergente das proposições apresentadas no MCi.A7....	81
Tabela 10. Categorias gerais e emergentes obtidas por meio da Análise Textual Discursiva das proposições dos mapas conceitual inicial e final.....	116
Tabela 11. Resultados da validação <i>a priori</i> da SD, realizada por pares e professores especialistas.	133
Tabela 12. Resultados da validação <i>a posteriori</i> realizada pelos sujeitos da pesquisa.	135
Tabela 13. Média e desvio padrão da avaliação dos estudantes acerca da questão n.º 9 dos questionários inicial e final. Questão n.º 9: “Marque o quanto você considera as drogas inalantes prejudiciais à saúde”.....	144

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Uso na vida de drogas psicotrópicas, das cinco drogas mais consumidas e de crack, exceto álcool e tabaco, entre estudantes de ensino fundamental e médio da rede pública das 27 capitais brasileiras (n=50.890), comparando-se os anos de 2004 e 2010.....	32
Gráfico 2. Frequência absoluta da classificação das questões do roteiro da aula experimental 1 para avaliação da aprendizagem de polaridade molecular e solubilidade.	105
Gráfico 6. Frequência absoluta da classificação do roteiro da aula experimental 2 para avaliação da aprendizagem de interações intermoleculares e propriedades físicas dos compostos orgânicos.....	107
Gráfico 7. Frequência absoluta classificação do roteiro de estudo dirigido para avaliação da aprendizagem de interações intermoleculares.	110
Gráfico 8. Frequência absoluta da classificação estrutural dos mapas conceituais inicial e final (n = 34) em níveis topológicos. Mapa conceitual inicial (cor azul). Mapa conceitual final (cor vermelha).	112
Gráfico 9. Frequência absoluta da classificação estrutural dos mapas conceituais inicial e final (n = 34) em níveis topológicos agrupados em níveis 0, 1 e 2 e nos níveis 3, 4, 5 e 6.....	113
Gráfico 10. Análise semântica dos mapas conceituais relacionando o número de proposições classificadas em cada categoria geral.	118
Gráfico 11. Análise semântica dos mapas conceituais relacionando o número de proposições à cada categoria emergente. Mapa conceitual inicial (MCi, cor azul) e mapa conceitual final (MCf, cor vermelha).	119
Gráfico 12. Análise semântica da categoria geral “Química” apresentando o número de proposições classificadas em cada categoria emergente desta categoria geral. Mapa conceitual inicial (MCi, cor azul) e mapa conceitual final (MCf, cor vermelha).	120
Gráfico 13. Análise semântica da categoria geral “Biologia” apresentando o número de proposições classificadas na categoria emergente “fisiologia da inalação” que compõem esta categoria geral. Mapa conceitual inicial (MCi, cor azul) e mapa conceitual final (MCf, cor vermelha).	121
Gráfico 14. Análise semântica da categoria geral “Bioquímica” apresentando o número de proposições classificadas na categoria emergente desta categoria geral.	122
Gráfico 15. Análise semântica da categoria geral “Sociedade” apresentando o número de proposições classificadas nas categorias emergentes desta categoria geral.	123

Gráfico 16. Análise semântica da categorial geral “Saúde” apresentando o número de proposições classificadas nas categorias emergentes desta categoria geral.	125
Gráfico 17. Análise semântica da categoria emergente “Ambiente” apresentando o número de proposições classificadas na categoria emergente desta categoria geral.	125
Gráfico 18. Análise da categoria “Incoerentes”.....	126
Gráfico 19. Números absolutos das respostas dos estudantes (n=34) à questão n.º 6 dos questionários inicial e final. Questão n.º6: Você sabe o que são drogas inalantes?.....	143
Gráfico 20. A. Número absoluto de respostas (n = 34) dos estudantes à questão “Você já usou uma droga inalante?”. B. Número absoluto de respostas dos estudantes à questão “Você usaria uma droga inalante?”. Questionário inicial (Qi = cor azul). Questionário final (Qf – cor vermelha).	145
Gráfico 21. Números absolutos das respostas (n = 34) às questões 10 (A) e 11 (B) do questionário final. A. Questão 10: “Você já usou drogas inalantes?”. B. Questão 11: “Você usaria uma droga inalante?”.	146
Gráfico 22 Número absoluto de respostas em cada categoria emergente proveniente da análise textual discursiva da questão 16 dos questionários inicial e final. Questão 16: “Você acha importante o estudo da temática ‘drogas’ no Ensino de Química? Por quê?”.....	147
Gráfico 23. Número absoluto de respostas (n = 34) dos estudantes à questão 17 dos questionários inicial e final. Questão 17: “Você considera que o conhecimento científico sobre drogas influencia na tomada de decisões acerca de seu uso?”. Questionário inicial (Qi = cor azul). Questionário final (Qf = cor vermelha).	148

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comparação do uso de drogas psicotrópicas entre estudantes de Ensino Fundamental e Médio das escolas públicas entre os anos de 2004 e 2010.	24
Figura 2. Idade média de primeiro uso de drogas entre 50890 estudantes de ensino fundamental e médio das redes pública e privada das 27 capitais brasileiras.	25
Figura 3. Máquina moderna de lavagem a seco. Fabricada na Alemanha pela Bowe®/Permac, seu processo de limpeza utiliza o percloroetileno como solvente.	30
Figura 4. Quadro do pintor Robert Hinckley, de 1882, reproduzindo cena da operação com anestesia geral pelo éter, para retirada de tumor no pescoço, realizada em 16 de outubro de 1846.	31
Figura 5. Geometria dos orbitais híbridos sp^3 , sp^2 e sp para o átomo de carbono. As figuras não apresentam os orbitais p não hibridizados.	33
Figura 6. Mapa de potencial eletrostático para o hexano.	34
Figura 7. Representação da polaridade molecular do cloroetano. A. Fórmula em bastão do cloroetano. B. Representação do vetor momento dipolar da ligação entre carbono e cloro no cloroetano. C. Mapa de potencial eletrostático para o cloroetano, representando a parte da molécula com alta densidade eletrônica (δ^-) em vermelho.	35
Figura 8. Estrutura das moléculas de propanona e éter dietílico em mapa de potencial eletrostático. As regiões em vermelho indicam alta densidade eletrônica sobre o oxigênio (δ^-).	35
Figura 9. Representação das ligações de hidrogênio (traços em cor verde) nas moléculas de etanol (A) e ácido etanoico (B).	41
Figura 10. Mapa conceitual sobre as principais relações estabelecidas entre as forças intermoleculares e as propriedades físicas para os solventes orgânicos.	42
Figura 11. Representação das regiões hidrofóbicas e hidrofílicas da molécula de butanol.	43
Figura 12. Representação da barreira hematoencefálica (BHE). A. Em cor rosa, células endoteliais firmemente conectadas por junções oclusivas. Em azul, astrócitos, que juntamente com outras células compõem o tecido cerebral. B. As células endoteliais do cérebro, juntamente com os neurônios e outras células especializadas (por exemplo, astrócitos e microglia), formam uma rede interativa coletivamente conhecida como unidade neurovascular.	46

Figura 13. Representação das zonas do sistema nervoso central designadas por substância branca e substância cinzenta. Todos os órgãos do SNC (cérebro, cerebelo e tronco encefálico) apresentam substância cinzenta, que é composta pelos corpos celulares dos neurônios e substância branca, que é composta pelos axônios (ou fibras nervosas) dos neurônios (A) e tem essa coloração principalmente pela presença da bainha de mielina. B. A substância cinzenta situa-se mais externamente no encéfalo e a branca mais internamente. C. Corte em um cérebro humano apresentando em sua parte mais clara a massa branca cerebral.....	47
Figura 14. Representação didática para a diminuição da velocidade do impulso nervoso em neurônios desmielinizados.....	48
Figura 15. Transdução do sinal sináptico.	49
Figura 16. Alguns neurotransmissores e o efeito pós-sináptico que desencadeiam.	49
Figura 17. Fluxograma representativo das etapas desta pesquisa.	63
Figura 18. Mapa de localização da Grande Terra Vermelha em Vila Velha - ES.	64
Figura 19. Mapa conceitual apresentando o conhecimento químico envolvido na SD sobre solventes orgânicos inalantes.....	71
Figura 20. Representação da presença de diferentes áreas do conhecimento durante as aulas da sequência didática.....	72
Figura 21. Exemplo de análise estrutural do mapa conceitual final do aluno A30.	78
Figura 22. Aula diagnóstico.....	84
Figura 23. Aluna construindo mapa conceitual inicial durante aula diagnóstico da sequência didática.	86
Figura 24. A) Experimento sobre solubilidade. B) Experimento sobre cromatografia em papel.	87
Figura 25. Prática experimental sobre a química dos cheiros.	89
Figura 26. Pressão de vapor em função da temperatura para os solventes éter, acetona, álcool e água.....	90
Figura 27. A) Discussão dos resultados do levantamento realizado pelos alunos. B) Momento de análise da reportagem do "Fantástico" sobre o uso de inalantes na cidade de São Paulo-SP.	93
Figura 28. Aula interdisciplinar com a disciplina de Biologia sobre a ação dos inalantes no organismo humano.	95
Figura 29. Demonstração da afinidade entre substâncias de mesma polaridade, utilizando poliestireno e gasolina.	96
Figura 30. Grupo de alunos que apresentaram maquetes e cartazes na feira de ciências.....	98

Figura 31. Grupo de alunos que apresentaram maquetes, cartazes e experimentos na feira de ciências.	98
Figura 32. Grupo de alunos que construíram um mural na feira de ciências.	99
Figura 33. Grupo de alunos que apresentaram uma peça teatral na feira de ciências.	100
Figura 34. Validação <i>a posteriori</i> realizada em conjunto com os sujeitos da pesquisa.	101
Figura 35. Registro de encerramento das atividades da SD aplicada na turma da 3ªM01 da EEEM Mário Gurgel - 2018.	101
Figura 36. Classificação em nível 1 da resposta à questão 5 do roteiro de estudo dirigido. ..	109
Figura 37. Classificação em nível 2 da resposta à questão 5 do roteiro de estudo dirigido. ..	109
Figura 38. Classificação em nível 3 da resposta à questão 5 do roteiro de estudo dirigido. ..	110
Figura 39. Nuvem de palavras com os adjetivos utilizados pelos estudantes para avaliar as aulas experimentais.	140

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	224
2 OBJETIVOS	28
2.1 OBJETIVO GERAL	28
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
3 REVISÃO DE LITERATURA	29
3.1 A QUÍMICA DOS SOLVENTES ORGÂNICOS	29
3.1.1 Histórico	29
3.1.2 Interações intermoleculares e propriedades físicas dos solventes orgânicos	33
3.1.3 Solventes orgânicos são drogas?	44
3.1.4 Ação dos solventes orgânicos inalantes no organismo humano	45
3.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	52
3.2.1 Aprendizagem significativa crítica	58
3.3 ABORDAGEM SEGUNDO O MOVIMENTO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE (CTSA)	52
4 METODOLOGIA DA PESQUISA	62
4.1 CARACTERIZAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DA ESCOLA E DO PÚBLICO ALVO. ..	63
4.1.1 A escola	63
4.1.2 Sujeitos	64
4.2 ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD).	65
4.3 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	68
4.4 COLETA DE DADOS	69
4.5 REELABORAÇÃO E PRODUTO EDUCACIONAL	70
4.6. TRATAMENTO DE DADOS	70
4.6.1 Avaliação da aprendizagem de conceitos químicos	70
4.6.2 Avaliação da aprendizagem significativa crítica utilizando como recurso mapas conceituais	74
4.6.2 Análise Semântica	80
4.6.3 Análise da sequência didática	81
5 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES	84
5.1 AULA DIAGNÓSTICO	84
5.2 POLARIDADE MOLECULAR E SOLUBILIDADE	86
5.3 ANÁLISE GRÁFICA DA RELAÇÃO PRESSÃO DE VAPOR EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA	88

5.4 SOLVENTES ORGÂNICOS.....	90
5.5 SOLVENTES ORGÂNICOS: MOCINHOS OU VILÕES?.....	91
5.6 VAMOS ANALISAR OS RESULTADOS?.....	92
5.7 O CAMINHO DAS DROGAS NO CORPO HUMANO	94
5.8 EFEITOS DOS INALANTES SOBRE O CORPO HUMANO: DO NÍVEL MACROSCÓPICO AO NÍVEL CELULAR.	94
5.9 VAMOS REVISAR?.....	96
5.10 REGISTRANDO O CONHECIMENTO.....	97
5.11 PROJETO DE CONSCIENTIZAÇÃO EM PRÁTICA	97
5.12 AVALIAÇÃO	100
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	102
6.1 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS QUÍMICOS	102
6.1.1 Avaliação do conhecimento prévio.....	102
6.1.2 Avaliação da aprendizagem de conceitos químicos	105
6.2 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA UTILIZANDO COMO RECURSO MAPAS CONCEITUAIS	112
6.2.1 Análise estrutural dos mapas conceituais	112
6.2.2 Análise semântica dos mapas conceituais.....	115
6.3 ANÁLISE DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	128
6.3.1 Análise pedagógica da sequência didática com enfoque CTSA	128
6.3.2 Validação <i>a priori</i>	132
6.3.3 Validação <i>a posteriori</i>	135
6.3.4 Percepção sobre drogas	142
7 PRODUTO EDUCACIONAL	150
8 CONCLUSÃO.....	151
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	153
APÊNDICE A - Carta de Anuência para Desenvolvimento de Pesquisa na Instituição Escolar Estadual de Ensino Médio Mário Gurgel.	162
APÊNDICE B. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para maiores de 18 anos ou emancipados.	163
APÊNDICE C. Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE).....	166
APÊNDICE D. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para responsáveis legais.....	169
APÊNDICE E. Instrumento de validação <i>a priori</i> da sequência didática.....	172
APÊNDICE F. Instrumento de validação <i>a posteriori</i> da sequência didática elaborada.	178

APÊNDICE G. Questionário inicial e final.	179
APÊNDICE H. Roteiro de aula experimental da aula 1 da sequência didática.	180
APÊNDICE I. Roteiro de aula experimental realizada na aula 2 da sequência didática.	185
APÊNDICE J. Roteiro de estudo dirigido entregue na aula 3.	187
APÊNDICE K. Modelo de termo de consentimento da participação da pessoa como voluntário(a).	188
APÊNDICE L. Modelo do termo de autorização de uso de imagem e som.	189
ANEXO A – Parecer consubstanciado do Conselho de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Espírito Santo.	190

APRESENTAÇÃO

Em toda minha vida escolar, desde a pré-escola, estudei em instituições públicas. Nelas, vivenciei de perto realidades diferentes da minha, que mesmo de origem humilde ainda possuía mais que meus amigos e amigas: o amor da minha família, um lar para morar e o privilégio de não precisar trabalhar e poder apenas estudar.

Tive grandes amigos moradores dos bairros mais violentos da minha cidade natal, Cachoeiro. Esses compartilhavam comigo muitas situações relacionadas ao tráfico e uso de drogas. São incontáveis os casos que me colocaram em contato com essa realidade desde pequena. O sentimento de impotência diante de algumas situações foi meu companheiro por muito tempo.

Três pessoas e suas histórias me marcaram e são minhas motivações para este trabalho:

- Minha amiga de ensino médio, Gizelda, mãe aos 14 anos, após estupro por um usuário de drogas, em seu bairro;
- Minha sobrinha Gabriella, que perdeu o noivo aos 21 anos, um mês antes do casamento, seu primeiro e único namorado desde os 12 anos de idade. Jaderson se tornou usuário de cocaína após passar por graves problemas pessoais. As alucinações o levaram a se jogar do 4º andar de um prédio e, por isso, teve morte cerebral.
- Rafael, amigo da minha família, ex-agente penitenciário, excelente pessoa e infelizmente viciado em cocaína. Atirou em sua esposa grávida de 6 meses devido as alucinações do consumo, ao “ver” um bandido se aproximar de seu carro. O bebê faleceu.

Atualmente, moro na periferia de Vila Velha, em uma das regiões mais violentas da cidade, a Grande Terra Vermelha. Escolhi (pelo concurso) a única escola da região para atuar, devido à proximidade da minha casa. Meus alunos são meus vizinhos, amigos de praça, atendentes no comércio, prestadores de serviço na região. Fazem parte totalmente da minha vida e anseio pelo bem deles. Infelizmente para muitos o uso e o tráfico de drogas é uma possibilidade em suas vidas. Como professora de Química de tantos jovens (em média metade dos alunos que a escola possui - aproximadamente 1000 por ano), tenho convicção que posso contribuir para a mudança dessa realidade. A maioria dos professores não discute esse tema em escolas de periferia por medo e despreparo. Enquanto isso, muitos jovens entram nesse caminho difícil, sem receber da escola orientação adequada.

Cursar o Mestrado Profissional em Ensino de Química me oportunizou o desenvolvimento de uma intervenção que resultasse em ressignificação sobre o tema drogas com meus alunos. Espero que a metodologia proposta neste trabalho possa ser utilizada por outros professores ou, no mínimo, que este tema seja inspiração para os demais alunos que venham a cursar o ProfQui de forma a continuarmos refletindo sobre o nosso papel no Ensino de Química para a prevenção ao uso de drogas.

Esta pesquisa foi a primeira apresentada ao Programa de Mestrado em Química em Rede Nacional – ProfQui do Instituto Federal do Espírito Santo como pré-requisito para obtenção do título de mestre em Química. É uma honra contribuir para o Ensino de Química com o desenvolvimento de estratégias para abordagem desse tema tão importante para a sociedade, principalmente para os jovens da periferia.

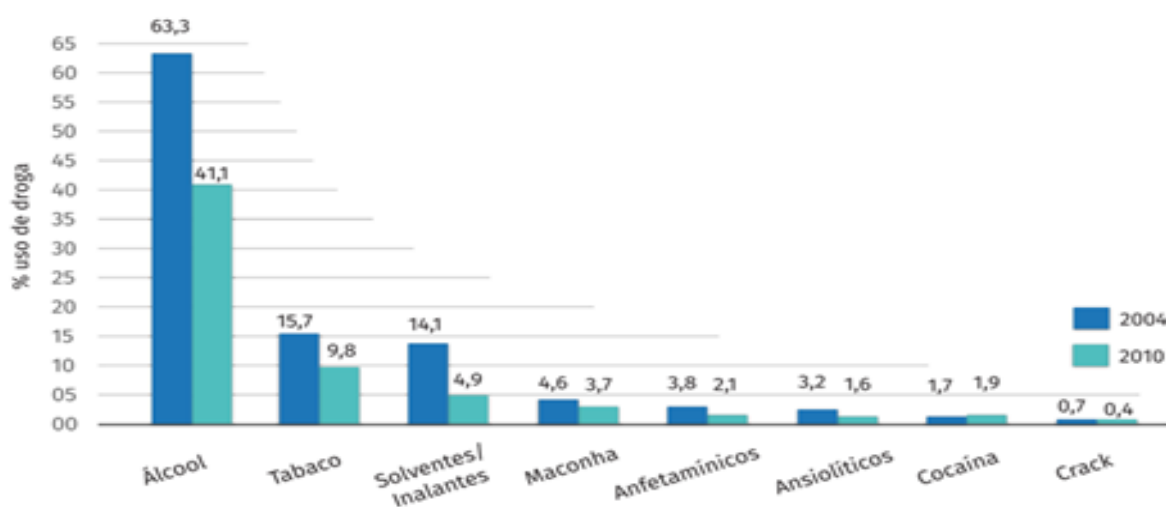
1 INTRODUÇÃO

A adolescência é um período do desenvolvimento no qual tendem a ocorrer os primeiros episódios de uso de bebidas alcoólicas ou outras drogas, o que torna esse período alvo da maioria dos estudos e programas de prevenção (NIDA, 2003; SLOBODA, 2005).

Levantamentos epidemiológicos são realizados periodicamente entre estudantes, para acompanhar a magnitude do uso de drogas e dos riscos associados. As informações geradas têm sido muito importantes para orientar intervenções preventivas e subsidiar políticas públicas (JOHNSTON et al., 2010).

No Brasil, o acompanhamento temporal sobre drogas vêm sendo realizado pelo Centro Brasileiro de Informações sobre Drogas Psicotrópicas (CEBRID) desde a década de 80. O último levantamento realizado em 2010 indicou que as substâncias alcoólicas e o tabaco (cigarro) têm sido as drogas mais consumidas pelos estudantes de escolas públicas. Após essas substâncias, os solventes inalantes são as drogas psicotrópicas mais usadas conforme apresenta a figura 1 (CARLINI et al., 2010).

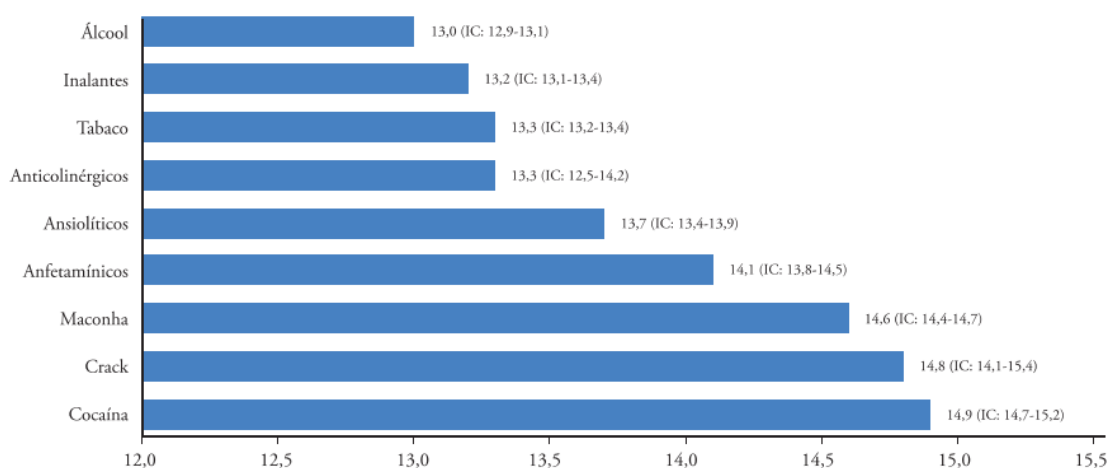
Figura 1. Comparação do uso de drogas psicotrópicas entre estudantes de Ensino Fundamental e Médio das escolas públicas entre os anos de 2004 e 2010.



Fonte: CARLINI et al., 2010.

Inalantes são “quaisquer substâncias, gasosas, líquidas, aerossóis ou até sólidas, administradas como gases ou vapores, gerando um efeito intoxicante” (BALSTER et al., 2009, p. 878). O abuso de solventes inalantes inicia-se na adolescência (figura 2) e está relacionado à facilidade em encontrá-los nos produtos químicos domésticos, como colas, solventes de tintas e propelentes (SOUZA, PANIZZA E MAGALHÃES, 2016).

Figura 2. Idade média de primeiro uso de drogas entre 50890 estudantes de ensino fundamental e médio das redes pública e privada das 27 capitais brasileiras.



Fonte: Carlini et al., 2010.

O Brasil é o país com maior índice de abuso dessas substâncias na América do Sul e possui um dos maiores do mundo (CARLINI et al, 2010). Sabe-se que os inalantes são drogas com alta taxa de consumo quando considerada qualquer fase da vida, para a qual a idade média de primeiro uso é de 13 anos, e que seu usuário geralmente é do sexo masculino, adolescente ou adulto jovem e está em estado de vulnerabilidade social (SOUZA, PANIZZA E MAGALHÃES, 2016).

Estas substâncias são rapidamente absorvidas pelo pulmão por serem voláteis e lipofílicas. Possuem toxicidade em diversos órgãos e sistemas e geram dependência e crise de abstinência (SOUZA, PANIZZA E MAGALHÃES, 2016).

Considerando que o uso de drogas não é apenas uma questão de segurança pública ou da área da saúde, mas também da educação, a escola deve contribuir sobremaneira com seus atores e com a comunidade onde ela está inserida, no que concerne a construção de saberes que

possam garantir a compreensão dos prejuízos causados pelo consumo de drogas na saúde dos cidadãos e da sociedade (MOREIRA, TRAJANO, 2016).

Segundo a Organização Pan-americana de Saúde (OPAS, 2011), a escola é o local mais adequado para o desenvolvimento de ações preventivas visto que possui acesso diário de crianças e adolescentes, acompanha-os durante, pelo menos, um período do dia e alguns anos de sua vida, possui contato com o padrão familiar dos educandos e é um lugar de ocorrência de múltiplos acontecimentos de vida, com a complexidade do que envolve o processo de ensino-aprendizagem.

Nesse contexto, o Ensino de Química pode contribuir para a promoção da informação científica e da conscientização sobre o uso de drogas, dado todo conhecimento científico envolvido nesta temática e passível de ser abordada no ensino médio. No caso do estado do Espírito Santo, onde há as Diretrizes Curriculares Estaduais para orientação dos planos de ensino e de aula da rede pública, não há orientações, propostas, planejamentos ou materiais didáticos disponíveis para abordagem deste tema no Ensino de Química. Esse documento apenas sugere a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-ambiente (CTSA) nas atividades de ciências da natureza, ficando a responsabilidade da educação científica com este enfoque para a escolha filosófica do educador em suas práticas.

Esta abordagem de ensino das ciências assume a prioridade da aprendizagem de temas relevantes, não só para o aluno, mas também para a sociedade, bem como a aprendizagem dos conceitos científicos a partir de exemplos do dia-a-dia, tornando a ciência, não só mais motivante, mas também mais útil, e o ensino mais contextualizado e atual. Assume, ainda, a valorização das interações CTSA e os aspectos epistemológicos e sociológicos da construção da ciência, encarando-a de forma menos dogmática e menos neutra do que tradicionalmente se faz (FERNANDES E PIRES, 2019).

Para alcançar este propósito é necessário ajustar os currículos de ciências para que a formação científica possa ser aplicada em contextos reais e atuais da vida pessoal e social dos alunos contribuindo, desta forma, para a sua efetiva alfabetização científica (FERNANDES, 2016; MAFRA, FERNANDES, MANZKE E PIRES, 2016).

De acordo com a base de dados da plataforma CAPES, buscando os descritores “drogas” em título e “ensino de Química” em quaisquer partes, nos últimos dez anos, somente são encontrados dois trabalhos apresentando propostas para abordagem do tema drogas nas aulas de Química. Andrade e Simões (2017) propõem a utilização da metodologia da problematização e Silva et al. (2010) a utilização de peça teatral. Dada às poucas pesquisas realizadas na área de Ensino de Química sobre metodologias para se abordar a temática, refletindo sobre os impactos do uso de inalantes para o indivíduo e a sociedade assim como o papel do professor de Química neste cenário, propomos neste trabalho a elaboração de um material de ensino sobre inalantes utilizando a abordagem CTSA com vistas à uma formação crítica que possibilite aos estudantes tomar decisões informadas e responsáveis, reconhecendo e apreciando o papel da ciência e da tecnologia no seu dia-a-dia (FERNANDES e PIRES, 2019).

Articulado aos pressupostos filosóficos da abordagem CTSA visou-se à promoção da aprendizagem significativa dos conhecimentos envolvidos na temática abordada pela sequência didática. Para tal, consideraram-se os pressupostos da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003) na perspectiva crítica de Moreira (2011) para a elaboração das atividades e organização sequencial dos conteúdos trabalhados.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a sequência didática com a temática “solventes orgânicos inalantes”, em abordagem CTSA, para o desenvolvimento de percepções de estudantes sobre drogas inalantes.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Promover a aprendizagem de conceitos químicos sobre interações intermoleculares e propriedades físicas dos compostos orgânicos, por meio de atividades experimentais.
- b) Avaliar a aprendizagem significativa crítica de conhecimentos sociocientíficos utilizando como recurso mapas conceituais.
- c) Analisar a sequência didática com enfoque CTSA como instrumento para o desenvolvimento da percepção dos estudantes sobre drogas inalantes.
- d) Elaborar um guia didático para professores do Ensino Médio contendo a sequência didática sobre “solventes orgânicos inalantes” com abordagem CTSA, como estratégia para abordagem do tema drogas no Ensino de Química.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A QUÍMICA DOS SOLVENTES ORGÂNICOS

3.1.1 Histórico

Um solvente pode ser definido, de forma geral, como qualquer líquido que sirva como transportador para outra substância, como um meio para conduzir uma reação química, ou como um meio de extração ou separação de outras substâncias. O solvente mais comum é a água, sendo os próximos em importância pertencentes ao grupo de líquidos orgânicos e suas misturas (LIDE, 2000).

Atualmente, os solventes orgânicos são substâncias onipresentes na indústria moderna e da vida cotidiana. Servem como portadores para tintas, reagentes, medicamentos, agentes de limpeza e uma série de outros ingredientes ativos além de serem utilizados para separações de todos os tipos. Em termos de volume de produção ou valor econômico, os solventes orgânicos formam uma das principais categorias de produtos da indústria química (LIDE, 2000).

Desde a metade do século XIX, com o advento da indústria química e petroquímica, os solventes orgânicos vêm sendo empregados nos mais diversos setores da sociedade, em especial em aplicações relacionadas à sua solubilidade, como:

- a) Lavagem a seco.

Lavar a seco significa lavar por meio de fluido ou solvente não aquoso. O processo recebe o nome “seco” por não utilizar água, porém o que está sendo lavado é molhado, usando um solvente orgânico que poderá ser evaporado ao final do processo. Também há lavagem a seco de carros, de estofados em geral, de embalagens reutilizáveis ou não e, até mesmo, de cabelos, na forma de spray ou em pó, sem água em sua formulação, para se absorver o excesso de oleosidade destes (BORGES e MACHADO, 2013).

As máquinas desenvolvidas para lavagem a seco (figura 3) são adaptadas ao tipo de solvente utilizado. Historicamente, segundo Borges e Machado (2013) vêm sendo utilizados nesse tipo de lavagem:

-1850: canfeno, proveniente de óleos essenciais;

- 1870: benzeno, gasolina, derivados do petróleo;
- 1925: solvente Stoddard (mistura de alcanos e hidrocarbonetos aromáticos), derivados do petróleo;
- 1930: hidrocarbonetos clorados (tetracloroeto de carbono, tricloroetileno), sintéticos;
- 1952 até dias atuais: tetracloroeteno (percloroetileno - PERC), sintético.

Figura 3. Máquina moderna de lavagem a seco. Fabricada na Alemanha pela Bowe®/Permac, seu processo de limpeza utiliza o percloroetileno como solvente.



Fonte: Borges e Machado, 2013.

b) Solventes, diluentes e removedores de tintas.

As tintas são constituídas basicamente por resina, solvente, pigmento e aditivo. Os pigmentos ficam em suspensão na resina (tinta líquida) e são aglomerados após sua secagem, formando uma camada uniforme sobre o substrato. Os solventes são compostos líquidos totalmente voláteis, de baixo ponto de ebulição, com a função de solubilizar a resina, conferindo viscosidade à tinta. Após aplicação, ocorre a evaporação do solvente, endurecimento (por oxidação ou polimerização) da resina e aglutinação dos pigmentos e aditivos (REIS, 2018).

Já os diluentes são componentes que não solubilizam a resina, mas contribuem para aumentar a viscosidade da tinta e removedores (thinners) são as misturas de solventes utilizadas para diluir tintas e realizar limpeza de peças, máquinas e equipamentos para pintura (REIS, 2018).

Segundo Calderan (2007), os principais solventes orgânicos utilizados em tintas e removedores são:

- Hidrocarbonetos alifáticos, aromáticos e cicloparafinas (Ex: benzeno, n-hexano, ciclohexano);

- Oxigenados (etanol, propanona, acetato de etila, furano);
- Haletos orgânicos (diclorometano).

c) Anestésicos

Os solventes orgânicos também representam um marco na história da medicina por terem sido utilizados como anestésicos gerais em intervenções cirúrgicas (REZENDE, 2009). A primeira cirurgia com anestesia geral (figura 4) foi realizada em 1846, onde o paciente foi anestesiado por meio da inalação de vapores de éter etílico. Nos anos seguintes, outros solventes foram empregados com os mesmos fins: clorofórmio, em 1847; ciclopropano, em 1930 e halotano, em 1956.

Figura 4. Quadro do pintor Robert Hinckley, de 1882, reproduzindo cena da operação com anestesia geral pelo éter, para retirada de tumor no pescoço, realizada em 16 de outubro de 1846.



Fonte: REZENDE, 2009.

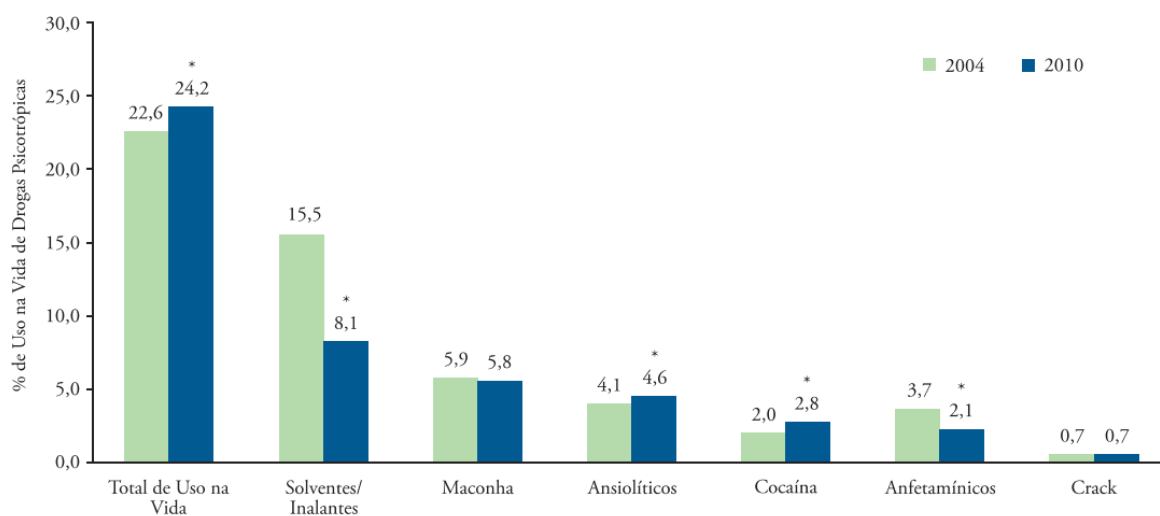
Embora as aplicações resultantes do avanço do conhecimento e da indústria química sejam essenciais para a sociedade moderna, também geram impactos negativos (ALMEIDA e PINTO, 2011). A utilização de solventes orgânicos na indústria gerou como problema a auto exposição a altas concentrações gerando padrões de compulsão, reconhecida em vários países desde o início dos anos 60. Nos Estados Unidos, o abuso de solventes teve início na nessa época, e na Inglaterra no ano de 1970 foi registrada uma morte relacionada ao abuso dessas substâncias, tomando proporções alarmantes em 1988, com 134 mortes no ano (FORSTER, TANNHAUSER e TANNHAUSER, 1994).

No Brasil, os primeiros registros do uso de solventes inalantes datam do início do século XX. O “lança-perfume” apareceu no carnaval em 1904, no Rio de Janeiro, sendo rapidamente incorporada aos festejos carnavalescos de todo o Brasil, principalmente nas batalhas de confete, corsos e, mais tarde, nos bailes. O produto tornou-se símbolo do Carnaval. Somente em 1961, por um decreto do então Presidente Jânio Quadros, o lança-perfume foi proibido no Brasil, após alguns casos de morte de usuários por embriaguez em acidentes fatais (JAPIASSU, 1978).

Mesmo com a proibição do lança perfume, o uso de inalantes continuou. O primeiro Levantamento Nacional sobre o Consumo de Drogas Psicotrópicas entre Estudantes de Primeiro e Segundo Graus da Rede Pública, realizado em 1987 pelo Centro Brasileiro de Informações sobre Drogas Psicotrópicas (CEBRID), mostrou que entre "meninos de rua" o grupo dos solventes era o de maior consumo, após o álcool e o tabaco.

Outros levantamentos sobre drogas foram realizados no Brasil pelo CEBRID posteriormente em 1989, 1993, 1997, 2004 e 2010. Em todos os levantamentos realizados, os solventes inalantes se apresentam como as drogas mais consumidas (no ano) por estudantes de escola públicas, ficando atrás apenas do álcool e tabaco (gráfico 1).

Gráfico 1. Uso na vida de drogas psicotrópicas, das cinco drogas mais consumidas e de crack, exceto álcool e tabaco, entre estudantes de ensino fundamental e médio da rede pública das 27 capitais brasileiras (n=50.890), comparando-se os anos de 2004 e 2010.



Fonte: Carlini, et al., 2010.

Neste trabalho utilizamos os principais solventes orgânicos presentes em colas, tintas, removedores e também os citados na bibliografia para a composição química de drogas como

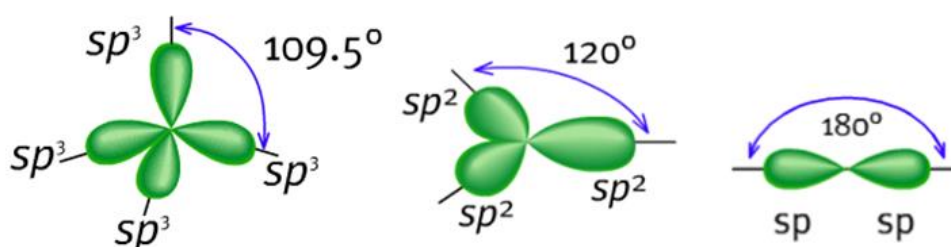
loló e lança perfume, como exemplos para o ensino das propriedades físicas dos compostos orgânicos. Discutiremos estas propriedades e a interação desses compostos com o organismo humano nas próximas seções.

3.1.2 Interações intermoleculares e propriedades físicas dos solventes orgânicos

3.1.2.1 Polaridade e geometria molecular

Os compostos orgânicos possuem estruturas tridimensionais dependentes da hibridização de seus átomos de carbono. O modelo de hibridização dos orbitais atômicos é abordagem matemática que envolve a combinação das funções de onda individuais dos orbitais s e p para obter funções de onda para novos orbitais (híbridos), gerando para o átomo de carbono três hibridizações possíveis: sp^3 (geometria tetraédrica), sp^2 (geometria trigonal planar) e sp (geometria linear) conforme ilustra a figura 5 (SOLOMONS e FRYHLE, 2013).

Figura 5. Geometria dos orbitais híbridos sp^3 , sp^2 e sp para o átomo de carbono. As figuras não apresentam os orbitais p não hibridizados.



Fonte: Adaptado de Peschel, 2011.

O carbono apresenta uma propriedade excepcional de ligar-se a outros átomos de carbono, através de ligações fortes (covalentes simples, dupla ou tripla), formando cadeias ou anéis de átomos de carbono, originando uma grande variedade de compostos. O carbono forma também ligações fortes com outros elementos químicos, especialmente com H, O, N e halogênios, estes três últimos fortemente eletronegativos causando a polarização da ligação. Assim, as moléculas orgânicas apresentam tanto ligações covalentes apolares como ligações covalentes polares, que resultam do compartilhamento desigual de elétrons, devido à diferença de eletronegatividade entre os átomos ligantes (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013).

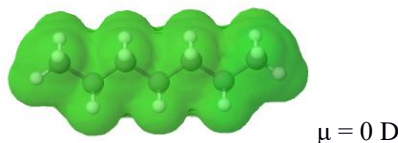
O sentido da deslocalização dos elétrons compartilhados em uma ligação química covalente é comumente representado pelo vetor momento dipolar, representado por uma seta partindo do átomo menos eletronegativo para o mais eletronegativo da ligação. O sinal δ^- é utilizado para representar a carga parcial do átomo ligante e indica maior densidade eletrônica em seu entorno se comparado ao outro átomo da ligação, onde a carga parcial δ^+ indica a região com menor densidade eletrônica. Dependendo da soma vetorial dos momentos de dipolo das ligações individuais, uma determinada molécula poderá ser polar ou apolar. Para determinadas geometrias, o momento de dipolo resultante (μ) será nulo e a molécula será apolar (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013).

O momento de dipolo é calculado pelo produto do módulo da carga elétrica parcial (δ) pela distância entre os dois extremos de um dipolo. É medido na unidade debye (D), que equivale a $3,33 \cdot 10^{-30}$ coulomb.metro (FELTRE, 2004).

$$\mu = \delta \cdot d$$

As ligações entre carbono ($EN^1 = 2,55$) e hidrogênio ($EN = 2,20$) são relativamente apolares, uma vez que carbono e hidrogênio apresentam valores muito próximos para eletronegatividade, conferindo aos hidrocarbonetos baixa polaridade sendo caracterizados como apolares (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013). Um exemplo de solvente apolar é o hexano, cujo mapa de potencial eletrostático é apresentado na figura 6, indicando pela cor verde a homogênea distribuição dos elétrons na molécula (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013).

Figura 6. Mapa de potencial eletrostático para o hexano.



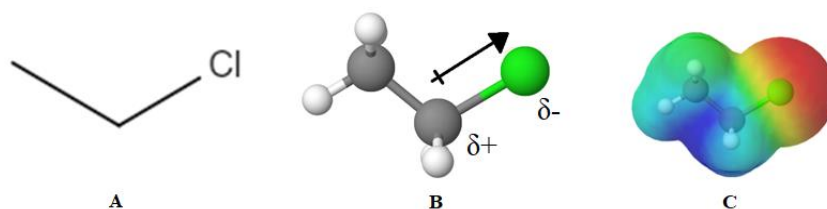
Fonte: A autora, 2019. Estruturas moleculares elaboradas por meio da ferramenta MolView, disponível em: <http://molview.org/>. Acesso em: 01/08/2019.

Nos haletos orgânicos, como o solvente cloreto de etila (nome sistemático, cloroetano), a ligação entre carbono ($EN = 2,55$) e cloro ($EN = 3,16$) é polar e a molécula é assimétrica, resultando em uma molécula polar, com momento dipolo igual a 2.05 D (LIDE, 2000). As

¹ EN = Eletronegatividade de Pauling.

figuras 7-A e B representam a polaridade do cloreto de etila apresentando sua fórmula em bastão e a representação do vetor momento dipolar da ligação C-Cl. Em C é apresentado o mapa de potencial eletrostático representando com cores quentes (próximas ao vermelho) regiões com alta densidade eletrônica e com cores frias (próximas ao azul) regiões de baixa densidade eletrônica.

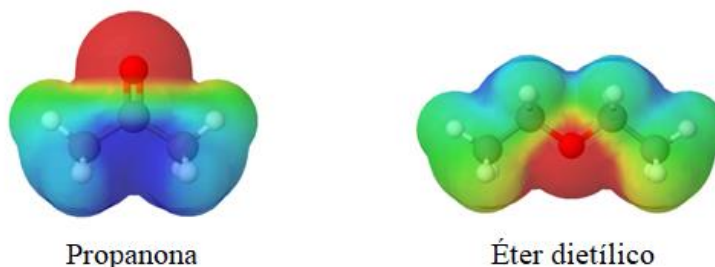
Figura 7. Representação da polaridade molecular do cloreto de etila. A. Fórmula em bastão do cloreto de etila. B. Representação do vetor momento dipolar da ligação entre carbono e cloro no cloreto de etila. C. Mapa de potencial eletrostático para o cloreto de etila, representando a parte da molécula com alta densidade eletrônica (δ^-) em vermelho.



Fonte: A autora, 2019. Estruturas moleculares elaboradas por meio da ferramenta MolView, disponível em: <http://molview.org/>. Acesso em: 01/08/2019.

Outro tipo de ligação presente em algumas das funções mais importantes da química orgânica é a ligação entre carbono (EN = 2,55) e oxigênio (EN = 3,44) onde o átomo de carbono exibe uma carga parcial positiva (δ^+) e o átomo de oxigênio uma carga parcial negativa (δ^-) (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013). A deslocalização dos elétrons em direção ao oxigênio confere a essas moléculas diferentes graus de polaridade, como demonstram as estruturas da propanona (acetona) e éter dietílico na figura 8.

Figura 8. Estrutura das moléculas de propanona e éter dietílico em mapa de potencial eletrostático. As regiões em vermelho indicam alta densidade eletrônica sobre o oxigênio (δ^-).



Fonte: A autora, 2019. Estruturas moleculares elaboradas por meio da ferramenta MolView, disponível em: <http://molview.org/>. Acesso em: 01/08/2019.

Para a propanona, $\mu = 2,88$ D e para o éter dietílico, $\mu = 1,15$ D. A propanona apresenta maior valor para o momento dipolo devido à maior polaridade da carbonila (ligação C = O)

comparada à ligação C – O – C do éter, além do menor comprimento da ligação dupla em relação à simples, fatores esses que interferem nos valores de μ .

Interações intermoleculares e propriedades físicas

As interações intermoleculares são o tipo de atração existente entre moléculas, sem a ocorrência de quebra ou formação de ligações químicas. Estas interações surgem devido às forças intermoleculares chamadas coletivamente de *forças de van der Waals*, essencialmente de natureza elétrica, e fazem com que uma molécula influencie o comportamento da outra (ROCHA, 2001, SOLOMONS E FRYHLE, 2013). A tabela 1 apresenta os principais tipos de interações intermoleculares, as espécies que interagem e a energia média envolvida.

Tabela 1. Principais interações intermoleculares, espécies que interagem em cada tipo de interação e energia envolvida.

Tipo de interação	Espécies que interagem	Energia típica (kJ.mol ⁻¹)
Íon – dipolo	Íons e moléculas polares	15
Dipolo – dipolo	Moléculas polares	0,3 a 2
Ligação de hidrogênio	Moléculas que contenham F, O ou N.	20
Dipolo – dipolo induzido	Moléculas polares com moléculas apolares	2
Dipolo induzido – dipolo induzido (Forças de London)	Todos os tipos de moléculas	2

Fonte: Adaptado de Atkins e Jones, 2006.

Quanto maior a polaridade molecular (μ) mais intensas serão as forças atrativas em uma interação intermolecular e conseqüentemente maior será a energia desta interação (ATKINS e JONES, 2006). Para análise dos compostos orgânicos, focalizaremos nas interações abaixo, que possuem a seguinte ordem crescente de energia:

Forças de London < Dipolo-Dipolo < Ligações de hidrogênio
 Entre apolares Entre polares Entre polares que possam
 estabelecer ligações
 de hidrogênio

Estas relações estão totalmente associadas às propriedades físicas (temperatura de fusão e ebulição, densidade, solubilidade, volatilidade) e ao estado físico (sólido, líquido, gasoso) dos compostos orgânicos, dependentes não só das interações intermoleculares como também da massa molar do composto (FELTRE, 2004).

Discutiremos as relações acima estabelecidas a partir da análise dos principais solventes orgânicos encontrados em produtos comercializados e drogas inalantes (loló e lança perfume), apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Principais solventes orgânicos presentes em diversos produtos passíveis de inalação.

Produto	Solventes orgânicos
Aerossóis e propelentes	Hidrocarbonetos halogenados, propano, isobutano.
Produtos de limpeza	Hidrocarbonetos alifáticos e halogenados.
Fluido de isqueiro	Hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos.
Removedor de esmalte	propanona, acetatos alifáticos, benzeno, álcool etílico.
Corretivos líquidos	Tricloroetano, tricloroetileno.
Canetas marcadoras	Tolueno, xileno.
Tintas, tiner e fixadores	Tolueno, benzeno, etanol, acetatos alifáticos, diclorometano.
Anestésicos	éter etílico, halotano, clorofórmio, , tricloroetileno.
Solventes diversos	Metiletilcetona, tetracloreto de carbono, clorofórmio, éter etílico, n-hexano, metilisobutilcetona.
Colas e adesivos	Tolueno, acetona, benzeno, acetatos alifáticos, n-hexano, ciclohexano, halocarbonetos, xileno, álcool butílico, metiletilcetona, metiletilisobutilcetona, clorofórmio, etanol, triortocresilfosfato, hidrocarbonetos.
Loló	etanol, clorofórmio, éter etílico, diclorometano, propanona.
Lança perfume	Éter etílico, clorofórmio e cloreto de etila.

Fonte: Adaptado de Souza, Panizza e Magalhães, 2016 e Neto e Santos, 2014.

De modo geral, os grupos de compostos mais utilizados como solventes nos produtos citados são os hidrocarbonetos (alifáticos, aromáticos e halogenados), éteres e cetonas.

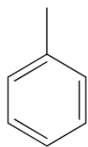
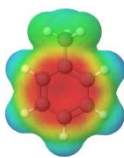
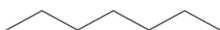
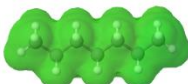
Os hidrocarbonetos são constituídos unicamente por ligações C-H (fracamente polares) cujos momentos de dipolo resultantes são iguais a zero (apolares) para hidrocarbonetos contendo apenas ligações simples (saturados) ou próximos de zero para hidrocarbonetos insaturados, cujas moléculas possuem ligações duplas ou triplas, como alcenos ($C=C$) e alcinos ($C\equiv C$), formando compostos apolares ou levemente polares. Isto ocorre devido à alta densidade eletrônica em torno das ligações múltiplas gerando uma pequena polaridade (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013).

O tipo de força existente entre as moléculas de hidrocarbonetos são as forças de dispersão ou forças de London, que ocorrem entre moléculas apolares. A distribuição média de carga em uma molécula apolar em um determinado espaço de tempo é uniforme, entretanto em um dado instante, uma vez que os elétrons se movem, podem estar ligeiramente concentrados em uma parte da molécula resultando num dipolo temporário. Esse dipolo pode induzir dipolos

opostos (atrativos) nas moléculas vizinhas. Esses dipolos mudam constantemente, mas o resultado líquido de sua existência é a produção de forças atrativas entre moléculas apolares (SOLOMONS E FRYHLE, 2013). Quanto maior o número de elétrons na molécula, maior a energia das ligações.

Na tabela 3 estão apresentadas as propriedades físicas para os solventes tolueno (sete carbonos) e hexano (seis carbonos), pertencentes ao grupo dos hidrocarbonetos e com massas molares (MM) próximas.

Tabela 3. Estrutura e propriedades físicas² para os hidrocarbonetos tolueno e hexano.

Hidrocarboneto	Propriedades físicas					
	Te (°C)	d (g/mL) (20°C)	Pv (kPa) (25°C)	MM (g/mol)	μ (D)	Sol ³ .
Tolueno Nome sistemático: metilbenzeno  	110,6	0,87	3,79	92,14	0,38	Insolúvel em água
Hexano Nome sistemático: Hexano  	68,7	0,65	20,2	86,18	0	Insolúvel em água

Fonte: A autora, 2019. Estruturas moleculares elaboradas por meio da ferramenta MolView, disponível em: <http://molview.org/>. Acesso em: 01/08/2019.

É possível observar que a aromaticidade do tolueno torna a molécula levemente polar ($\mu = 0,38$) devido à alta densidade eletrônica em torno do anel aromático, enquanto o hexano apresenta momento dipolo igual a zero, conferindo a característica apolar à molécula. Como as forças intermoleculares são mais fracas para o hexano devido à sua característica apolar, sua pressão de vapor (Pv) é maior, ou seja, forma vapores em maior quantidade à uma mesma temperatura. Isto influencia na temperatura de ebulição (Te) destes líquidos, uma vez que esta é a temperatura em que a pressão de vapor do líquido se iguala à pressão atmosférica acima dele. Como para o hexano é mais fácil formar vapores, sua Te é menor comparada ao tolueno. A densidade também pode ser explicada pela polaridade e tipo de interação existente nos hidrocarbonetos analisados. Como o tolueno apresenta maior polaridade e forças de London

² Dados retirados do livro *Handbooks of Solvents Organics*, LIDE (2000).

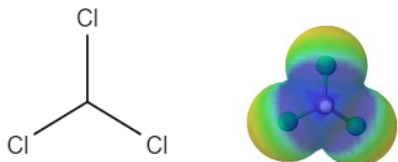
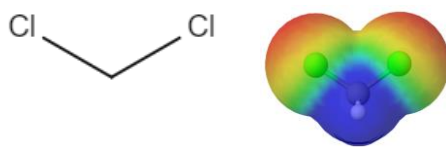
³ Solubilidade.

mais intensas comparado ao hexano, suas moléculas podem estar mais próximas ocupando menor volume, além de terem massa um pouco maior, conferindo maior densidade a esse composto (SOLOMONS E FRYHLE, 2013).

Quanto à solubilidade em água (substância polar cujas interações são fortes do tipo ligações de hidrogênio) ambos são insolúveis. O processo de solubilização de uma substância resulta da interação entre a espécie que se deseja solubilizar (soluto) e a substância que a dissolve (solvente), e pode ser definida como a quantidade de soluto que dissolve em uma determinada quantidade de solvente, em condições de equilíbrio. A solubilidade depende, portanto, das forças de atração intermoleculares. É um processo que requer energia para vencer as atrações existentes entre as moléculas do soluto e as próprias moléculas do solvente. Ou seja, as forças de atração entre soluto e solvente devem ser intensas o suficiente para compensar o rompimento das forças de atração entre as moléculas do soluto e entre as moléculas do solvente (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013). Como as ligações de hidrogênio entre as moléculas de água são fortes comparadas às forças de London, não é espontânea a quebra destas ligações para estabelecimento de interações mais fracas (dipolo – dipolo instantâneo) com o tolueno ou hexano, por isso são substâncias insolúveis em água.

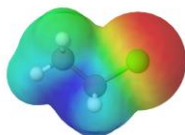
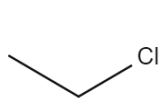
Outros solventes comuns são os hidrocarbonetos clorados. A tabela 4 apresenta como exemplos desse grupo o clorofórmio e os cloretos de metila e etila.

Tabela 4. Estrutura e propriedades físicas para os hidrocarbonetos clorados clorofórmio, cloreto de metila e cloreto de etila.

Hidrocarbonetos clorados	Propriedades físicas					Sol.
	Te (°C)	d (g/mL) (20°C)	Pv (kPa) (25°C)	MM (g/mol)	μ (D)	
<p>Clorofórmio Nome sistemático: triclorometano</p> 	61,1	1,48	26,2	119,38	1,04	Levemente solúvel em água
<p>Cloreto de metila Nome sistemático: diclorometano</p> 	40	1,33	58,2	84,93	1,60	Levemente solúvel em água

Cloreto de etila

Nome sistemático: cloroetano

Levemente
solúvel em
água

12,3 0,89 160 64,61 2,05

Fonte: A autora, 2019. Estruturas moleculares elaboradas por meio da ferramenta MolView, disponível em: <http://molview.org/>. Acesso em: 01/08/2019.

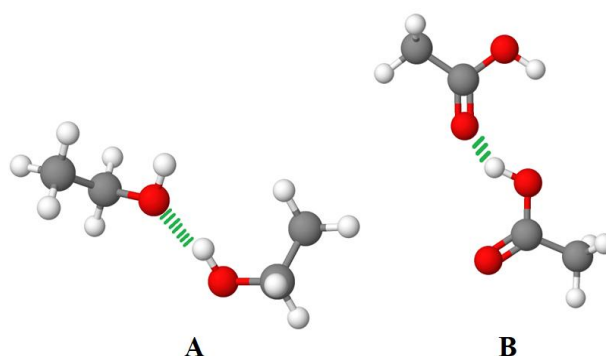
A comparação entre esses compostos é inadequada devido às suas massas molares serem consideravelmente diferentes, no entanto, é possível realizar algumas generalizações. Os hidrocarbonetos clorados possuem polaridade maior que os hidrocarbonetos devido à presença do cloro, elemento com alta eletronegatividade ($EN = 3,16$). Quanto à polaridade verifica-se que quanto menor o número de átomos de cloro ligados a um carbono maior será o momento dipolo resultante, pois o aumento na quantidade desse elemento nos exemplos citados contribui no espalhamento da densidade eletrônica e consequente redução da polarização. O clorofórmio, por exemplo, possui três átomos de cloro e um átomo de hidrogênio. Sobre este último há baixa densidade eletrônica, representada em azul no mapa de potencial eletrostático desta molécula. Caso este hidrogênio fosse substituído por outro átomo de cloro formando o tetraclorometano (CCl_4), o momento dipolo passaria de 1,04 para zero (apolar) (LIDE, 2000).

Por se tratar de moléculas polares, a interação intermolecular existente entre esses compostos é do tipo dipolo-dipolo. Consequentemente, possuem altos pontos de ebulição se comparados aos hidrocarbonetos com mesmo número de carbonos, por exemplo, o metano (CH_4) é um gás enquanto o clorofórmio (CCl_3) é líquido à temperatura $25^\circ C$ (LIDE, 2000). Entre os cloratos exemplificados na tabela 4, verifica-se a importância da massa molar na temperatura de ebulição, pois moléculas mais pesadas necessitam de energia térmica mais alta para adquirirem velocidade suficiente para escapar da fase líquida (SOLOMONS E FRYHLE, 2013). O clorofórmio comparado ao cloreto de etila, ambos com um carbono, possui maior ponto de ebulição consequentemente menor pressão de vapor. O cloreto de etila é o mais volátil dentre os clorados analisados devido à maior pressão de vapor, consequentemente, possui o menor ponto de ebulição.

Os solventes oxigenados do grupo dos álcoois e ácidos carboxílicos possuem como forças intermoleculares as ligações de hidrogênio devido à presença do grupo hidroxila ($-OH$), que

possibilita o compartilhamento do átomo de hidrogênio entre os oxigênios das moléculas que interagem, conforme representa a figura 9, nas interações entre etanol (A) e ácido etanoico (B). Como a água é um solvente que também possui esse mesmo tipo de interação, tais funções oxigenadas são solúveis em meio aquoso. Porém, com o aumento da cadeia carbônica, há formação de interações do tipo forças de London, diminuindo a solubilidade (ATKINS e JONES, 2006).

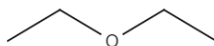
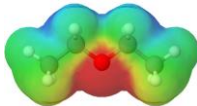
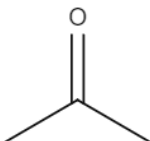
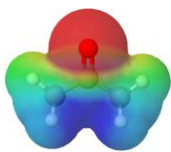
Figura 9. Representação das ligações de hidrogênio (traços em cor verde) nas moléculas de etanol (A) e ácido etanoico (B).



Fonte: A autora, 2019. Estruturas moleculares elaboradas por meio da ferramenta MolView, disponível em: <http://molview.org/>. Acesso em: 01/08/2019.

Os solventes do grupo dos éteres, aldeídos e cetonas não possuem hidrogênio ligado diretamente ao oxigênio, impossibilitando a formação de interações do tipo ligações de hidrogênio. A tabela 5 apresenta algumas propriedades físicas para os principais solventes desses grupos, o éter dietílico e a acetona.

Tabela 5. Estrutura e propriedades físicas para o éter dietílico e a acetona.

Éteres e cetonas	Propriedades físicas					Sol.
	Te (°C)	d (g/mL) (20°C)	Pv (kPa) (25°C)	MM (g/mol)	μ (D)	
Éter dietílico						
Nome sistemático: Etóxietano						
 	34,5	0,71	71,7	74,12	1,15	Levemente solúvel em água
Acetona						
Nome sistemático: propanona						
 	56	0,79	30,8	58,08	2,88	Miscível em água

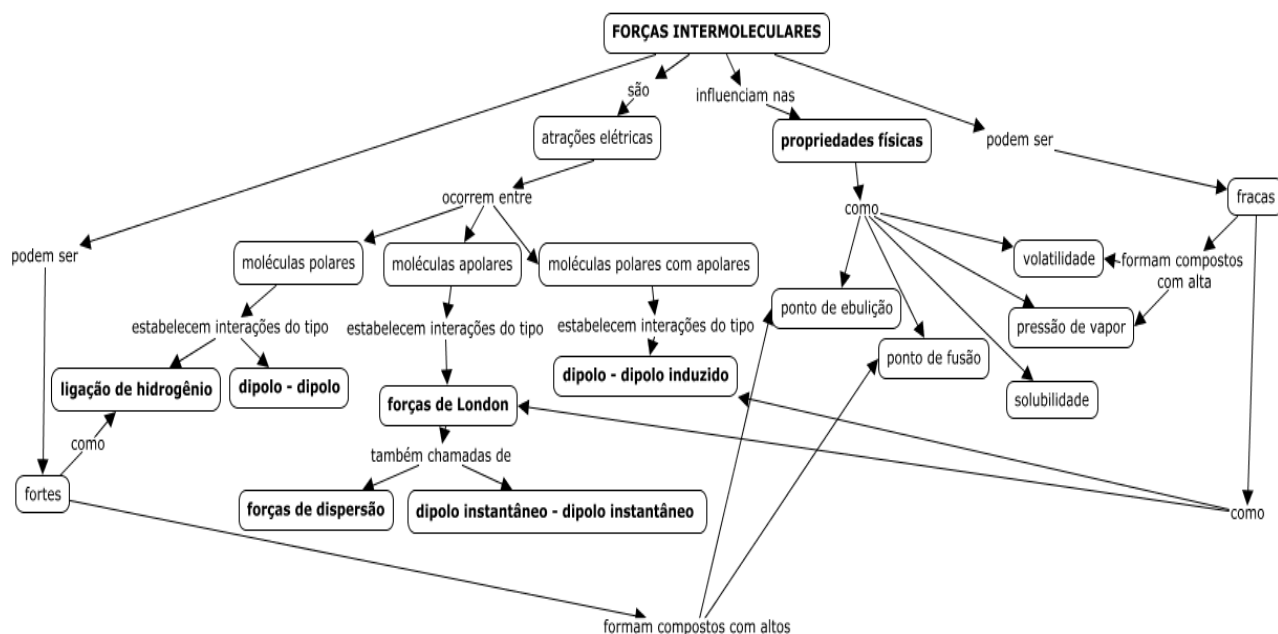
Fonte: A autora, 2019. Estruturas moleculares elaboradas por meio da ferramenta MolView, disponível em: <http://molview.org/>. Acesso em: 01/08/2019.

No caso destas funções oxigenadas, ligações de hidrogênio são formadas quando adicionados à água. Devido à formação das ligações de hidrogênio durante o processo de dissolução, as solubilidades dessas classes de compostos são comparáveis às solubilidades dos álcoois: compostos com massas moleculares baixas podem ser completamente miscíveis em água, sendo bastante solúveis aqueles com até quatro átomos de carbono (MARTINS, LOPES e ANDRADE, 2013).

Quanto à volatilidade, os dois solventes, éter dietílico e acetona, apresentam altos valores de pressão de vapor, consequentemente baixos pontos de ebulição, devido às fracas forças dipolo-dipolo existente nesses compostos quando puros.

Em resumo, para os solventes orgânicos analisados, considerando suas baixas massas molares em relação ao grupo orgânico ao qual pertencem, podem-se estabelecer as seguintes relações, apresentadas na figura 10.

Figura 10. Mapa conceitual sobre as principais relações estabelecidas entre as forças intermoleculares e as propriedades físicas para os solventes orgânicos.



Fonte: A autora, 2019. Mapa conceitual elaborado por meio da ferramenta Cmaptools, disponível em: <https://cmaptools.br.uptodown.com/windows>. Acesso em: 01/08/2019.

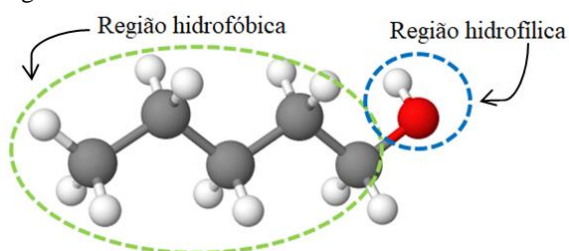
Solubilidade

Uma regra geral para a solubilidade é que “semelhante dissolve semelhante” em termos de polaridades comparáveis (SOLOMONS E FRYHLE, 2013).

A maioria das substâncias orgânicas (que são apolares) não é solúvel em água (polar), mas são em geral solúveis em solventes orgânicos, como os hidrocarbonetos e éteres, que são apolares (ou pouco polares) (FELTRE, 2004).

Alguns termos são utilizados em referência às moléculas ou partes das moléculas em relação à sua afinidade com a água. Regiões polares são chamadas de hidrofílicas (*hidro*, água; *filica*, afinidade) e regiões apolares (*hidro*, água; *fóbico*, temer ou evitar), como ilustra a figura 11 (SOLOMONS E FRYHLE, 2013).

Figura 11. Representação das regiões hidrofóbicas e hidrofílicas da molécula de butanol.



Fonte: A autora, 2019. Estrutura molecular elaborada por meio da ferramenta MolView, disponível em: <http://molview.org/>. Acesso em: 01/08/2019.

Quando a cadeia carbônica (hidrofóbica) aumenta, ela se torna a parte mais significativa da molécula e a substância química se torna cada vez menos solúvel em água, ou seja, tende a se comportar, cada vez mais, como um hidrocarboneto. Óleos e gorduras são classificados como lipídios e não possuem afinidade com a água por serem compostos apolares ou de baixa polaridade. Associado à essa terminologia, os hidrocarbonetos e solventes orgânicos (apolares ou pouco polares) são também classificados como lipossolúveis, ou substâncias lipofílicas (*lipo*, gordura, *filico*, afinidade). Compostos que apresentam características hidrofílicas (solúvel em meio aquoso) e hidrofóbicas (insolúvel em água, porém solúvel em lipídios e solventes orgânicos) são chamadas de anfipáticas (SOLOMONS E FRYHLE, 2013).

3.1.3 Solventes orgânicos são drogas?

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) regulamentou por meio da Portaria SVS/MS n.º 344, de 12 de maio de 1998, atualizada pela Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n.º 6, de 18 de fevereiro de 2014, as substâncias e medicamentos sujeitos a controle especial. Nos anexos deste regulamento, listam-se algumas substâncias utilizadas como inalantes:

- Lista D2 - Lista de insumos químicos utilizados como precursores para fabricação e síntese de entorpecentes e/ou psicotrópicos
 1. Acetona
 5. Cloreto de metila
 6. Clorofórmio
 7. Éter dietílico
 8. Metil-etil-cetona
 11. Tolueno

- Lista F2 - Substâncias psicotrópicas
 4. Cloreto de etila

Esta agência, na mesma portaria, define droga, entorpecente e substância psicotrópica:

Droga - Substância ou matéria-prima que tenha finalidade medicamentosa ou sanitária (BRASIL, 2014).

Entorpecente - Substância que pode determinar dependência física ou psíquica relacionada, como tal, nas listas aprovadas pela Convenção Única sobre Entorpecentes [...] (BRASIL, 2014).

Precursos - Substâncias utilizadas para a obtenção de entorpecentes ou psicotrópicos e constantes das listas aprovadas pela Convenção Contra o Tráfico Ilícito de Entorpecentes e de Substâncias Psicotrópicas [...] (BRASIL, 2014).

Psicotrópico - Substância que pode determinar dependência física ou psíquica e relacionada, como tal, nas listas aprovadas pela Convenção sobre Substâncias Psicotrópicas [...] (BRASIL, 2014).

Das substâncias regulamentadas citadas, todas são solventes orgânicos, sendo apenas o cloreto de etila considerado substância psicotrópica. As demais substâncias regulamentadas embora

não sejam, na classificação da ANVISA, entorpecentes, podem ser utilizadas como precursoras para fabricação e síntese de entorpecentes e/ou psicotrópicos.

Desta forma, esses solventes que sofrem controle especial pela ANVISA estão sujeitas a Lei n.º 11.343, de 23 de agosto de 2006 que trata, dentre outros assuntos, das atividades de prevenção do uso indevido, atenção e reinserção social de usuários e dependentes de drogas, da repressão à produção não autorizada e ao tráfico ilícito de drogas. Esta lei define drogas em seu artigo 66: “denominam-se drogas substâncias entorpecentes, psicotrópicas, precursoras e outras sob controle especial, da Portaria SVS/MS nº 344, de 12 de maio de 1998” (BRASIL, 2006). A partir desta definição, utilizaremos neste trabalho o termo drogas em referência aos solventes orgânicos utilizados por inalação para fins de alteração do estado de consciência.

3.1.4 Ação dos solventes orgânicos inalantes no organismo humano

Os inalantes são uma classe especial de drogas de abuso, que inclui compostos lipofílicos voláteis quimicamente e farmacologicamente diversos, sendo, ao contrário dos opiáceos e outras drogas, classificados segundo sua via de administração e não segundo suas propriedades farmacológicas (CRUZ e BALSTER, 2013).

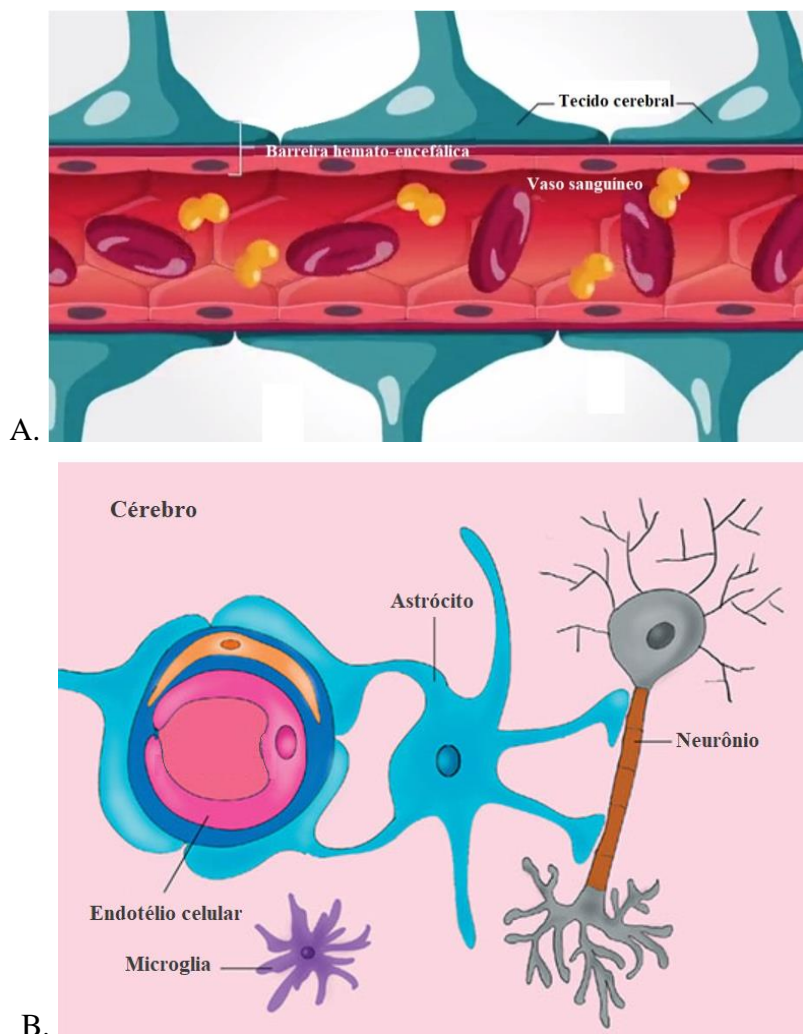
Podem ser classificados quimicamente em nitritos, óxido nitroso e solventes orgânicos voláteis. (SOUZA, PANIZZA E MAGALHÃES, 2016). Neste trabalho, analisaremos a ação somente destes últimos no organismo humano.

Algumas características químicas dos solventes orgânicos como volatilidade e lipofilicidade, permitem a absorção preferencialmente por via pulmonar. As técnicas usadas para o abuso de inalantes são diversas e incluem cheirá-los diretamente de seu recipiente ou jogá-los em uma superfície aquecida para aumentar a vaporização (SOUZA, PANIZZA E MAGALHÃES, 2016). Após atingir os pulmões, são rapidamente absorvidos e distribuídos no sangue arterial, chegando ao sistema nervoso central (SNC). A vasculatura do cérebro tem uma camada extra de proteção conhecida como barreira hematoencefálica (BHE) (LIN e SÁ, 2002).

A BHE é composta de células endoteliais cerebrais mantidas juntas por junções oclusivas (apertadas) que formam uma barreira altamente seletiva entre o suprimento de sangue e o fluido extracelular no sistema nervoso central, conforme representa a figura 12. A BHE atua

restringindo a passagem de partículas provenientes da corrente sanguínea com tamanho superior a 10-15 Å e permitindo que apenas a água, alguns gases e moléculas lipossolúveis passem por difusão passiva (LIN e SÁ, 2002).

Figura 12. Representação da barreira hematoencefálica (BHE). A. Em cor rosa, células endoteliais firmemente conectadas por junções oclusivas. Em azul, astrócitos, que juntamente com outras células compõem o tecido cerebral. B. As células endoteliais do cérebro, juntamente com os neurônios e outras células especializadas (por exemplo, astrócitos e microglia), formam uma rede interativa coletivamente conhecida como unidade neurovascular.

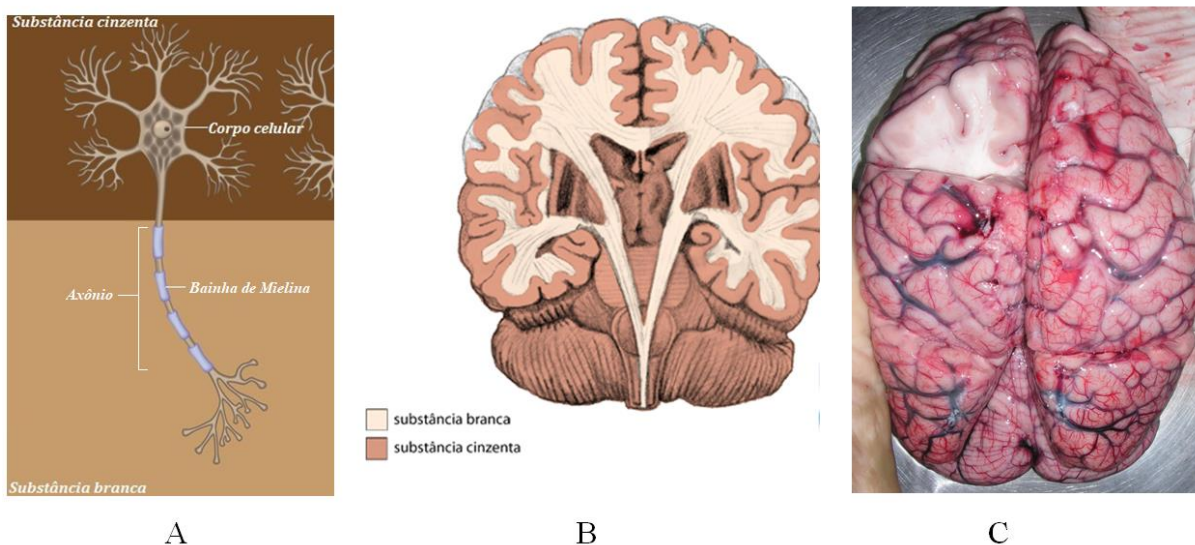


Fonte: Site Science in School. Disponível em: <https://www.scienceinschool.org/content/guardian-brain-blood-brain-barrier>. Acesso em: 01/08/2019.

No entanto, em decorrência da alta lipossolubilidade e pequeno tamanho, os solventes orgânicos atravessam a barreira hematoencefálica com facilidade devido à afinidade com esta membrana lipídica de proteção, agindo no sistema nervoso central (LIN e SÁ, 2002).

No SNC, há uma segregação entre os corpos celulares dos neurônios e os seus prolongamentos, de modo que duas porções distintas sejam reconhecidas macroscopicamente, como representado na figura 13: a substância cinzenta (massa cinzenta), onde se situam os corpos celulares dos neurônios, parte dos seus prolongamentos e as células da glia, e a substância branca (massa branca), que contém somente os prolongamentos dos neurônios (axônios) e as células da glia. A presença da mielina, um material lipídico esbranquiçado que envolve o axônio, é responsável pela coloração branca da massa branca cerebral (LIN e SÁ, 2002).

Figura 13. Representação das zonas do sistema nervoso central designadas por substância branca e substância cinzenta. Todos os órgãos do SNC (cérebro, cerebelo e tronco encefálico) apresentam substância cinzenta, que é composta pelos corpos celulares dos neurônios e substância branca, que é composta pelos axônios (ou fibras nervosas) dos neurônios (A) e tem essa coloração principalmente pela presença da bainha de mielina. B. A substância cinzenta situa-se mais externamente no encéfalo e a branca mais internamente. C. Corte em um cérebro humano apresentando em sua parte mais clara a massa branca cerebral.

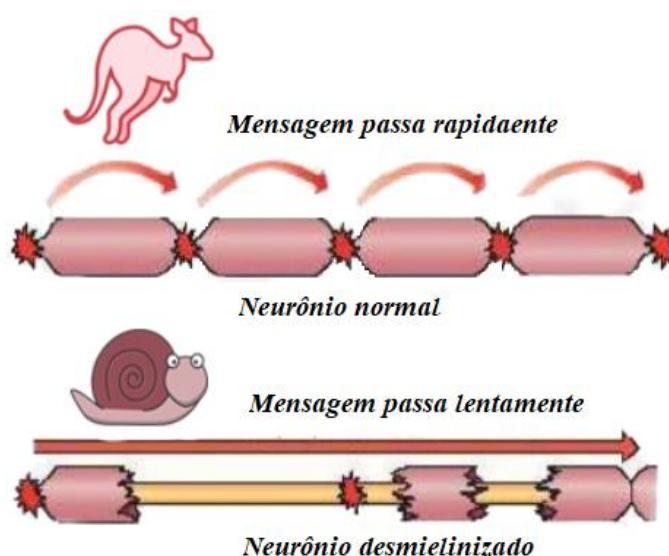


Fonte: Site WBio. Disponível em: <http://wbio.com.br/wp-content/uploads/2016/08/Sistema-Nervoso-Wbio.pdf>. Acesso em: 01/08/2019.

Os solventes orgânicos são extremamente neurotóxicos, comprometendo o funcionamento dos neurônios por danificarem suas estruturas lipídicas como a membrana celular, uma bicamada de fosfolípidios delimitadora da célula, que filtra seletivamente as substâncias que tentam entrar ou sair (FERRAZ e FRANCO, 2007). A integridade dessa membrana é essencial para a manutenção de uma concentração ideal de solutos no meio intracelular. Como a capacidade de gerar impulsos nervosos depende da concentração de íons no neurônio, quando se perde a capacidade de se controlar a entrada e saída desses íons, a função neuronal está comprometida. Outra estrutura lipídica afetada pelos solventes orgânicos é a bainha de

mielina, uma capa envoltória espiral com propriedades isolantes, presente em alguns neurônios. Essa estrutura possibilita o alcance de maiores velocidades de condução dos impulsos nervosos através dos neurônios. Substâncias que destroem a bainha de mielina causam lentificação na condução dos impulsos (figura 14) (ROJAS, RITTER e PIZZOL, 2011).

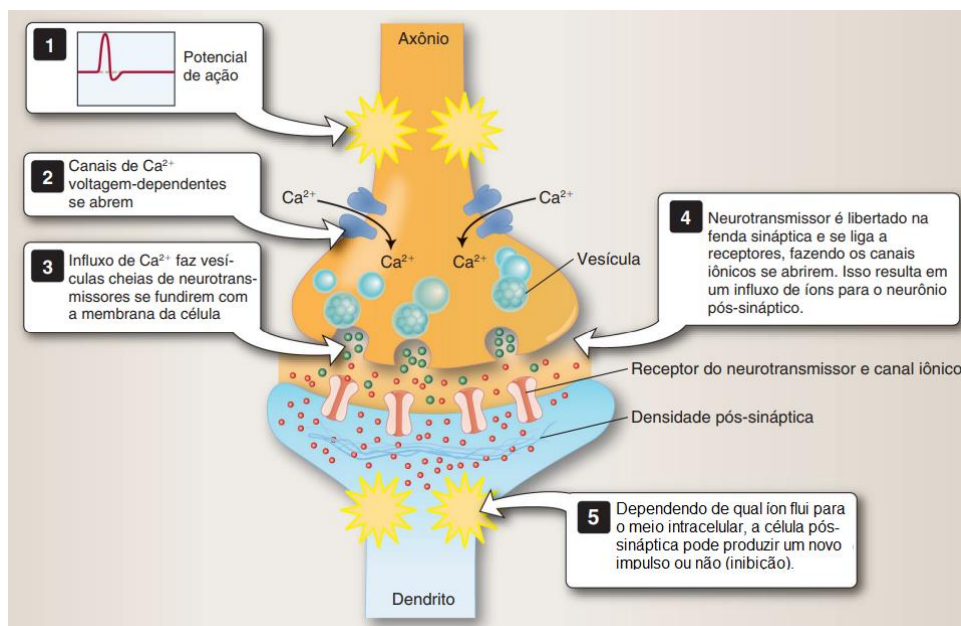
Figura 14. Representação didática para a diminuição da velocidade do impulso nervoso em neurônios desmielinizados.



Fonte: Adaptado do site Bio Render. Disponível em: <https://biorender.com/icon/cell-types/neural-cells/multipolar-neuron-motor-axon-dendrite-degeneration>. Acesso em 01/08/2019.

Um neurônio é rodeado por uma membrana com bicamada fosfolípida, que mantém concentrações diferenciais de íons entre o espaço intra e extracelular. O movimento de íons através dessa membrana gera um gradiente elétrico para cada íon. A soma de todos esses gradientes é o potencial de membrana, também chamado de potencial de ação. Os neurotransmissores são moléculas liberadas pelos neurônios pré-sinápticos e são o meio de comunicação em uma sinapse química. Eles se ligam a receptores específicos no neurônio pós-sináptico provocando uma resposta específica nesses neurônios, resultando em um sinal excitatório ou inibitório, como representado na figura 15 (KREBS, WEINBERG & AKESSON, 2013).

Figura 15. Transdução do sinal sináptico.



Fonte: Adaptado de Krebs, Weinberg e Akesson, 2013.

De forma resumida, os solventes orgânicos também atuam modificando receptores de neurotransmissores na membrana neuronal. Alguns neurotransmissores e seu efeito pós-sináptico são apresentados na figura 16. Segundo Souza, Panizza e Magalhães (2016) a ação dos inalantes sobre o SNC é majoritariamente inibitória, em consequência da:

- inibição de receptores excitatórios dos neurônios, tais como os receptores de glutamato;
- estimulação de receptores inibitórios, tais como GABA-a e glicinérgicos;
- alteração da ativação dos receptores serotoninérgicos;
- modulação da atividade de neurônios dopaminérgicos.

Figura 16. Alguns neurotransmissores e o efeito pós-sináptico que desencadeiam.

Neurotransmissor		Efeito pós-sináptico
	Acetilcolina (ACh)	Excitatório
Aminoácidos	Glutamato	Excitatório
	Ácido γ -aminobutírico (GABA)	Inibitório
	Glicina	Inibitório
Aminas biogênicas	Dopamina	Excitatório (via receptores D1) Inibitório (via receptores D2)
	Noradrenalina	Excitatório
	Adrenalina	Excitatório
	Serotonina	Excitatório ou inibitório
	Histamina	Excitatório

Fonte: Adaptado de Krebs, Weinberg e Akesson, 2013.

A modulação da atividade de neurônios dopaminérgicos em diversas regiões do SNC, incluindo o sistema mesolímbico, está correlacionada com a sensação de prazer ou recompensa ao utilizar drogas de abuso. Embora inicialmente a inalação de solventes cause sensação de euforia e desinibição, os efeitos inibitórios resultantes da inalação resultam na depressão do SNC (NASCIMENTO, 2009).

Exposição aguda

O abuso de inalantes geralmente consiste em inalação dos mesmos em concentrações elevadas em um período curto de tempo (10 a 15 minutos). Essas concentrações variam em centenas de ppm (partes por milhão) dependendo do composto. Estima-se que, para o tolueno, esses valores encontrem-se entre 5000 e 15000 ppm. Os sintomas decorrentes desse tipo de exposição assemelham-se clinicamente aos sintomas proporcionados pelo etanol e o grau de comprometimento das funções psicomotoras depende diretamente da extensão da exposição. Os efeitos incluem euforia inicial e desinibição, seguidas de sonolência e, quando em altas concentrações, podem proporcionar sintomas como diplopia, ataxia, desorientação, alucinações, anestesia, coma e, em casos extremos, morte por depressão respiratória. Além disso, a respiração dos mesmos gases repetidamente (gases “ensacados”), pode acarretar em hipóxia e hipercapnia (SOUZA, PANIZZA e MAGALHÃES, 2016).

A exposição aguda a solventes está fortemente correlacionada com a ocorrência de arritmias cardíacas e com morte súbita. Segundo Cruz et al. (2006), a susceptibilidade dos usuários de inalantes a este fenômeno é decorrente do aumento da sensibilização do miocárdio às catecolaminas circulantes. Assim, em um momento de estresse ou esforço físico, no qual há maior liberação de catecolaminas, a ação dessas sobre receptores específicos da musculatura cardíaca acarretaria em graves arritmias.

Particularmente preocupante é a possibilidade de morte súbita. Pode ocorrer na primeira, a segunda ou a centésima vez que um inalante é abusado, durante a inalação ou nas horas subsequentes. Em outros casos, pode ser simplesmente uma questão de overdose inalatória com depressão concomitante do SNC, como ocorre com a overdose de álcool (CRUZ e BALSTER, 2013).

Exposição crônica

O uso abusivo de inalantes, em longo prazo, já foi correlacionado com desenvolvimento de distúrbios em diversos órgãos, tais como coração, pulmão, rins, fígado, medula óssea e cérebro. A ação dessas substâncias sobre o SNC está relacionada com o desenvolvimento de encefalopatia tóxica, que consiste em um conjunto de disfunções cerebrais decorrentes da toxicidade causada pela ação cumulativa dos solventes sobre os neurônios (SOUZA, PANIZZA E MAGALHÃES, 2016).

Esses danos em consequência da desmielinização dos axônios neuronais provocam sintomas como a diminuição da velocidade de processamento de informações, déficit de memória e aprendizado, diminuição de funções psicomotoras, alterações no humor, irritabilidade e distúrbios de sono. Esses danos ocorrem principalmente na matéria branca cerebral, que apresenta maior conteúdo lipídico do que a matéria cinzenta, o que explica a maior afinidade dos inalantes para este tecido (SOUZA, PANIZZA E MAGALHÃES, 2016).

A diminuição da mielina também foi associada com perda da sincronia cerebral e consequente dificuldade na tomada de decisões, o que pode estar correlacionada com desregulações emocionais, tomadas impulsivas de decisão e distúrbios de comportamento (CRUZ et al., 2006).

Alguns estudos, como o realizado por Visser et al. (2011), relatam que há maior incidência de transtornos psiquiátricos em trabalhadores expostos cronicamente aos inalantes, dentre os quais se pode citar a depressão maior e desordens relacionadas à ansiedade, tais como transtorno obsessivo compulsivo, síndrome do pânico, agorafobia, entre outros. Ainda, existem evidências do potencial papel dos solventes no desenvolvimento de doenças neurodegenerativas tais como o mal de Parkinson, Alzheimer e esclerose múltipla (BAKER, 1994; LANDTBLOM, 1997; TANNER, 1992 apud SOUZA, PANIZZA E MAGALHÃES, 2016).

Segundo Sampaio e Sabadi (2014), o conhecimento científico é importante para a sociedade, pois esclarece e apoia a tomada de decisões. Porém, esses autores também refletem que a ciência tem seu próprio discurso e o cientista escreve para seus pares. A ciência apenas para cientistas não é mais aceita pela sociedade, portanto, há uma necessidade de transformar o

produto da ciência em algo mais acessível. Na busca de transpor o conhecimento apresentado nesta seção à linguagem e contexto dos sujeitos da pesquisa, foram consideradas a organização do conhecimento e os processos de aprendizagem segundo a teoria da aprendizagem significativa pela perspectiva crítica de Moreira (2011). A abordagem do tema não se deu de forma tradicional, visto que metodologicamente buscou-se tornar o estudante o principal autor da construção dos conhecimentos envolvidos na temática. Para isso, escolheu-se a abordagem CTSA.

3.2 ABORDAGEM SEGUNDO O MOVIMENTO CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE-AMBIENTE (CTSA)

A intenção de superar a forma tradicional de ensinar ciências, que privilegia sua visão clássica, que garante a cientificidade por meio da aplicação do método científico, como um processo linear e rígido da racionalidade autônoma do progresso do ser humano, provocou o pensar sobre este ensino, inicialmente na Europa, na década de 1970 e posteriormente com maior força nos Estados Unidos (SCHNORR E RODRIGUES, 2014). Com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, muitas transformações aconteceram com a sociedade contemporânea, refletindo em mudanças nos níveis econômicos, políticos e sociais. Essas mudanças trouxeram a necessidade de aproximar as pessoas a uma maior compreensão da ciência (VAZ, FAGUNDES e PINHEIRO, 2009).

Dentro desse contexto, surge o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), com objetivo de oferecer educação científica para o público em geral, pois a supervalorização da ciência e a crença na sua neutralidade repercutiram no ensino de ciências de forma a promover desigualdades sociais (SANTOS e MORTIMER, 2002)

A educação científica apresenta propósitos que vêm mudando conforme o contexto sócio histórico. Muitos desses propósitos são coincidentes com o movimento CTS, o qual surgiu no contexto de crítica ao modelo desenvolvimentista com forte impacto ambiental e de reflexão sobre o papel da ciência na sociedade (SANTOS, 2011).

Ao longo dos anos, muitos trabalhos adotaram esta denominação e diferentes concepções foram desenvolvidas, de forma que se pode atribuir diferentes significados para o movimento.

A preocupação ambiental proveniente da relação sócio histórica da CT originou o uso do termo CTSA, como vem sendo utilizado em diversos trabalhos (SANTOS, 2011).

A abordagem CTSA assume a prioridade da aprendizagem de temas relevantes, não só para o aluno, mas também para a sociedade, bem como a aprendizagem dos conceitos científicos a partir de exemplos do dia-a-dia, tornando a ciência, não só mais motivante, mas também mais útil, e o ensino mais contextualizado e atual. Assume, ainda, a valorização das interações CTSA e os aspetos epistemológicos e sociológicos da construção da ciência, encarando-a de forma menos dogmática e menos neutra do que tradicionalmente se faz (FERNANDES e PIRES, 2019).

Esta abordagem, no contexto educativo, tem sido um dos principais campos de investigação e ação social desse movimento, que vê, na renovação da estrutura curricular dos conteúdos, uma forma de vincular ciência e tecnologia ao contexto social (PINHEIRO, SILVEIRA; BAZZO, 2007). Por esse ângulo, as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio recomendam uma

[...] abordagem dos conhecimentos científicos sob essa perspectiva, enfatizando que, ao se discutirem aspectos sociocientíficos, vão emergir em sala de aula diferentes pontos de vista, que deverão ser problematizados mediante argumentos coletivamente construídos, com encaminhamentos de possíveis respostas a problemas sociais relativos à Ciência e à Tecnologia. Esse diálogo cria condições para a difusão de valores assumidos como fundamentais ao interesse social, aos direitos e aos deveres dos cidadãos, de respeito ao bem comum e à ordem democrática. É necessário considerar, nesse sentido, que a abordagem de aspectos sociocientíficos, na base comum da área e do componente curricular, tem a função de desenvolver capacidades formativas específicas, aliadas aos conteúdos e aos conceitos, no tocante ao domínio da contextualização sociocultural. (BRASIL, 2006, p. 119 apud BUFFOLO e RODRIGUES, 2015).

No estado do Espírito Santo a Diretriz Curricular Estadual (2009) apenas sugere esse enfoque nas atividades de ciências da natureza, ficando a responsabilidade da educação científica com enfoque CTSA para a escolha filosófica do educador em suas práticas (KRAUSER, 2014).

Dada a necessidade de ajuste do currículo da área de ciências para que a formação científica possa ser aplicada em contextos reais e atuais da vida pessoal e social dos alunos, Fernandes, Pires e Villamánñ (2013) após a leitura e apreciação de documentos internacionais como questionário *Views on Science-Technology-Society* – VOSTS – (Aikenhead, Ryan e Fleming, 1989) e *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad* – COCTS – (Manassero et al., 2001, 2003), ambos validados por especialistas na área da Educação em

Ciências, elaboraram um instrumento de análise das orientações curriculares de Portugal o qual também vem sendo utilizado para práticas pedagógicas com enfoque CTSA.

Este instrumento, apresentado no quadro 1, possui três dimensões de análise (Finalidades, Conhecimentos e Procedimentos) que representam as preocupações centrais da Educação em Ciências. Cada uma delas é composta por diferentes Parâmetros (representam o modo de operacionalização das ideias-chave de cada Dimensão) que, por sua vez, integram um número variável de Indicadores (traduzem a concretização das inter-relações CTSA).

Quadro 1. Dimensões para análise dos indicadores da educação CTSA nos currículos de Ciências.

Dimensão	Parâmetros	Indicadores
Finalidades (F)	F.P1 – Desenvolvimento de Capacidades/Procedimentos	a. Propõe o desenvolvimento de procedimentos científicos (observar, inferir, classificar, explicar, relacionar...), a resolução de problemas e a melhoria do pensamento crítico.
	F.P2 – Desenvolvimento de atitudes e valores	a. Fomenta o desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivos.
	F.P3 – Educação, cidadania, sustentabilidade e ambiente	a. Promove o desenvolvimento de decisões conscientes, informadas e argumentadas face às consequências da ação humana no ambiente. b. Promove o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente.
Conhecimentos (C)	C.P1 – Pertinência da abordagem de temas	a. Sugere a abordagem contextualizada de temas atuais, relacionados com os conhecimentos prévios dos alunos e com o seu dia-a-dia. b. Propõe a discussão de temas científicos em função da sua utilidade social.
	C.P2 – Discussão de temas polémicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos	a. Sugere situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas científicas e inovações tecnológicas (questões éticas, desigualdades socioculturais...). b. Aborda as vantagens e os limites do conhecimento científico-tecnológico, bem como os seus impactos na sociedade e no ambiente.
	C.P3 – Influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socioambientais	a. Evidencia as relações recíprocas entre a ciência e a tecnologia. b. Realça as mudanças nas condições de vida das pessoas (hábitos, estilo de vida, criação de novos recursos, etc.) relacionadas com os avanços tecnológicos ao longo dos tempos. c. Enfatiza os impactos da sociedade e do ambiente nos avanços científico-tecnológicos.
	C.P4 – Diversidade de conteúdos científicos/temas	a. Privilegia a exploração dos conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber onde se exige a compreensão das inter-relações CTSA.
	C.P5 – Discussão de questões relativas à natureza do conhecimento científico	a. Apresenta dados relacionados com a natureza e a história da ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos. b. Apresenta o conhecimento de uma forma não dogmática. c. Informa acerca do trabalho e função do cientista, bem como de possíveis pressões sociais, políticas, religiosas ou económicas que pode sofrer.

Procedimentos (P)	P.P1 – Natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino	<p>a. Incentiva o aluno para a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula.</p> <p>b. Propõe a realização de atividades práticas (experimentais, laboratoriais, saídas de campo, outras) para se explorar as relações CTSA.</p> <p>c. Envolve ativamente o aluno em atividades de debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifeste a interação CTSA.</p>
-------------------	---	---

Fonte: Fernandes, Pires e Villamánã, 2013.

As dimensões propostas para análise pelas autoras propõem questões como:

- por que ensinar ciência? (finalidades do ensino das ciências, que visam o desenvolvimento de capacidades, atitudes e educação para a cidadania);
- que ciência ensinar? (conhecimentos de ciências nos quais é fundamental a presença das interações CTSA, de temas polémicos e controversos acerca da ciência e da tecnologia, bem como da sociologia externa e interna da ciência e da natureza do conhecimento científico);
- como ensinar ciência? (procedimentos metodológicos, estratégias e atividades de ensino, utilizados para concretizar as aprendizagens dos alunos, por exemplo, atividades de argumentação, debates, pesquisas sobre questões onde se manifestem as interações CTSA).

Esta abordagem norteou a elaboração e aplicação da SD sobre “solventes orgânicos inalantes” visando desenvolver percepções sobre drogas inalantes mediante uma abordagem CTSA do tema.

3.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A teoria da aprendizagem significativa foi proposta por David Ausubel, na década de 70, nas obras *The psychology of meaningful verbal learning e Educational psychology: a cognitive view*, como uma tentativa de explicar os mecanismos psicológicos de aprendizagem, em oposição à aprendizagem verbal por memorização (NOVAK E GOWIN, 1996). Nessa obra, Ausubel (1963) aponta a necessidade de repensar o tratamento dominante da memorização em sala de aula e estabelecer uma forma de valorizar as pessoas no sentido de encarregar a elas próprias a construção do significado das experiências que vivem (NOVAK E GOWIN, 1996).

Para Ausubel, a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento, sendo o processo através do qual uma nova informação (um novo

conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-litera) à estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja o material potencialmente significativo se relaciona não com qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes, os quais Ausubel chama subsunçores. Já a relação substantiva significa não-litera, não “ao pé da letra”, ou seja, o que é incorporado à estrutura cognitiva é a substância do novo conhecimento, das novas ideias, não as palavras precisas usadas para expressá-las (MOREIRA, 2011, b).

Os subsunçores são os conhecimentos específicos, existente na estrutura cognitiva do indivíduo, que permitem dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Podem ser um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem. Novas idéias, conceitos, proposições, podem ser aprendidos significativamente (e retidos) na medida em que outras idéias, conceitos, proposições, especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de “ancoragem” aos primeiros (MOREIRA, 2011, b).

A aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos. Progressivamente, os subsunçores vão ficando mais estáveis e mais diferenciados, mais ricos em significados, podendo cada vez mais facilitar novas aprendizagens. Quando o aprendiz não dispõe de subsunçores adequados que lhe permitam atribuir significados aos novos conhecimentos, pode-se utilizar de organizadores prévios, que são materiais mais abrangentes, inclusivos e gerais que o que se deseja ensinar.

Assim, a aprendizagem significativa apresenta um processo de assimilação na fase de aprendizagem que inclui a ancoragem seletiva do material de aprendizagem às ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva; a interação entre as ideias acabadas de introduzir e as ideias relevantes existentes (ancoradas) e a ligação dos novos significados emergentes com as ideias ancoradas correspondentes no intervalo de memória (AUSUBEL, 2003).

Portanto, quanto mais um indivíduo domina um campo de conhecimento, mais se predispõem a novas aprendizagens e, no caso da aprendizagem mecânica, quanto mais o aprendiz tem que memorizar conteúdos mecanicamente, mais ele se

predispõe contra esse conteúdo. Desta forma, a vantagem da aprendizagem significativa sobre a mecânica no início, é a compreensão, o significado, a capacidade de transferência a situações novas, e com o passar do tempo, maior será a retenção e a possibilidade da reaprendizagem e em menos tempo (MOREIRA, 2011, b).

Essencialmente, são duas as condições para a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011, a):

- 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo, ou seja, deve ter significado lógico. Este significado não se encontra no material, e sim nas pessoas. É o aluno que atribui significados aos materiais de aprendizagem e estes significados podem ou não ser aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino;
- 2) o aprendiz deve apresentar predisposição para aprender, ou seja, deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não arbitrária e não literal, a seus conhecimentos prévios. Não se trata de motivação ou gosto pela matéria. Por alguma razão, o sujeito que aprende deve se predispor a relacionar interativamente os novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva previa.

Estrutura cognitiva é o complexo organizado de subsunçores e suas interrelações. Na perspectiva ausubeliana, a estrutura cognitiva prévia é o principal fator (isolado) que afeta a aprendizagem significativa. A estrutura cognitiva é uma estrutura dinâmica caracterizada por dois processos principais, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos. A reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações (MOREIRA, 2011, b).

Através desses processos o aprendiz vai organizando, hierarquicamente, sua estrutura cognitiva em determinado campo de conhecimentos. Hierarquicamente significa que alguns subsunçores são mais gerais, mais inclusivos do que outros, mas essa hierarquia não é permanente, à medida que ocorrem os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa a estrutura cognitiva vai mudando, por isso é dinâmica (MOREIRA, 2011, b).

Segundo Moreira (2011, b), pode-se distinguir entre três formas de aprendizagem significativa: por subordinação, por superordenação e de modo combinatório.

A aprendizagem significativa é dita subordinada quando os novos conhecimentos potencialmente significativos adquirem significados, para o sujeito que aprende, por um processo de ancoragem cognitiva, interativa, em conhecimentos prévios relevantes mais gerais e inclusivos já existentes na sua estrutura cognitiva.

A aprendizagem superordenada envolve processos de abstração, indução, síntese, que levam a novos conhecimentos que passam a subordinar aqueles que lhes deram origem.

Aprendizagem combinatória é, então, uma forma de aprendizagem significativa em que a atribuição de significados a um novo conhecimento implica interação com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, mas não é nem mais inclusiva nem mais específica do que os conhecimentos originais.

3.3.1 Aprendizagem significativa crítica

Embora a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1963) ter sido descrita na década de 70, ela ainda é muito utilizada atualmente em aportes teóricos, como se pode observar nos trabalhos de Souza e Boruchovitch (2010); Masini (2011); Valadares (2011); Oliveira e Frota (2012) e Luna e Dantas (2012), Santos (2010), Krauzer (2014), Saraiva et al. (2017) e Cabreira (2019).

Uma visão contemporânea dessa teoria é proposta por Moreira (2006), incorporando à aprendizagem significativa uma visão crítica, subversiva e antropológica. Este autor chama de aprendizagem significativa crítica a aprendizagem em que o aluno adquire novos conhecimentos criticamente ou subversivamente sem se subjugar por sua cultura, e também lida com mudanças sem deixar ser dominado, não fica impotente diante das tecnologias e pelo fluxo das informações (MOREIRA, 2006). Também por meio dessa aprendizagem o aluno trabalhará com a ideia de que o conhecimento é construção humana, que apenas representa o mundo e nunca o capta diretamente (MOREIRA, 2000).

Moreira (2006) apresenta princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica, ou seja, atitudes tomadas pelo professor durante sua práxis de forma a facilitar a aprendizagem

significativa crítica em sala de aula. Estes princípios foram utilizados na elaboração e aplicação da SD desenvolvida neste trabalho. São eles:

- 1) *Princípio do conhecimento prévio.* Para que a aprendizagem seja significativa o conhecimento prévio é, isoladamente, a variável mais importante.
- 2) *Princípio da interação social e do questionamento (Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas).* A interação social é indispensável para a concretização de um episódio de ensino. Tal episódio ocorre quando professor e aluno compartilham significados em relação aos materiais educativos. O professor deve ensinar ao aluno a formular perguntas e questionamentos, em vez de dar as respostas, pois para o autor, esta é “a fonte do conhecimento humano” (2006, p.9).
- 3) *Princípio da não centralidade do livro de texto.* Para uma formação crítica, a variedade de materiais educacionais possibilita novas formas de se alcançar o conhecimento, como artigos científicos, contos, poesias, crônicas relatos, obras de arte e outros. Não se trata, propriamente, de banir da escola o livro didático, mas de considerá-lo apenas um dentre vários materiais educativos.
- 4) *Princípio do aprendiz como perceptor/representador.* A aprendizagem significativa crítica implica percepção crítica e só pode ser facilitada se o aluno for, de fato, tratado como um perceptor do mundo e, portanto, do que lhe for ensinado, e a partir daí um representador do mundo, e do que lhe ensinamos.
- 5) *Princípio do conhecimento como linguagem.* Cada linguagem representa uma maneira singular de perceber a realidade. Aprender uma nova linguagem (um novo conhecimento) implica novas possibilidades de percepção.
- 6) *Princípio da consciência semântica.* Este princípio implica várias conscientizações como a consciência de que o significado está nas pessoas, não nas palavras; a atribuição pessoal de significados para cada palavra; as palavras não são, elas representam coisas; os significados das palavras mudam com o tempo; multisignificação das palavras. A consciência semântica evita a causalidade simple (certo ou errado, sim ou não) e, ao contrário, propicia escolhas ao invés de decisões dicotômicas, análise da complexidade de causas e graus de certeza ao invés de certo ou errado.
- 7) *Princípio da aprendizagem pelo erro.* O erro é uma oportunidade de aprendizagem. Buscar sistematicamente o erro é pensar criticamente, é aprender a aprender, é aprender criticamente rejeitando certezas, encarando o erro como natural e aprendendo através de sua superação.

- 8) *Princípio da desaprendizagem.* Aprender a desaprender é aprender a distinguir entre o relevante e o irrelevante no conhecimento prévio e libertar-se do irrelevante.
- 9) *Princípio da incerteza do conhecimento.* Nossa visão de mundo (percepção) é construída primordialmente com as definições que criamos, com as perguntas que formulamos e com as metáforas que utilizamos. Naturalmente, estes três elementos estão interrelacionados na linguagem humana, portanto nosso conhecimento é construção nossa e, por um lado, pode estar errado, e, por outro, depende de como o construímos.
- 10) *Princípio da não utilização do quadro-de-giz. Da participação ativa do aluno. Da diversidade de estratégias de ensino.* O uso de distintas estratégias instrucionais que impliquem participação ativa do estudante e, de fato, promovam um ensino centralizado no aluno é fundamental para facilitar a aprendizagem significativa crítica.
- 11) *Princípio do abandono da narrativa.* Este princípio implica uma participação ativa do aluno a partir de sua maior participação em sala. Deixar o aluno falar implica usar estratégias nas quais os alunos possam discutir e negociar significados entre si, apresentando oralmente o produto de suas atividades colaborativas, receber e fazer críticas. O princípio do abandono da narrativa implica a busca de outras maneiras de ensinar, nas quais, metaforicamente, o professor fale menos, narre menos, e o aluno fale mais, participe criticamente de sua aprendizagem.

Moreira (2000) também ressalta que mesmo que todos esses princípios facilitem a aprendizagem, outros fatores são relevantes nesse processo de torná-la significativa, como o currículo, o contexto e uma avaliação que seja coerente com uma prática que vise à aprendizagem significativa crítica.

Um dos recursos possíveis para avaliação da aprendizagem significativa são os mapas conceituais. A estratégia do mapeamento conceitual foi desenvolvida por Novak e colaboradores, na Universidade de Cornell, a partir de 1972, tendo como referencial teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (MOREIRA, 2006). Trata-se de uma técnica que enfatiza conceitos e relações entre conceitos à luz dos princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, podendo ser usados como recurso didático, de avaliação e de análise de currículo. Moreira (2010, p. 12) afirma que:

Os mapas conceituais são diagramas que indicam relações entre conceitos e procura refletir a estrutura conceitual de certo conhecimento. Mais especificamente podem ser vistos como diagramas conceituais hierárquicos, construí-los, negociá-los, apresentá-los, refazê-los, são processos altamente facilitadores da aprendizagem significativa.

A análise de mapas conceituais é essencialmente qualitativa. Segundo Moreira (2011, a, p.8);

O professor, ao invés de preocupar-se em atribuir um escore ao mapa traçado pelo aluno, deve procurar interpretar a informação dada pelo aluno no mapa a fim de obter evidências de aprendizagem significativa. Explicações do aluno, orais ou escritas, em relação a seu mapa facilitam muito a tarefa do professor nesse sentido.

A aprendizagem é dita significativa quando uma nova informação (conceito, ideia, proposição) adquire significados para o aprendiz através de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do indivíduo, isto é, em conceitos, ideias, proposições já existentes em sua estrutura de conhecimentos (ou de significados) com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação.

Embora proposto por Ausubel (1963 apud Krauser, 2014), em uma visão exclusivamente cognitivista, pode-se perceber que essa teoria é compatível com novas visões filosóficas e concepções teóricas. Farias et al. (2017) e Krauser (2014) mostram como as teorias da aprendizagem significativa clássica e a crítica podem justificar na prática a elaboração de uma prática com abordagem de ensino CTS – CTSA, dada a deformação no ensino de ciências tradicional, em que se procura transmitir conhecimentos com uma visão descontextualizada e socialmente neutra (Farias et al. 2017).

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em uma abordagem qualitativa por meio da pesquisa-ação, em que o próprio professor é o pesquisador. Thiollent (2011) afirma que a pesquisa-ação é um modo de experimentação, mas na própria situação-real, neste caso, na realidade da sala de aula, em que os estudantes, assim como o pesquisador, são sujeitos ativos que podem alterar a realidade da pesquisa por meio de suas próprias ações.

Assim, o papel do pesquisador foi fazer anotações, ouvir, observar, registrar, documentar, buscar significados, interpretar com a retórica sempre persuasiva, descritiva e detalhada, por meio de uma linguagem cotidiana e com detalhes suficientes para evidenciar que os dados são mais próximos da realidade dos atores (Moreira, 2011, a).

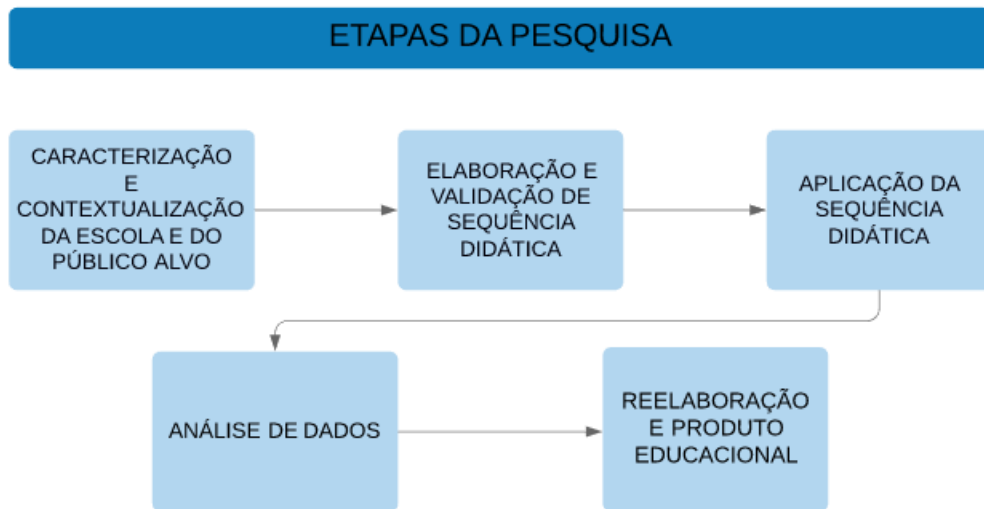
Com base nessa descrição o método de pesquisa-ação consiste na melhora da prática, levando em conta ao mesmo tempo os resultados. Segundo Kemmis e McTaggart (1998, *apud* MOREIRA, 2011, a, p. 90), a pesquisa-ação é definida:

Como uma prática coletiva, autorreflexiva, empreendidas por participantes de situações sociais para melhorar a produtividade, racionalidade e justiça de suas próprias práticas sociais ou educativas, assim como para a compreensão em relações a tais práticas e as situações em que ocorrem.

A pesquisa-ação se caracteriza por uma espiral de ciclos de descobertas de fatos; planos e implantação da ação que gerarão mudanças e reflexões à luz das evidências coletadas. Esse caráter cíclico não deve ser linear, automático nem mecânico, afirma Moreira (2011, a), mas tem como objetivo a melhoria das práticas e a compreensão de situações, para isso é necessário o envolvimento, o quanto tanto possível, de todos os participantes do processo investigativo.

Considerando os pressupostos, a pesquisa foi caracterizada como uma prática autorreflexiva e de análise crítica com coleta de dados, objetivando a formação de estudantes críticos por meio do estudo sistemático do tema proposto. Para melhor compreensão do processo, a pesquisa foi organizada nas seguintes etapas:

Figura 17. Fluxograma representativo das etapas desta pesquisa.



Fonte: A autora, 2019

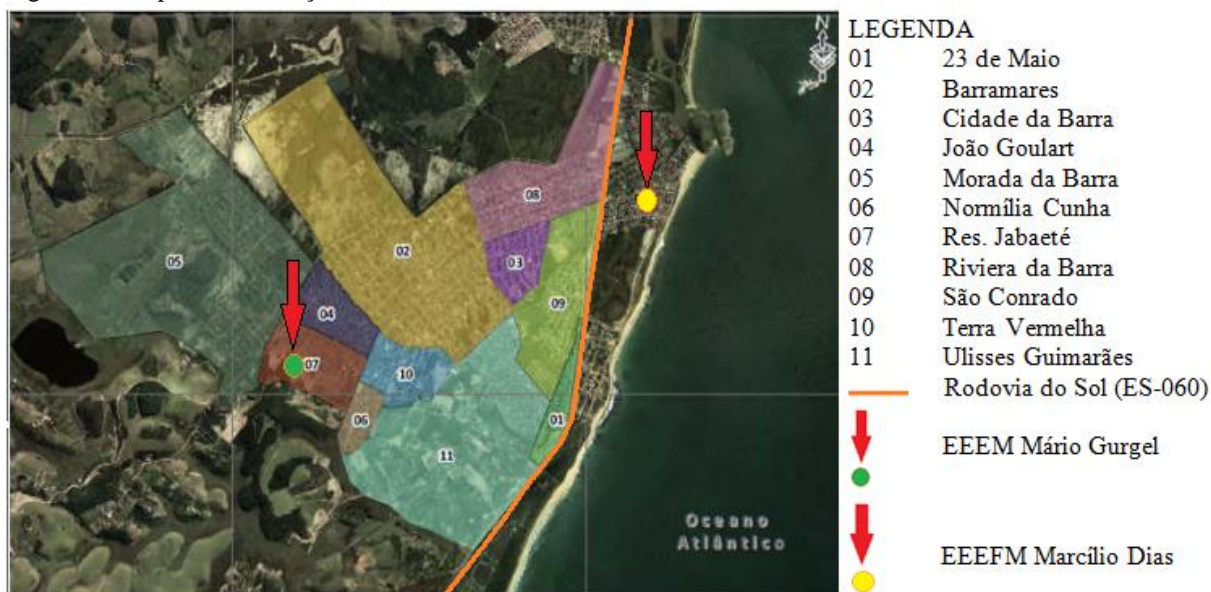
4.1 CARACTERIZAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DA ESCOLA E DO PÚBLICO ALVO.

Após assinatura do termo de anuência (apêndice A) pela escola onde a pesquisa foi realizada e aprovação do Projeto desta pesquisa no Comitê de Ética e Pesquisa do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), foram realizadas a caracterização da escola e dos sujeitos da pesquisa, por meio de observação, conversas informais com estudantes e servidores, análise do Projeto Político Pedagógico (PPP) da escola e revisão bibliográfica, com o intuito de levantar informações acerca do contexto local e do interesse dos sujeitos da pesquisa pela temática.

4.1.1 A escola

A pesquisa foi realizada na Escola Estadual de Ensino Médio “Mário Gurgel”, localizada à Avenida Marrocos, s/nº – Jabaeté, Vila Velha/ES– Cep.: 29126-747. A escola fica localizada na Região 5 da cidade (figura 18) e possui aproximadamente 45.000 habitantes segundo dados do IBGE (2010 apud SARTÓRIO, 2012) sendo a única a ofertar o Ensino Médio Regular para os 11 bairros que a compõem. A escola mais próxima que também oferece esta modalidade de ensino é a EEEFM Marcílio Dias (com apenas 3 turmas) no bairro Barra do Jucu, que atende à comunidade que habita o outro lado da Rodovia do Sol.

Figura 18. Mapa de localização da Grande Terra Vermelha em Vila Velha - ES.



Fonte: Adaptada de Sartório, 2012.

A EEEM Mário Gurgel foi construída com estrutura de “escola modelo” pelo Governo do Estado. Conta com laboratórios que funcionam como sala ambiente, sendo um de Química, um de Biologia, um para Física e Matemática, uma sala de informática, uma sala de vídeo/multimídia, um auditório, uma biblioteca (fechada por falta de bibliotecário), uma quadra poliesportiva e doze salas de aula. É uma escola estruturalmente conservada e muito ampla, com recursos como projetores, impressões e aparelhos de som à disposição. No caso do laboratório de Química, também houve para livre utilização de reagentes e materiais diversos, além de bancadas próprias.

O turno matutino, no qual foi aplicada a pesquisa, possuía seis turmas de 1ª série, três turmas de 2ª série e duas turmas de 3ª série do Ensino Médio. A escola atendeu no ano de aplicação da SEQUÊNCIA DIDÁTICA aproximadamente 840 alunos em um total de 21 turmas, distribuídas nos turnos matutino e vespertino.

4.1.2 Sujeitos

Os sujeitos participantes da pesquisa foram estudantes (n=38) do terceiro ano do Ensino Médio, do turno matutino, moradores da região da Grande Terra Vermelha. Todos foram informados previamente quanto à importância, os objetivos do estudo e às atividades desenvolvidas na sequência didática. Os alunos maiores de 18 anos ou emancipados assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os menores de 18 anos

assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e seus responsáveis legais o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os modelos desses termos encontram-se nos apêndices B, C e D respectivamente.

Nos resultados foram utilizadas letras do alfabeto seguidas de números para representar cada aluno durante a investigação. Quando utilizados fragmentos de seus registros, utilizamos antecedendo à identificação do aluno as siglas do documento do qual foi retirado: diário de pesquisa (DP), questionário inicial (Qi), questionário final (Qf), mapa conceitual inicial (MCI), mapa conceitual final (MCf) e roteiro de aula (RO). Esses cuidados visam preservar a identidade dos envolvidos sempre que for preciso citar as suas respostas. Exemplo: MCI.A7 (fragmento retirado do mapa conceitual inicial do aluno 7).

4.2 ELABORAÇÃO E VALIDAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD).

O tema “solventes orgânicos inalantes” requer grande número de aulas para que seja realizada uma abordagem crítica e reflexiva dos conceitos sociocientíficos envolvidos. Dada esta necessidade, as sequências didáticas se apresentam como boas ferramentas para o desenvolvimento de atividades diversas, com tempo de aula curto, organizadas de acordo com o referencial teórico utilizado.

Essa SD foi elaborada pela professora pesquisadora, considerando o processo EAR de Guimarães e Giordan (2013) sendo planejada “segundo um contexto cultural e social específico, podendo englobar apenas a sala de aula, mas também outras disciplinas, a comunidade escolar e mesmo a comunidade do entorno da escola” (GUIMARÃES E GIORDAN, 2013, p. 7).

Tais atividades foram elaboradas segundo a organização hierárquica do conhecimento apresentado, hora iniciando as atividades com conhecimentos gerais e especificando-os (diferenciando-os hierarquicamente), ora em outras aulas realizando atividades de associação (reconciliação integradora) do conhecimento proposto. Uma abordagem tradicional, utilizando somente os recursos disponíveis como o livro didático e as aulas expositivas, não permitiriam a formação crítica desejada, e para isso também foi utilizado, em conjunto à teoria da aprendizagem significativa crítica, a abordagem de ensino CTSA, que segundo Fernandes e Pires (2019, p.3)

assume a prioridade da aprendizagem de temas relevantes, não só para o aluno, mas também para a sociedade, bem como a aprendizagem dos conceitos científicos a partir de exemplos do dia-a-dia, tornando a ciência, não só mais motivante, mas também mais útil, e o ensino mais contextualizado e atual. Assume, ainda, a valorização das interações CTSA e os aspectos epistemológicos e sociológicos da construção da ciência, encarando-a de forma menos dogmática e menos neutra do que tradicionalmente se faz.

Anteriormente à aplicação da SD, foram abordados na disciplina de Química, 3ª série, os conteúdos de cadeias carbônicas (classificação e tipos de fórmulas), hidrocarbonetos e funções orgânicas oxigenadas e nitrogenadas (reconhecimento e nomenclatura). A SD deu continuidade ao planejamento anual da disciplina, elaborado pela professora pesquisadora, abordando as propriedades físicas dos compostos orgânicos (polaridade molecular, interações intermoleculares, ponto de fusão e ebulição, volatilidade e solubilidade), e introdução à Bioquímica (carboidratos, proteínas, lipídeos e hormônios).

A partir de conversas informais com os sujeitos da pesquisa e o conhecimento das matérias do currículo de Química (ESPÍRITO SANTO, 2009) que os mesmo já haviam estudado, e assim reconhecendo seus conhecimentos prévios, elaborou-se a SD.

A SD elaborada contém doze aulas sendo duas destinadas para a aplicação de avaliações (inicial e final). Dentre as dez aulas restantes foram distribuídas atividades práticas experimentais, debates, leitura, jogos didáticos e aulas expositivas dialogadas. A organização das atividades em cada aula da SD pode ser verificada no quadro 2 e a SD completa no guia didático elaborado.

Quadro 2. Resumo da sequência didática elaborada para abordagem do tema “Solventes Orgânicos Inalantes”.

ATIVIDADES	OBJETIVOS
AULA 0 – AULA DIAGNÓSTICO	
Atividade: Registrando o conhecimento prévio	Promover o registro do conhecimento prévio acerca de “solventes orgânicos inalantes” por meio da construção de mapa conceitual e da resposta ao questionário inicial.
AULA 1 – POLARIDADE MOLECULAR E SOLUBILIDADE	
Atividade 1: Quem é polar, quem é apolar?	Analisar a solubilidade do permanganato de potássio (KMnO ₄) e iodo (I ₂) nos solventes água e gasolina.
Atividade 2: Cromatografia em Papel	Relacionar a polaridade molecular das substâncias que são usadas como pigmentos em canetas hidrocores com a força de suas interações intermoleculares com a celulose por meio da prática de cromatografia em papel.
AULA 2 – ANÁLISE GRÁFICA DA RELAÇÃO PRESSÃO DE VAPOR EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA	
Atividade 1: A Química dos cheiros	Identificar substâncias diversas pelo olfato. Construir o conceito de volatilidade.
Atividade 2: Analisando gráficos	Entender o comportamento físico-químico das substâncias usadas como drogas

de solventes orgânicos comuns	inalantes por meio da compreensão dos conceitos de volatilidade, pressão de vapor, ponto de fusão e ebulição para compostos orgânicos.
AULA 3 – SOLVENTES ORGÂNICOS	
Atividade 1: O que você entende por solventes?	Discutir sobre diferentes aspectos relacionados à temática dos solventes orgânicos.
Atividade 2: Onde os solventes são encontrados e como são utilizados?	Reconhecer por meio da leitura da composição química nos rótulos de produtos químicos domésticos a presença de solventes orgânicos.
Atividade 3: Conhecendo a estrutura e composição química de alguns solventes orgânicos	Analisar a composição química e a fórmula estrutural dos solventes orgânicos presentes nos rótulos analisados.
Atividade 4: Pesquisa: Histórico e definições sobre solventes	Nivelar e aprofundar o conhecimento dos estudantes por meio de pesquisa sobre a definição conceitual de solventes orgânicos, seu histórico e importância na sociedade e presença nos produtos do cotidiano.
AULA 4 – SOLVENTES ORGÂNICOS: MOCINHOS OU VILÕES?	
Atividade 1: Respondendo às questões orientadoras	Promover discussão a respeito dos diferentes aspectos abordados sobre solventes orgânicos nos textos a partir da leitura de textos pré-selecionados.
Atividade 2: Levantamento de informações sobre uso de inalantes	Orientar os alunos no levantamento de informações sobre uso de inalantes pelos demais alunos da escola.
AULA 5 – VAMOS ANALISAR OS RESULTADOS?	
Atividade 1: Discussão dos resultados	Analisar e discutir os resultados do levantamento realizado pelos estudantes com os demais da escola em que estudam, comparando-o com dados nacionais.
Atividade 2: Vídeo	Apresentar o vídeo produzido pelo programa “Fantástico” da emissora <i>Globo</i> sobre uso de inalantes e discutir sobre seu conteúdo.
AULA 6 – O CAMINHO DAS DROGAS NO CORPO HUMANO	
Atividade: O caminho das drogas inalantes no corpo humano	Compreender o percurso no corpo humano por onde passam os solventes orgânicos e os órgãos que são afetados após a inalação.
AULA 7 – EFEITOS DOS INALANTES SOBRE O CORPO HUMANO: DO NÍVEL MACROSCÓPICO AO NÍVEL CELULAR.	
Atividade 1: Modificando a permeabilidade das membranas celulares	Compreender a função das membranas celulares e as consequências de sua modificação por meio de prática experimental.
Atividade 2: Do nível macroscópico ao nível celular: efeitos agudos e crônicos do uso de inalantes.	Analisar bioquimicamente os efeitos nocivos causados pela inalação de solventes orgânicos.
Atividade 3: Discussão	Discutir os conceitos trabalhados na aula associando-os às experiências e opiniões dos alunos.
AULA 8 – VAMOS REVISAR?	
Atividade: Jogo (Kahoot)	Revisar os tópicos abordados nas aulas anteriores.
AULA 9 - REGISTRANDO O CONHECIMENTO	
Atividade 1: Avaliação final	Construir mapa conceitual final e responder ao questionário final sobre “solventes orgânicos inalantes”.
Atividade 2: Planejamento da ação de conscientização	Planejar uma ação da turma para conscientização dos demais estudantes da escola acerca do uso de solventes inalantes.
AULA 10 –CONSCIENTIZAÇÃO EM PRÁTICA	
Atividade: Mão na massa	Confeccionar meio material de divulgação.
AULA 11 – AVALIAÇÃO	
Atividade: Avaliação <i>à posteriori</i>	Identificar a opinião dos estudantes acerca da sequência didática aplicada.

Fonte: A autora, 2019.

O objetivo central da SD foi promover o desenvolvimento da percepção dos estudantes acerca do tema drogas inalantes por meio da sequência didática com abordagem CTSA do tema

“Solventes Orgânicos Inalantes”. Para alcançar este objetivo estabeleceu-se como objetivos específicos:

- Promover a aprendizagem significativa crítica dos conhecimentos envolvidos na abordagem do tema.
- Promover a compreensão das ciências química e biológica como conhecimentos que instruem e proporcionam a realização de análises críticas sobre questões sociais, comportamentais, tecnológicas e políticas.
- Estabelecer relações entre os efeitos nocivos ao organismo humano do consumo de solventes orgânicos inalantes à suas propriedades físicas.

Diante desses objetivos, a validação da SD verificou sua capacidade de desempenho e a confiabilidade de seus resultados, possibilitando correções antes e depois da aplicação a fim de garantir o alcance dos objetivos estabelecidos.

A validação *a priori* foi realizada por professores (n = 6) especialistas (doutores), mestrados integrantes do grupo de pesquisa Tecnologias e Educação em Química e Biologia (TEQBio) do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e professores de Biologia e Química atuantes na educação básica pública do Espírito Santo. Para esta etapa utilizaram como meio de validação o instrumento adaptado (apêndice E) sugerido por Guimarães e Giordan (2011) onde foram analisados e discutidos item a item diversos aspectos acerca da SD.

Após aplicação em sala de aula, realizou-se a validação *a posteriori* com os sujeitos da pesquisa (todos os estudantes envolvidos e a professora pesquisadora). Para nortear esse momento de validação, foi entregue a cada estudante o mesmo instrumento de validação utilizado na validação *a priori* adaptado para o vocabulário dos mesmos (apêndice F). Devido à adaptação, alguns itens foram avaliados em insuficiente (I), suficiente (S) ou mais que suficiente (MS), outros em Sim, Não, Talvez e por fim houve questões abertas com resposta livre.

4.3 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência foi aplicada após aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Espírito Santo, cujo Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) e de número 88576418.2.0000.5072 e parecer favorável número

2.928.114 (anexo 1). A aplicação teve início em outubro de 2018 e conclusão em novembro de 2018.

4.4 COLETA DE DADOS

Durante a aplicação da SD foram coletados os dados da pesquisa a partir de registros por meio de diário de pesquisa do professor e dos alunos, questionários (apêndice G), mapas conceituais elaborados pelos estudantes sujeitos da pesquisa, roteiros de aula experimental (apêndice H e I), roteiros para estudo dirigido (apêndice J), gravações de voz, filmagens e fotografias além dos instrumentos de validação. O referencial utilizado na análise e respectivos objetivos podem ser verificados no quadro X.

Quadro 3. Métodos de coleta de dados e análise adotados na pesquisa.

Métodos de Coleta de dados	Referencial de Análise	Objetivos
Diário de pesquisa dos alunos	Roque e Moraes (2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Coletar os registros e opiniões dos estudantes a cada aula da SD. • Compreender os resultados registrados em outros meios de coleta por meio dos comentários no DP para a respectiva aula.
Questionário inicial e final	Roque e Moraes (2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar o conhecimento prévio dos estudantes acerca de aspectos CTSA do tema. • Analisar a percepção dos estudantes acerca do uso de drogas inalantes ao longo da SD. • Relacionar a aprendizagem significativa crítica dos conceitos sociocientíficos à formação crítica dos estudantes.
Instrumento de análise, avaliação e validação da sequência didática.	Guimarães e Giordan (2011)	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer a percepção dos professores especialistas, pares e sujeitos da pesquisa sobre as atividades propostas na sequência didática em função de seus objetivos.
Roteiros de aula experimental e estudo dirigido	Roque e Moraes (2008)	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar a aprendizagem dos conhecimentos em Química.
Mapa conceitual inicial e final	Cañas e Novak (2006) Santos (2010)	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar os conhecimentos prévios dos alunos quanto ao tema da SD. • Avaliar a ocorrência de aprendizagem significativa nos sujeitos da pesquisa.

Fonte: A autora, 2019.

Todo material coletado foi analisado na perspectiva da Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES, 2003; MORAES e GALIAZZI, 2006, 2011) que pode ser compreendida, segundo Moraes, como

[...] um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes:

desconstrução do corpus, a unitarização, o estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização, e o captar do novo emergente em que nova compreensão é comunicada e validada (2003, p.192).

O trabalho foi organizado em categorias de análise e discussão. Dessa forma, os dados produzidos possibilitaram a:

- a) Avaliação da aprendizagem de conceitos químicos.
- b) Avaliação da Aprendizagem Significativa Crítica utilizando como recurso mapas conceituais.
- c) Análise da sequência didática como estratégia para desenvolver a percepção dos estudantes sobre as drogas inalantes.

4.5 REELABORAÇÃO E PRODUTO EDUCACIONAL

Os resultados obtidos com a aplicação da SD e com as validações *a priori* e *a posteriori* foram confrontados e possibilitaram sua reelaboração, a fim de garantir e potencializar tais resultados em posteriores aplicações. Para isto, construiu-se como produto educacional o guia didático intitulado “A química dos inalantes e a química da vida” contido no Bloco Específico i (Educação em Ciências) do Bloco Interdisciplinar ii (Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente).

4.6. TRATAMENTO DE DADOS

4.6.1 Avaliação da aprendizagem de conceitos químicos

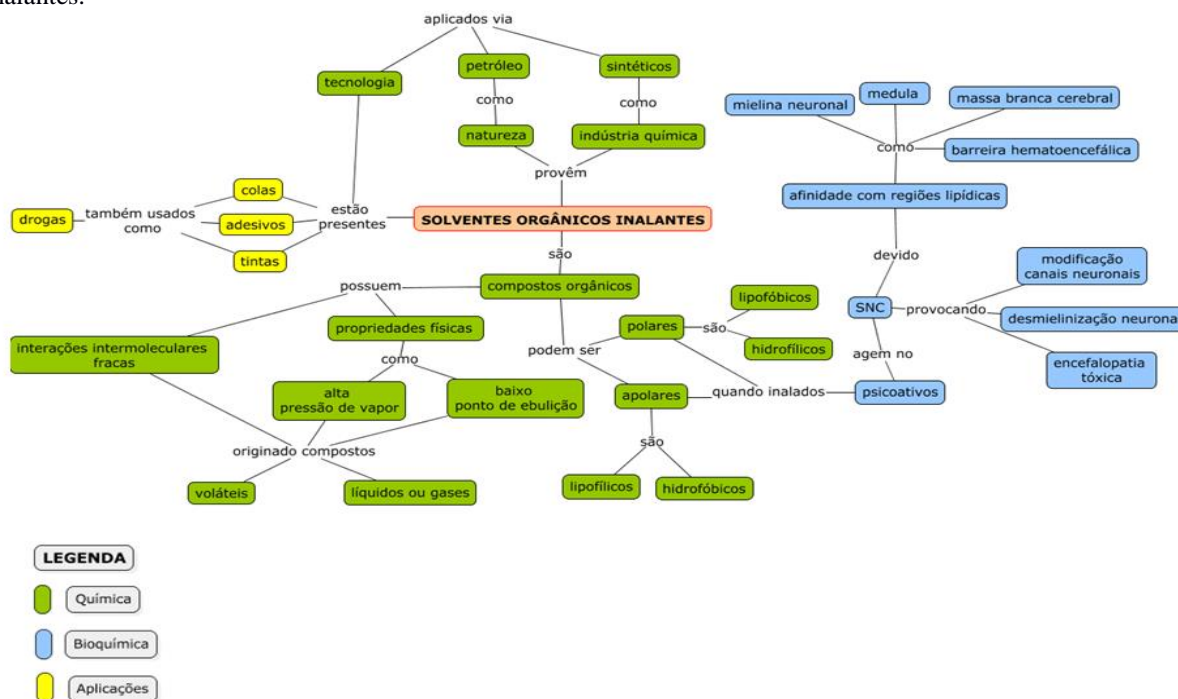
A avaliação da aprendizagem de conceitos químicos trabalhados na SD deu-se mediante análise de questões pontuais dos questionários (inicial e final) e mapas conceituais (inicial e final), além dos documentos recolhidos durante as aulas como diários de pesquisa dos estudantes, roteiros de aula experimental e roteiros de estudo dirigido, respondidos pelos estudantes,

A discussão da avaliação foi dividida em:

- a) análise do conhecimento prévio;
- b) análise da aprendizagem.

É possível compreender a lógica utilizada para a elaboração das atividades da SD aplicada a partir da figura 19, que apresenta de forma geral e simplificada, uma possível rede de proposições do conhecimento químico envolvido na temática dos solventes orgânicos inalantes. Discutimos a aprendizagem dos campos apresentados em verde, azul e amarelo.

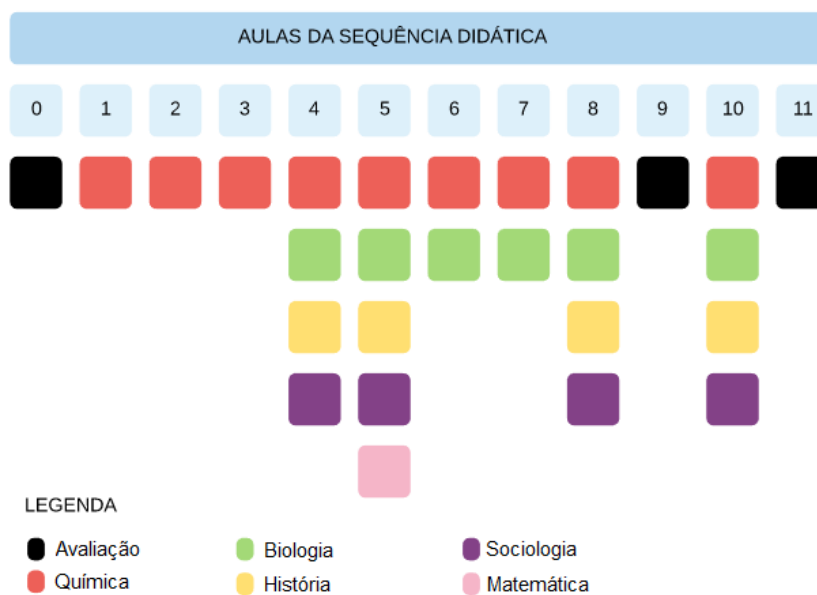
Figura 19. Mapa conceitual apresentando o conhecimento químico envolvido na SD sobre solventes orgânicos inalantes.



Fonte: A autora, 2019.

Um dos objetivos da SD é a compreensão dos efeitos nocivos da inalação de solventes (azul no mapa conceitual). Para isso, se faz necessária a aprendizagem do conhecimento químico (verde) envolvendo a temática assim como de conhecimentos biológicos. Os conceitos em Química apresentados no mapa são apresentados pela primeira vez aos estudantes na 3ª série do Ensino Médio, enquanto que os conhecimentos envolvendo a disciplina de Biologia (não apresentados no mapa) são apresentados na 1ª série do Ensino Médio, de acordo com as Diretrizes Curriculares do Estado do Espírito Santo. Marcou-se em azul no mapa conceitual a área da Bioquímica, onde se aplica o conhecimento químico à sistemas biológicos. De forma esquemática e não excludente, pode-se representar as aulas da sequência didática de acordo com a área do conhecimento presente durante cada dia, segundo a distribuição curricular dos conhecimentos (figura 20).

Figura 20. Representação da presença de diferentes áreas do conhecimento durante as aulas da sequência didática.



Fonte: A autora, 2019.

As aulas 1, 2 e 3 foram elaboradas para servirem de organizadores, que são situações de ensino onde é dada a visão geral do material de ensino em nível mais alto de abstração de forma a servirem de “ponte cognitiva” entre o que os estudantes já sabem e o que devem saber (MOREIRA, 2011, b). Nelas foi construído o conhecimento químico necessário à aplicação biológica apresentada nas aulas 6, 7 e 8, por meio de investigação em atividades práticas (1 e 2 experimentais e 3 análise de rótulos), conforme apresentada o quadro 4:

Quadro 4. Conteúdos da disciplina de Química abordados na sequência didática.

Aula	Conhecimento em Química	
	Conceitos gerais	Conceitos específicos
1	Polaridade molecular	Moléculas polares Moléculas apolares Momento de dipolo elétrico
	Solubilidade	Regra de solubilidade Compostos hidrofílicos e hidrofóbicos Compostos lipofílicos, lipofóbicos e anfílicos.
2	Interações intermoleculares	Dipolo-dipolo Dipolo – dipolo induzido Dipolo induzido – dipolo induzido Ligações de hidrogênio Íon - dipolo
	Propriedades físicas dos compostos orgânicos	Temperatura de fusão e ebulição Pressão de vapor Volatilidade Solubilidade

3	Composição química de alguns solventes orgânicos inalantes <ul style="list-style-type: none"> - Tolueno - Hidrocarbonetos líquidos de baixa massa molar (hexano, heptano, octano) - Haletos orgânicos de baixa massa molar (clorofórmio, cloreto de etila, dicloetano) - Éteres (éter etílico) - Álcoois (metanol, etanol) - Cetonas (propanona) - Outros 	Fórmulas estruturais Reconhecimento das funções orgânicas Inferência do tipo de interação intermolecular e propriedades físicas.
---	--	--

Fonte: A autora, 2019.

Para avaliação da aprendizagem foram utilizados os roteiros das aulas experimentais 1 e 2 e o roteiro de estudo dirigido entregue aos estudantes para realização extraclasse (atividade 4, aula 3). As respostas às questões propostas nesses documentos foram analisadas a partir de rubricas pré-estabelecidas, a fim de classificar o documento da aula (roteiro de aula experimental ou estudo dirigido) em níveis. Esses níveis correspondem ao alcance ou não dos objetivos de aprendizagem de cada aula, onde os níveis zero (0) correspondem ao não cumprimento da atividade (mais da metade das questões não respondidas) e os níveis 1, 2, 3 correspondem respectivamente à complexidade das respostas, das menos para as mais elaboradas. Esses materiais de coleta de dados foram corrigidos e discutidos seus resultados com a turma.

A aprendizagem acerca da polaridade molecular e solubilidade dos compostos orgânicos foi verificada mediante correção das questões propostas no roteiro da aula experimental 1, possibilitando que roteiros desta aula fossem classificados em um dos três níveis estabelecidos na rubrica apresentada no quadro 5.

Quadro 5. Classificação dos roteiros da aula experimental 1 em níveis 0, 1 e 2.

Nível	Descrição
Nível 0	- mais da metade das questões não respondidas;
Nível 1	- Todas as questões respondidas; - Descrição dos fenômenos observados explicados sem a utilização do conhecimento de polaridade molecular e regra de solubilidade. - Classificação correta dos reagentes em polares, apolares, hidrofílicos, hidrofóbicos, lipofílicos, anfifílicos.
Nível 2	- Todas as questões respondidas; - Descrição dos fenômenos observados explicados com a utilização do conhecimento de polaridade molecular e regra de solubilidade. - Classificação correta dos reagentes em polares, apolares, hidrofílicos, hidrofóbicos, lipofílicos, anfifílicos.

Fonte: A autora, 2019.

Para avaliação do tópico “Interação intermolecular e propriedades físicas dos compostos orgânicos”, trabalhados nas aulas 2 e 3, analisou-se as questões propostas nos roteiros da aula experimental 2 em 3 níveis, classificando esse roteiro conforme descreve a rubrica apresentada no quadro 6.

Quadro 6. Classificação dos roteiros da aula experimental 2 em níveis 0, 1, 2 e 3.

Nível	Descrição
Nível 0	- Apresenta mais de 50% das questões não respondidas.
Nível 1	- Apresenta menos de 50% de questões não respondidas. - Não estabelece relação entre o tipo de interação intermolecular do solvente analisado e suas propriedades de pressão de vapor e temperatura de ebulição.
Nível 2	- Apresenta mais de 50% de questões não respondidas. - Não estabelece ou estabelece parcialmente relação entre o tipo de interação intermolecular do solvente analisado e suas propriedades de pressão de vapor e temperatura de ebulição.
Nível 3	- Todas as questões respondidas; - Estabelece correta relação entre o tipo de interação intermolecular do solvente analisado e suas propriedades de pressão de vapor e temperatura de ebulição.

Fonte: A autora, 2019.

Este mesmo tópico foi aplicado aos solventes orgânicos inalantes na aula 3. Para avaliação da correta inferência das interações intermoleculares sobre as fórmulas estruturais dos solventes analisados, a questão 5 do roteiro de estudo dirigido entregue na aula 3 foi classificada segundo três níveis, descritos no quadro 7. Na classificação desta questão não foi usado o nível zero visto que todos os alunos avaliados responderam à questão.

Quadro 7. Classificação da questão 5 do roteiro da aula experimental 2 em níveis 1, 2 e 3.

Nível	Descrição
Nível 1	- Apresenta apenas o nome (usual ou sistemático) e a fórmula molecular dos solventes citados.
Nível 2	- Apresenta o nome (usual ou sistemático) do solvente citado; - Apresenta a fórmula estrutural do solvente citado;
Nível 3	- Apresenta o nome (usual ou sistemático) do solvente citado; - Apresenta a fórmula estrutural do solvente citado; - Apresenta o tipo de interação intermolecular que ocorre entre mais de 50% das moléculas do solvente citado.

Fonte: A autora, 2019.

4.6.2 Avaliação da aprendizagem significativa crítica utilizando como recurso mapas conceituais

Os mapas conceituais foram utilizados para avaliação da aprendizagem significativa crítica dos conhecimentos sociocientíficos envolvidos na temática dos solventes orgânicos inalantes.

Para determinação do nível de cada mapa elaborado foi realizada classificação topológica segundo Cañas e Novak (2006) e para reconhecimento dos significados atribuídos pelos alunos ao conceito raiz (solventes orgânicos inalantes) foi realizada análise semântica segundo os pressupostos da Análise Textual Discursiva segundo Moraes e Galiuzzi (2006). Para essa última também serão considerados os registros nos diários de pesquisa redigidos pelos estudantes, a fim de complementar a análise dos dados, pois segundo Moreira (2011, b) “diferentemente de textos e outros materiais educativos, os mapas conceituais não são autoexplicativos e requerem explicação de parte de quem os faz”. Mapas conceituais não buscam classificar conceitos, mas sim relacioná-los e hierarquizá-los. As relações estabelecidas, estas sim, foram categorizadas, segundo o sentido que possuem.

Os MCs (n = 34) foram avaliados considerando suas características estruturais e semânticas, com a finalidade de comparação entre iniciais e finais. O número de sujeitos da pesquisa (n = 38) é maior que o número de mapas analisados devido ao objetivo desta análise ser de comparação, portanto somente foram considerados os MCs dos estudantes que elaboram o MCi e MCf.

4.6.2.1 Análise Estrutural

A taxonomia topológica de Cañas e Novak (2006) considera a complexidade estrutural do mapa, sem considerar o significado de conceitos e proposições. A topologia classifica os MCs em 7 níveis (de 0 a 6), a partir da avaliação de cinco parâmetros:

P1: Uso de conceitos em vez de trechos de texto.

P2: Estabelecimento de relações entre conceitos.

P3: Grau de ramificação.

P4: Profundidade hierárquica.

P5: Presença de ligações cruzadas.

O parâmetro P1 (uso de conceitos em vez de trechos de texto) é semântico e não estrutural. Cañas e Novak (2006) afirmam que a presença de trechos de texto em um mapa conceitual é geralmente indicativa de estruturas de conhecimento da memória e, portanto, caracterizam estruturas pobres, rígidas e isoladas. Ao contrário, a capacidade de síntese de textos em conceitos é considerada por esses autores como o ponto de partida obrigatório para o

estabelecimento de relações múltiplas, novas e flexíveis entre idéias e, assim, para a construção de estruturas cognitivas cada vez mais complexas e sofisticadas. Mapas onde há predomínio de trechos sobre conceitos são classificados em nível 0, independente de possuírem outros níveis nos demais parâmetros.

O parâmetro P2 (estabelecimento de relações entre conceitos) avalia a presença ou não de termos de ligação entre os conceitos no MC, sendo consideradas tanto palavras como frases ou símbolos. O estabelecimento de relações entre os conceitos só é possível mediante a presença de termos de ligação.

O parâmetro P3 (grau de ramificação) avalia o número de pontos de ramificação no MC. Um ponto de ramificação ocorre quando duas ou mais linhas de conexão saem de um nó, conceito ou termo de ligação (o número exato não importa). Este critério não se refere ao número de ramificações que emergem de um determinado nó, mas ao número de nós que possuem mais de um ramo. A existência de muitos nós é indicativa do alto grau de diferenciação dos conceitos envolvidos no conhecimento que está sendo avaliado.

O parâmetro P4, profundidade hierárquica, verifica o número de conexões entre o conceito raiz e o conceito mais distante desse. Neste trabalho o conceito raiz solicitado aos alunos foi “solventes orgânicos inalantes” e a partir deste se construíram relações, individualmente. Este parâmetro possibilita a verificação do processo de diferenciação progressiva em torno do conceito raiz, processo onde são atribuídos novos significados ao conceito analisado e necessário para dar significado a novos conhecimentos (Moreira, 2011, b).

O parâmetro P5 avalia a presença de ligações cruzadas. Uma ligação cruzada é essencialmente uma proposição entre conceitos, nenhum dos quais é o conceito raiz, e geralmente localizado em diferentes setores de um mapa conceitual, de modo que um circuito fechado é formado. Este parâmetro possibilita a verificação do processo de reconciliação integradora, processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes integrando significados (Moreira, 2012).

O quadro 8 foi utilizado na análise estrutural dos MCs, na qual são apresentadas as relações entre os parâmetros e os níveis desta taxonomia topológica.

Quadro 8 Relação entre parâmetros e níveis na classificação topológica de MCs segundo Cañas e Novak (2006).

NÍVEL	PARÂMETROS				
	P1 Conceitos	P2 Termos de ligação (TL)	P3 Grau de ramificação	P4 Profundidade hierárquica	P5 Ligações cruzadas
0	predominam trechos com textos	Sem TL	Linear (0 ou 1 ponto de ramificação)	0 níveis de hierarquia	0 ligações cruzadas
1	predominam conceitos	faltam 50% ou menos dos de TL	Linear (0 ou 1 ponto de ramificação)	0 níveis de hierarquia	0 ligações cruzadas
2	predominam conceitos	Apresenta mais de 50% TL	Ramificação baixa (2 pontos de ramificação)	0 níveis de hierarquia	0 ligações cruzadas
3	somente conceitos	Não faltam TL	Ramificação média (3 ou 4 pontos de ramificação)	Menos de 3 níveis de hierarquia	0 ligações cruzadas
4	somente conceitos	Não faltam TL	Ramificação alta (5 ou 6 pontos de ramificação)	3 ou mais níveis de hierarquia	0 ligações cruzadas
5	somente conceitos	Não faltam TL	Ramificação alta (5 ou 6 pontos de ramificação)	3 ou mais níveis de hierarquia	1 ou 2 ligações cruzadas
6	somente conceitos	Não faltam TL	Ramificação muito alta (7 pontos de ramificação)	3 ou mais níveis de hierarquia	Mais de 2 ligações cruzadas

Fonte: Santos, 2010.

Com base nos critérios e níveis apresentados no quadro 8, foi elaborada uma tabela para cada MC, conforme metodologia utilizada por Santos (2010). Esta tabela foi preenchida durante a avaliação topológica dos MCs elaborados pelos alunos, como apresenta o modelo representado na Tabela 6.

Tabela 6. Tabela utilizada para avaliação estrutural dos mapas conceituais inicial e final.

MC_ Aluno: _____	Nível topológico							
	0	1	2	3	4	5	6	
P1	T/C	C/T	C/T	C	C	C	C	
P2	0	<0,5	>0,5	1	1	1	1	
P3	0	0-1	2	3-4	5-6	5-6	≥7	
P4	0	0	0	<3	≥3	≥3	≥3	
P5	0	0	0	0	0	1-2	≥2	

Legenda

P1

T/C Predominam trechos de textos sobre conceitos

C/T Predominam conceitos sobre trechos de textos

C Apenas conceitos

P2

< 0,5 Há menos da metade dos termos de ligação entre os conceitos apresentados

> 0,5 Há mais da metade dos termos de ligação entre os conceitos apresentados

1 Há presença de termo de ligação entre todos os conceitos apresentados

P3, P4 e P5

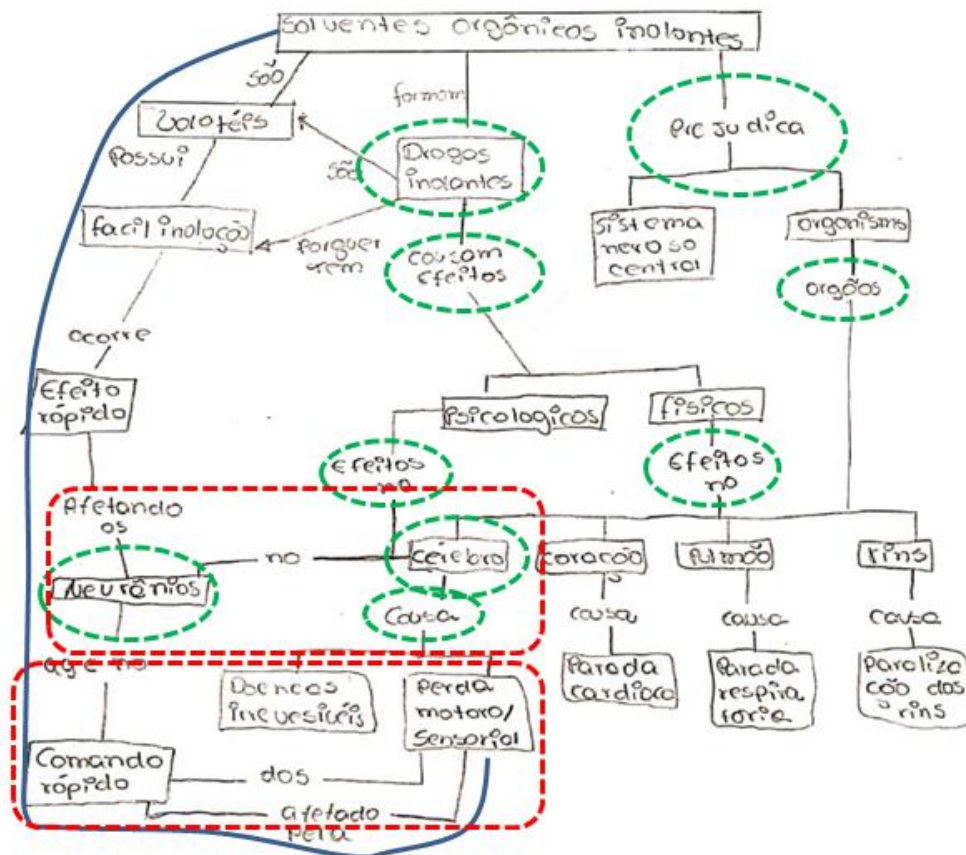
Nos critérios P3, P4 e P5, os números indicam a quantidade de pontos de ramificação, números de ligações entre o conceito raiz e o mais afastado e o número de ligações cruzadas.

Fonte: Adaptado de Santos, 2010.

Nesta pesquisa consideramos os mapas conceituais classificados nos níveis 0, 1 e 2 como indicativos de estruturas de conhecimento memorísticas e, portanto, pobres, rígidas e isoladas, pois, ao contrário, a capacidade de decomposição de textos em conceitos é o ponto de partida obrigatório para o estabelecimento de relações múltiplas, novas e flexíveis entre ideias e, assim, para a construção de estruturas cognitivas cada vez mais complexas e sofisticadas (Cañas e Novak, 2006). Da mesma forma, a presença de termos de ligação, de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa, é indispensável para o estabelecimento de significado entre os conceitos conectados, por isso, consideramos os níveis 3, 4, 5 e 6 como níveis indicativos de estruturas de conhecimento elaboradas e consolidadas por possuírem todas as proposições contendo termos de ligação.

A figura 21 apresenta um exemplo de análise de MCf realizado nessa pesquisa a partir do MCf elaborado pelo aluno A30.

Figura 21. Exemplo de análise estrutural do mapa conceitual final do aluno A30.



Para análise do mapa conceitual A30 foi utilizada como referencia a tabela 6 resultando na tabela 7.

Tabela 7. Tabela de avaliação estrutural do MCf.A30.

MCf.A30		Nível topológico						
		0	1	2	3	4	5	6
Parâmetros	P1	T/C	C/T	C/T	C	C	C	C
	P2	0	<0,5	>0,5	1	1	1	1
	P3	0	0-1	2	3-4	5-6	5-6	≥7
	P4	0	0	0	<3	≥3	≥3	≥3
	P5	0	0	0	0	0	1-2	≥2

Fonte: A autora, 2019.

- No parâmetro P1 foram marcados os níveis que contem C devido à utilização apenas de conceitos no mapa elaborado.
- No parâmetro P2 foram marcados os níveis 3 a 6 devido a presença de termo de ligação em todas as proposições.
- No parâmetro P3 foi marcado o nível 3 por haverem no mapa nove nós onde ocorrem ramificações, identificados pela linha tracejada verde, na figura 21.
- No parâmetro P4 foram marcados os níveis 4 a 6 por haverem no mapa analisado mais de três níveis de profundidade hierárquica. A linha azul indicada na figura 21. representa a sequência de proposições com o maior nível de profundidade hierárquica do mapa analisado.
- No parâmetro P5 foi marcado o nível 5 por haver duas ligações cruzadas representadas em traços vermelho na figura 21.

O nível que possui a maior parte de seus parâmetros marcados é o nível 6, portanto, o MCf A30 foi avaliado em nível topológico 6.

Os mapas somente foram classificados nos níveis topológicos 3, 4, 5 ou 6 somente quando possuíam os parâmetros P1 e P2, ou seja, somente conceitos (não trechos) e totalmente conectados por termos de ligação.

Em caso de empate, o parâmetro decisivo considerado seguiu a regra: P5 > P4 > P3.

4.6.2 Análise Semântica

Considerou-se como corpus textual para a ATD dos MCs toda a estrutura de proposições elaborada em cada mapa. Foi realizada a leitura de todos os MCs, permitindo uma visão holística do que foi construído para em seguida iniciar-se a ATD, cujas etapas são:

- *1ª etapa: Unitarização*, onde os MCs foram “recortados, pulverizados, desconstruídos, a partir das capacidades interpretativas do pesquisador” (MORAES e GALIAZZI, 2007, p. 132). As unidades em cada MC constituem-se de todas as suas proposições, que foram tabuladas em planilha Excel. Somente foram consideradas as proposições válidas, ou seja, aquelas que possuíam termos de ligação conferindo sentido à proposição. A tabela 8 apresenta a unitarização e reconhecimento de proposições válidas para o MCi do aluno A7. As proposições válidas estão destacadas totalizando 5 válidas das 9 proposições elaboradas.

Tabela 8. Unitarização dos MCs a partir da ATD.

Código	Conceito Inicial	Termo de Ligação	Conceito Final
MCi A7	Solventes orgânicos inalantes	São	Drogas
	Drogas		Com compostos químicos
	Com compostos químicos	Tipo	Cocaína
	Com compostos químicos	Tipo	Maconha
	Com compostos químicos	Tipo	Crack
	Solventes orgânicos inalantes	Podem causar	Dependência química
	Dependência química		Prejudica a saúde
	Prejudica a saúde		Causando vício/ problemas psicológicos
	Causando vício/ problemas psicológicos		Abstinência de drogas

Fonte: A autora, 2019.

- *2ª fase: Categorização*. Esta fase caracteriza-se por um “processo de comparação constante entre as unidades definidas no processo inicial de análise, levando ao agrupamento de elementos semelhantes” (MORAES, 2003, p. 197). Realizou-se a categorização do tipo emergente, processo essencialmente indutivo, aonde o “pesquisador vai organizando conjuntos de elementos semelhantes, geralmente com base em seu conhecimento tácito” (MORAES, 2003, p. 197). Este tipo de categorização permite identificar a frequência e o tipo de significados que os sujeitos da pesquisa atribuíram a cada conceito apresentado.

A tabela 9 apresenta um exemplo de categorização de um fragmento do MCi do aluno A7.

Tabela 9. Exemplo de categorização emergente das proposições apresentadas no MCi.A7.

Código	Conceito Inicial	Termo de Ligação	Conceito Final	Categorias emergentes
MCi A7	Solventes orgânicos inalantes	São	Drogas	Definição de inalantes
	Com compostos químicos	Tipo	Cocaína	Locais ou produtos onde se encontram os inalantes
	Com compostos químicos	Tipo	Maconha	
	Com compostos químicos	Tipo	Crack	
	Solventes orgânicos inalantes	Podem causar	Dependência química	Malefícios à saúde

Fonte: A autora, 2019.

Após a categorização emergente tais categorias foram agrupadas em categorias gerais, segundo o sentido que possuíam.

- *3ª fase:* A terceira e última fase da análise textual discursiva visou à captação do novo emergente, sendo construído um metatexto tecendo considerações sobre as categorias construídas, estabelecendo-se pontes entre elas objetivando expressar com maior clareza as novas intuições e compreensões atingidas.

4.6.3 Análise da sequência didática

A análise da SD foi realizada para verificar o alcance de seu objetivo geral. Para isto seguimos duas etapas:

- a) a análise da presença dos indicadores de abordagem CTSA na SD;
- b) comparação dos resultados das validações à percepção dos estudantes ao longo da SD acerca do uso de drogas em geral e especificamente sobre as drogas inalantes.

Esta análise é necessária para a reelaboração da SD e conseguinte construção do guia didático da SD elaborada.

4.6.3.1 Análise pedagógica da sequência didática com enfoque CTSA

A avaliação pedagógica da sequência didática quanto aos indicadores dos pressupostos do movimento CTSA foi realizada a partir de um instrumento de análise construído e adaptado da proposta de Fernandes, Pires e Villamañan (2013) para avaliação curricular dos conteúdos de ciências das escolas de Portugal e Espanha.

Apesar de o instrumento ter o objetivo de análise de currículos escolares, os próprios autores afirmam que ele apresenta contribuições em relação a sua aplicação para uma análise de práticas pedagógicas com enfoque CTSA (FERNANDES e PIRES , 2019).

Analisou-se o número de episódios (atividades) onde são verificados a presença dos indicadores de cada dimensão analisada. Procurou-se perceber se a perspectiva CTSA está integrada, e de que forma está integrada, nas atividades da SD aplicada. Considerou-se na análise episódios explícitos e implícitos onde estavam presentes os pressupostos da perspectiva CTSA. Quando esses pressupostos assumidos nos indicadores de análise estão presentes, de forma clara e precisa, nos episódios identificados nos documentos, consideram-se esses episódios explícitos. Quando os pressupostos assumidos nos indicadores não estão claramente expressos nos episódios identificados, mas há uma frase, uma expressão ou uma imagem no roteiro da atividade que possa servir de base para o seu desenvolvimento, consideram-se episódios implícitos.

4.6.3.2 Validações a priori e a posteriori

Para análise foram utilizados os instrumentos de validação *a priori* (n = 6) e *a posteriori* (n = 35), sendo quando necessário, citados alguns fragmentos de comentários registrados nos diários de pesquisa. Cada item do instrumento de validação *a priori* foi avaliado em insuficiente (I), suficiente (S) ou mais que suficiente (MS). Sua estrutura básica consiste na análise da:

- a) Estrutura e Organização.
- b) Problematização.
- c) Princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica.
- d) Conteúdos e Conceitos (verificação de indicadores de abordagem CTSA).
- e) Metodologias de Ensino e Avaliação.

Foi realizada adaptação do instrumento de validação *a priori* para sua utilização na validação *a posteriori*, adequando-o à linguagem dos estudantes. Também foram retirados alguns itens das dimensões de análise devido à necessidade de conhecimento incompatível com o nível de

ensino dos alunos. Alguns itens foram avaliados em I, S ou MS, outros em sim, não, talvez e por fim houveram questões abertas com resposta livre.

4.6.3.3 Percepção dos sujeitos da pesquisa sobre drogas

Para análise da percepção dos alunos foram utilizadas algumas questões presentes em seus questionários inicial e final (n = 34), diários de pesquisa e mapa conceitual. Quanto necessário, foi realizada análise textual discursiva das respostas a fim de categorizá-las.

5 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES

Anteriormente a aula 0, os alunos foram convidados a participar da pesquisa, sendo a eles apresentada a sequência didática, seus objetivos e o tipo de atividades às quais participariam ao longo do processo. As dúvidas foram esclarecidas e os termos de consentimento e assentimento enviados para casa para maior compreensão e devidas assinaturas. Houve aceitação unânime da turma e após a devolução dos termos assinados, de todos os alunos, deu-se início à aplicação da SD.

5.1 AULA 0: AULA DIAGNÓSTICO

Para esta atividade foi utilizada uma aula de 55 minutos realizada na sala de aula da série onde a pesquisa foi aplicada (figura 22).

Figura 22. Aula diagnóstico.



Fonte: A autora, 2019.

Inicialmente, os alunos foram convidados a responder ao questionário inicial, cujas perguntas estão apresentadas no quadro 9. Em seguida, aos que terminavam, foi entregue uma folha

contendo orientações para construção de um mapa conceitual sobre o tema “solventes orgânicos inalantes” (figura 23). O tempo foi suficiente para a realização da atividade, pois, os alunos não possuíam conhecimento extenso sobre o tema ficando grande parte dos mapas conceituais ou em branco ou pouco elaborados.

Quadro 9. Questões propostas no questionário inicial.

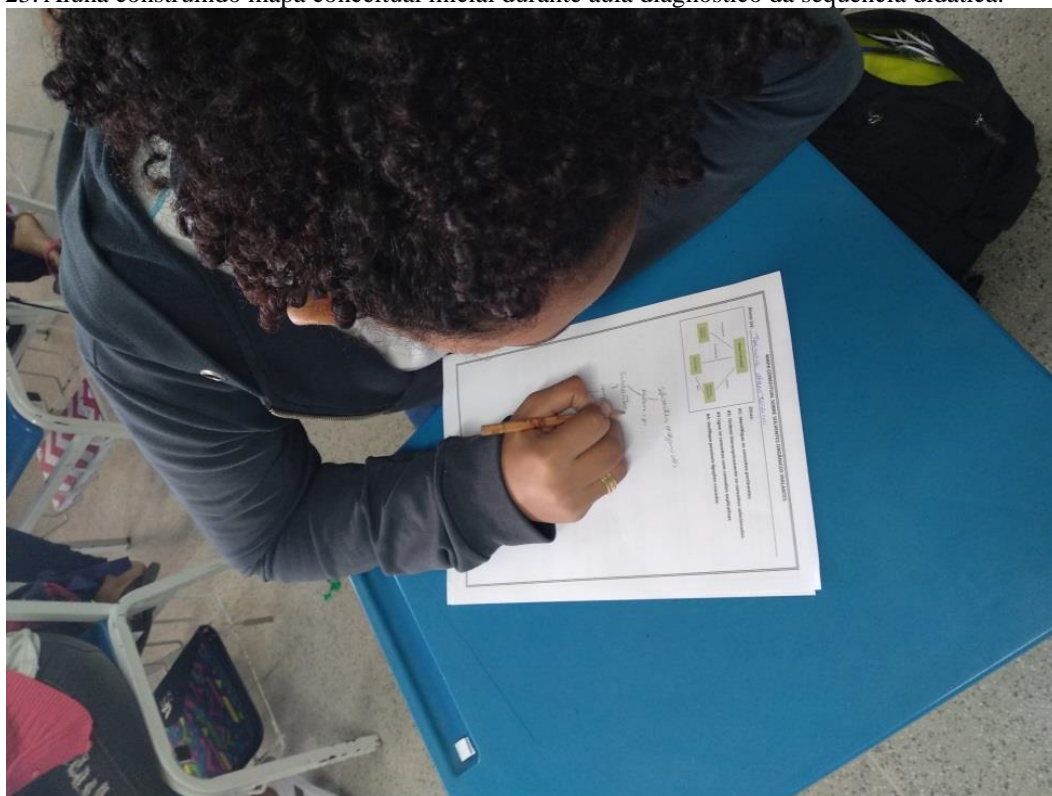
QUESTIONÁRIO INICIAL	
DEFINIÇÃO	
1)	O que é um solvente orgânico inalante?
2)	O que é uma substância psicoativa?
RELAÇÃO CTSA	
3)	Em quais produtos ou substâncias os solventes orgânicos estão presentes?
4)	De que forma os solventes orgânicos são prejudiciais à saúde?
5)	De que forma os solventes orgânicos são prejudiciais ao meio ambiente?
INALANTES	
6)	Você sabe o que são drogas inalantes? () Sim. Exemplos: _____ () Não
7)	Qual a composição química das drogas inalantes?
8)	Você conhece a relação entre a composição química de uma droga inalante e sua ação no organismo humano?
9)	Marque em qualquer intervalo da seguinte escala de 0 a 10 o quanto você considera as drogas inalantes prejudiciais à saúde:
10)	Você já usou uma droga inalante? () Sim () Não
11)	Você usaria uma droga inalante? () Sim () Não
12)	Qual a sua opinião sobre o consumo de drogas em geral? Você concorda ou não com o consumo de drogas? Justifique.
DEPENDENCIA QUÍMICA	
13)	O que é dependência química?
TOLERANCIA	
14)	Em relação ao uso de drogas, explique o que é a tolerância do corpo humano à determinada substância.
ABSTINÊNCIA	
15)	Explique o que é a abstinência de drogas.
RELEVÂNCIA DO TEMA	
16)	Você acha importante o estudo da temática drogas no Ensino de Química? Por quê?
17)	Você considera que o conhecimento científico sobre drogas influencia na tomada de decisões acerca de seu uso?
DIÁRIO DE PESQUISA	
.....	
.....	
.....	

Fonte: A autora, 2019.

A construção de mapas conceituais objetivou o reconhecimento de proposições significativas aos alunos relacionadas à temática. Os alunos já haviam construído outros mapas conceituais ao longo do ano, estando por dentro da técnica e sendo orientados pela professora pesquisadora. A relação direta com o tema drogas ficou evidente a partir da entrega do Qi,

onde questões acerca de saúde, tolerância, abstinência e dependência química foram propostas. No entanto, não haviam até o momento ouvido falar nas aulas de Química sobre “solventes orgânicos”, cabendo as relações serem estabelecidas a partir do significado de “inalantes”.

Figura 23. Aluna construindo mapa conceitual inicial durante aula diagnóstico da sequência didática.



Fonte: A autora, 2019.

5.2 AULA 1: POLARIDADE MOLECULAR E SOLUBILIDADE

Esta aula de 55 minutos foi realizada no laboratório de Química e teve o objetivo de construção do conceito de solvente orgânico e inorgânico. Foram realizadas duas atividades experimentais (figura 24) em grupos de 6 alunos, às quais realizaram os procedimentos sozinhos, utilizando o roteiro de aula.

A primeira atividade objetivou proporcionar a verificação da solubilidade das substâncias permanganato de potássio, iodo molecular, gasolina, etanol combustível e água entre si, trabalhando conceitos de miscibilidade, anfifilicidade, hidrofobicidade, hidrofiliicidade, lipofilicidade e lipofobicidade.

Em seguida, os alunos realizaram uma cromatografia em papel utilizando como amostra a tinta de canetas hidrocolores e éter como solvente. A cuba cromatográfica foi montada pela professora e ficou a cargo dos alunos observarem o comportamento da tinta ao longo do processo de cromatografia. Esta atividade objetivou relacionar o tipo de interação intermolecular entre o pigmento da amostra com o papel e o solvente, estabelecendo assim relações entre composição química e solubilidade. Como a cuba foi montada com materiais e reagentes disponíveis no laboratório de Química da escola, foi utilizada uma luva plástica para tampar o béquer e impedir a liberação de vapores de éter. Isto possibilitou aos alunos a visualização da rápida formação de vapores de éter logo após o fechamento da cuba devido ao aumento do volume da luva, introduzindo o conceito de pressão de vapor que seria trabalhado na aula seguinte.

Figura 24. A) Experimento sobre solubilidade. B) Experimento sobre cromatografia em papel.



Fonte: A autora, 2019.

Ao final da aula, as estruturas das substancias utilizadas nas práticas foram apresentadas no quadro branco para discussão de sua polaridade e tipo de interação intermolecular com cada solvente. Para casa, os alunos deveriam responder às questões propostas no roteiro de aula, baseado em suas observações e no texto de apoio.

5.3 AULA 2: ANÁLISE GRÁFICA DA RELAÇÃO PRESSÃO DE VAPOR EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA

Esta aula, de 55 minutos, realizada no laboratório de Química, trabalhou a química dos cheiros, tendo o objetivo de construir o conhecimento acerca da volatilidade dos compostos orgânicos de baixo peso molecular e baixa polaridade (figura 8). Por meio da relação entre a força das interações intermoleculares desses compostos e sua pressão de vapor, é possível inferir sua volatilidade, propriedade determinante para a passividade de inalação de uma substancia.

Seguindo o roteiro da aula experimental e divididos em grupos de 6 integrantes, os alunos foram convidados a tentar identificar a composição química de nove substâncias não identificadas contidas em tubos de ensaio tampados. Deveriam após o reconhecimento, responder às perguntas orientadoras do roteiro. As substancias utilizadas foram:

1. Hipoclorito de sódio (água sanitária).
2. Cinamaldeído (canela).
3. Mentona (hortelã).
4. Acetona (removedor de esmalte).
5. Acetato de Isopentila (amolecedor de esmalte).
6. Salicilato de metila (gelol).
7. Etanol (álcool comercial).
8. Ácido acético (vinagre).
9. Cafeína (extrato alcoólico).

Figura 25. Prática experimental sobre a química dos cheiros.



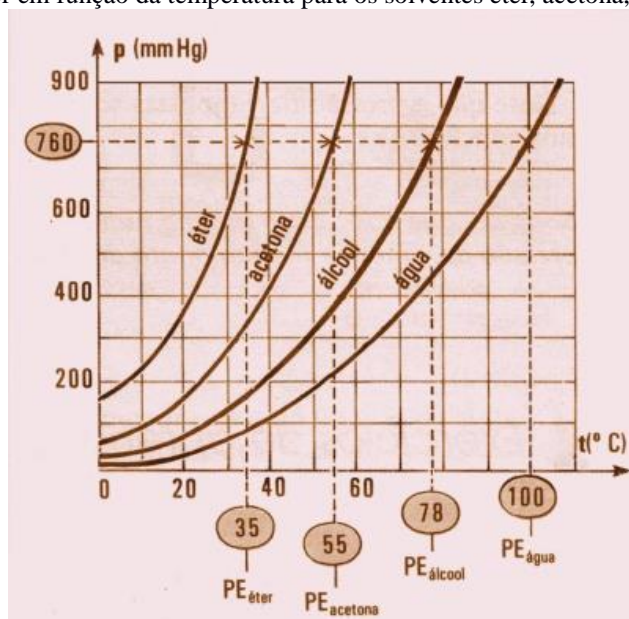
Fonte: A autora, 2019.

A segunda parte da aula, também contida no roteiro de aula, objetivou o entendimento do comportamento físico-químico das substâncias usadas como drogas inalantes por meio da compreensão do conceito de volatilidade. No primeiro momento, questões foram colocadas para discussão:

- Por que algumas substâncias possuem “cheiro” e outras não?
- Todo líquido evapora? Se sim, todos liberam a mesma quantidade de vapor?
- Do que depende a “facilidade” de um líquido em evaporar?

Em seguida, os alunos observaram o gráfico da pressão de vapor em função da temperatura para alguns solventes comuns (figura 9) e foram orientados a discutir e responder às questões propostas no roteiro.

Figura 26. Pressão de vapor em função da temperatura para os solventes éter, acetona, álcool e água.



Fonte: Disponível em: <http://quimica-dicas.blogspot.com/2010/07/pressao-de-vapor-de-um-solvente.html>. Acesso em 25/06/2019.

5.4 AULA 3: SOLVENTES ORGÂNICOS

Esta aula foi realizada na sala de aula, em 55 minutos. Iniciou-se com a discussão acerca das questões propostas na aula anterior sobre substâncias odoríferas e também sobre o gráfico apresentado.

Em seguida, novas questões foram colocadas para levantamento de hipóteses acerca de solventes orgânicos, gerando discussões entre os alunos. Tais questões foram:

- O que vocês entendem por solventes?
- Pra quê servem?
- Onde são encontrados na natureza?
- Quais os principais solventes?
- São importantes para a vida moderna?
- São benéficos ou maléficos para a saúde?
- São benéficos ou maléficos para a sociedade e ambiente?
- Desde quando são usados?

Estas questões não foram respondidas pela professora. Em seguida, os alunos foram convidados a manusear produtos químicos domésticos, levados pela professora, e identificar sua composição química, registrando no caderno.

Após o registro, apresentaram-se no quadro branco as fórmulas estruturais dos solventes presentes nos produtos analisados e discutiram-se aspectos de polaridade molecular, interações intermoleculares, volatilidade e solubilidade de tais substâncias.

A fim de proporcionar um debate na aula seguinte acerca de diferentes aspectos aos quais os solventes orgânicos estão relacionados (ambientais, tecnológicos, históricos, saúde, outros) dividiu-se a classe em 6 grupos, solicitando a cada um a leitura do texto correspondente, disponível na sala virtual da turma no Google Classroom.

Os textos disponibilizados foram compilações de artigos científicos e tratavam sobre:

- 1) Aspectos sociais e históricos da produção de solventes;
- 2) Classificação dos inalantes;
- 3) Abuso de inalantes;
- 4) Aspectos sociais do abuso de inalantes;
- 5) Epidemiologia dos inalantes;
- 6) Farmacologia dos inalantes

5.5 AULA 4: SOLVENTES ORGÂNICOS: MOCINHOS OU VILÕES?

Esta aula teve duração de 110 minutos e foi realizada no espaço da sala de vídeo, devido à disposição das cadeiras serem em formato circular, proporcionando que todos se olhassem de frente. A professora pesquisadora não ficou em lugar de destaque, de forma que os alunos se sentissem os responsáveis pelo debate.

O objetivo da roda de conversa foi promover a discussão a respeito dos diferentes aspectos levantados na aula anterior com as perguntas orientadoras sobre solventes orgânicos a partir da leitura dos textos pré-selecionados.

Questões como dependência química, tolerância, abstinência, política brasileira sobre drogas, tratamento de dependentes químicos, histórico da produção de solventes, fatores de prevenção ao uso de drogas, entre outros foram levantados e respondidos pelos próprios alunos, sempre com a intervenção da professora para respostas equivocadas ou desvios de foco.

Ao término da discussão, foi levantada a necessidade de contribuir na prevenção ao uso de inalantes (e outras drogas) para as primeiras séries da escola, por serem o grupo mais próximo da idade média para o primeiro uso (12 a 13 anos), segundo levantamento do CEBRID (2010). Desta forma, os alunos foram orientados a, primeiramente, realizar um levantamento com estas turmas para reconhecer o grau de conhecimento dos mesmos sobre o tema inalantes. Os alunos propuseram as questões e foram orientados a separaram-se em equipes para produzir o formulário eletrônico (via Google Forms) e aplicá-lo, tarefa a ser cumprida nos dias seguintes e anteriormente à próxima aula de Química.

Nos dias seguintes, com o apoio da equipe pedagógica e dos professores da escola, os alunos realizaram o levantamento de informações da seguinte maneira:

- Dividiram-se em cinco equipes de aproximadamente sete alunos. Cada equipe era responsável por realizar o levantamento durante uma aula, sendo liberados pelo professor da aula em questão.
- Em cada equipe, um aluno ficou responsável por ir até a sala de uma das seis turmas de 1ª série que a escola possui e convidar os alunos para participarem de uma pesquisa sobre drogas, onde deveriam responder a perguntas em um formulário eletrônico no laboratório de informática, de forma totalmente anônima. Dois alunos ficaram responsáveis pela manutenção da ordem nos corredores até o laboratório de informática e os demais ficaram responsáveis por orientar os alunos dentro do laboratório de informática enquanto estivessem respondendo ao formulário.

O resultado da pesquisa dos alunos foi discutido na aula seguinte, cinco dias depois do debate quando foi solicitada.

5.6 AULA 5: VAMOS ANALISAR OS RESULTADOS?

Nesta aula de 55 minutos, realizada no laboratório de Química onde havia a disposição projetor e notebook, os alunos puderam apresentar os resultados do levantamento que realizaram em dados estatísticos, resultado esse automático disponibilizado pelo Google Forms.

Discutiram-se os resultados coletivamente pergunta a pergunta, comparando alguns resultados com o levantamento oficial do CEBRID, de 2010.

Em seguida, os alunos assistiram à reportagem produzida pelo programa “Fantástico”, da Rede Globo de Televisão (figura 27), a respeito da epidemia do abuso de inalantes (lança perfume e loló, no linguajar popular) na cidade de São Paulo-SP em 2016. Esta atividade foi proposta a fim de comparação da realidade das grandes metrópoles com a vivida pelos alunos em sua comunidade. Em seguida, surgiram novas discussões a respeito do tema, como as consequências do não conhecimento acerca da composição química dos inalantes e os efeitos nocivos de seu uso no organismo humano. Para aprofundamento desta questão, os alunos foram orientados a lerem o texto disponibilizado na sala de aula virtual da turma (Google Classroom) sobre o tema, para a aula seguinte.

Figura 27. A) Discussão dos resultados do levantamento realizado pelos alunos. B) Momento de análise da reportagem do "Fantástico" sobre o uso de inalantes na cidade de São Paulo-SP.



Fonte: A autora, 2019.

5.7 AULA 6: O CAMINHO DAS DROGAS NO CORPO HUMANO

Esta aula, de 55 minutos, aconteceu no laboratório de informática da escola, onde no dia estavam funcionando 8 computadores. Nesta sala também há quadro digital, que foi utilizado para ensinar aos alunos as funcionalidades do site Zygote Body. Este site permite a visualização do corpo humano e seus órgãos e sistemas em 3D, com gráfico semelhante à realidade.

Baseado na leitura do texto, os alunos identificaram os principais órgãos afetados pelo abuso crônico e agudo de inalantes. No laboratório de informática e em grupo, teriam que “construir” um corpo humano contendo apenas estes órgãos (identificados), utilizando o site. No entanto, a falta de internet impossibilitou a atividade, ficando aos alunos a tarefa de fazê-la em casa, entregando o resultado final até a aula seguinte.

Com o tempo disponível da aula, os alunos organizaram-se em grupos para discutir possíveis ações de conscientização sobre o tema para as primeiras séries que analisaram.

5.8 AULA 7: EFEITOS DOS INALANTES SOBRE O CORPO HUMANO: DO NÍVEL MACROSCÓPICO AO NÍVEL CELULAR.

Esta aula utilizou 110 minutos totais, sendo uma aula vaga e outra cedida pelo professor de Geografia. A aula deste professor foi repostada nos dias seguintes.

A proposta dessa aula foi abordar, de forma expositiva, dialogada e interdisciplinar com Biologia, a ação das drogas inalantes no organismo humano. Para isto teve-se a presença da professora de Biologia da turma, auxílio de projetor com imagens, microscópio e laminas de tecidos hepáticos e caixa de som.

Inicialmente a professora de Biologia apresentou de forma geral o funcionamento do sistema nervoso e a diferença entre o formato das células nervosas (neurônios) e outras células comuns, como as hepáticas, que os alunos puderam visualizar no microscópio por meio de projeção (figura 28). Para simulação do mecanismo de condução de impulsos elétricos pelos neurônios, realizou-se uma dinâmica do “telefone sem fio”, onde se formaram duas fileiras de alunos, em uma estavam lado a lado e bem próximos uns aos outros, simulando um neurônio

mielinizado (onde o impulso elétrico é conduzido com maior velocidade) e em outra onde os alunos estavam espaçados uns dos outros, simulando um neurônio afetado pelo uso de solventes orgânicos inalantes, ou seja, desmielinizado (onde o impulso elétrico é retardado ou não conduzido). Esta dinâmica objetivou simular a diminuição na velocidade de condução de impulsos elétricos em indivíduos usuários de inalantes.

Figura 28. Aula interdisciplinar com a disciplina de Biologia sobre a ação dos inalantes no organismo humano.



Fonte: A autora, 2019.

Em seguida, para representar a modificação do funcionamento das células quando alterada a composição das membranas celulares, apresentou-se os resultados de um experimento preparado previamente com beterrabas imersas em solventes de diversas polaridades, a fim de discutir a razão para a desmielinização de neurônios por inalação de solventes. A afinidade entre substâncias de mesma polaridade foi experimentada pelos alunos por meio da imersão de poliestireno (isopor) em gasolina (solvente também passível de inalação) (figura 29).

Figura 29. Demonstração da afinidade entre substâncias de mesma polaridade, utilizando poliestireno e gasolina.



Fonte: A autora, 2019.

Por fim, as professoras explicaram a transmissão sináptica e o papel dos neurotransmissores na transmissão dos impulsos elétricos. As sensações advindas da liberação de neurotransmissores também foram discutidas, relacionando-as aos efeitos do abuso de inalantes, tanto crônico quando agudo.

5.9 AULA 8: VAMOS REVISAR?

Esta aula de 55 minutos foi realizada no laboratório de informática e teve o objetivo de revisar aspectos importantes discutidos ao longo da SD e também proporcionar um momento para sanar eventuais dúvidas que surgiram ao longo do processo.

Para a revisão foi aplicado um jogo de perguntas e respostas construído no site “Kahoot”. Os alunos se dividiram em quatro grupos (pois eram apenas quatro os alunos com celular e internet móvel, uma vez que a internet da escola não estava funcionando) e se cadastraram no site. Então digitaram o código de acesso ao jogo criado para a revisão e iniciou-se a competição. As perguntas foram projetadas no quadro digital e os alunos mais rápidos em responder corretamente (utilizando como “controle” o celular) ficavam nas primeiras posições, possibilitando ao professor reconhecer instantaneamente os que estavam com mais dúvidas. Quando as perguntas eram respondidas por todos os alunos, automaticamente aparecia a resposta correta e também a marcada por cada grupo, permitindo a discussão e correção dos erros.

5.10 AULA 9: REGISTRANDO O CONHECIMENTO

Esta aula teve o mesmo formato da aula diagnóstico. Ocorreu na sala de aula regular e teve duração de 60 minutos. Objetivou reconhecer por meio da comparação de resultados finais e iniciais, a ocorrência de aprendizagem significativa sobre os conhecimentos construídos ao longo da SD.

Os alunos receberam o questionário final, idêntico ao inicial, e também uma folha em branco para a construção do mapa conceitual final sobre a temática dos solventes orgânicos inalantes. Foi orientado aos alunos que construíssem o mapa com o maior número de proposição possível sobre os diversos aspectos discutidos sobre a temática, não somente o que se referia à Química.

5.11 AULA 10: CONSCIENTIZAÇÃO EM PRÁTICA

Esta aula foi destinada à discussão de uma intervenção a ser aplicada pelos sujeitos da pesquisa aos alunos das primeiras séries da escola, de forma a promover a informação e conscientização sobre o tema. A turma decidiu por realizar diferentes abordagens no dia da feira de ciências da escola, que seria no mês seguinte. Dividiram-se em grupos e, segundo as características de cada um, iniciaram o processo de planejamento das ações.

No dia da Feira de Ciências, havia quatro grupos:

- 2 grupos fizeram apresentações tradicionais de feiras de ciências. Um apresentou maquete e cartaz e ou outro maquete, cartaz e experimentos. Estes grupos (figuras 30, 31) deram enfoque ao funcionamento do sistema nervoso e a ação da inalação de solventes no SNC.

Figura 30. Grupo de alunos que apresentaram maquetes e cartazes na feira de ciências.



Fonte: A autora, 2019.

Figura 31. Grupo de alunos que apresentaram maquetes, cartazes e experimentos na feira de ciências.



Fonte: A autora, 2019.

- Um grupo (figura 32) construiu um mural no corredor da escola e abordou diversos aspectos do uso de inalantes por jovens, formas de uso, produtos domésticos e o tipo de solvente que possuem, além da composição química média de lotes apreendidos no ES de lança perfume e loló. Este grupo permaneceu ao lado do mural durante o dia da feira de ciências promovendo a conscientização dos estudantes que paravam para assisti-los.

Figura 32. Grupo de alunos que construíram um mural na feira de ciências.



Fonte: A autora, 2019.

- Um grupo, o maior da sala (figura 33), contendo mais da metade dos alunos da turma participante da pesquisa, elaborou uma peça de teatro que foi exibida durante todo o dia da Feira de Ciências (no turno matutino) no pátio central da escola. Neste dia, todas as turmas expuseram trabalhos em suas salas e os alunos podiam transitar livremente por toda escola, visitando os trabalhos dos colegas. Assim, devido a localização da peça teatral, os alunos que passavam pelos corredores também paravam para assisti-los.

Figura 33. Grupo de alunos que apresentaram uma peça teatral na feira de ciências.



Fonte: A autora, 2019.

5.12 AULA 11: AVALIAÇÃO

A avaliação da SD pela professora pesquisadora em conjunto com os sujeitos da pesquisa aconteceu em uma aula após a feira de ciências, quando de fato concluíram-se as atividades da SD.

Nesta aula, em sala de aula regular e com os alunos dispostos em círculo (figura 34), discutiram-se itens de avaliação do instrumento de validação da SD *a priori* adaptado para os alunos.

Figura 34. Validação *a posteriori* realizada em conjunto com os sujeitos da pesquisa.



Fonte: A autora, 2019.

Houve discussão coletiva sobre os aspectos positivos e negativos da SD aplicada. Os alunos fizeram sugestões e comentários a partir de sua percepção sobre as atividades que foram desenvolvidas ao longo do processo.

Encerramos o ciclo das atividades aplaudindo o trabalho coletivo e registrando uma fotografia da turma (figura 35).

Figura 35. Registro de encerramento das atividades da SD aplicada na turma da 3ªM01 da EEEM Mário Gurgel - 2018.



Fonte: A autora, 2019.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS EM QUÍMICA

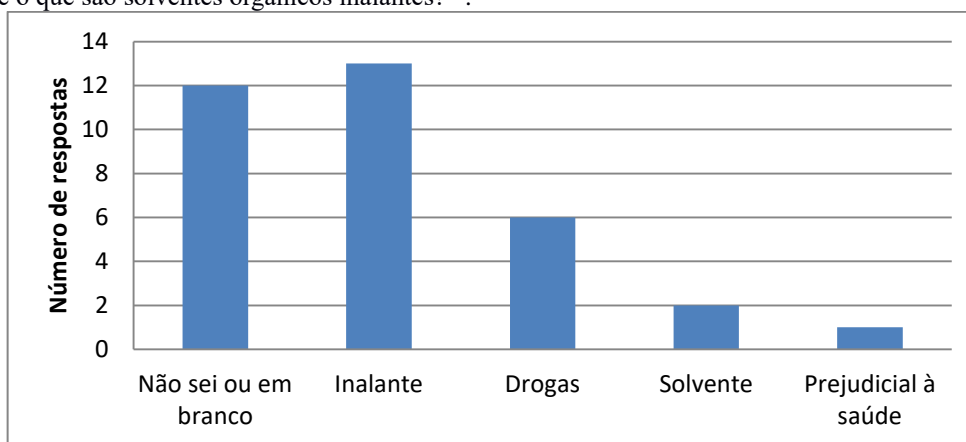
6.1.1 Avaliação do conhecimento prévio

Foram utilizadas três questões do QI para análise do conhecimento prévio acerca de solventes orgânicos inalantes, além do conhecimento da professora pesquisadora acerca dos conteúdos da disciplina de Química já trabalhados com os estudantes anteriormente, também se:

1. Você sabe o que são solventes orgânicos inalantes?
2. Em quais produtos ou substâncias os solventes orgânicos estão presentes?
3. Você conhece a composição química de alguma droga inalante?

De modo geral os estudantes, embora tenham acesso e utilizem produtos químicos de uso doméstico contendo solventes em seu dia a dia, não manifestaram conhecimento acerca do que são solventes e em quais produtos podem ser encontrados. A partir da ATD das respostas dos QIs, foram identificadas categorias emergentes que proporcionam uma visão geral do seu conteúdo. O gráfico 2 apresenta a frequência de respostas para as categorias emergentes da questão 1 do questionário inicial. A maioria dos estudantes relacionaram solventes orgânicos inalantes à substâncias que se cheiram.

Gráfico 2. Categorias emergentes das respostas dos estudantes (n = 34) à questão n.º 1 do questionários inicial: “Você sabe o que são solventes orgânicos inalantes?” .



Fonte: A autora, 2019.

Alguns exemplos de respostas estão apresentados no quadro 10. Aproximadamente 1/3 da turma não soube responder ou deixou em branco a questão. Os demais atribuíram o conceito a drogas (7) e solventes (2). As respostas foram classificadas com baixo nível de complexidade, indicando que foram dadas mediante correspondência direta às perguntas do próprio questionário (relacionadas à drogas inalantes). O nível das respostas nestas categorias citadas é de baixa complexidade, indicando pouca compreensão sobre o tema.

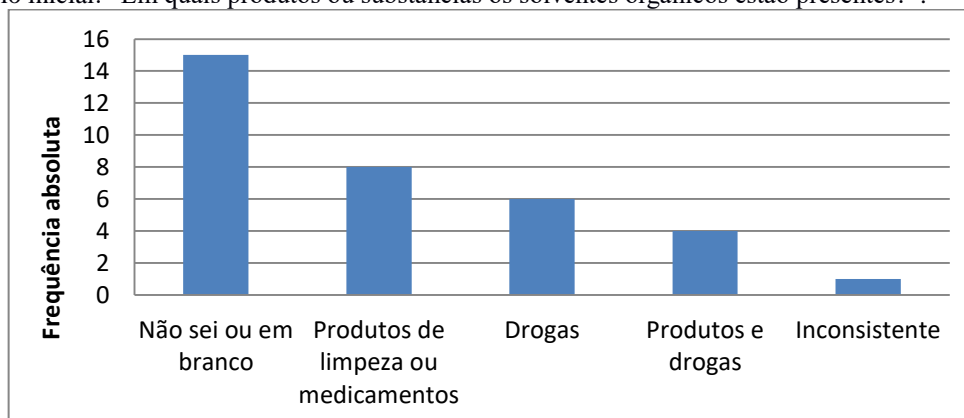
Quadro 10. Respostas à questão n.º 1 do questionários inicial: “O que é um solvente orgânico inalante?”.

Categoria	Identificação	Resposta
Inalante	QI A03	<i>"Não se, acho que, pelo nome, alguma substância inalante, tipo perfume ou algo do tipo"</i>
	QI A05	<i>"Seria algo que pode ser dissolvido e que pode ser inalado através do nariz"</i>
	QI A09	<i>"Um solvente que podemos inalar"</i>
	QI A27	<i>Não sei ao certo, Eu acho que talvez seja uma substância que são utilizadas inalando"</i>
Drogas	QI A04	<i>"É tudo aquilo que pode ser cheirado com a intensão do prazer. Ex.: loló e o pó"</i>
	QI A10	<i>"São líquidos ou gases que liberam substâncias ao ar, por exemplo, o famoso loló"</i>
	QI A31	<i>"Um tipo de droga"</i>

Fonte: A autora, 2019.

Quando questionados sobre em quais produtos ou substâncias os solventes orgânicos estão presentes (gráfico 3), aproximadamente a metade da turma não soube responder ou deixou em branco, e os demais responderam que os solventes podem ser encontrados em produtos de limpeza, como vinagre, cloro, água oxigenada, desinfetantes ou em medicamentos (não citaram quais). Dos seis alunos que citaram “drogas” como produtos onde se encontram solventes, cinco exemplificaram como sendo cocaína e/ou maconha. Desta forma, a maioria dos estudantes fizeram associações equivocadas a respeito da questão.

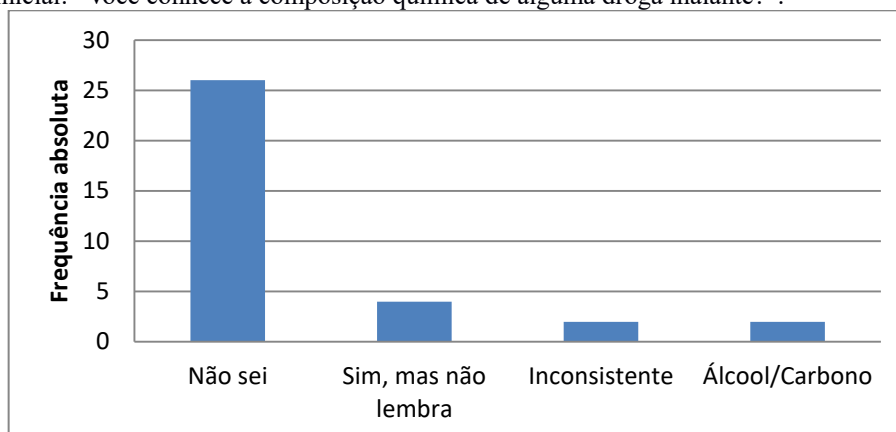
Gráfico 3. Frequência absoluta (n = 34) em cada categoria emergente das respostas à questão n.º3 do questionário inicial: “Em quais produtos ou substâncias os solventes orgânicos estão presentes?”.



Fonte: A autora, 2019.

Quanto à composição química das drogas (gráfico 4), a maioria dos estudantes (26) não soube responder ou não se lembrava. Apenas um aluno citou uma substância química presente em drogas inalantes, o álcool (termo utilizado pelo aluno).

Gráfico 4. Frequência absoluta (n = 34) em cada categoria emergente das respostas à questão n.º7 do questionário inicial: “Você conhece a composição química de alguma droga inalante?”.



Fonte: A autora, 2019.

A partir destes resultados reconheceu-se que além dos conteúdos da disciplina de Química propostos para serem trabalhados na SD, os estudantes também não possuíam conhecimento científico acerca da temática dos solventes orgânicos inalantes ou quando possuíam, estavam equivocados, considerando solventes orgânicos inalantes como substâncias encontradas apenas em drogas, cocaína e maconha como exemplos de drogas inalantes e exemplificando solventes orgânicos como soda cáustica, cloro, amônia e água oxigenada.

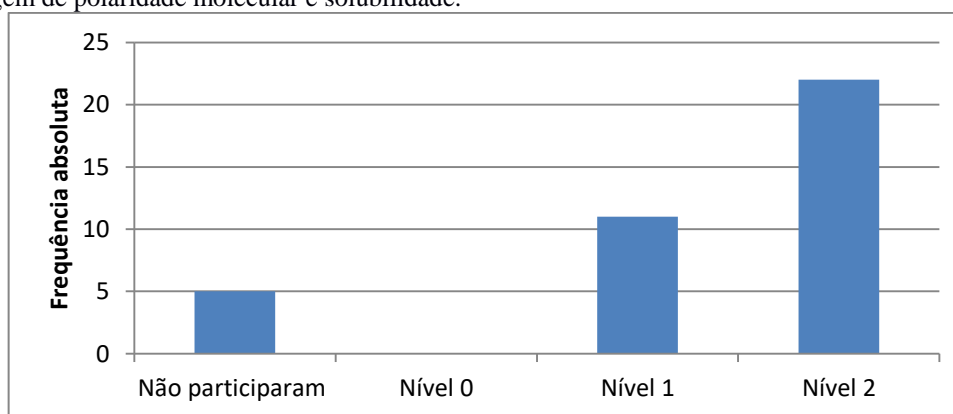
Visto que a aprendizagem significativa decorre da interação de novas ideias, de forma não substantiva e não literal, com o conhecimento prévio do sujeito (subsunçores), verificou-se a necessidade de iniciar a SD oportunizando a construção de subsunçores adequados e também de resignificação dos subsunçores inadequados utilizando como recursos organizadores prévios comparativos nas aulas iniciais da SD.

6.1.2 Avaliação da aprendizagem de conceitos químicos

Avaliou-se as questões do roteiro de aula experimental 1 utilizando como rubrica o quadro 5 apresentada na seção 5.1 para verificação da aprendizagem acerca da polaridade molecular e solubilidade dos compostos orgânicos.

O gráfico 5 apresenta o número de estudantes participantes (n=33) e o nível no qual foi classificado o seu roteiro da aula experimental 1. A maior parte dos estudantes explicou os fenômenos observados e classificou os reagentes corretamente utilizando os conceitos específicos dentro de polaridade molecular e solubilidade, sendo classificados no nível máximo para a questão (nível 2).

Gráfico 5. Frequência absoluta da classificação das questões do roteiro da aula experimental 1 para avaliação da aprendizagem de polaridade molecular e solubilidade.



Fonte: A autora, 2019.

A maioria dos estudantes que participou da atividade experimental (dois terços) respondeu a todas as questões propostas no roteiro corretamente, associando os fenômenos ao conhecimento de polaridade molecular e solubilidade apresentados no início da aula.

A partir da observação da miscibilidade de etanol + água, água + gasolina e etanol + gasolina os estudantes puderam comparar a polaridade inferida a partir das respectivas fórmulas químicas com o comportamento real permitido pela aula experimental sobre solubilidade. A questão 1 do roteiro de aula experimental 1 teve como exemplos de respostas de níveis 1 e 2 os fragmentos abaixo:

1) Água e etanol são miscíveis? Explique.

Nível 1: (A15) *“Sim, apresentam apenas uma fase quando misturados”*.

Nível 2: (A29) *“Sim, tem um único aspecto pois a água é uma substância polar e o etanol uma substância polar de comportamento anfipático, portanto os dois se misturam (polar dissolve polar)”*.

Também foi realizada durante a aula 1 a cromatografia do pigmento de tintas para canetas hidrocor. Das 3 cubas cromatográficas montadas, 2 utilizaram como solvente o éter etílico e 1 a propanona (acetona). Para cobrir a cuba (béquer) utilizou-se uma luva de procedimento. Os estudantes fizeram muitos comentários acerca do volume de gases liberado nas cubas com éter etílico, pois ficou evidente a diferença de volume da luva que cobria a cuba com esse solvente comparado ao volume da luva que cobria a cuba com acetona, que formou menos vapores. Estes comentários serviram de conexão para a aula 2.

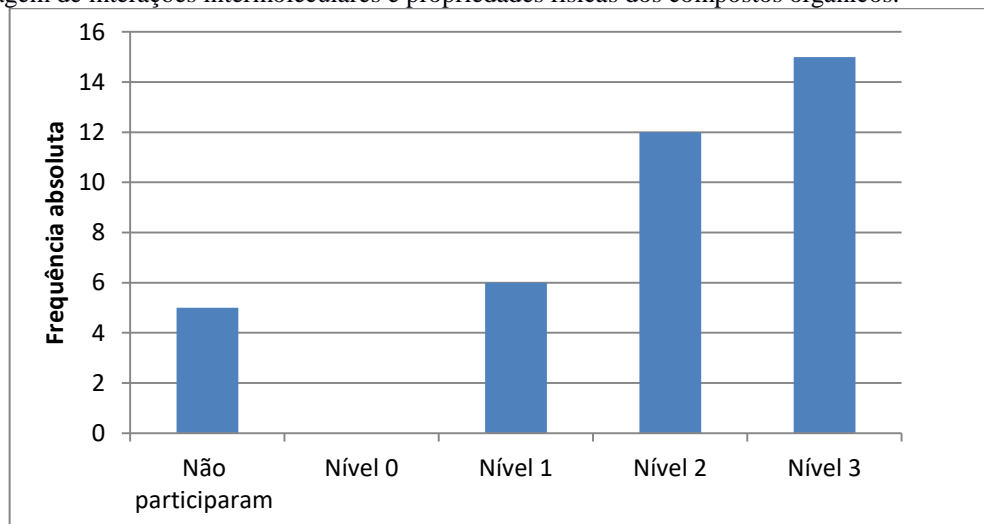
Essa aula, também experimental, iniciou com retomada dos conceitos trabalhados na aula 1 antes do início da atividade proposta no roteiro de aula experimental 2. Este segundo momento de discussão para a aula 1 foi importante para a organização do conhecimento dos estudantes, conforme pode ser observado nos fragmentos de diário de pesquisa abaixo:

DP.A10 *“A aula foi muito interessante, adoro quando a aula deixa de ser só teórica para ser prática. Não consegui fazer o segundo exercício mas com a correção na aula seguinte consegui”*.

DP.A12 *Hoje teve correção dos exercícios, que ajudou muito a compreender pois estava meio confuso”*.

Com a atividade proposta na aula 2, os estudantes participantes (n=33) puderam relacionar o tipo de interação intermolecular de alguns solventes utilizados na aula experimental com suas propriedades físicas. Para avaliação classificou-se os roteiros da aula experimental 2 em 3 níveis, conforme descreve o quadro 6 na seção 5.1. O gráfico 6 contém os resultados desta avaliação.

Gráfico 2. Frequência absoluta da classificação do roteiro da aula experimental 2 para avaliação da aprendizagem de interações intermoleculares e propriedades físicas dos compostos orgânicos.



Fonte: A autora, 2019.

Observa-se que a maior parte dos estudantes se enquadra nos níveis 2 e 3, o que indica a aprendizagem dos conceitos gerais e específicos propostos nas atividades da aula. Demonstraram serem capazes de relacionar o tipo de interação intermolecular dos solventes analisados com suas respectivas pressão de vapor e temperatura de ebulição, propriedades físicas estas que tornam possível a compreensão do termo volatilidade. Esta última propriedade é determinante para o entendimento da utilização de solventes orgânicos como drogas inalantes, pois seus vapores ao serem inalados agem psicoativamente sobre o SNC.

Os fragmentos abaixo representam respostas para a questão 3 da atividade 2 do roteiro de aula experimental 2.

3) Estabeleça uma relação entre o tipo de interação intermolecular de cada substância e suas propriedades físicas: pressão de vapor e temperatura de ebulição.

Nível 2: (A14) “*Quanto mais forte a interação maior a TE e menor a pressão de vapor*”.

Nível 3: (A30) “*Água: Sua temperatura de ebulição é alta, pois, suas moléculas tem uma interação intermolecular forte (ligações de hidrogênio) e a pressão de vapor é baixa. Éter: É bastante volátil, possui TE baixa e sua pressão de vapor é alta (dipolo-dipolo).*”

As atividades desta segunda aula experimental, além de proporcionarem a aprendizagem de conceitos químicos, também foram importantes para iniciar a discussão sobre a inalação de solventes (ocupacional ou recreativa). A atividade de reconhecimento da composição química

de 10 amostras desconhecidas aos estudantes através do olfato (aula 2) e a utilização de certos solventes na aula 1 (gasolina e éter, principalmente) provocou alguns comentários e registros nos diários de pesquisa retratando o incomodo de alguns estudantes com a inalação dessas substâncias, conforme pode ser verificado nos fragmentos abaixo retirados de diários de pesquisa.

DP.A16: “[...] Achei a aula bem produtiva porém cheiramos algumas coisas que me deu dor de cabeça, mas foi bastante interessante”.

DP.A26: “Hoje tivemos que tentar descobrir o nome da substância e saber se era pura ou mistura através do cheiro. Tive dificuldade, porém as explicações foram claras e pude compreender. Achei legal e bem interessante, mas é quase impossível saber as substancias apenas com o cheiro”.

DP.A36: “[...] Senti um pouco de dor de cabeça. Além disso, o éter possui cheiro forte. Meu nariz ficou irritado”.

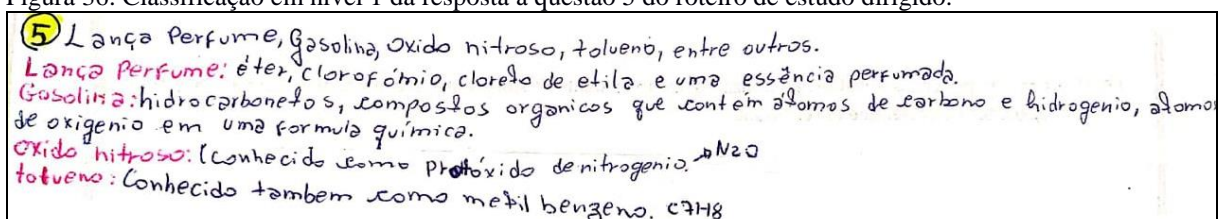
Além de registrados, estes comentários também surgiram em sala de aula e possibilitaram o início da discussão acerca da procedência e composição química dos solventes utilizados para inalação em drogas como “loló” e “lança perfume”, assim como dos efeitos nocivos de seu uso.

A aula 3 promoveu questionamentos (sem respondê-los) e a análise de rótulos de produtos domésticos contendo solventes orgânicos, como colas, removedores e tintas. Após análise dos rótulos, discutiu-se na lousa as fórmulas estruturais, polaridade e tipo de interação intermolecular de alguns solventes orgânicos relacionando tais características às propriedades físicas desses solventes. Para responder aos questionamentos da aula, os estudantes realizaram um estudo dirigido em casa, a partir da leitura de textos pré-selecionados e disponibilizados na sala de aula virtual da turma. Para avaliação do conhecimento químico, analisou-se as respostas à questão 5 (“Quais são as principais substâncias utilizadas como inalantes? Apresente sua estrutura química e o tipo de interação intermolecular que apresentam”) do estudo dirigido entregue, segundo a rubrica apresentada no quadro 7 da seção 5.1.

As figuras a seguir apresentam exemplos de respostas à questão 5 que possibilitou a classificação do roteiro em níveis 1, 2 e 3. Em nível 1 (figura 36) foram classificadas as questões que não apresentaram a fórmula estrutural do solvente citado, nem o seu tipo de

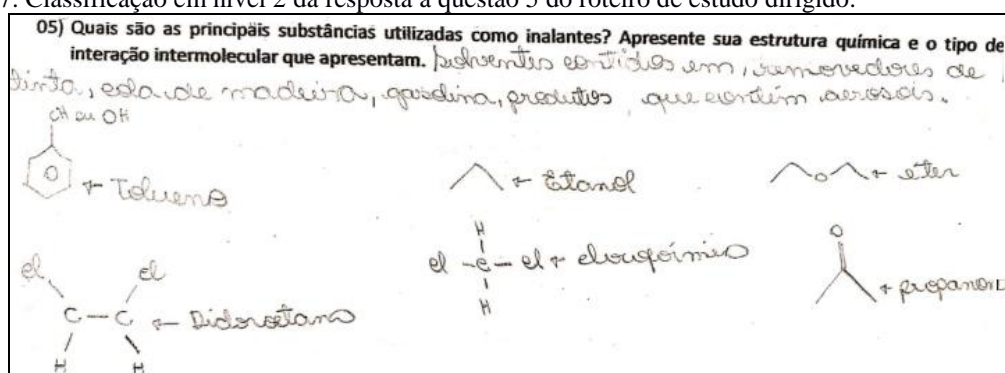
interação intermolecular. Em nível 2 (figura 37) foram classificadas as que possuem fórmula estrutural mas não a interação intermolecular e em nível 3 (figura 38) as que apresentam nome, fórmula estrutural e mais da metade dos solventes citados com o tipo de interação intermolecular correta.

Figura 36. Classificação em nível 1 da resposta à questão 5 do roteiro de estudo dirigido.



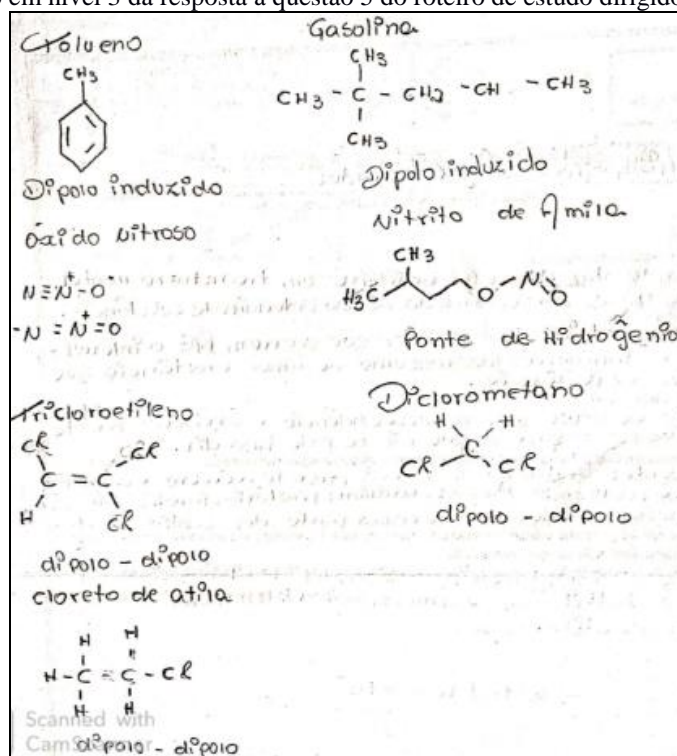
Fonte: A autora, 2019.

Figura 37. Classificação em nível 2 da resposta à questão 5 do roteiro de estudo dirigido.



Fonte: A autora, 2019.

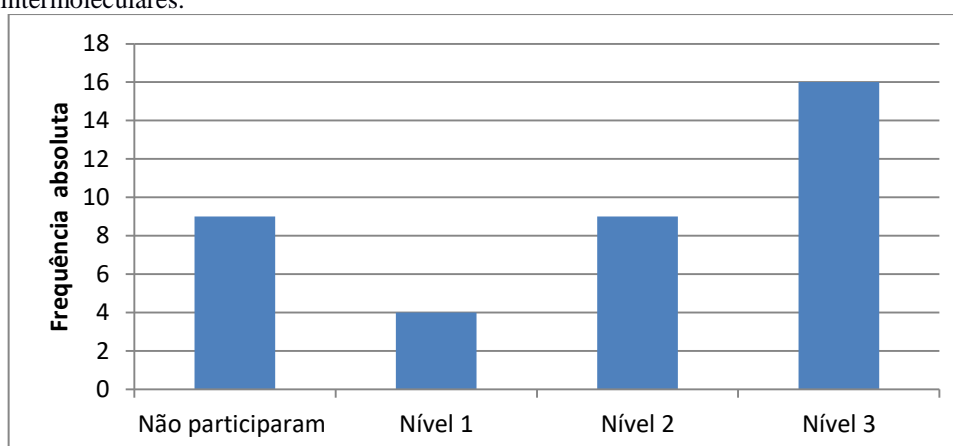
Figura 38. Classificação em nível 3 da resposta à questão 5 do roteiro de estudo dirigido.



Fonte: A autora, 2019.

O gráfico 7 apresenta a classificação do roteiro de estudo dirigido para avaliação da aprendizagem de interações intermoleculares. A maior parte dos alunos participantes da aula ($n = 29$) atingiu o nível 3 em suas respostas, fazendo correta análise da estrutura e do tipo de interação intermolecular do solvente que citou.

Gráfico 3. Frequência absoluta classificação do roteiro de estudo dirigido para avaliação da aprendizagem de interações intermoleculares.



Fonte: A autora, 2019.

Esse resultado corrobora o resultado da aula 2, onde a maior parte da turma conseguiu relacionar de maneira correta a interação intermolecular à estrutura do composto orgânico analisado.

Os resultados apresentados demonstram que um ensino contextualizado, além de despertar o interesse dos alunos pelo tema estudado, facilita significativamente a compreensão dos conhecimentos científicos. As atividades experimentais aplicadas foram suficientes para alcançar os objetivos de aprendizagem estabelecidos. Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira et al. (2015) e Soares e Santos (2018) ao promoverem a aprendizagem das propriedades físicas dos compostos orgânicos a partir de atividades experimentais no ensino de Química Orgânica.

A experimentação apresenta contribuições significativas para o ensino da Química, mas não é possível inovar o ensino se a avaliação se prende aos moldes tradicionais, quantitativos e classificatórios. Andrade e Viana (2017) apresentam a necessidade de se repensar a avaliação em aulas experimentais, costumeiramente realizadas por meio de relatórios extensos. Consideramos que os roteiros de aula experimental e de estudo dirigido foram suficientes para contribuir e avaliar a aprendizagem.

As atividades de experimentação, pesquisa (estudo dirigido) e análise de rótulos, demonstraram ser bons organizadores prévios, conforme Moreira (2011, b) sugere, para a construção e elaboração dos conceitos. Sendo assim, pode-se perceber que os alunos, a partir das atividades propostas e da interação cooperativa entre os próprios estudantes e a professora, construíram e elaboraram os conceitos de polaridade molecular, relacionando-o às interações intermoleculares e propriedades físicas dos compostos orgânicos.

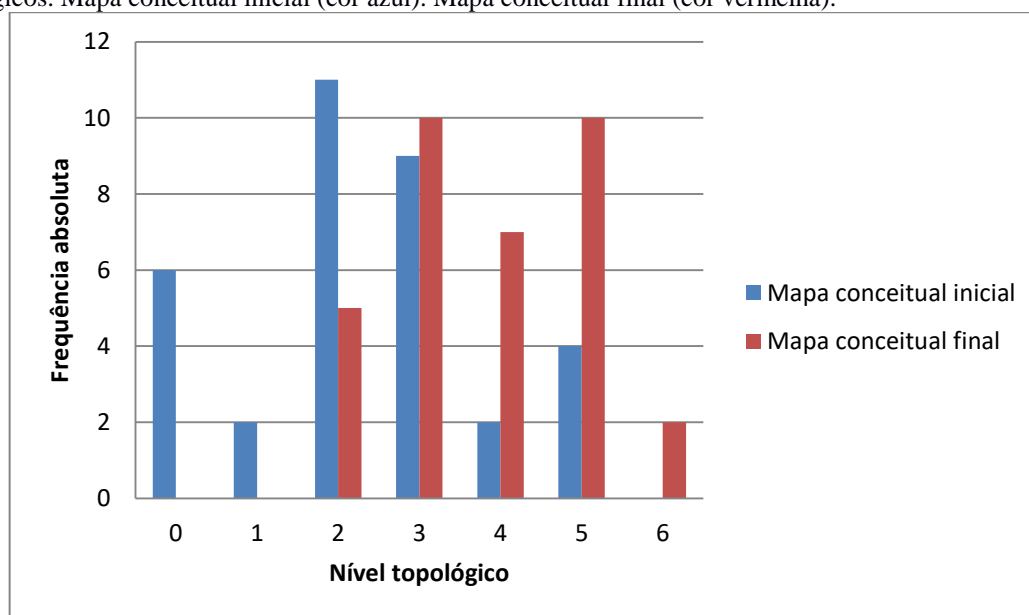
Considerando que o conhecimento prévio é um dos fatores que mais influenciam na aprendizagem significativa, pode-se inferir por estes resultados que os alunos possuem um arcabouço de conhecimentos em Química suficiente para a aplicação destes conhecimentos a sistemas biológicos, como a inalação de solventes orgânicos e seus efeitos nocivos à saúde.

6.2 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA UTILIZANDO COMO RECURSO MAPAS CONCEITUAIS

6.2.1 Análise estrutural dos mapas conceituais

Para análise estrutural dos mapas conceituais ($n = 34$) utilizou-se a classificação em níveis topológicos segundo os propostos de Cañas e Novak (2006) e Santos (2010). Os resultados obtidos estão apresentados no gráfico 8. O nível predominante nos mapas conceituais iniciais (cor azul), corresponde ao nível 2 enquanto que nos mapas finais (cor vermelha) corresponde aos níveis 3 e 5.

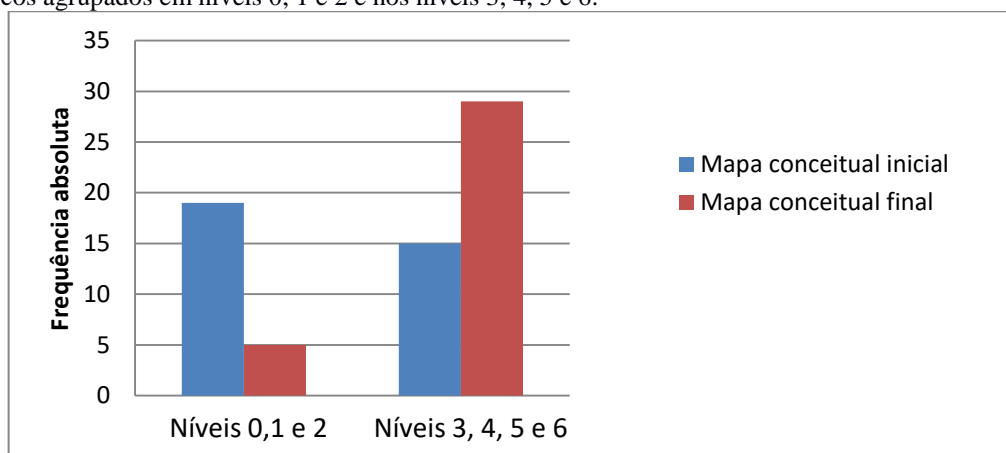
Gráfico 4. Frequência absoluta da classificação estrutural dos mapas conceituais inicial e final ($n = 34$) em níveis topológicos. Mapa conceitual inicial (cor azul). Mapa conceitual final (cor vermelha).



Fonte: A autora, 2019.

Considerando os níveis 0, 1 e 2 como indicativos de estruturas cognitivas pouco elaboradas e os níveis 3, 4, 5 e 6 como indicativos de estruturas mais complexas e consolidadas, é possível verificar que houve diminuição do número de mapas classificados em níveis baixos na taxonomia topológica e aumento no número de mapas em níveis mais altos (gráfico 9), indicando o progresso da maioria dos estudantes no estabelecimento de relações em torno do conceito raiz “solventes orgânicos inalantes”.

Gráfico 5. Frequência absoluta da classificação estrutural dos mapas conceituais inicial e final (n = 34) em níveis topológicos agrupados em níveis 0, 1 e 2 e nos níveis 3, 4, 5 e 6.



Fonte: A autora, 2019.

Também se pode verificar que:

- não houveram MCfs com classificação 0 e 1;
- os MCIs com níveis 2 diminuíram em quantidade absoluta, passando de 11 para 5 mapas;
- houve aumento do número de mapas classificados nos níveis 3, 4, 5 e 6, passando de 15 para 29 mapas, sendo o de maior aumento o nível 5, que passou de 4 para 10 mapas.

Esses três fatos analisados conjuntamente indicam que os alunos que construíram mapas em níveis mais baixos no início construíram mapas em níveis superiores no final, indicando um aumento na aprendizagem do tema.

Esses resultados mostram que ao elaborarem os mapas conceituais ao final da SD aplicada, a maior parte dos alunos (29 de 34) estabeleceu relações utilizando conceitos e termos de ligação, conferindo significado à proposição elaborada, indicando a ocorrência de aprendizagem significativa visto que, conforme Moreira (2011, b) apresenta, a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, de forma não-literal e não-arbitrária, onde os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

Os parâmetros P3, P4 e P5 se referem ao grau de ramificação e profundidade hierárquica (capacidade de diferenciar progressivamente um conceito) e estabelecimento de ligações

cruzadas (reconciliação integradora). O cumprimento desses parâmetros indica a ocorrência de processos da estrutura cognitiva no decorrer da aprendizagem significativa. O nível de maior aumento foi o nível 5, com uma variação de 6 mapas conceituais, seguido do nível 4 e 6. A classificação dos mapas nesses níveis indica a elaboração de mapas com alto grau de diferenciação. A diferenciação progressiva, segundo Moreira (2011) é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (conceito ou proposição) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para significação de novos conhecimentos. É por meio dessas interações que um dado subsunçor vai, de forma progressiva, adquirindo novos significados, vai ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado e mais capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas.

A estrutura cognitiva é uma estrutura dinâmica caracterizada pelos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora (MOREIRA, 2011, b). Este último pode ser verificado nos mapas conceituais por meio do parâmetro P5, que analisa a presença de relações cruzadas entre conceitos de proposições diferentes. Os mapas que atendem a esse parâmetro são os mapas de nível 5 e 6. Na avaliação inicial, apenas quatro mapas estabeleceram de uma a duas ligações cruzadas e na avaliação final doze sendo que desses dois (nível 6) estabeleceram mais de 2 ligações cruzadas. A reconciliação integradora consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados. É um dos processos mais profundos da aprendizagem significativa, pois segundo Moreira (2011, b) se apenas diferenciássemos perceberíamos tudo diferente e se somente integrássemos os significados indefinidamente, terminaríamos percebendo tudo igual.

O maior número de diferenciações em detrimento de reconciliações verificado nos mapas conceituais é esperado. Moreira (2011, b) descreve os dois processos são simultâneos e necessários à construção cognitiva, porém a reconciliação integradora está mais associada à aprendizagem significativa superordenada, que ocorre em menor frequência.

Desta forma, assim como nos trabalhos de Moreno et al. (2007), Santos (2010), Souza e Boruchovitch (2010) e Krauser (2014) os mapas conceituais se mostram como uma excelente estratégia de ensino/aprendizagem, bem como ótima ferramenta avaliativa, uma vez que, no curso de sua estruturação e reestruturação, manifestam-se conflitos cognitivos e espaços para a tomada de consciência sobre discrepâncias, problemas, dificuldades, erros, que, quando analisados, confrontados, discutidos, explorados, apresentam-se como espaços de avanços e

superações. O exercício da capacidade de conceitualização requer o desenvolvimento de habilidades, que envolvem funções de atenção, memória, abstração, comparação e diferenciação, para selecionar conteúdos considerados significativos, estabelecer relações entre eles e com os conhecimentos prévios, e elaborar uma síntese gráfica das proposições.

Considera-se, mediante estes resultados, que a sequência didática aplicada contribuiu para a promoção de uma aprendizagem significativa crítica dos conhecimentos abordados. A análise semântica, a seguir, descreverá em quais áreas do conhecimento esta aprendizagem ocorreu.

O aumento na classificação topológica não foi atribuído ao melhoramento da técnica, pois os alunos não receberam novas instruções sobre a elaboração de mapas conceituais ou realizaram novas construções ao longo da SD, ficando os resultados dependentes majoritariamente à aprendizagem significativa resultante do processo.

6.2.2 Análise semântica dos mapas conceituais

Foram listadas todas as proposições válidas dos 34 MCs inicial e final, totalizando 434 proposições das quais 135 eram dos MCis e 299 dos MCfs.

Verificou-se um aumento de 121,5% no número de proposições nos MCfs, tendo esses em média aproximadamente 9 proposições por mapa enquanto que a média nos iniciais foi de aproximadamente 4 proposições por mapa.

As áreas do conhecimento relativas às proposições construídas nos MCs foram reconhecidas a partir da Análise Textual Discursiva (ATD). Estas proposições foram categorizadas de forma emergente segundo os pressupostos da ATD sendo em seguida, agrupadas em categorias gerais (tabela 10), de acordo com a área em que podem ser classificadas.

Tabela 10. Categorias gerais e emergentes obtidas por meio da Análise Textual Discursiva das proposições dos mapas conceitual inicial e final.

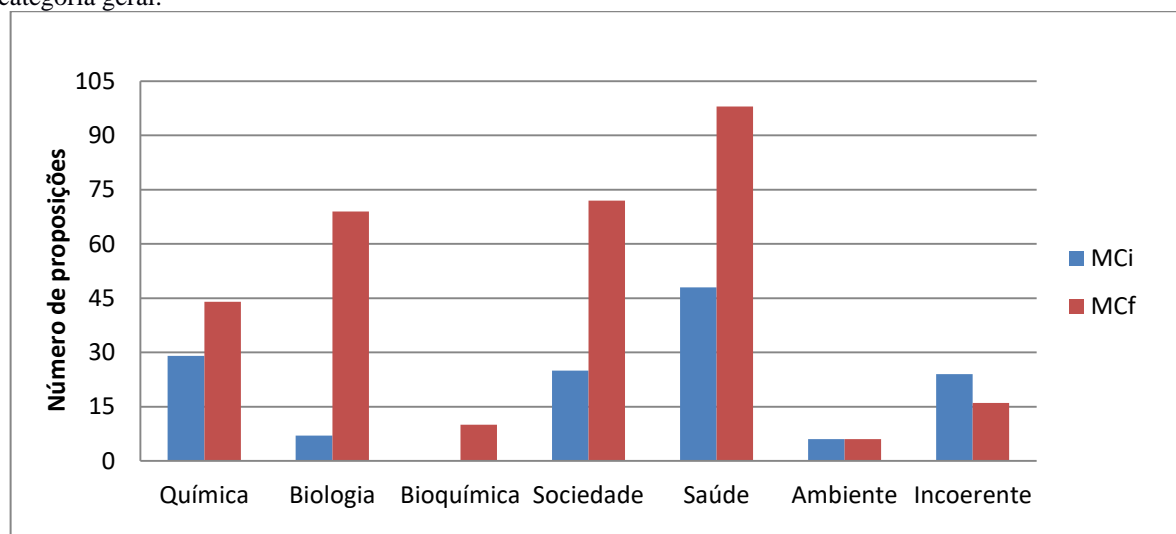
Categoria Geral	Categoria emergente	Descrição da categoria emergente	Exemplo		
			Conceito 1	Termo de ligação	Conceito 2
Química	1. Composição química dos inalantes	Relações cujo significado é atribuído à composição química dos solventes inalantes.	inalantes	é composto de	clorofórmio
	2. Propriedades físicas dos solventes orgânicos inalantes	Relações cujo significado é atribuído à propriedades físicas dos solventes orgânicos inalantes.	inalantes	são	voláteis
	3. Definição de solventes orgânicos inalantes	Proposições que definem o conceito de solventes orgânicos inalantes.	solventes orgânicos	são	compostos químicos
Biologia	4. Fisiologia da inalação	Relações cujo significado é atribuído aos órgãos por onde passam ou afetam o uso de inalantes.	solventes orgânicos inalantes	são substâncias que	afetam o sistema nervoso
Bioquímica	5. Ação sobre órgãos e/ou sistemas	Proposições que estabelecem relação entre propriedades físicas ou químicas dos solventes orgânicos inalantes com sua ação no corpo humano.	apolares	por isso passam fácil pela	massa branca cerebral
Sociedade	6. Locais ou produtos onde se encontram os inalantes	Relações cujo significado é atribuído:	inalantes	podem achar	farmácias
		- aos locais onde se encontram produtos que possuem em sua composição química solventes orgânicos inalantes.	solventes	presente na	tinta
	7. Tipo de usuário	Proposições que apresentam os grupos ou tipos de usuários comuns de drogas inalantes.	solventes orgânicos	são mais usados pelos(as)	adolescentes
	8. Relativo à drogas	Relações cujo significado é atribuído a drogadição.	drogas	causam	agressividade
	9. Família	Proposições que estabelecem relação do tema com questões	família	tem	falta de informação

		familiares ou comunitárias.			
Saúde	10. Psicoatividade	Relações cujo significado é atribuído ao efeito psicoativo dos solventes orgânicos inalantes.	substâncias inalantes	causa	alteração psicológica
	11. Efeitos nocivos à saúde	Relações cujo significado é atribuído aos malefícios à saúde advindo do uso de inalantes.	solventes inalantes	causa	parada cardíaca
	12. Inalação de medicamentos para problemas respiratórios	Relações estabelecidas entre inalantes e medicamentos administrados por via respiratória.	nebulização	melhora	respiração
	13. Benefícios à saúde	Relações cujo significado é atribuído aos benefícios à saúde provenientes da inalação de medicamentos para doenças respiratórias.	remédios	beneficia a	saúde
	14. Efeitos inalação	Proposições que apresentam os efeitos agudos ou crônicos da inalação de solventes.	solventes orgânicos inalantes	efeitos são	inibriantes no início e depressão no fim
Ambiente	15. Meio ambiente	Proposições cujo significado é atribuído à relação dos solventes orgânicos com o meio ambiente.	solventes orgânicos	contaminam	lençóis freáticos
Incoerente	16. Incoerente	Proposições válidas, porém sem significado coerente.	solventes orgânicos inalantes	é composto de	abstinência

Fonte: A autora, 2019.

A análise estrutural dos MCs demonstrou que houve aumento nos níveis topológicos dos MCis para os MCfs. Para tal, deve haver também, dentre outros fatores, o aumento no número de proposições. O gráfico 10 apresenta este aumento em termos semânticos, apresentando o aumento do número de proposições relativas a cada uma das categorias gerais estabelecidas. O número de proposições total resultante da ATD é diferente do número de proposições válidas devido a tal metodologia permitir que uma mesma proposição possa ser classificada em categorias diferentes. Pode-se observar que em todas as categorias gerais (Química, Biologia, Bioquímica, Sociedade, Saúde) exceto nas categorias “Ambiente” e “Incoerentes”, houve aumento no número de proposições dos MCfs.

Gráfico 6. Análise semântica dos mapas conceituais relacionando o número de proposições classificadas em cada categoria geral.



Fonte: A autora, 2019.

A categoria geral que apresenta o maior número de proposições, tanto nos mapas iniciais quanto finais é “Saúde”, onde os alunos associaram a inalação de solventes com os efeitos nocivos no organismo humano. Dentre as categorias crescentes, a de maior crescimento foi “Biologia”, representando a categoria emergente de proposições associadas ao órgãos e sistemas do corpo humano por onde passam os solventes orgânicos quando inalados. Estas duas categorias estão conectadas à aprendizagem em “Química”, que também é verificada pelo aumento no número de proposições. As três juntamente caracterizam a base do que foi construído ao longo da aplicação da SD. A partir do conhecimento químico dos solventes orgânicos (aulas 1, 2 e 3) iniciamos a discussão de sua inalação (aulas 4 e 5) e finalizamos com a fisiologia da inalação de solventes (aulas 6, 7 e 8) tratando principalmente dos seus efeitos nocivos à saúde. Os trechos no quadro 11, retirados de alguns MCfs, apresentam proposições que evidenciam esta sequência lógica de estudo.

Quadro 11. Proposições relativas às categorias gerais Química, Biologia e Saúde.

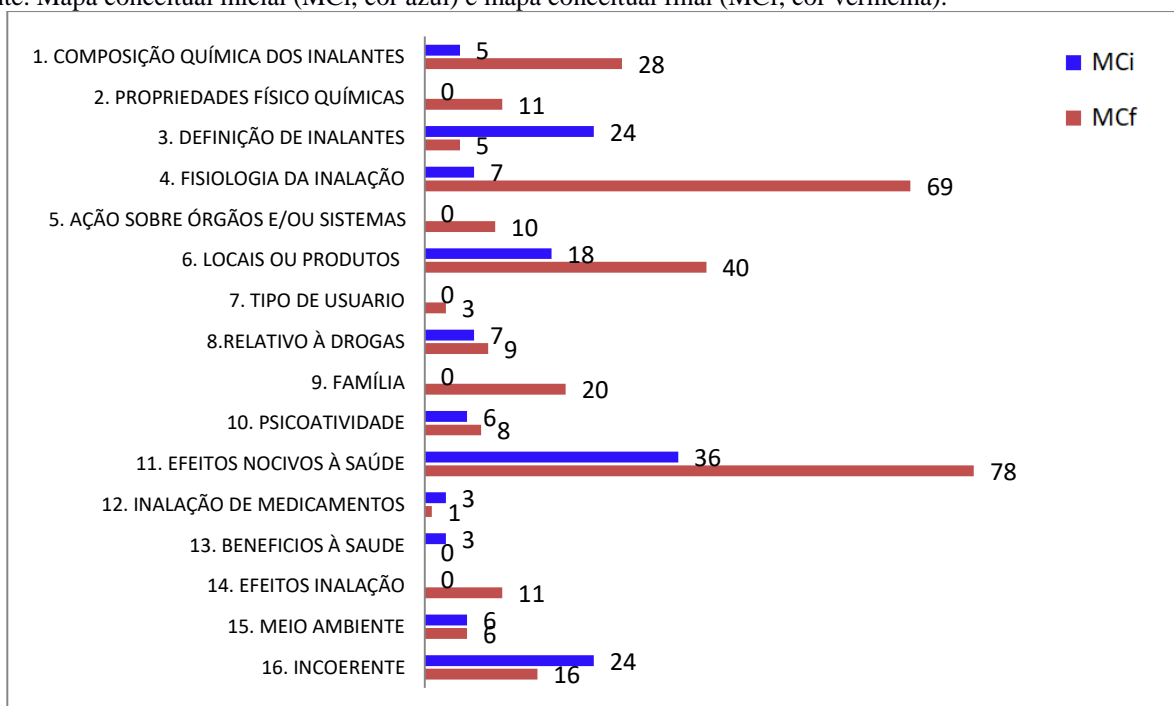
Química			
	Conceito	Termo de ligação	Conceito
MCf A13	inalantes	composto por	solventes
	solventes	como	etanol
	solventes	como	tolueno
	solventes	como	clorofórmio
	solventes	como	dicloroetano
MCf A8	<i>solventes orgânicos</i>	<i>possuem</i>	<i>baixa polaridade</i>
	<i>baixa polaridade</i>	<i>faz com que seja</i>	<i>Lipofílico</i>
Bioquímica			
MCf A2	<i>apolares</i>	<i>por isso interagem com</i>	<i>massa branca cerebral</i>

	<i>massa branca cerebral</i>	<i>atingindo os</i>	<i>neurônios</i>
	<i>neurônios</i>	<i>afetando todo</i>	<i>corpo humano</i>
Saúde			
MCf A32	<i>drogas inalantes</i>	<i>causam efeito no</i>	<i>cérebro</i>
	<i>cérebro</i>	<i>como</i>	<i>perda motora/sensorial</i>
	<i>coração</i>	<i>causa</i>	<i>parada cardíaca</i>
	<i>pulmão</i>	<i>causa</i>	<i>parada respiratória</i>
	<i>rins</i>	<i>causa</i>	<i>paralisia dos rins</i>

Fonte: A autora, 2019.

O gráfico 11 apresenta o número de proposições em cada categoria emergente proveniente da ATD dos mapas conceituais. Esses dados auxiliam na análise do gráfico 2 por possibilitarem o reconhecimento das categorias que influenciaram no aumento ou decréscimo das categorias gerais.

Gráfico 7. Análise semântica dos mapas conceituais relacionando o número de proposições à cada categoria emergente. Mapa conceitual inicial (MCi, cor azul) e mapa conceitual final (MCf, cor vermelha).



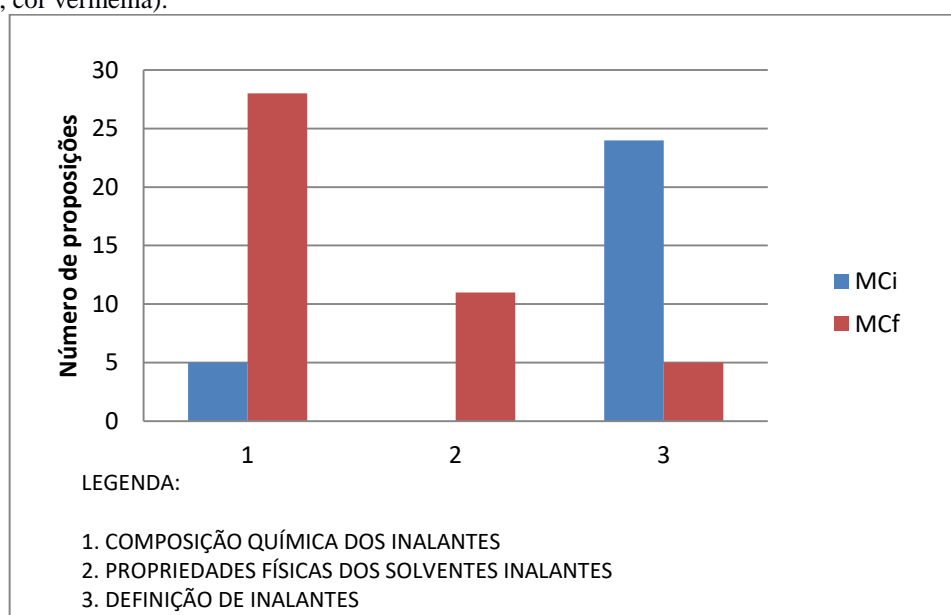
Fonte: A autora, 2019.

O gráfico 11 apresenta como categoria emergente prevalecte tanto nos MCis quanto nos MCfs a categoria “malefícios a saúde”. Também se destacam as categorias “fisiologia da inalação” e “locais ou produtos onde se encontram inalantes” nos MCfs por possuírem um número de proposições maior que a categoria mais citada nos MCis. Estas três categorias caracterizam o enfoque dado pelos alunos na elaboração dos MCfs, apresentando de uma

forma geral os produtos onde são encontrados os solventes orgânicos e os efeitos nocivos à saúde causados por sua inalação.

A partir do gráfico 12 é possível verificar a ocorrência da aprendizagem significativa por meio do aumento no número de proposições na categoria geral “Química”, proveniente do conhecimento envolvido na composição química dos inalantes (1) e das propriedades físicas desses compostos (2).

Gráfico 8. Análise semântica da categoria geral “Química” apresentando o número de proposições classificadas em cada categoria emergente desta categoria geral. Mapa conceitual inicial (MCi, cor azul) e mapa conceitual final (MCf, cor vermelha).



Fonte: A autora, 2019.

Houve uma redução na categoria 3 devido a algumas proposições dos MCfs definirem inalantes apresentando sua composição química, sendo então classificadas na categoria (1), como demonstra o quadro abaixo contendo um fragmento dos MCs inicial e final do aluno A15. Esta redução indica a construção de proposições mais elaboradas e com maior especificidade, pois ao definirem solventes orgânicos inalantes os associaram à substâncias químicas (composição). Esta mudança conceitual pode ser verificada no quadro 12, que apresenta duas proposições do mesmo estudante em seu mapa inicial e final.

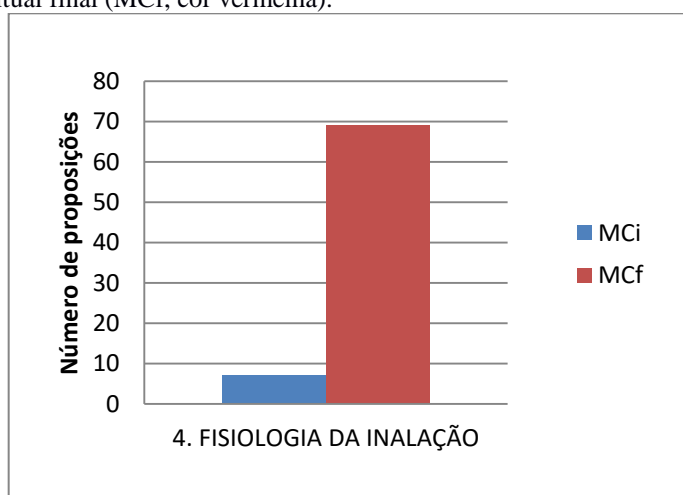
Quadro 12. Proposições dos mapas conceituais inicial e final do aluno A15.

MCi A15 (categoria 3)			MCf A15 (categoria 1)		
Conceito	Termo de ligação	Conceito	Conceito	Termo de ligação	Conceito
<i>solventes orgânicos inalantes</i>	<i>o que é</i>	<i>drogas</i>	<i>solventes orgânicos inalantes</i>	<i>são formados por</i>	<i>hidrocarbonetos</i>

Fonte: A autora, 2019

Em relação ao aumento no número de proposições na categoria geral “Biologia” verifica-se no gráfico 13 que ocorre devido ao aumento no número de proposições da categoria emergente “fisiologia da inalação”, onde os alunos apresentaram o percurso dos inalantes no corpo humano, citando os órgãos e sistemas afetados com a inalação de solventes orgânicos.

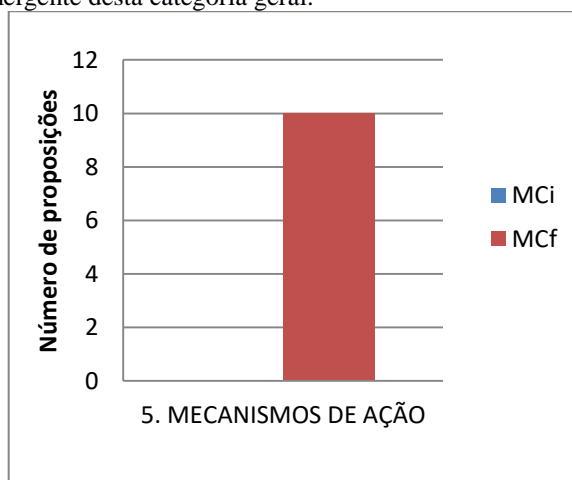
Gráfico 9. Análise semântica da categoria geral “Biologia” apresentando o número de proposições classificadas na categoria emergente “fisiologia da inalação” que compõem esta categoria geral. Mapa conceitual inicial (MCi, cor azul) e mapa conceitual final (MCf, cor vermelha).



Fonte: A autora, 2019.

A categoria Bioquímica, composta pela categoria emergente “ação sobre órgãos e/ou sistemas”, está apresentada no gráfico 14. Esta categoria é considerada de relações complexas, que demandam dos estudantes alto grau de associação do conhecimento em Química com conteúdos relacionados à disciplina de Biologia, ou seja, é uma categoria que demonstra o caráter interdisciplinar da SD aplicada, pois se refere à relação da lipofilicidade dos solventes orgânicos presentes em drogas inalantes com regiões lipídicas do corpo humano, principalmente no sistema nervoso, barreira hematoencefálica, massa branca cerebral e mielina neuronal.

Gráfico 10. Análise semântica da categoria geral “Bioquímica” apresentando o número de proposições classificadas na categoria emergente desta categoria geral.



Fonte: A autora, 2019.

Mesmo diante desta associação complexa, houve proposições que demonstram estas relações, conforme apresenta o quadro 13:

Quadro 13. Proposições da categoria emergente “ação sobre órgãos e/ou sistemas”.

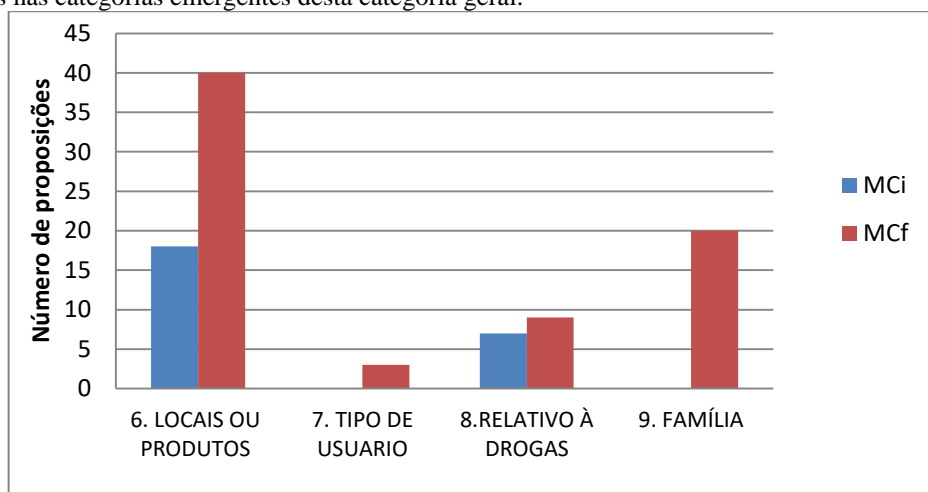
	Conceito	Termo de ligação	Conceito
MCf A17	<i>sistema nervoso central</i>	<i>alteração</i>	<i>nos neurônios (efeitos inibitórios ou estimulantes, depende da substância)</i>
	<i>neurônios</i>	<i>ficam</i>	<i>sem mielina</i>
	<i>sem mielina</i>	<i>causando</i>	<i>perda motora/memória</i>

Fonte: A autora, 2019.

O aluno A17 embora tenha estabelecido uma relação coerente, não conseguiu sintetizar e apresentar somente conceitos em sua proposição. Esta dificuldade pode ser atribuída à complexidade conceitual da proposição e também à falta de domínio da técnica de elaboração de mapas conceituais, pois com as mesmas palavras do conceito terminal poderia ter construído novas proposições.

A categoria geral “Sociedade” é composta das categorias emergentes 6,7, 8 e 9 apresentadas no gráfico 15, que correspondem às proposições associadas ao contexto no qual os inalantes estão inseridos no cotidiano (onde e em quais produtos são encontrados, quem são os usuários e drogadição).

Gráfico 11. Análise semântica da categoria geral “Sociedade” apresentando o número de proposições classificadas nas categorias emergentes desta categoria geral.



Fonte: A autora, 2019.

Em todas as categorias emergentes da categoria “Sociedade” houve aumento no número de proposições, principalmente no que se refere à categoria 6. A análise desta categoria nos MCis foi importante em termos de avaliação do conhecimento prévio dos estudantes acerca do tema. Somente três proposições, das dezoito relativas a esta categoria, associaram corretamente o conceito “solventes orgânicos inalantes” à substâncias corretas como drogas (loló ou lança perfume) e produtos químicos comerciais (cola de sapateiro, tintas, removedores de tintas, adesivos para marcenaria, produtos de limpeza, outros). As demais proposições apresentaram associações incorretas, relacionando o tema à drogas como cocaína, maconha e crack ou a remédios para doenças respiratórias de uso nasal, como Berotec^R. O quadro 14 apresenta um exemplo da evolução qualitativa na categoria 6, demonstrando o pouco entendimento dos alunos acerca da temática antes da aplicação da SD.

Quadro 14. Proposições do aluno A6 classificadas na categoria emergente 6.

MCi A6			MCf A6		
Conceito	Termo de ligação	Conceito	Conceito	Termo de ligação	Conceito
<i>compostos químicos</i>	<i>tipo</i>	<i>cocaína</i>	<i>solventes orgânicos inalantes</i>	<i>estão presentes em</i>	<i>cola de sapateiro</i>
<i>compostos químicos</i>	<i>tipo</i>	<i>maconha</i>	<i>solventes orgânicos inalantes</i>	<i>estão presentes em</i>	<i>tintas</i>
<i>compostos químicos</i>	<i>tipo</i>	<i>crack</i>	<i>solventes orgânicos inalantes</i>	<i>estão presentes em</i>	<i>lança perfume</i>
			<i>solventes orgânicos inalantes</i>	<i>estão presentes em</i>	<i>tinners</i>
			<i>solventes orgânicos inalantes</i>	<i>estão presentes em</i>	<i>acetona</i>

Fonte: A autora, 2019.

É interessante notar que a dificuldade em elaborar os MCIs se deve ao desconhecimento formal do tema. Ressalto formal, pois todos já tiveram contato em algum momento com tintas, solventes, colas, adesivos, mesmo que nunca tenham usado o solvente desses produtos com finalidade de inalação intencional para alteração de estado de consciência, o que conhecemos popularmente como droga. O conhecimento de quais produtos do dia a dia possuem solventes que podem ser usados como droga inalante foi a base para a associação das consequências de seu uso.

A categoria emergente “família” e “tipo de usuário” aparecem pela primeira vez somente nos mapas finais. As associações à família são relativas à pouca informação que possuem sobre o tema e à importância desta na conscientização dos jovens. Quanto ao tipo de usuário, as proposições caracterizam-no como “adolescentes influenciáveis”.

O quadro 15 apresenta algumas proposições relativas à categoria geral Sociedade.

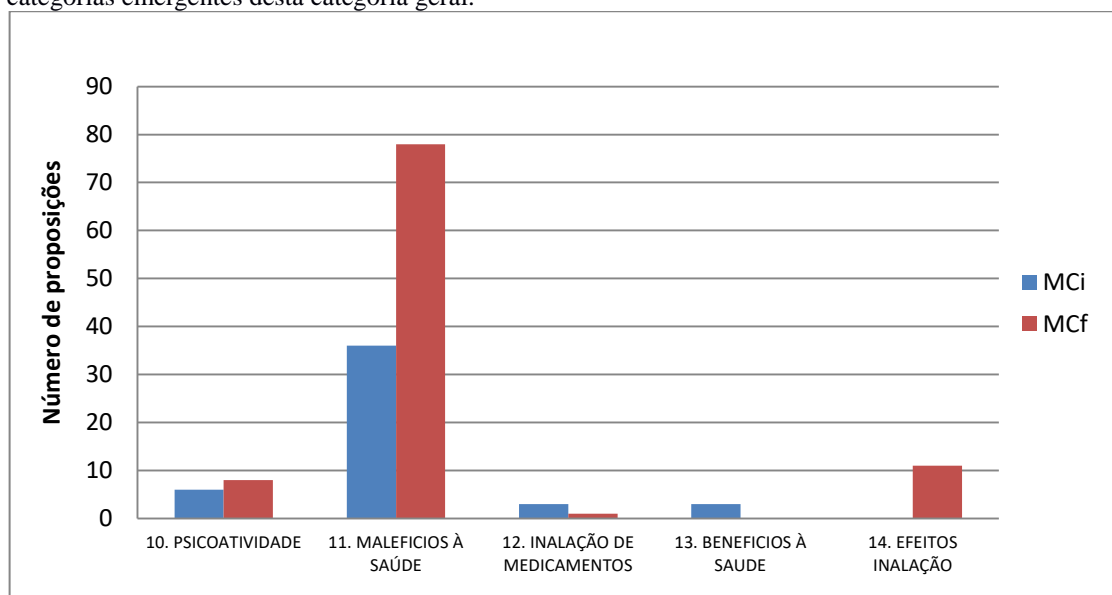
Quadro 15. Proposições da categoria emergente “Sociedade”.

	Conceito	Termo de ligação	Conceito
MCf A19	<i>família</i>	<i>tem</i>	<i>pouca informação</i>
MCf A31	<i>solventes</i>	<i>são usados na fabricação</i>	<i>plásticos</i>
	<i>solventes</i>	<i>são usados na fabricação</i>	<i>Tintas</i>
	<i>solventes</i>	<i>são usados na fabricação</i>	<i>Adesivos</i>
	<i>solventes</i>	<i>são usados na fabricação</i>	<i>colas</i>

Fonte: A autora, 2019.

A categoria geral “Saúde” é a que possui maior número de proposições nos MCfs (gráfico 16). Este fato está relacionado ao caráter de conscientização ao não uso de drogas inalantes da SD aplicada. O enfoque dado à temática, além de discutir a história, composição, propriedades e aspectos bioquímicos da inalação, esteve em compreender os efeitos nocivos à saúde da inalação de solventes orgânicos.

Gráfico 12. Análise semântica da categorial geral “Saúde” apresentando o número de proposições classificadas nas categorias emergentes desta categoria geral.

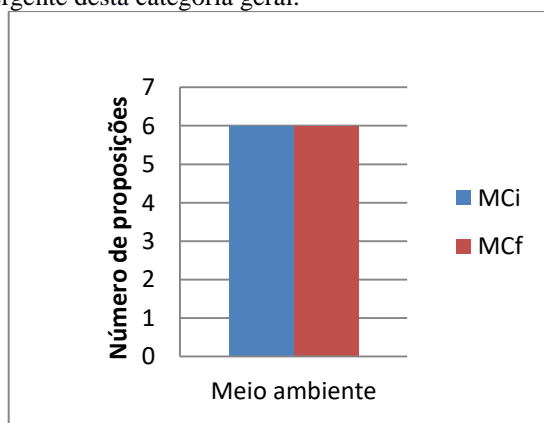


Fonte: A autora, 2019.

A categoria emergente “malefícios à saúde” foi responsável pela grande maioria de proposições na categoria geral “Saúde”. Isto indica que os estudantes passaram a associar os solventes inalantes a substâncias prejudiciais à saúde. Antes da aplicação da SD, também foi possível verificar que não haviam proposições relativas aos efeitos sobre o corpo humano da inalação daquelas substâncias, porém há proposições sobre isso nos mapas finais, identificadas por meio da categoria emergente 14.

A categoria emergente “Ambiente” (gráfico 17) apresenta proposições relativas aos impactos ambientais do descarte inadequado de solventes orgânicos. Não houve variação no número de proposições desta categoria.

Gráfico 13. Análise semântica da categoria emergente “Ambiente” apresentando o número de proposições classificadas na categoria emergente desta categoria geral.



Fonte: A autora, 2019

Embora o número de proposições permaneça constante, há uma melhora conceitual nas proposições, que passaram a ser mais específicas além de utilizarem termos científicos, conforme apresenta o quadro 16.

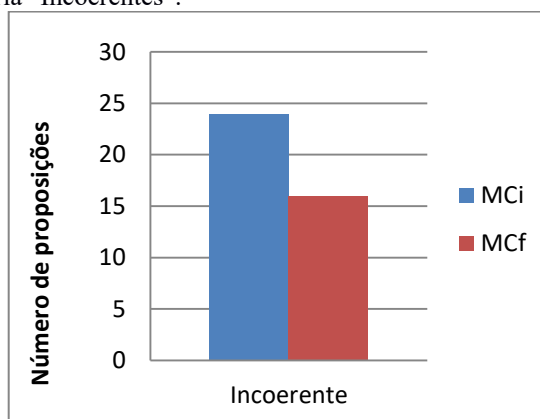
Quadro 16. Proposições relativas à categoria emergente “Ambiente”.

Identificação do aluno(a)	Conceito	Termo de ligação	Conceito
MCi A14	<i>solventes orgânicos inalantes</i>	<i>causam problemas</i>	<i>ao meio ambiente</i>
MCf A3	<i>solventes orgânicos inalantes</i>	<i>contaminam</i>	<i>lençóis freáticos</i>

Fonte: A autora, 2019.

Houve redução no número de proposições da categoria emergente “Incoerentes” nos MCfs comparado aos MCis, conforme apresenta o gráfico abaixo:

Gráfico 14. Análise da categoria “Incoerentes”.



Fonte: A autora, 2019.

Esta diminuição pode estar relacionada à ocorrência da aprendizagem significativa dos conteúdos envolvidos na SD que tornam dispensáveis o estabelecimento de relações aleatórias ou sem significado aparente, com a finalidade de cumprimento da atividade.

Nesse sentido, o processo de construção e avaliação por mapas conceituais favorece a autonomia do aluno, ao facilitar o controle sobre seu próprio processo de aprendizagem (MORENO et al., 2007). Em acordo com Costamagna (2001), o processo de elaboração de mapas favorece a organização de idéias e o surgimento de relações que não tinham se evidenciado inicialmente, já que os significados são, em grande medida, pessoais, e a representação esquemática do mapa estimula a criatividade nas novas relações que se estabelecem, permitindo novos níveis de integração. Conforme Moreira (2011, b), cada mapa

conceitual é representativo da organização mental do conhecimento de quem o elabora e dos significados que este atribui aos conceitos apresentados.

A partir da análise semântica dos mapas conceituais elaborados pelos alunos, embora a SD tenha sido aplicada na disciplina de Química, verifica-se também a aprendizagem significativa crítica em outras diferentes áreas do conhecimento, como a Biologia, Bioquímica, Fisiologia humana, Saúde, Sociedade e Ambiente. Essas áreas verificadas nas proposições indicam o caráter CTSA da abordagem. Martínez (2012) afirma que o princípio de interdisciplinaridade no ensino de Ciências com enfoque CTS-CTSA resulta em um importante componente para evitar o reducionismo técnico das disciplinas, pois os problemas de ordem científica e tecnológica estão relacionados a várias dimensões sociais, de maneira que diferentes áreas estão interligadas na abordagem da temática.

Há prevalência de proposições relacionadas à saúde, especificamente aos malefícios à saúde causados pela inalação de solventes. A presença desse tipo de relação corrobora com uma das finalidades do ensino CTSA, EP2 (Desenvolvimento de atitudes e valores.), segundo Fernandes, Pires e Villamañan (2013) e Fernandes e Pires (2019), cujo indicador é o desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivas.

A abordagem CTSA também se reflete na segunda categoria geral com maior número de proposições, sociedade. A contextualização do tema permitiu a construção de relações entre o conhecimento científico e sua aplicação na sociedade, parâmetro CP4, da mesma forma que em trabalhos com mesma abordagem como Fadini (2018) e Krauser (2014).

A partir da aplicação da sequência didática, os estudantes fizeram associações corretas dos locais e produtos onde se encontram solventes orgânicos, os efeitos nocivos da inalação à saúde, a importância da família na prevenção ao uso e os impactos ao meio ambiente do descarte inadequado de recipientes contendo solventes.

Os mapas conceituais se mostraram bons instrumentos para verificação da aprendizagem significativa crítica dos conhecimentos abordados na temática dos solventes orgânicos inalantes, reconhecidos semanticamente pela análise textual discursiva como pertencentes a

diferentes áreas do conhecimento. Esta análise permitiu verificar a presença de proposições relativas às inter-relações CTSA envolvidas na temática.

6.3 ANÁLISE DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

6.3.1 Análise pedagógica da sequência didática com enfoque CTSA

Com o intuito de analisar a presença da abordagem CTSA, segundo os pressupostos de Fernandes, Pires e Villamañan (2013), nas atividades da sequência didática (n=22), foi elaborada uma tabela com as atividades da SD e, em seguida, foram marcados os indicadores de cada parâmetro presentes em cada atividade (quadro 17).

Quadro 17. Análise da presença dos indicadores da abordagem CTSA nas atividades da sequência didática sobre “solventes orgânicos inalantes”.

ATIVIDADES	INDICADORES																			
	FP1		FP2		FP3		CP1		CP2		CP3			CP4	CP5			PPI		
	a	a	a	b	a	b	a	b	a	b	c	a	a	b	c	a	b	c		
AULA 0 – AULA DIAGNÓSTICO																				
Atividade: Registrando o conhecimento prévio	x	x	x	x	x	x							x		x		x	x	x	
AULA 1 – POLARIDADE MOLECULAR E SOLUBILIDADE																				
Atividade 1: Quem é polar, quem é apolar?	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x		x	x	x	
Atividade 2: Cromatografia em Papel	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x		x		x	x	x	
AULA 2 – ANÁLISE GRÁFICA DA RELAÇÃO PRESSÃO DE VAPOR EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA																				
Atividade 1: A Química dos cheiros	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x		x	x	x	
Atividade 2: Analisando gráficos de solventes orgânicos comuns	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x		x		x	x	x	
AULA 3 – SOLVENTES ORGÂNICOS																				
Atividade 1: O que você entende por solventes?	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	
Atividade 2: Onde os solventes são encontrados	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	

como são utilizados?																			
Atividade 3: Conhecendo a estrutura e composição química de alguns solventes orgânicos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
Atividade 4: Pesquisa: Histórico e definições sobre solventes	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
AULA 4 – SOLVENTES ORGÂNICOS: MOCINHOS OU VILÕES?																			
Atividade 1: Respondendo às questões orientadoras	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
Atividade 2: Levantamento de informações sobre uso de inalantes	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
AULA 5 – VAMOS ANALISAR OS RESULTADOS?																			
Atividade 1: Discussão dos resultados	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x		x		x	x	x	x
Atividade 2: Vídeo	x	x	x	x	x	x				x	x	x		x		x	x	x	x
AULA 6 – O CAMINHO DAS DROGAS NO CORPO HUMANO																			
Atividade: O caminho das drogas inalantes no corpo humano	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x
AULA 7 – EFEITOS DOS INALANTES SOBRE O CORPO HUMANO: DO NÍVEL MACROSCÓPICO AO NÍVEL CELULAR.																			
Atividade 1: Modificando a permeabilidade das membranas celulares	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x		x	x	x	x
Atividade 2: Do nível macroscópico ao nível celular: efeitos agudos e crônicos do uso de inalantes.	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x		x		x	x	x	x
Atividade 3: Discussão	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x		x		x	x	x	x
AULA 8 – VAMOS REVISAR?																			
Atividade: Jogo (Kahoot)	x	x	x	x	x	x		x		x		x		x		x	x	x	x
AULA 9 - REGISTRANDO O CONHECIMENTO																			
Atividade 1: Avaliação final	x	x	x	x	x	x		x		x		x		x		x	x	x	x
Atividade 2: Planejamento da	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x		x		x	x	x	x

ação de conscientização																			
AULA 10 – CONSCIENTIZAÇÃO EM PRÁTICA																			
Atividade: Mão na massa	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x		x		x	x	x	
AULA 11 – AVALIAÇÃO																			
Atividade: Avaliação à posteriori	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x		x		x	x	x	

Fonte: A autora, 2019.

O número de episódios, ou seja, de atividades, em que se verificam cada indicador de uma abordagem CTSA podem ser verificados no quadro 18.

Quadro 18. Análise da presença da abordagem CTSA na sequência didática sobre “solventes orgânicos inalantes”. O número de episódios representa o número de atividades contido na sequência didática (n = 11) que atende a cada indicador do parâmetro em análise.

Dimensão	Parâmetros	Número de episódios por indicador (n = 22)
Finalidades (F)	F.P1 – Desenvolvimento de Capacidades/Procedimentos	a. Propõe o desenvolvimento de procedimentos científicos (observar, inferir, classificar, explicar, relacionar...), a resolução de problemas e a melhoria do pensamento crítico. 22
	F.P2 – Desenvolvimento de atitudes e valores	a. Fomenta o desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivos. 22
	F.P3 – Educação, cidadania, sustentabilidade e ambiente	a. Promove o desenvolvimento de decisões conscientes, informadas e argumentadas face às consequências da ação humana na sociedade. 22
		b. Promove o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente. 22
Conhecimentos (C)	C.P1 – Pertinência da abordagem de temas	a. Sugere a abordagem contextualizada de temas atuais, relacionados com os conhecimentos prévios dos alunos e com o seu dia-a-dia. 22
		b. Propõe a discussão de temas científicos em função da sua utilidade social. 22
	C.P2 – Discussão de temas polêmicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos	a. Sugere situações em que diferentes realidades sociais estão na origem de novas descobertas científicas e inovações tecnológicas (questões éticas, desigualdades socioculturais...). 10
		b. Aborda as vantagens e os limites do conhecimento científico-tecnológico, bem como os seus impactos na sociedade e no ambiente. 21
	C.P3 – Influência recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socioambientais	a. Evidencia as relações recíprocas entre a ciência e a tecnologia. 17
		b. Realça as mudanças nas condições de vida das pessoas (hábitos, estilo de vida, criação de novos recursos, etc.) relacionadas com os avanços tecnológicos ao longo dos tempos. 17

		c. Enfatiza os impactos da sociedade e do ambiente nos avanços científico-tecnológicos.	11
	C.P4 – Diversidade de conteúdos científicos/temas	a. Privilegia a exploração dos conteúdos científico-tecnológicos relacionados com outros campos do saber onde se exige a compreensão das inter-relações CTSA.	22
	C.P5 – Discussão de questões relativas à natureza do conhecimento científico	a. Apresenta dados relacionados com a natureza e a história da ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos.	6
		14b. Apresenta o conhecimento de uma forma não dogmática.	22
		c. Informa acerca do trabalho e função do cientista, bem como de possíveis pressões sociais, políticas, religiosas ou económicas que pode sofrer.	3
Procedimentos (P)	P.P1 – Natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino	a. Incentiva o aluno para a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula.	22
		b. Propõe a realização de atividades práticas (experimentais, laboratoriais, saídas de campo, outras) para se explorar as relações CTSA.	22
		c. Envolve ativamente o aluno em atividades de debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifeste a interação CTSA.	22

Fonte: A autora, 2019, com base em Fernandes, Pires e Villamañan, 2013.

Nas 22 atividades propostas na SD verifica-se a presença de todos os indicadores para a dimensão *finalidades*. Desta forma, a abordagem possibilita uma visão integrada da ciência, relacionando-a com a tecnologia a que dá origem, e de quem sofre influências, e evidencia os impactos que estas têm na sociedade e no ambiente, bem como a influência que a sociedade tem no desenvolvimento da ciência e da tecnologia. O desenvolvimento de competências, capacidades de investigação e de pensamento crítico estiveram presentes principalmente nas atividades experimentais e em atividades de investigação e debate, onde em todas os estudantes são colocados em posição de protagonismo.

No que se refere à dimensão *conhecimentos* destaca-se o parâmetro de “pertinência da abordagem de temas” devido à contextualização promovida ao se relacionar a história, produção e uso de solventes orgânicos com sua inalação recreativa ocasionando efeitos nocivos à saúde, fato conhecido dos sujeitos da pesquisa. A interdisciplinaridade (indicador C.P4a) e a apresentação não dogmática do conhecimento (indicador C.P5b) também estão presentes em todas as atividades propostas. A discussão de questões relativas à natureza do conhecimento científico está presente nas atividades da SD, porém não em todas, se

apresentando em menor número de episódios. Isto ocorre devido à apresentação de dados relacionados com a natureza e a história da ciência e também o trabalho e função do cientista serem informações restritas a certos momentos das discussões, como nas atividades de leitura científica e debates sobre a história de produção e uso de solventes na sociedade moderna, pós século XVIII.

Na dimensão *procedimentos* onde são analisadas a natureza e a diversidade das atividades e estratégias de ensino utilizadas verifica-se que em todas as atividades há episódios onde metodologias diversas são utilizadas. Os estudantes foram orientados para a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula, incluindo pesquisas bibliográficas, leitura de artigos científicos, notícias e livros, debates a respeito do material estudado, além da realização de atividades experimentais/laboratoriais realizadas pelos alunos com a finalidade de investigação, descoberta e verificação científica. Também está presente desde o início da aplicação da SD a problemática da conscientização sobre os efeitos nocivos do uso de drogas, de forma que os estudantes foram orientados a resolução deste problema e conseqüentemente, em grupos, realizaram o planejamento e ação de divulgação do conhecimento construído ao longo da SD para alunos mais novos, das séries iniciais da escola. Isto os colocou em contato com materiais de ensino e aprendizagem e estratégias diversas, além da mudança de posição de aluno aprendiz (receptor) para promotor de conhecimento.

Nesse sentido, pode-se afirmar que as atividades propostas na SD possuem articulação com os pressupostos do movimento CTSA buscando maior envolvimento dos alunos com o seu processo de construção do conhecimento, de forma que permita a saída de uma postura passiva, adquirindo mais autonomia.

Frente a tantos indicadores necessários para compreender como uma proposta classifica-se com enfoque CTSA, percebe-se que não é fácil alcançar todos os indicadores em todas as atividades. Porém, como afirma Fernandes e Pires (2019) é necessário rever as práticas pedagógicas no Ensino de Ciências, e da Química como neste trabalho, para que sejamos capazes de contribuir para a formação de cidadãos informados, socialmente intervenientes e capazes de utilizar o conhecimento adquirido na escola em situações do cotidiano.

6.3.2 Validação *a priori*

Os resultados da validação *a priori* estão apresentados na tabela 11, que contém uma estrutura simplificada do instrumento de validação elaborado. Nela é possível observar os itens de cada dimensão analisada e o número de avaliações ($n = 6$) para cada critério (I, S ou MS).

Tabela 11. Resultados da validação *a priori* da SD, realizada por pares e professores especialistas.

Dimensões de Análise	Avaliação		
	I	S	MS
A. Estrutura e Organização			
A1. Qualidade e originalidade da SD e sua articulação com os temas da disciplina	-	-	6
A2. Clareza e inteligibilidade da proposta	-	1	5
A3. Adequação do tempo segundo as atividades propostas e sua executabilidade	3	3	-
B. Problematização			
B1. O Problema: Sobre sua abrangência e foco	-	2	4
B2. Coerência Interna da SD	-	1	5
B3. A problemática nas perspectivas Social/Científica	-	2	4
B4. Articulação entre os conceitos e a problematização	-	4	2
B5. Contextualização do Problema	-	4	2
B6. O problema e sua resolução	-	2	4
C. Princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica			
C1. Conhecimento prévio	-	-	6
C2. Interação social e questionamento	-	4	2
C3. Material didático	-	-	6
C4. Aprendiz como perceptor/representador	-	4	2
C5. Conhecimento como linguagem	-	4	2
C6. Consciência semântica	-	2	4
C7. Aprendizagem pelo erro	-	4	2
C8. Desaprendizagem	-	4	2
C9. Incerteza do conhecimento	-	4	2
C10. Diversidade de estratégias de ensino e participação ativa do aluno	-	2	4
C11. Abandono da narrativa	-	4	2
D. Conteúdos e Conceitos			
D1. Objetivos e Conteúdos	-	5	1
D2.1 Enfoque CTSA - Desenvolvimento de Capacidades/Procedimento	-	-	6
D2.2 Enfoque CTSA - Desenvolvimento de atitudes e valores	-	4	2
D2.3 Enfoque CTSA - Educação, cidadania, sustentabilidade e ambiente	-	2	4
D2.4 Enfoque CTSA - Pertinência da abordagem de temas	-	2	4
D2.5 Enfoque CTSA - Discussão de temas polêmicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos	-	2	4
D2.6 Enfoque CTSA - Influencia recíproca entre os avanços científico-tecnológicos e as mudanças socioambientais	-	4	2
D2.7 Enfoque CTSA - Diversidade de conteúdos científicos/temas	-	4	2
D2.8 Enfoque CTSA - Discussão de questões relativas à natureza do conhecimento científico	-	6	-
D2.9 Enfoque CTSA - Natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino	-	2	4
D3. Conhecimento Coloquial e Científico	-	2	4
D4. Organização e Encadeamento dos Conteúdos	-	5	1
D5. Tema, Fenômeno, Conceitos	-	1	5

E. Metodologias de Ensino e Avaliação

E1. Aspectos Metodológicos	-	2	4
E2. Organização das atividades e a contextualização	-	1	5
E3. Métodos de avaliação	-	4	2
E4. Avaliação integradora	-	4	2
E5. Feedback da Avaliação	2	1	3

Você (como professor de Química ou afim) utilizaria essa proposta de SD em sua sala de aula? Justifique sua resposta.

Justifique os maiores e menores valores de suficiência atribuídos aos critérios de avaliação evidenciando os pontos fortes e fracos da proposta de SD. Sugerir mudanças para minimizar os pontos fracos evidenciados pelo avaliador.

Sugestões

Fonte: A autora, 2019.

Os itens com avaliação insuficiente, mesmo não sendo o critério predominante no item, foram reelaborados antes da aplicação da SD. Dos 38 itens analisados, apenas dois receberam esta avaliação. No item A3 metade dos avaliadores considerou insuficiente o tempo das atividades propostas, indicando que a SD deveria ser reelaborada neste aspecto.

No item E5, aproximadamente um terço dos avaliadores considerou que os instrumentos e momentos para feedback das avaliações não estavam presentes na SD ou não estão adequados. Este diagnóstico foi importante para que a SD pudesse ser reelaborada e seus objetivos melhor alcançados. Ressaltamos que em cada uma das etapas do processo EAR a SD poderia e deveria ser revista pelo professor como forma de validação da SD (GUIMARÃES E GIORDAN, 2013).

Os demais itens foram avaliados majoritariamente como mais que suficientes ou suficientes, e por isso não foram modificados visto que os pares e professores especialistas julgaram as atividades adequadas aos objetivos propostos.

Quanto às perguntas abertas, quando questionados se utilizariam a SD proposta em sala de aula, 50% respondeu que utilizaria enfatizando a relevância social da temática abordada e a sua boa estruturação. Vale ressaltar que estes professores são da área de Biologia. Um deles justificou que não utilizaria a SD em aulas de sua disciplina “*apesar da proposta estar bem contextualizada, ficaria difícil de trabalhar a alta carga de Química presente na SD*”.

Os pontos fracos identificados e citados pelos professores avaliadores foram: tempo de cada atividade; retorno aos alunos do resultado das avaliações; aspectos bioquímicos das drogas inalantes. As principais sugestões de mudanças para minimizar os pontos fracos foram reduzir

o número de atividades por aula, aumentando o tempo de duração das escolhidas e solicitar a participação de professores de Biologia na aplicação da SD para realizar de forma efetiva a interdisciplinaridade proposta. Estas sugestões foram consideradas antes da aplicação da SD. Os pontos fortes citados para a SD foram: a contextualização, devido aos aspectos socioculturais, relevância social do tema e participação ativa do aluno.

As sugestões propostas pelos professores foram todas relativas à adequação do tempo das atividades ao número de aulas da SD. De qualquer forma, conforme Guimarães e Giordan (2013) ressaltam, “o fator tempo é tratado de forma mais flexível, visto que compõe o planejamento anual do professor e pode ser ajustado segundo as especificidades de seu contexto particular”. Assim, antes da aplicação em sala de aula foram ajustados os itens ressaltados pelos validadores sendo o tempo adaptado previamente e também ao longo da aplicação, de acordo com as especificidades da escola.

6.3.3 Validação *a posteriori*

Após aplicação em sala de aula, realizou-se uma validação *a posteriori* com os sujeitos da pesquisa (n = 35) a fim de comparar com os resultados da validação *a priori* e da aplicação em sala além de reconhecer a percepção dos estudantes acerca da SD e o significado das aulas para os mesmos.

A tabela 12 apresenta os resultados de avaliação realizada pelos estudantes para cada item do instrumento de validação adaptado.

Tabela 12. Resultados da validação *a posteriori* realizada pelos sujeitos da pesquisa.

Dimensões de Análise	Resultados		
	I	S	MS
A. Estrutura e Organização			
A1. A SD está articulada com a disciplina de Química?	1	10	24
A2. A proposta era clara?	1	10	24
A3. As atividades estavam adequadas ao tempo?	5	17	13
B. Problematização			
B1. O tema abordado é pertinente?	1	1	32
B2. As atividades propostas foram suficientes para entendimento do tema?	1	18	16
B3.1 A problemática, conforme apresentada, fornece elementos para análise de situações sociais sob a perspectiva científica?	2	20	13

B3.2 Os problemas fazem parte da sua realidade social e/ou do seu cotidiano?	Sim 31		Não 4
B3.3 É estabelecida claramente a relação entre a sociedade, o ambiente, a Ciência e as implicações sociais do tema?	0	10	25
B4. Os conceitos que você aprendeu estavam relacionados à temática?	1	21	13
B5. A SD estava contextualizada (ao longo das aulas você conseguiu relacionar os conceitos ao seu cotidiano?).	1	17	17
B6. A SD proporcionou a resolução ou sugestões de solução para o problema do uso de inalantes?	5	15	15
C. Princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica			
C2. Houve momentos de interação e discussão (professor x aluno, aluno x aluno)	0	6	29
C3. Houve uso de diversas fontes de material didático?	1	12	22
C10. Diversidade de estratégias de ensino e participação ativa do aluno:	0	21	14
C11. Você se sentiu agente de seu conhecimento ou as aulas eram tradicionais (conhecimento vem só do professor)?	Sim: 28 Não: 3 Às vezes: 3 Nulo: 1		
D. Conteúdos e Conceitos			
O que você achou das aulas experimentais?	Os adjetivos utilizados estão apresentados na figura após a tabela.		
E. Metodologias de Ensino e Avaliação			
As aulas estavam organizadas?	Sim: 32 Não: 3		
Você se sentiu bem avaliado?	Sim: 32 Não: 1 Às vezes: 2		
Pontos fortes da SD			
Questões metodológicas de ensino			
<ul style="list-style-type: none"> • Aulas diferenciadas (que não são somente com a exposição do professor) • Aulas práticas • Tecnologias (vídeos, animações e jogos online) • Interdisciplinaridade • Debates • Leitura de textos científicos • Variedade de métodos de ensino • Estudar por tema • Clareza nos objetivos • Materiais diversos (vídeos, textos, experimentos) para melhor visualização de fenômenos • Boa explicação que resulta em boa aprendizagem • Apresentação dos trabalhos na feira de ciências 			
Atitudes			
<ul style="list-style-type: none"> • Interação melhor e diferente entre professor e aluno • Melhor interação entre os alunos • Sentiram-se críticos e ouvidos • Aproximou os colegas de sala • Autonomia na pesquisa que fizeram com os alunos da 1ª série. • Sentiram-se a vontade para falar o que pensavam e tinham liberdade para fazer 			

Drogas

- Entender o que realmente é uma droga
- Falar sobre drogas e saber o “que tem nelas”

Pontos fracos da SD**Tempo**

- Muito corrido/ pouco tempo de atividades
- Poucas aulas

Metodologia

- Preocupação com testes padronizados (ENEM)
- Não foi discutido com outras turmas
- Não ter feito interdisciplinaridade com outras disciplinas como sociologia
- Trabalho sobre anatomia foi difícil e pouco importante
- Pouca nomenclatura dos conceitos

Desinteresse

- Falta de interesse de alguns alunos

Sugestões

- Maior duração da SD (mais aulas para discussão do tema)
- Mais aulas práticas
- Mais debates
- Aplicar nas 1ª e 2ª séries também
- Usar mais TIC's, como o Google Sala de Aula
- Fazer listas de exercícios para o ENEM
- Envolver mais turmas e professores
- Falar sobre os outros tipos de drogas
- Realizar a pesquisa sobre inalantes com todas as turmas da escola.

Fonte: A autora, 2019.

Na dimensão Estrutura e Organização, os estudantes consideram que a SD está articulada com a disciplina de Química e se apresenta com proposta clara. No entanto, assim como na validação a priori, o fator tempo (A3) também apresentou avaliação menos positiva que outros itens de análise. A SD apresenta alta densidade de conhecimento teórico a ser trabalhada, e a falta de tempo nas atividades não a torna sem efeito, mas contribui para a dificuldade na aprendizagem, conforme pode ser verificado com o comentário abaixo a respeito da aula 7 a respeito da composição química das membranas celulares.

DP.A6 “*Se fosse colocar a aula em 100%, diria que aprendi cerca de 80%, os outros 20% ficaram no ar, por conta que minha cabecinha não consegue assimilar muita teoria de uma vez só*”.

Quanto à dimensão Problematização, os itens B1 e B3.2 que analisam se o tema é pertinente e pertencente à realidade social dos estudantes foram avaliados com critério máximo por aproximadamente 90% dos estudantes, indicando que houve uma problematização coerente com o contexto dos sujeitos da pesquisa. O item 3.3 avalia a presença da abordagem CTSA e foi avaliada com critério máximo pela maioria dos estudantes. Pode-se verificar as relações CTSA em alguns comentários nos DP.

DP. A22 “*Confesso que não sabia que os inalantes era tão prejudiciais a saúde. Eu trabalho na marcenaria e utilizo thinner todos os dias mas não sabia que era tão prejudicial. Agora entendo a importância da química ela está presente o tempo todo em nosso dia a dia*”.

DP.A37 “*Esta aula foi muito útil, pois usamos esses produtos (cola, tinta, tina, respingo de solda) e não levamos para o lado químico da formula. Com o conhecimento podemos abstrair novas formas de utilizar de forma segura*”.

Quanto ao item “Princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica”, analisaram-se alguns dos princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica nos itens apresentados. Em geral, os itens de análise se referem a metodologia de ensino voltada a participação ativa do aluno e em uma relação horizontal entre professores e alunos, utilizando nas aulas diversidade de estratégias de ensino e material didático. Todos os itens foram bem avaliados e houve registros na maioria dos DP acerca da satisfação dos estudantes com as aulas experimentais, debates, leitura de textos científicos e avaliação por jogos, entre outras estratégias de ensino/aprendizagem utilizadas ao longo da SD. A seguir, alguns trechos de comentários dos estudantes sobre essa dimensão em análise:

DP.A18 “*As aulas nesse trimestre estão sendo mais legais, é mais fácil aprender com as aulas práticas do que só com as teóricas*”.

DP.Ax *“Um aluno que não costuma se destacar em química e nas aulas normais é pouco participativo tem a oportunidade de se sentir mais a vontade de se expressar”.*

DP. A3 *“Gostei muito de ler o texto que a professora nos proporcionou, foi muito bom, até porque é um tema do nosso convívio diário”.*

DP. A6 *“O meu grupo ficou com o artigo que falava sobre ‘Uso abusivo de inalantes’, onde eu pude ter a oportunidade em ler e aprender palavras novas que eu não conhecia. Tive a oportunidade em aprender o que é “solventes, drogas e outros assuntos”. Pois esses assuntos que aprendi hoje não é muito dialogado em casa, escolas e outras”.*

DP.Ay *“Não imaginava que dentro da matéria de química poderia haver um momento de debate. Na minha mente química se resumia a formulas e números e tabelas. Gosto muito das aulas assim, acho que foi a aula em que eu mais participei seria interessante fazer isso em outras matérias”.*

Quanto à dimensão de Conteúdos e Conceitos o item de avaliação das aulas experimentais buscou analisar a capacidade dessas aulas em desenvolver atitudes e procedimentos científicos nos estudantes. Os adjetivos utilizados pelos menos para avaliar as aulas experimentais podem ser conferidos na nuvem de palavras apresentada na figura 39. Nuvens de palavras apresentam os termos mais citados em fonte maior que os demais, de forma a ser proporcional o tamanho da letra à frequência com que é citado o termo.

próximo a mim. Não quero que seja apenas um trabalho a fim de ganhar nota e sim algo que, até que enfim eu me solte. O ruim de um trabalho é que nós como alunos nos sentimos refém de não conseguir uma tal nota, e a vergonha de apresentar mal. Eu não quero apresentar algo que a professora julgue, como 'péssimo'".

Nesse comentário, A3 está se referindo à aula 11, onde planejaram a intervenção sobre inalantes com os demais estudantes da escola.

DP.A36 *“Estava muito tensa e ansiosa para essa aula, mas foi super tranquilo, não sei qual foi meu resultado porém gostei muito do debate”*.

Nesse comentário, A36 se referiu à aula 5, onde os estudantes deveriam ler os textos propostos para partir do debate. Como nunca haviam participado de atividade semelhante na disciplina de Química, se sentiram inseguros quanto à forma como seria conduzida a atividade e o tipo de avaliação ao qual seriam submetidos. Na realidade, não houve avaliação formal desta atividade. O papel do professor nesse momento era incentivar a participação de todos de alguma maneira, fosse levantando questionamentos ou opinião dos que permaneceram calados.

Os pontos fortes, fracos e sugestões da tabela 12 não contêm a resposta íntegra dos estudantes, e sim uma síntese realizada pela professora pesquisadora. Como pontos fortes se destacam questões metodológicas relacionadas à dimensão procedimental da abordagem CTSA, parâmetro PP1 - Natureza e diversidade de atividades e estratégias, citado pelos estudantes como diversidade de materiais e métodos de ensino (textos, aulas práticas, vídeos, jogos, debates, feira de ciências).

Também avaliaram como pontos fortes questões relativas à dimensão Finalidades do enfoque CTSA, parâmetros EP1 e EP2 – Desenvolvimento de capacidades, procedimentos, atitudes e valores, citado pelos estudantes em atitudes como melhor interação da turma, autonomia e criticidade. Vale ressaltar que uma característica muito nítida da turma da pesquisa era a polarização de grupos, bem definidos, que não interagiam e quando tentavam, discutiam. A diversidade de estratégias didáticas fomentou o trabalho coletivo, o debate (sadio, de

conhecimento e não de opiniões de senso comum) e o respeito mútuo (ouvir, refletir e não criticar).

Por fim, registraram a importância de saber sobre drogas e a possibilidade de falar sobre esse tema, comentários esses relacionados à dimensão Conhecimentos do enfoque CTSA, parâmetro CP1 – Pertinência da abordagem dos temas. Os estudantes moram e estudam na região 5 da cidade de Vila Velha, que possui altos índices de criminalidade associadas ao tráfico de drogas, portanto o tema faz parte do cotidiano dos mesmos.

Os pontos fracos citados estão diretamente relacionados às sugestões para a SD. Em geral, citaram pouco tempo para as atividades, sugerindo maior duração; desinteresse de alguns alunos, sugerindo mais aulas diversificadas (com uso de debates, experimentos e TIC's) e envolvimento de mais turmas e professores durante a abordagem da SD.

Verifica-se que a validação *a priori* é complementada de forma muito rica pelos estudantes sujeitos da pesquisa na validação *a posteriori* e que ambas são imprescindíveis para a reelaboração da SD com vistas a alcançar os objetivos previamente estabelecidos. A percepção crítica dos estudantes acerca do tema drogas ao longo da SD (objetivo geral) será discutida no tópico a seguir e os demais objetivos (específicos) analisados nos capítulos que seguem.

6.3.4 Percepção sobre drogas

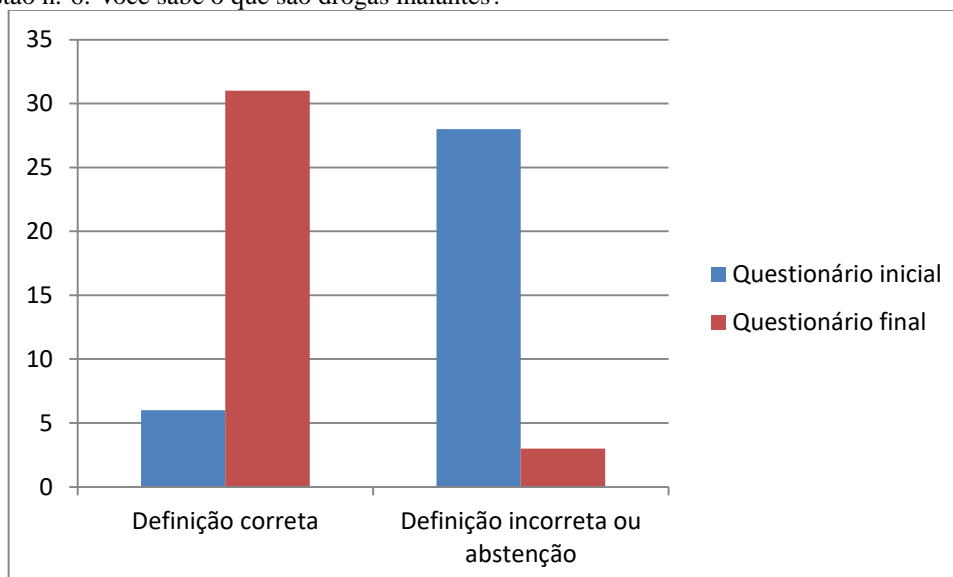
O Ensino de Química com enfoque CTSA objetiva promover o desenvolvimento de atitudes, valores e decisões conscientes informadas e argumentadas com base no conhecimento científico envolvido na temática das drogas inalantes (Parâmetros EP2 e EP3 do enfoque CTSA). Não foi escopo da SD aplicada tratar das demais substâncias utilizadas como drogas e sim, por meio do estudo sistemático dos solventes orgânicos inalantes, promover a reflexão e formação crítica sobre drogas. A abordagem do tema não foi proibicionista nem visando a redução de danos, apenas proporcionou reflexões como:

- Quais motivos levam as pessoas a usarem drogas?
- Quais consequências do consumo de drogas para a saúde do usuário, sua família e suas relações de trabalho?
- Existem alternativas ao uso de drogas?

Não foram discutidas questões relativas ao tráfico de drogas e focamos exclusivamente da discussão dessas questões, sem, no entanto, respondê-las. Alguns textos serviram de base para os estudantes em questões sociais, como a importância da família na prevenção ao uso de drogas, embora o enfoque tenha sido dado aos efeitos nocivos da inalação de solventes orgânicos para a saúde.

A análise de algumas questões dos questionários e também dos diários de pesquisa possibilitam considerações acerca da percepção dos estudantes sobre o tema ao longo da SD. Inicialmente, quando questionados se sabiam o que eram drogas inalantes (gráfico 19), a maioria dos estudantes que não ou responderam errado, exemplificando como inalantes drogas como maconha, crack ou cocaína (que não é inalada e sim aspirada), ou seja, demonstraram não ter conhecimento correto do que seriam tais drogas. Após aplicação da SD, os estudantes responderam a mesma questão no Qf e dos 31 que responderam corretamente, 25 associaram corretamente drogas inalantes às drogas popularmente conhecidas como “loló” e “lança perfume” e 6 associaram a essas drogas e outras como colas e removedores de tintas.

Gráfico 15. Números absolutos das respostas dos estudantes (n=34) à questão n.º 6 dos questionários inicial e final. Questão n.º6: Você sabe o que são drogas inalantes?



Fonte: A autora, 2019.

Nos questionários os estudantes também responderam à questão “Marque o quanto você considera as drogas inalantes prejudiciais à saúde” utilizando uma escala de 0 a 10. As médias

aritméticas dos valores marcados e seus respectivos desvios padrão para esta questão nos Qi e Qf estão apresentados na tabela 13.

Tabela 13. Média e desvio padrão da avaliação dos estudantes acerca da questão n.º 9 dos questionários inicial e final. Questão n.º 9: “Marque o quanto você considera as drogas inalantes prejudiciais à saúde”.

Questionário	Média aritmética (n = 34)	Desvio padrão⁴
Inicial	8,1	± 1,8
Final	9,4	± 1,4

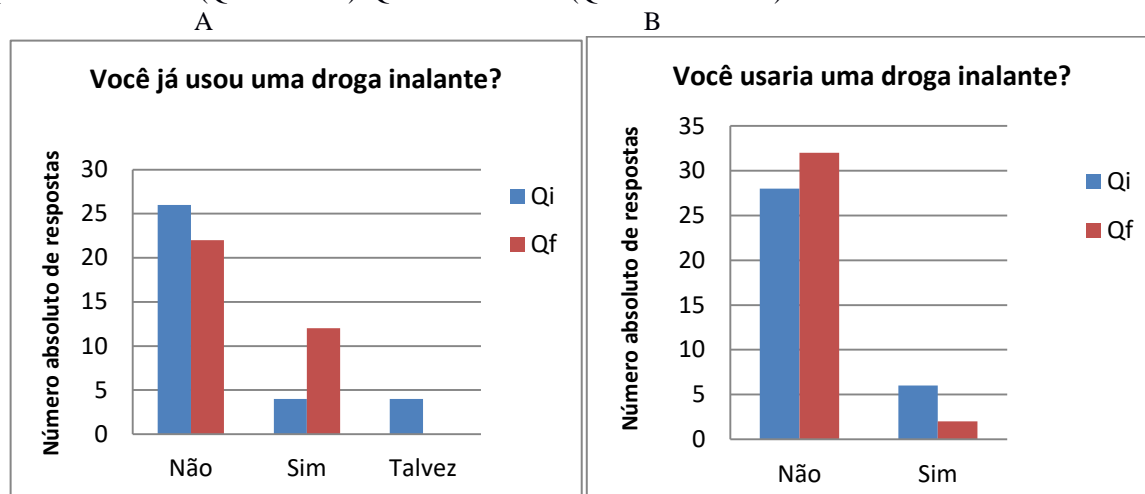
Fonte: A autora, 2019

Estes valores indicam que os estudantes reconsideraram sua avaliação inicial, a partir do que aprenderam com a SD, e após a aplicação desta passaram a considerar as drogas inalantes mais prejudiciais à saúde do que se comparado ao que consideravam antes da aplicação. A diminuição no valor do desvio padrão indica que há maior homogeneidade nas respostas do questionário final, ou seja, os valores utilizados na avaliação estão mais próximos da média aritmética se comparados com a avaliação inicial, onde há maior dispersão dos valores em torno da média (avaliações discrepantes como avaliações 0 e 10).

O gráfico 20 apresenta os resultados para as questões 10 e 11 dos questionários inicial e final, que visaram comparar o número de alunos que já haviam usado drogas inalantes com a possibilidade de usarem novamente. Quando questionados sobre já terem usado drogas inalantes (gráfico 20a), a maioria respondeu que não, antes e depois da aplicação da SD. O número de alunos que admitiram já ter usado alguma droga inalante aumentou após a aplicação da SD e o número de alunos que afirmaram “talvez” reduziu a zero. Este resultado associado ao anterior, que revelou o desconhecimento dos estudantes antes da aplicação da SD sobre o que eram drogas inalantes, demonstra que os alunos já haviam utilizado tais drogas, mas desconheciam a classificação destas em drogas inalantes.

⁴ Valores aproximados.

Gráfico 16. A. Número absoluto de respostas ($n = 34$) dos estudantes à questão “Você já usou uma droga inalante?”. B. Número absoluto de respostas dos estudantes à questão “Você usaria uma droga inalante?”. Questionário inicial (Qi = cor azul). Questionário final (Qf – cor vermelha).

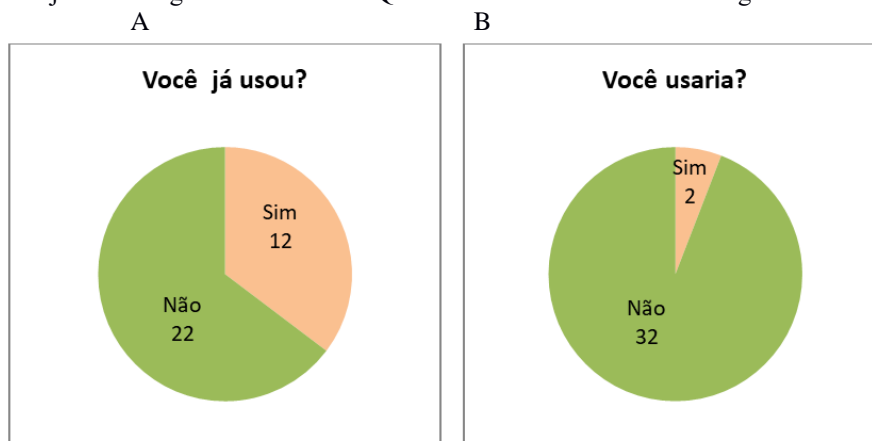


Fonte: A autora, 2019.

O gráfico 20b mostra que a maior parte dos estudantes, tanto antes quanto após a aplicação da sequência didática, possuía uma percepção favorável ao não uso de drogas inalantes. Os resultados obtidos com a análise dos mapas conceituais indicam que, mesmo para esses alunos contrários ao uso de drogas inalantes, houve o desenvolvimento de suas percepções uma vez que os mapas se mostraram mais elaborados e as relações estabelecidas com outras áreas como saúde, sociedade e bioquímica aumentaram após a aplicação da sequência. Isso possibilita que a tomada de decisão sobre drogas inalantes não se baseie somente em fatores como influência familiar, religiosa ou provenientes das próprias experiências do aluno, mas também do conhecimento sócio científico construído a partir da sequência didática, corroborando com Sampaio e Sabadini (2014) sobre a importância do conhecimento científico na tomada de decisões.

O gráfico 20b também apresenta a diminuição do número de alunos que afirmaram que usariam drogas inalantes. O gráfico 21 apresenta essa mudança de percepção comparando as respostas às questões 10 e 11 em números absolutos para o questionário final. Aproximadamente um terço da turma (doze alunos) afirmou no questionário final terem usado drogas inalantes. Quando questionados se voltariam a usar, o número de alunos que não usaria corresponde quase à totalidade, mostrando que dentre os doze que já usou inalantes, dez mudaram sua percepção sobre tais drogas afirmando que não usariam.

Gráfico 17. Números absolutos das respostas (n = 34) às questões 10 (A) e 11 (B) do questionário final. A. Questão 10: “Você já usou drogas inalantes?”. B. Questão 11: “Você usaria uma droga inalante?”.

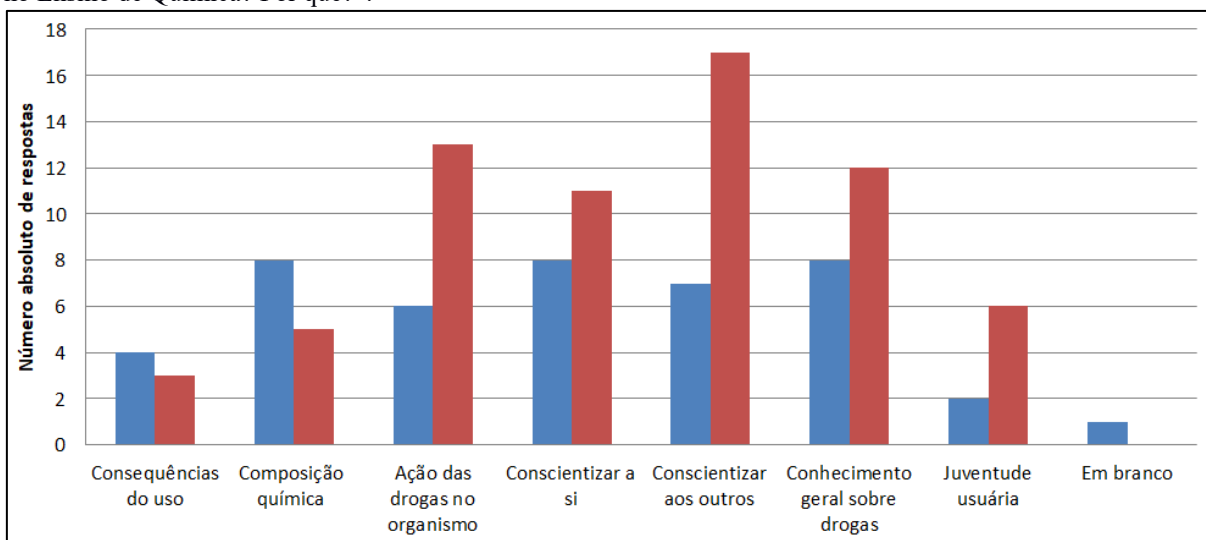


Fonte: A autora, 2019.

O último levantamento sobre drogas realizado no Brasil, em 2010, pelo CEBRID, analisou uma amostra de 50.890 alunos de escolas públicas e particulares nas 27 capitais brasileiras. Quando analisado o percentual de uso de solventes inalantes na vida, apenas na amostra de estudantes de escolas públicas, verificou-se uma taxa de 8,1%. Comparando esses dados com a turma onde foi desenvolvida a pesquisa, tem-se 35,3% de alunos que já fizeram uso na vida de drogas inalantes (12/34). Após a aplicação da sequência didática, a porcentagem de alunos que usariam drogas inalantes reduziu a aproximadamente 5,8%, valor abaixo da média nacional, 8,1%. Esses resultados indicam que a sequência didática contribuiu para o desenvolvimento da percepção sobre drogas inalantes desses alunos, que associado aos resultados verificados nos mapas conceituais, passaram a considerar tais drogas prejudiciais à sua saúde e a compreender as relações do uso com outros aspectos como sociais, bioquímicos e ambientais.

Quanto à questão sobre a importância do estudo da temática “drogas” no Ensino de Química (gráfico 22), todos os estudantes responderam que sim, consideraram importante a discussão desse tema na escola, durante as aulas de Química na escola regular. A partir da ATD e categorização emergente das respostas a esta questão, verificou-se que atribuem tal importância à faixa etária dos estudantes (consideram os jovens como potenciais usuários) e ao conhecimento geral sobre o tema associado à ação das drogas no organismo, conhecimentos capazes de promover a conscientização dos próprios estudantes e suficiente para que estes possam conscientizar a outras pessoas.

Gráfico 18 Número absoluto de respostas em cada categoria emergente proveniente da análise textual discursiva da questão 16 dos questionários inicial e final. Questão 16: “Você acha importante o estudo da temática ‘drogas’ no Ensino de Química? Por quê?”.

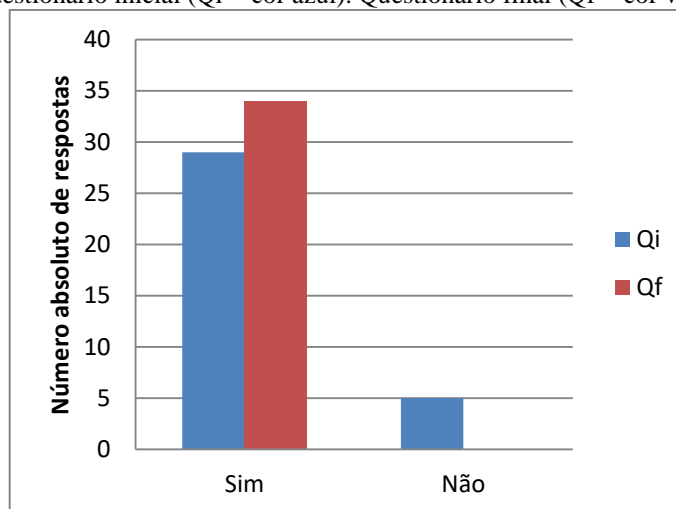


Fonte: A autora, 2019.

É interessante notar que nos questionários iniciais predominam categorias de conhecimento geral e composição química das drogas inalantes para conscientização dos próprios estudantes, enquanto nos questionários finais as respostas tornam-se mais elaboradas (maior número de categorias em cada respostas) e aumenta-se a preocupação social (pessoas do ciclo social dos estudantes) principalmente jovens e com os efeitos das drogas no organismo.

Por fim, quando questionados se o conhecimento científico sobre drogas influencia na tomada de decisões acerca de seu uso, todos os alunos passaram a afirmar que sim após a aplicação da SD (gráfico 23).

Gráfico 19. Número absoluto de respostas (n = 34) dos estudantes à questão 17 dos questionários inicial e final. Questão 17: “Você considera que o conhecimento científico sobre drogas influencia na tomada de decisões acerca de seu uso?”. Questionário inicial (Qi = cor azul). Questionário final (Qf = cor vermelha).



Fonte: A autora, 2019.

O fator isolado mais importante para a aprendizagem significativa é o conhecimento prévio, a experiência prévia, ou a percepção prévia do estudante (MOREIRA, 2005). Todo indivíduo percebe o mundo e o representa, sendo que o que se percebe é, em grande parte, função de percepções prévias. Em outras palavras, o perceptor decide como representar em sua mente um objeto ou um estado de coisas do mundo e toma essa decisão baseado naquilo que sua experiência passada (percepções anteriores) sugere que irá "funcionar" para ele. A maioria dos estudantes apresentou uma percepção prévia sobre drogas inalantes destoante da realidade, associando-a até as outras drogas como cocaína, maconha ou crack. Isso significa que a os riscos associados ao uso destas drogas é o mesmo para todas, incluindo os solventes. Este tipo de percepção homogeneizadora também foi verificada em professores, como analisou Cavalcante, et al. (2005).

Após aplicação da SD, a aprendizagem dos conhecimentos envolvidos na discussão do tema permitiu a resignificação do conceito de droga inalante e compreensão da importância do conhecimento científico para a tomada de decisão sobre o uso de drogas.

Também é interessante observar a presença do indicador de abordagem CTSA EP2, que verifica o fomento do desenvolvimento de princípios e normas de conduta responsáveis e conscientes, individuais e coletivas no discurso dos estudantes após a aplicação da SD. Nos questionários finais, os estudantes mostraram-se conscientes de seu dever enquanto cidadãos de preocupar-se com o próximo apresentando aos que não tem o conhecimento que

adquiriram na escola e a importância desta na discussão sobre drogas. Abaixo, alguns trechos de diário de pesquisa e questionários finais que corroboram tal análise.

DP.A3 *“penso que hoje em dia a educação tem se vedado muito a esse respeito (falar sobre drogas), eu acho que a respeito do uso e tal pratica é muito relativo [...] a escola e a família deveria estar juntas a esse respeito, até porque a educação começa em casa e o conhecimento, teremos nas escolas”*.

DP.A2 *“As escolas devem se preocupar mais com os seus alunos em relação às drogas e lembrar que isso não é um problema só da família, mas também é um desafio político e social”*.

Qf.A7 *“Gostei muito do conhecimento que adquiri através dessas aulas sobre drogas inalantes, na primeira avaliação sobre inalantes eu não tinha conhecimento algum sobre nem sabia o que era só conhecia drogas como drogas comuns, como maconha, cocaína e cracke e vejo que foi muito importante abordar esse tema na escola e saber todos os danos que inalantes podem causar a saúde e tentar entender também o porque os jovens utilizam drogas concluindo essa aulas foram muito importantes, pois agora posso ajudar pessoas”*.

Outros trabalhos no Ensino de Química como os de Martins, Maria e Aguiar (2003), Gonzalez e Silva (2008), Figueiredo et al. (2010), Chaves et al. (2017), Moreira e Trajano (2016) e Andrade e Simões (2018) utilizaram do tema drogas para promover a aprendizagens de conceitos em química orgânica por meio de um ensino contextualizado. No entanto, apenas o trabalho de Gonzalez e Silva (2008) apresentou aspectos da percepção dos estudantes acerca do tema. Nenhum objetivou a mudança ou desenvolvimento de percepções sobre drogas, indicando a necessidade de reflexão dentro desta área de ensino quanto à sua responsabilidade social em formar cidadãos críticos.

Desta forma, consideramos que o objetivo geral da SD aplicada de desenvolver a percepção crítica dos estudantes acerca do tema drogas inalantes por meio da sequência didática com abordagem CTSA do tema “Solventes Orgânicos Inalantes” foi alcançado, mediante as variações positivas de opinião dos próprios estudantes acerca das questões apresentadas, verificadas nos questionários inicial e final.

7 PRODUTO EDUCACIONAL

Considerando que a sequência didática constitui-se de uma metodologia muito utilizada por professores em todos os níveis de ensino e que o Ensino de Química pode contribuir para o desenvolvimento da percepção dos estudantes acerca do uso de drogas inalantes, elaborou-se um Guia didático intitulado “A química dos inalantes e a química da vida” contido no Bloco Específico i (Educação em Ciências) do Bloco Interdisciplinar ii (Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), contendo a sequência didática elaborada.

Este Guia didático oferece uma possibilidade aos professores de Química para abordagem da temática de drogas em sala de aula utilizando como tema central os solventes orgânicos inalantes. A abordagem em torno dos solventes orgânicos permite ao professor aplicar aulas experimentais que, no caso de outras drogas, não seria possível devido à sua ilicitude.

O Guia pode ser considerado uma opção para ensino de Química Orgânica utilizado no enfrentamento de práticas tradicionais, visto que essa área da Química apresenta poucos recursos didáticos para auxiliar o trabalho docente.

O material apresenta-se em forma de um livreto com capa, ficha catalográfica, texto de abertura, a proposta de trabalho e referências e seguiu as orientações de Guimarães e Giordan (2011) para elaboração de sequências didáticas, mas também contou com modificações como avaliação por meio de mapas conceituais.

Cabe ressaltar que esse produto educacional pode contribuir para fortalecimento da Área de Ciências, reflexão sobre o Ensino de Química com enfoque CTSA e na prevenção ao uso de drogas inalantes. Além disso, coloca o Instituto Federal do Espírito Santo como referência na produção de materiais educacionais que aproximam da realidade a qualidade em educação, necessária no país.

8 CONCLUSÃO

A escola pública, de forma geral, ainda possui muitos desafios que precisam ser superados. Quanto ao Ensino de Química, a pesquisa apontou que uma prática que articule a abordagem CTSA e a teoria da aprendizagem significativa crítica pode permitir ao aluno maior contextualização e significação dos conhecimentos. Os resultados mostraram o desenvolvimento da percepção dos estudantes, sujeitos da pesquisa, a respeito de drogas inalantes, ampliando seus conhecimentos relativos à identificação, estrutura e propriedades físicas destas substâncias, suas interações com o organismo humano, descarte no ambiente, entre outras inter-relações que envolvem dimensões CTSA. Os resultados obtidos indicam o desenvolvimento de percepções dos estudantes sobre drogas inalantes, de forma que da totalidade dos alunos que já haviam utilizado esta droga (n=12), 83,3% (n=10) passou a considerá-la prejudicial à saúde, afirmando não terem intenção de usar novamente, indicando redução na intencionalidade de uso de drogas inalantes e aumento do número de estudantes que estabeleceram relações entre o uso e os efeitos nocivos à saúde.

A sequência didática contribuiu para a aprendizagem de conceitos químicos sobre interações intermoleculares e propriedades físicas dos compostos orgânicos, por meio de atividades experimentais. Esta aprendizagem foi considerada fundamental para a aprendizagem significativa crítica dos conhecimentos sociocientíficos, uma vez que são a base para o entendimento das inter-relações estabelecidas entre o conhecimento científico apresentado (a química dos solventes orgânicos) e suas aplicações na sociedade (especialmente em saúde e ambiente).

Verificou-se o aumento do número de mapas conceituais de níveis topológicos altos, mais complexos e elaborados indicando a ocorrência da aprendizagem significativa. Por meio da análise semântica, verificou-se que tal aprendizagem se deu em diferentes áreas do conhecimento, não somente em Química como também em Saúde, Sociedade, Biologia, Bioquímica e Ambiente.

A aplicação da sequência didática com enfoque CTSA mostrou-se como instrumento para o desenvolvimento da percepção dos estudantes sobre drogas inalantes, promovendo uma

formação crítica a partir da análise das relações entre o desenvolvimento científico e seus impactos na sociedade e meio ambiente.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo diante de currículos rígidos, que não possibilitam uma distribuição de conteúdos que permita um trabalho inter, multi ou transdisciplinar, é possível ao professor por meio da abordagem CTSA, apresentar temas que correspondam ao contexto de seus alunos e assim, educando para a cidadania. Em vários estudos maiores, currículos focados em tópicos de farmacologia, como drogas de abuso, mostram melhorar significativamente o desempenho de estudantes do ensino médio em Química e Biologia. A própria natureza da farmacologia, que integra princípios básicos de dessas disciplinas para descobrir os mecanismos pelos quais drogas e substâncias químicas afetam os organismos, se presta a uma abordagem útil para fornecer relevância e contexto - especialmente para adolescentes.

Falar sobre drogas, em regiões de periferia ou não, é sempre um desafio. Esta pesquisa contribui para esse tipo de abordagem ao colocar como protagonista da temática um tipo de droga que é subestimado pelos jovens, pela sociedade e até mesmo pelo meio científico. Este protagonismo das drogas inalantes possibilita discussões que fogem ao moralismo, à questões políticas, às polêmicas que envolvem outras drogas, permitindo que reflexões sobre o que realmente importa, que é a vida/saúde do usuário, tomem o centro das atenções.

Nesse sentido, esta proposta não corresponde à solução de todas as necessidades que ainda são percebidas para o Ensino de Química no que se refere à abordagem de temas como drogas. Também é necessário enfatizar que a prevenção ao uso de drogas é uma política pública que deve envolver diversos setores da sociedade, incluindo a escola. Para isto, são necessários por parte dos governos (federal, estaduais, municipais) estudos, projetos e capacitação de professores e demais profissionais da área educação. No momento, o que se percebe é o distanciamento do tema à escola, a que tudo indica, para evitar conflitos. Outras áreas como saúde e justiça, essa última, por meio da polícia militar, vêm sendo responsabilizados pela prevenção ao uso de drogas, enquanto que a escola é um dos lugares onde os jovens passam mais tempo, desde a infância até a fase adulta.

Por fim, é função social da escola a busca por uma sociedade cada vez mais democrática, formada por sujeitos reflexivos, produtores de conhecimento e, assim, capazes de

transformarem a si próprio e a sociedade em que estão inseridos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Márcia R.; PINTO, Angelo C. Uma breve história da química brasileira. **Ciência e cultura**, São Paulo, v. 63, n. 1, 2011.
- ANDRADE, R. A. SIMÕES, A. S. M. Drogas: uma proposta de metodologia da problematização no Ensino de Química. **Revista Thema**, v.15, n. 1, 2018.
- ANDRADE, R.S.; VIANA, K.S.L. Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. **Ciências e Educação**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 507-522, 2017.
- ATKINS, Peter William; JONES, Loretta. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 965 p 2006.
- AUSUBEL, D. P.; **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton. 1963.
- AUSUBEL, David P. **Aquisição de conhecimento: uma perspectiva cognitiva**. Editora Plátano. 1ª edição, Rio de Janeiro, 2003.
- BALSTER, R.L.; CRUZ, S.L.; HOWARD, M.O.; DELL, C.A.; COTTLER, L.B. Classification of abuse inhalant. **Addiction**, v. 104, n. 6, p. 878-882, 2009.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 06, Brasília – DF, 18 de fevereiro de 2014. **Regulamento Técnico sobre substâncias e medicamentos sujeitos a controle especial**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/1998/prt0344_12_05_1998_rep.html>. Acesso em: 04/08/2019.
- BRASIL. Casa civil. Lei nº 11.343, de 23 de agosto de 2006. **Institui o Sistema Nacional de Políticas Públicas sobre Drogas – Sisnad**. Brasília – DF, 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111343.htm> . Acesso em: 03/06/2019.
- BECKLEY, J. T.; WOODWARD, J.J. Volatile Solvents as Drugs of Abuse: Focus on the Cortico-Mesolimbic Circuitry. **Neuropsychopharmacology**, V. 38, P. 2555–2567, 2013.
- BIO RENDER. **Bio Render: Neurônios**. Disponível em: <<https://biorender.com/icon/cell-types/neural-cells/multipolar-neuron-motor-axon-dendrite-degeneration>>. Acesso em 01/08/2019.
- BORGES, Luciana Diniz; MACHADO, Patricia Fernandes Lootens. Lavagem a seco. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 11-18, 2013.
- BUFFOLO, Andréia Cristina Cunha; RODRIGUES, Maria Aparecida. Agrotóxicos: uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de química sob a perspectiva CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 1, 2015.

CABREIRA, Maurício Costa. et al. O educar pela pesquisa e o ensino de ciências: perspectivas de uma aprendizagem significativa. **Revista Thema**, v. 16, n. 2, pp.391-404, 2019.

CALDERAN, Ariete Pierina. **Ensino e aprendizagem de Química a partir da temática “Tintas para Tatuagem”**. 2017. 234 p. Dissertação. (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, 2017.

CAÑAS, Alberto J. NOVAK, Joseph D. Confiabilidad de una taxonomía topológica para mapas conceptuales. **Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Procediments of the Second International Conference on Concept Mapping**, San José, Costa Rica, 2006

CARLINI, Elisaldo Luiz de Araújo. et al. **VI Levantamento nacional sobre o consumo de drogas psicotrópicas entre estudantes de ensino fundamental e médio das redes pública e privada de ensino nas 27 capitais brasileiras – 2010**. São Paulo. CEBRID; UNIFESP, SENAD. P.42. 2010.

CAVALCANTE, Cláudia et al. Representações de um grupo de docentes sobre drogas: alguns aspectos. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 1-13, 2005.

CHAVES, D. M. et al. A TEMÁTICA DAS DROGAS APLICADA AO ENSINO DA QUÍMICA. **Anais IV Congresso Nacional de Educação**. 2017.

CMAPTOOLS. **Cmaptools**. c2019. Página inicial.
Disponível em: <<https://cmaptools.br.uptodown.com/windows>> Acesso em: 01/08/2019.

COSTAMAGNA, A. M. Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 16, n. 2, p. 309-318, 2001.

CRUZ, Silvia L. BALSTER, Robert L. Neuropharmacology of Inhalants. In: MILLER, Peter M. **Biological Research on Addiction**. Nova York: Academic Press, v. 2, 2013.

DINWIDDIE, S. H. Abuse of inhalants: a review. **Addiction**, v. 89, n. 8, p. 925-939, 1994.
NGUYEN, J.; O'BRIEN, C.; SCHAPP, S. Adolescent inhalant use prevention, assessment, and treatment: A literature synthesis. **International Journal of Drug Policy**, v. 31, p. 15–24, 2016.

ESPÍRITO SANTO. **Currículo Básico Escolar Estadual - Ensino Médio: Área de Ciências da Natureza**. Vitória: Secretaria da Educação, v. 02, 2009. ISBN 978-85-98673-06-6.

FADINI, Guilherme Pizzoni. **Desenvolvimento de um projeto de educação alimentar com enfoque CTS/CTSA no contexto do ensino médio público**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática. Instituto Federal do Espírito Santo. Vitória – Espírito Santo, 2017 - 102 p.

FARIAS, Antonio Jose Ornellas; CABRAL, Iramaia Jorge; MOREIRA, Marco Antonio. A aprendizagem significativa na elaboração de uma programação de ensino CTS em uma ação integrada entre escola-centro de ciências. **Psicologia & Saberes**, v. 6, n. 7, 2017.

FELTRE, Ricardo. **Química Orgânica**, vol. 1 e 3, Editora Moderna, 6ª edição, São Paulo, 2004.

FERNANDES, Isabel; PIRES, Delmina; VILLAMAÑÁN, Rosa M. Educacion em ciências com orientações CTSA construção de um instrumento de análise das orientações curriculares. **Anais do Congresso Internacional sobre investigação em ladicativa de las ciências**, p.459, 2013.

FERNANDES, Isabel. M. A. **Perspectiva CTSA nos Documentos Oficiais Curriculares e nos manuais escolares de Ciências da Educação Básica: Estudo Comparativo entre Portugal e Espanha**, Tese de doutorado, Universidade de Valladolid, 2016.

FERNANDES, Isabel M. B.; PIRES, Delmina M. Educação CTSA em Portugal. Uma análise das Metas Curriculares de Ciências Naturais. **Revista CTS**, v. 14, n. 40, p. 225-243, 2019.

FIGUEIREDO, M. C. et al. A temática “Drogas” no ensino de química. **Anais XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)** – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010.

FORSTER, Letícia M. K; TANNHAUSER, Mario; TANNHAUSER, Semíramis L. Toxicologia do tolueno: aspectos relacionados ao abuso. **Revista Saúde Pública**, v. 28, n. 2, p.167-172, 1994.

GONZALEZ, I. M. SILVA, J. L. P. B. Projeto de ensino do tema Drogas no ensino da química orgânica. **Anais XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)**, Paraná, 2008.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. In: **VIII Encontro nacional de pesquisa em Educação em Ciências**, Campinas, 2011.

GUIMARÃES, Yara. A. F.; GIORDAN, Marcelo. Elementos para Validação de Sequências Didáticas. In: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**, Águas de Lindóia, SP, 2013.

JAPIASSU, Moacir. "Rhodia: um show que não pára nunca: Os 60 anos de uma empresa que sempre deu o que falar". **Revista Isto é**, 25.11.1978, p.84.

JIANG, Y. **Science in school**: Guardiã do cérebro: a barreira hematoencefálica, c2019. Disponível em: <<https://www.scienceinschool.org/content/guardian-brain-blood-brain-barrier>> Acesso em: 01/08/2019.

JOHNSTON, Lloyd. D.; O'MALLEY, Patrick. M.; BACHMAN, Jerald. G.; SCHULENBERG, John. E. **Monitoring the Future national results on adolescent drug**

use: Overview of key findings, NIH Publication. Bethesda, MD: National Institute on Drug Abuse, n. 10-7583. 2012.

JONES, H. E.; BALSTER, R. L.; Inhalant abuse in pregnancy. **Obstetrics and Gynecology Clinics of North America**, v. 25, n. 1, 1998.

KREBS, Cláudia; WEINBERG, Joanne; AKESSON, Elizabeth. **Neurociências: ilustrada**. Porto Alegre: ARTMED, 433 p, 2013.

KRAUZER, Kelly de Araújo Ferreira. **Projeto escolar de botânica sob a perspectiva da abordagem CTSA: uma estratégia para promover a aprendizagem significativa crítica no Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado Profissional (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática). Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática. Instituto Federal do Espírito Santo. Vitória – Espírito Santo, 2014. 114 p.

LIDE, David R. **Handbook of organic solvents**. New Word: CRC Press, 2000.

LIN, Kátia; SÁ, Paulo Norberto Discher. Aspectos farmacocinéticos e farmacodinâmicos dos agentes antibacterianos no sistema nervoso central. **Arquivos Catarinenses de medicina**, vol. 31, nº1-2, 2002.

LUNA, Ewerton Moraes; DANTAS, Claudio Rejane da Silva. Mapas conceituais no Ensino de Física como instrumento facilitador da aprendizagem significativa de conteúdos. **Caderno de cultura e ciências**, anoVII, v11, URCA, 2012.

MAFRA, P., FERNANDES, I, MANZKE, V. e PIRES, D. Metodologias de ensino das ciências: Análise de experiências de ensino aprendizagem de futuros professores. **Atas do VII Congresso Mundial de Estilos de Aprendizagem**, Bragança, Portugal, pp. 3087-3095. 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10198/12934>>. Acesso em 02/05/2019.

MARTINS, A. B. MARIA, L. C. S. AGUIAR, M. R. M. P. As Drogas no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, nº 18, 2003.

MARTINS, Cláudia Rocha; LOPES, Wilson Araújo; ANDRADE, Jailson Bittencourt. Solubilidade das substâncias orgânicas. **Química nova**, v. 36, n. 8, p.1248-1255, 2013.

MASINI, Elcie F. Salzamo. Aprendizagem significativa: condições para que ocorra e lacunas que levam a comprometimento. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v1, p.16-24, 2011.

MOLVIEW V2.4. **MolView**. c2019. Página inicial. Disponível em: <<http://molview.org/>> . Acesso em: 01 de ago. de 2019.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

_____. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Editora Unijuí, 2011.

MOREIRA, Alan Leite. TRAJANO, Flávia Maiele Pedrosa. O ensino de química na prevenção ao uso de drogas: uma proposta interdisciplinar no ensino médio. **Anais do Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências**, 2016.

MOREIRA, Marco Antônio. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo. Editora Livraria da Física, 2011,a.

_____. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo. Editora Livraria da Física, 2011,b.

_____. Aprendizagem Significativa Subversiva. **Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, Lisboa (Peniche), p. 33- 45, 2000.

_____. **Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel**. 2ª ed. São Paulo: Centauro Editora, 2006

MORENO, L.R.; et al. Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise. **Ciências e Educação**, Bauru, v.13, n.3, 2007.

NASCIMENTO, A. **Uso de solventes por crianças e adolescentes em situação de rua no distrito federal**. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília. Brasília, Distrito Federal, 2009.

NIDA (National Institute on Drug Abuse). **Preventing drug use among children and adolescents – A research-based guide**. Bethesda, MD: NIH Publication. 2003.

NOVAK, Joseph D; GOWIN, Bob . **Aprender a aprender**. Editora Platano, 1 edição, 1996.

OLIVEIRA, B.R.M. et al. Contextualizando algumas propriedades de compostos orgânicos com alunos de ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n.3, p. 326-339, 2015.

OLIVEIRA, Micheli Mezari; FROTA, Paulo Romulo Oliveira. Mapas conceituais como estratégia para ensino de educação ambiental. **Atas de Pesquisa em Educação**PPGE/ME FURB, v7, n1, p228-241, 2012

OPAS-OMS. Organização Pan-Americana da Saúde. Brasília: **Organização Pan-Americana da Saúde**, 2011. 44 p.: il.. Disponível em <
https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_docman&view=download&alias=1371-portfolio-opas-oms-2011-1&category_slug=desenvolvimento-integral-da-cooperacao-tecnica-953&Itemid=965>. Acesso em: 01/02/2018.

PESCHEL, Gina. **Carbon-Carbon bonds: Hybridization**. 2011. Disponível em: <
https://www.physik.fu-berlin.de/einrichtungen/ag/ag-reich/lehre/Archiv/ss2011/docs/Gina_Peschel-Handout.pdf> Acesso em: 08/08/2019.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.;BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

REIS, M. T. **O ensino de Química e Arte por meio de uma abordagem interdisciplinar com a temática tintas**. 2018. 210 p. Dissertação. (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, 2018.

REZENDE, J.M. À sombra do plátano: crônicas de história da medicina. In: **Breve história da anestesia geral**. São Paulo: Editora Unifesp,. p. 103-109, 2009

RIDENOUR, T.A; BRAY, B. .C; COTTLER, L.B. Reliability of use, abuse, and dependence of four types of inhalants in adolescents and young adults. **Drug and Alcohol Dependence**. v. 91. p. 40–49. 2007.

ROCHA, Willian R. Interações intermoleculares. **Cadernos temáticos de Química Nova na Escola**, n.4, 2001.

ROJAS, Hugo; RITTER, Cristiane; PIZZOL, Felipe Dal. Mecanismos de disfunção da barreira hematoencefálica no paciente criticamente enfermo: ênfase no papel das metaloproteinases de matriz. **Revista Brasileira Terapia Intensiva**, v.23, n.2, p222-227, 2011.

SAMPAIO, Maria Imaculada Cardoso. SABADINI, Aparecida Angélica Zoqui Paulovic. Psicologia baseada em evidências: conhecimento científico na tomada de decisão. **Revista Costarricense de Psicología**, v. 33, n. 2, p. 109-121, 2014.

SANTOS, Crizélia Gislane Bezerra. **Explorando a Aprendizagem Baseada Problemas no Ensino Médio para tratar de temas interdisciplinares a partir das aulas de química**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 104 p, 2010.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio-Pesquisa em educação em ciências**, Minas Gerais, v.2.(2), p. 1- 23, 2002.

SARAIVA. Francisco Alberto. et al. Atividade Experimental como Proposta de Formação de Aprendizagem Significativa no Tópico de Estudo de Soluções no Ensino Médio. **Revista Thema**, v.14, n. 2, p.194-208, 2017.

SCHNORR, S.M.; RODRIGUES, C.G. História e Filosofia do Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação e no Ensino de Ciências: Um Estudo Bibliográfico. **X ANPED SUL**, Florianópolis, 2014.

SILVA, Caroline De Jesus; et al. Uso/dependência de drogas: Compreensão dos discentes através da comunicação não-verbal. **Revista de Pesquisa: Cuidado é fundamental online**, v.2, n.3, p.162-162, 2010.

SILVA, Paulo. **Química Dicas**, Pressão de vapor de solventes orgânicos. Disponível em: <<http://quimica-dicas.blogspot.com/2010/07/pressao-de-vapor-de-um-solvente.html>> . Acesso em 25/06/2019.

SOARES, J.M.C.; SANTOS, G.A. O Ensino de Química por meio de um projeto educativo intitulado: a identificação de compostos orgânicos nos medicamentos. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 13, 2018.

SOLOMONS, T. W. Graham; FRYHLE, Craig. G. **Química orgânica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 2, p. 615, 2013.

SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapas conceituais: estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v.26, n.3, 2010.

SOUZA, Alexandre Rodrigues; PANIZZA, Helena; MAGALHÃES, Juliana Gallottini. Uso abusivo de inalantes. **Saúde, Ética & Justiça**, v. 21, n. 1, p. 3-11. 2016

SLOBODA, Zili. **Epidemiology of Drug Abuse**. New York: Springer, 2005.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.



VALADARES, Jorge. A teoria da aprendizagem significativa como uma teoria construtivista. **Aprendizagem significativa Revista**, Porto Alegre, v1, p. 36-57, 2011

VAZ, Caroline Rodrigues; FAGUNDES, Alexandre Borges; PINHEIRO, Nilceia Aparecida. O surgimento da Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) na educação: uma revisão. **Anais do I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 2009.

VISSER, I. et al. Prevalence of psychiatric disorders in patients with chronic solvent induced encephalopathy (CSE). **Neurotoxicology**. v. 32, n.6, p.916-22, 2011

WBIO. **WBio**: Sistema nervoso, c2019. Disponível em: <<http://wbio.com.br/wp-content/uploads/2016/08/Sistema-Nervoso-Wbio.pdf>>. Acesso em: 01/08/2019.

APÊNDICE A - Carta de Anuência para Desenvolvimento de Pesquisa na Instituição Escolar Estadual de Ensino Médio Mário Gurgel.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
Av. Min. Salgado Filho, 1000 - Soteco, Vila Velha - ES, 29106-010
(27) 3149-0700

CARTA DE ANUÊNCIA PARA DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA NA INSTITUIÇÃO ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO MÁRIO GURGEL

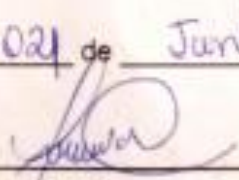
Autorizo a realização da pesquisa intitulada **"SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES E SUAS CONEXÕES COM A QUÍMICA DA VIDA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTSA VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA"**, coordenada pela pesquisadora **Caroline Batistin da Cruz Almeida**, a ser realizada na Escola Estadual de Ensino Médio Mário Gurgel em conformidade com os objetivos e metodologias previamente apresentados.

Como representante da Escola Estadual de Ensino Médio Mário Gurgel, estou ciente das responsabilidades associadas ao projeto de pesquisa no compromisso do resguardo da segurança e bem-estar dos participantes da pesquisa recrutados. Declaro ainda estar ciente da autonomia de cada indivíduo em aceitar ou recusar a participar da pesquisa, independente da anuência que apresento.

Esta autorização está condicionada à aprovação da pesquisa elencada acima por um Comitê de Ética em Pesquisa, legalmente instituído, como forma de resguardar o cumprimento da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde – CNS e suas complementares.

O descumprimento desses condicionamentos assegura-me o direito de retirar minha anuência a qualquer momento da pesquisa.

Vila Velha, 021 de Junho de 2018



Nome e assinatura do responsável pela instituição

APÊNDICE B. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para maiores de 18 anos ou emancipados.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
Av. Min. Salgado Filho, 1000 - Soteco, Vila Velha - ES, 29106-010
(27) 3149-0700

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Querido estudante _____, eu Caroline Batistin da Cruz Almeida, gostaria de convidá-lo, para participar como voluntário(a) da pesquisa de minha responsabilidade, intitulada: **“SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES E SUAS CONEXÕES COM A QUÍMICA DA VIDA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTSA VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA”**. Resido no endereço Rua Santa Izabel, nº 53, Riviera da Barra, Vila Velha - ES, CEP: 29.126-073, e-mail carolbatistin_@hotmail.com. Também participa desta pesquisa a orientadora Ana Raquel Santos de Medeiros Garcia, e-mail anamedeiros@ifes.edu.br. Caso este Termo de Consentimento contenha informação que não lhe seja compreensível, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando, e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. Você será esclarecido(a) sobre qualquer dúvida e estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Prezado estudante, esta pesquisa de mestrado tem como objetivo promover a criticidade dos estudantes no tocante à Ciência e também a aprendizagem significativa de conceitos de Química e Biologia. O motivo que nos leva a estudar a temática dos “solventes orgânicos inalantes” é o abuso, principalmente na adolescência, de drogas inalantes.

A metodologia desta pesquisa consistirá em aplicação de sequência de atividades durante 10 aulas que acontecerão entre outubro e novembro de 2018 (se aprovado este projeto pelo Conselho de Ética e Pesquisa do IFES), onde os estudantes realizarão leituras de textos científicos e discussão dos mesmos, levantamento de dados estatísticos e práticas experimentais além de responderem a questionários relacionados à temática. Durante a realização das atividades você e os demais alunos serão observados, analisados, fotografados e em algumas situações, filmados. Após a aplicação da sequência didática todos os dados por mim levantados serão compilados e apresentados na forma de dissertação de mestrado, objetivando a análise da ocorrência ou não de pensamento crítico sobre drogas e aprendizagem significativa crítica proporcionados pelas atividades. Foram feitos dois documentos a serem assinados pelos alunos e respectivos pais, no caso de serem menores de 18 anos. Os

respectivos documentos encontram-se anexados na plataforma/apêndice do projeto: TALE (12 a 18 anos) e TCLE (maiores de 18 anos ou emancipados).

Riscos da pesquisa: Os riscos mínimos de participação na pesquisa se referem aos pequenos desconfortos que você poderá sentir aos registros fotográficos. Contudo, não é obrigatório a participação no registro fotográfico e caso haja filmagem, esta servirá apenas para transcrição das falas, portanto, nunca será veiculada sendo de uso específico da pesquisadora. Cabe ressaltar que, nas anotações, seu nome será fictício. E ainda, será utilizado um recurso computacional para desfocar seu rosto nas fotos e, com isso, não te identificaremos. A professora/pesquisadora, no papel de observadora, irá zelar pelos participantes, para que os mesmos não se sintam constrangidos de nenhuma forma.

Desta forma, foram tomadas as seguintes ações:

- 1- Sempre os sujeitos serão informados sobre a participação da investigação, com assinatura da autorização pelo uso do depoimento oral.
- 2- No caso do uso de fotografias, haverá um termo de autorização do uso de imagem.
- 3- Todos os nomes dos alunos serão codificados, não sendo exposto em nenhum momento.
- 4- A participação na investigação é voluntária, nem comprometendo nem os sujeitos envolvidos, nem a investigação, no caso de desistência. O sujeito poderá desistir de sua participação a qualquer momento.
- 5- A pesquisa contará somente com alunos com idade superior a 14 anos. Para os que possuem menos de 18 anos, também haverá um termo assinado pelos pais.

É relevante considerar pequenos constrangimentos dos alunos em não conseguirem realizar as atividades propostas. Para minimizar os riscos de exposição dos sujeitos da pesquisa, serão tomadas as seguintes precauções: reforçar que os dados dos participantes não serão divulgados e que os alunos fazem parte de uma pesquisa na qual estão em processo de aprendizagem, todos os nomes dos alunos serão codificados não sendo identificado em nenhum momento, esclarecer que a participação na investigação é voluntária, não comprometendo nem os sujeitos envolvidos, nem a investigação.

Benefícios diretos e indiretos para os voluntários: A pesquisa tem como benefícios oportunizar aos alunos o contato com uma metodologia diferenciada que poderá se tornar um fator de motivação ao estudo, uma experiência que contribui com a capacidade de trabalhar em equipe e que desenvolva a organização e a autonomia. Os voluntários poderão beneficiar-se de melhorias no ensino como um todo. A partir das ações realizadas ao longo da investigação, será elaborado um guia didático voltado para o Ensino de Química pela abordagem do tema “Solventes orgânicos inalantes” pela perspectiva CTSA, contribuindo assim para o desenvolvimento de alternativas efetivas para projetos conscientização sobre drogas.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre as responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa como gravações, entrevistas, fotos e filmagens ficarão armazenados em pastas de arquivo, memórias auxiliares, como pen drive, e computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, pelo período de no mínimo 5 anos. Nem você e nem seus pais [ou responsáveis legais] pagarão nada para você participar desta pesquisa, também não receberão nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Se houver necessidade, as despesas (deslocamento e alimentação) para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou ressarcidas pelos pesquisadores. Fica

também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

DECLARO O MEU CONSENTIMENTO PARA PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA NESTA PESQUISA.

“Eu, declaro ter compreendido os objetivos, a natureza, os riscos e os benefícios deste estudo, que estão descritos neste ‘Termo de Consentimento Livre e Esclarecido’, ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa. Estou consciente que posso deixar de participar deste estudo em qualquer momento, durante ou após minha participação, sem penalidades, perdas ou prejuízos para minha pessoa ou de qualquer equipamento ou benefício que possa ter adquirido, que possuí tempo razoável para decidir, livre e voluntariamente, participar deste estudo”.

Vila Velha/ES, ____ de _____ de _____

Assinatura do Participante

Nome completo do participante: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ____/____/____ Telefone: _____

Endereço: _____ CEP: _____

Cidade: _____ Estado: _____

Eu, Caroline Batistin da Cruz Almeida, pesquisadora responsável pela pesquisa, declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas pelo participante.

Assinatura pesquisador: _____ Data: ____/____/____

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do participante pesquisado:

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Ifes
Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – CEP
Av. Rio Branco, nº 50 – Santa Lúcia – Vitória – ES – CEP: 29056-255
Tel: (27) 3357-7518 e 3357-7530
E-mail: etica.pesquisa@ifes.edu.br

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do IFES que está no endereço: (Av. Rio Branco, nº 50 – Santa Lúcia – Vitória – ES – CEP: 29056-255. Tel: (27) 3357-7518 e 3357-7530 - E-mail: etica.pesquisa@ifes.edu.br)

APÊNDICE C. Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)

MINISTERIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
Av. Min. Salgado Filho, 1000 - Soteco, Vila Velha - ES, 29106-010
(27) 3149-0700

**TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE
(PARA MENORES DE 18 ANOS - Resolução 466/12)**

OBS: Este Termo de Assentimento para o menor de 18 anos não eliminará a necessidade do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deverá ser assinado pelo responsável ou representante legal do menor.

Querido estudante _____, eu Caroline Batistin da Cruz Almeida, gostaria de convidá-lo, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais], para participar como voluntário(a) da pesquisa de minha responsabilidade, intitulada: **“SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES E SUAS CONEXÕES COM A QUÍMICA DA VIDA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTSA VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA”**. Resido no endereço Rua Santa Izabel, nº 53, Riviera da Barra, Vila Velha - ES, CEP: 29.126-073, e-mail carolbatistin@hotmail.com. Também participa desta pesquisa a orientadora Ana Raquel Santos de Medeiros Garcia, e-mail anamedeiros@ifes.edu.br. Caso este Termo de Assentimento contenha informação que não lhe seja compreensível, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando, e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. Você será esclarecido(a) sobre qualquer dúvida e estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Prezado estudante, esta pesquisa de mestrado tem como objetivo promover a criticidade dos estudantes no tocante à Ciência e também a aprendizagem significativa de conceitos de Química e Biologia. O motivo que nos leva a estudar a temática dos “solventes orgânicos inalantes” é o abuso, principalmente na adolescência, de drogas inalantes.

A metodologia desta pesquisa consistirá em aplicação de sequência de atividades durante 10 aulas que acontecerão entre outubro e novembro de 2018 (se aprovado este projeto pelo Conselho de Ética e Pesquisa do IFES), onde os estudantes realizarão leituras de textos científicos e discussão dos mesmos, levantamento de dados estatísticos e práticas experimentais além de responderem a questionários relacionados à temática. Durante a realização das atividades você e os demais alunos serão observados, analisados, fotografados e em algumas situações, filmados. Após a aplicação da sequência didática todos os dados por mim levantados serão compilados e apresentados na forma de dissertação de mestrado, objetivando a análise da ocorrência ou não de pensamento crítico sobre drogas e aprendizagem significativa crítica proporcionados pelas atividades. Foram feitos dois

documentos a serem assinados pelos alunos e respectivos pais, no caso de serem menores de 18 anos. Os respectivos documentos encontram-se anexados na plataforma/apêndice do projeto: TALE (12 a 18 anos) e TCLE (maiores de 18 anos ou emancipados).

Riscos da pesquisa: Os riscos mínimos de participação na pesquisa se referem aos pequenos desconfortos que você poderá sentir aos registros fotográficos. Contudo, não é obrigatório a participação no registro fotográfico e caso haja filmagem, esta servirá apenas para transcrição das falas, portanto, nunca será veiculada sendo de uso específico da pesquisadora. Cabe ressaltar que, nas anotações, seu nome será fictício. E ainda, será utilizado um recurso computacional para desfocar seu rosto nas fotos e, com isso, não te identificaremos. A professora/pesquisadora, no papel de observadora, irá zelar pelos participantes, para que os mesmos não se sintam constrangidos de nenhuma forma.

Desta forma, foram tomadas as seguintes ações:

- 1- Sempre os sujeitos serão informados sobre a participação da investigação, com assinatura da autorização pelo uso do depoimento oral.
- 2- No caso do uso de fotografias, haverá um termo de autorização do uso de imagem.
- 3- Todos os nomes dos alunos serão codificados, não sendo exposto em nenhum momento.
- 4- A participação na investigação é voluntária, nem comprometendo nem os sujeitos envolvidos, nem a investigação, no caso de desistência. O sujeito poderá desistir de sua participação a qualquer momento.
- 5- A pesquisa contará somente com alunos com idade superior a 14 anos. Para os que possuem menos de 18 anos, também haverá um termo assinado pelos pais.

É relevante considerar pequenos constrangimentos dos alunos em não conseguirem realizar as atividades propostas. Para minimizar os riscos de exposição dos sujeitos da pesquisa, serão tomadas as seguintes precauções: reforçar que os dados dos participantes não serão divulgados e que os alunos fazem parte de uma pesquisa na qual estão em processo de aprendizagem, todos os nomes dos alunos serão codificados não sendo identificado em nenhum momento, esclarecer que a participação na investigação é voluntária, não comprometendo nem os sujeitos envolvidos, nem a investigação.

Benefícios diretos e indiretos para os voluntários: A pesquisa tem como benefícios oportunizar aos alunos o contato com uma metodologia diferenciada que poderá se tornar um fator de motivação ao estudo, uma experiência que contribui com a capacidade de trabalhar em equipe e que desenvolva a organização e a autonomia. Os voluntários poderão beneficiar-se de melhorias no ensino como um todo. A partir das ações realizadas ao longo da investigação, será elaborado um guia didático voltado para o Ensino de Química pela abordagem do tema “Solventes orgânicos inalantes” pela perspectiva CTSA, contribuindo assim para o desenvolvimento de alternativas efetivas para projetos conscientização sobre drogas.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre as responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa como gravações, entrevistas, fotos e filmagens ficarão armazenados em pastas de arquivo, memórias auxiliares, como pen drive, e computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, pelo período de no mínimo 5 anos. Nem você e nem seus pais [ou responsáveis legais] pagarão nada para você participar desta pesquisa, também não receberão nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Se houver necessidade, as despesas (deslocamento e alimentação) para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou ressarcidas pelos pesquisadores. Fica

também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

DECLARO O MEU CONSENTIMENTO PARA PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA NESTA PESQUISA.

“Eu, declaro ter compreendido os objetivos, a natureza, os riscos e os benefícios deste estudo, que estão descritos neste ‘Termo de Assentimento Livre e Esclarecido’, ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa. Estou consciente que posso deixar de participar deste estudo em qualquer momento, durante ou após minha participação, sem penalidades, perdas ou prejuízos para minha pessoa ou de qualquer equipamento ou benefício que possa ter adquirido, que possuí tempo razoável para decidir, livre e voluntariamente, participar deste estudo”.

Vila Velha/ES, ____ de _____ de 2018

Nome completo do participante: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ____/____/____ Telefone: _____

Endereço: _____ CEP: _____

Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura do Participante

Eu, Caroline Batistin da Cruz Almeida, pesquisadora responsável pela pesquisa, declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas pelo participante.

Assinatura pesquisador: _____ Data: ____/____/____

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do IFES que está no endereço: (Av. Rio Branco, nº 50 – Santa Lúcia – Vitória – ES – CEP: 29056-255. Tel: (27) 3357-7518 e 3357-7530 - E-mail: etica.pesquisa@ifes.edu.br)

APÊNDICE D. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para responsáveis legais.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
Av. Min. Salgado Filho, 1000 - Soteco, Vila Velha - ES, 29106-010
(27) 3149-0700

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA RESPONSÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS - Resolução 466/12)**

Prezado(a) Senhor(a), solicitamos a sua autorização para convidar o(a) seu/sua filho(a) _____ para participar como voluntário(a) da pesquisa: **“SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES E SUAS CONEXÕES COM A QUÍMICA DA VIDA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTSA VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA”**. Resido no endereço Rua Santa Izabel, nº 53, Riviera da Barra, Vila Velha - ES, CEP: 29.126-073, e-mail carolbatistin_@hotmail.com. Também participa desta pesquisa a orientadora Ana Raquel Santos de Medeiros Garcia, e-mail anamedeiros@ifes.edu.br. Caso este Termo de Consentimento contenha informação que não lhe seja compreensível, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando, e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. Caso não concorde, não haverá nenhum problema, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Prezado(a) Senhor(a), esta pesquisa de mestrado tem como objetivo promover a criticidade dos estudantes no tocante à Ciência e também a aprendizagem significativa de conceitos de Química e Biologia. O motivo que nos leva a estudar a temática dos “solventes orgânicos inalantes” é o abuso, principalmente na adolescência, de drogas inalantes.

A metodologia desta pesquisa consistirá em aplicação de sequência de atividades durante 10 aulas que acontecerão entre outubro e novembro de 2018 (se aprovado este projeto pelo Conselho de Ética e Pesquisa do IFES), onde os estudantes realizarão leituras de textos científicos e discussão dos mesmos, levantamento de dados estatísticos e práticas experimentais além de responderem a questionários relacionados à temática. Durante a realização das atividades você e os demais alunos serão observados, analisados, fotografados e em algumas situações, filmados. Após a aplicação da sequência didática todos os dados por mim levantados serão compilados e apresentados na forma de dissertação de mestrado, objetivando a análise da ocorrência ou não de pensamento crítico sobre drogas e aprendizagem significativa crítica proporcionados pelas atividades. Foram feitos dois

documentos a serem assinados pelos alunos e respectivos pais, no caso de serem menores de 18 anos. Os respectivos documentos encontram-se anexados na plataforma/apêndice do projeto: TALE (12 a 18 anos) e TCLE (maiores de 18 anos ou emancipados).

Riscos da pesquisa: Os riscos mínimos de participação na pesquisa se referem aos pequenos desconfortos que você poderá sentir aos registros fotográficos. Contudo, não é obrigatório a participação no registro fotográfico e caso haja filmagem, esta servirá apenas para transcrição das falas, portanto, nunca será veiculada sendo de uso específico da pesquisadora. Cabe ressaltar que, nas anotações, seu nome será fictício. E ainda, será utilizado um recurso computacional para desfocar seu rosto nas fotos e, com isso, não te identificaremos. A professora/pesquisadora, no papel de observadora, irá zelar pelos participantes, para que os mesmos não se sintam constrangidos de nenhuma forma.

Desta forma, foram tomadas as seguintes ações:

- 1- Sempre os sujeitos serão informados sobre a participação da investigação, com assinatura da autorização pelo uso do depoimento oral.
- 2- No caso do uso de fotografias, haverá um termo de autorização do uso de imagem.
- 3- Todos os nomes dos alunos serão codificados, não sendo exposto em nenhum momento.
- 4- A participação na investigação é voluntária, nem comprometendo nem os sujeitos envolvidos, nem a investigação, no caso de desistência. O sujeito poderá desistir de sua participação a qualquer momento.
- 5- A pesquisa contará somente com alunos com idade superior a 14 anos. Para os que possuem menos de 18 anos, também haverá um termo assinado pelos pais.

É relevante considerar pequenos constrangimentos dos alunos em não conseguirem realizar as atividades propostas. Para minimizar os riscos de exposição dos sujeitos da pesquisa, serão tomadas as seguintes precauções: reforçar que os dados dos participantes não serão divulgados e que os alunos fazem parte de uma pesquisa na qual estão em processo de aprendizagem, todos os nomes dos alunos serão codificados não sendo identificado em nenhum momento, esclarecer que a participação na investigação é voluntária, não comprometendo nem os sujeitos envolvidos, nem a investigação.

Benefícios diretos e indiretos para os voluntários: A pesquisa tem como benefícios oportunizar aos alunos o contato com uma metodologia diferenciada que poderá se tornar um fator de motivação ao estudo, uma experiência que contribui com a capacidade de trabalhar em equipe e que desenvolva a organização e a autonomia. Os voluntários poderão beneficiar-se de melhorias no ensino como um todo. A partir das ações realizadas ao longo da investigação, será elaborado um guia didático voltado para o Ensino de Química pela abordagem do tema “Solventes orgânicos inalantes” pela perspectiva CTSA, contribuindo assim para o desenvolvimento de alternativas efetivas para projetos conscientização sobre drogas.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre as responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa como gravações, entrevistas, fotos e filmagens ficarão armazenados em pastas de arquivo, memórias auxiliares, como pen drive, e computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora, pelo período de no mínimo 5 anos. Nem você e nem seu filho (a) pagarão nada para participar desta pesquisa, também não receberão nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Se houver necessidade, as despesas (deslocamento e alimentação) para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou ressarcidas pelos pesquisadores. Fica também garantida

indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Eu, _____, portador do documento de Identidade _____ responsável pelo Menor _____, fui informado(a) dos objetivos da pesquisa “SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES E SUAS CONEXÕES COM A QUÍMICA DA VIDA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTSA VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA” de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de consentimento de participação do Menor sob minha responsabilidade, se assim o desejar. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Vila Velha, _____ de _____ de 2018 .

Nome completo (participante)

Data

Nome completo (pesquisadora responsável)

Data

Nome completo (testemunha)

Data

Em caso de desistência do Menor sob minha responsabilidade em permanecer na pesquisa, autorizo que os seus dados já coletados referentes a resultados de exames, questionários respondidos e similares ainda sejam utilizados na pesquisa, com os mesmos propósitos já apresentados neste TCLE.

Nome completo (participante)

Data

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do IFES que está no endereço: (Av. Rio Branco, nº 50 – Santa Lúcia – Vitória – ES – CEP: 29056-255. Tel: (27) 3357-7518 e 3357-7530 - E-mail: etica.pesquisa@ifes.edu.br

APÊNDICE E. Instrumento de validação *a priori* da sequência didática.

INSTRUMENTO DE ANÁLISE, AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO POR PARES DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTITULADA “SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES E SUAS CONEXÕES COM A QUÍMICA DA VIDA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTSA VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA” PROPOSTA PARA APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO NO ENSINO DE QUÍMICA
(adaptado com base em Guimarães & Giordan, 2011)

DATA: / /	PÚBLICO ALVO:	
NOME DO PROFESSOR AVALIADOR:		
DISCIPLINA(S) MINISTRADA(S) PELO AVALIADOR:		
<p>Para avaliação de cada item utilize os conceitos:</p> <p>I = Insuficiente: deve ser escolhido quando houver pouca ou nenhuma relação da Sequencia didática (SD) com as questões associadas ao item;</p> <p>S = Suficiente: quando os critérios forem atendidos basicamente;</p> <p>MS = Mais que suficiente: se existir alta relação entre o item avaliativo e a proposta apresentada na SD.</p>		
Dimensões de Análise	Descrição	Avaliação
A. Estrutura e Organização		
Função: avaliar aspectos de apresentação da SD. Faz-se necessário a observância dos elementos organizacionais, de redação, clareza linguística, componente temporal e adequação da bibliografia indicada.		
A1. Qualidade e originalidade da SD e sua articulação com os temas da disciplina	Avaliar a originalidade da sequência didática e se existem outras propostas muito parecidas.	
A2. Clareza e inteligibilidade da proposta:	Avaliar se a SD possui uma redação clara e direta, contendo todas as explicações necessárias para seu desenvolvimento.	
A3. Adequação do tempo segundo as atividades propostas e sua executabilidade:	Avaliar se o tempo designado é condizente com as atividades e metodologias elencadas.	
B. Problematização		

Analisar a adequação da problematização, pois todos os elementos da SD devem estar articulados à ela.		
B1. O Problema: Sobre sua abrangência e foco:	Avaliar se a escolha e formulação do problema foram construídas segundo a temática proposta, se é atual e principalmente se a resolução de tal problema, conforme apresentado, é ou torna-se (no desenrolar das situações didáticas) uma necessidade.	
B2. Coerência Interna da SD:	Avaliar se a problemática possui estrutura problematizadora que se conecta aos diversos elementos de ensino que constituem as situações de aprendizagem.	
B3. A problemática nas perspectivas Social/Científica:	Avaliar se a SD responde afirmativamente as seguintes questões: A problemática, conforme apresentada, fornece elementos para análise de situações sociais sob a perspectiva científica? Os problemas fazem parte da realidade social e/ou do seu cotidiano vivencial dos alunos? É estabelecida claramente a relação entre a sociedade, o ambiente, a Ciência e as implicações sociais do tema.	
B4. Articulação entre os conceitos e a problematização:	Avaliar se existe estreita relação entre a problemática da SD e os conceitos chaves, pois tais conceitos precisam ser capazes de responder o problema apresentado, para que se alcancem os objetivos que tal SD se propõe.	
B5. Contextualização do Problema:	Avaliar se o contexto está imerso na abordagem que se propõe ao problema. Desta forma, a contextualização deve promover um melhor entendimento do problema e consequentemente uma melhor solução.	
B6. O problema e sua resolução:	Avaliar se a resolução do problema ou possibilidades de resolução serão apresentadas ou desenvolvidas no decorrer das aulas e se este exercício de busca coletiva da resolução de tais questionamentos além de envolver e motivar também construa significados científicos.	
C. Princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica.		
Função: Avaliar se as atividades propostas estão de acordo com os princípios facilitadores da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica - TASC (MOREIRA, 2000).		
C1. Conhecimento prévio:	Analisar se há atividades de verificação do conhecimento prévio dos estudantes e se estes são levados em consideração na abordagem do conteúdo.	
C2. Interação social e questionamento:	Verificar a ocorrência durante as atividades de momentos de interação social (professor x aluno, aluno x aluno) onde é possível o compartilhamento de significados em relação ao material educativo e momentos que proporcionam a formulação de perguntas e questionamentos.	
C3. Material didático:	Verificar se há utilização de materiais diversificados, e cuidadosamente selecionados, ao invés da "centralização" em livros de texto.	

C4. Aprendiz como perceptor/representador:	<p>Verificar se a SD torna possível ao aluno abandonar percepções inadequadas e desenvolver novas e mais funcionais.</p> <p>A aprendizagem significativa crítica implica que a percepção crítica e só pode ser facilitada se o aluno for, de fato, tratado como um <i>perceptor</i> do mundo e, portanto, do que lhe for ensinado, e a partir daí um <i>representador</i> do mundo, e do que lhe ensinamos.</p>	
C5. Conhecimento como linguagem:	<p>Verificar se na SD há atividades que permitem novas possibilidades de percepção por meio da linguagem química.</p> <p>Cada linguagem representa uma maneira singular de perceber a realidade. Aprender uma nova linguagem (um novo conhecimento) implica novas possibilidades de percepção.</p> <p>Ensinar Biologia, Matemática, História, Física, Literatura ou qualquer outra "matéria" é, em última análise, ensinar uma linguagem, um jeito de falar e, conseqüentemente, um modo de ver o mundo.</p>	
C6. Consciência semântica:	<p>Verificar se as atividades da SD permitem a discussão dos significados envolvidos na temática levando em consideração as percepções dos estudantes, sem definir respostas prontas ao(s) problema(s) apresentado(s).</p> <p>O aprendiz quando possui consciência da multiplicidade de significados que determinada palavra (linguagem) possui em um contexto, é capaz de aprender criticamente “pois não cairá na armadilha da causalidade simples, não acreditará que as respostas tem que ser necessariamente certas ou erradas, ou que as decisões são sempre do tipo sim ou não (MOREIRA, 2000)”.</p>	
C7. Aprendizagem pelo erro:	<p>Analisar se a SD possibilita momentos para a identificação e discussão de erros identificados ao longo do processo proporcionando novas situações de aprendizagem.</p> <p>A TASC trata o erro como uma oportunidade de aprendizagem. Buscar sistematicamente o erro é pensar criticamente, é aprender a aprender, é aprender criticamente rejeitando certezas, encarando o erro como natural e aprendendo através de sua superação. Desta forma,</p>	
C8. Desaprendizagem:	<p>Verificar se durante o percurso metodológico apresentado na SD há devido tratamento do conhecimento prévio dos estudantes a fim de se reconhecer possíveis percepções prévias que impedirão a ancoragem de novos conhecimentos.</p> <p>Aprender a desaprender é aprender a distinguir entre o relevante e o irrelevante no conhecimento prévio e libertar-se do irrelevante.</p>	
C9. Incerteza do conhecimento	<p>Analisar se a abordagem da temática apresenta uma reflexão crítica sobre o conteúdo estudado de forma a reconhecê-lo como não neutro e em permanente transformação.</p> <p>Este princípio chama atenção que nossa visão de mundo é</p>	

	construída primordialmente com as definições que criamos, com as perguntas que formulamos e com as metáforas que utilizamos. Naturalmente, estes três elementos estão interrelacionados na linguagem humana, portanto nosso conhecimento é construção nossa e, por um lado, pode estar errado, e, por outro, depende de como o construímos.	
C10. Diversidade de estratégias de ensino e participação ativa do aluno:	Analisar se há o uso de distintas estratégias instrucionais que impliquem participação ativa do estudante e, conseqüentemente, promovam um ensino centralizado no aluno, fundamental para facilitar a aprendizagem significativa crítica.	
C11. Abandono da narrativa:	Verificar se as atividades possibilitam a aprendizagem não dependente da narrativa do conteúdo pelo professor, através de técnicas variadas de ensino (discussões, pesquisas, projetos, apresentações orais, etc).	
D – Conteúdos e Conceitos:		
A aprendizagem conforme entendido nesta avaliação não se limita aos conteúdos, mas em uma perspectiva mais ampla abrange tudo aquilo que se deve aprender para que se alcancem os objetivos educacionais propostos. O conteúdo proposto foi organizado segundo o enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) (FERNANDES, PIRES E VILLAMANAN, 2013).		
D1. Objetivos e Conteúdos:	Verificar se os objetivos são claramente informados e se estão efetivamente direcionados a aprendizagem dos conteúdos e conceitos propostos.	
D2.1 Enfoque CTSA - Desenvolvimento de Capacidades/Procedimentos:	Verificar se a SD propõe o desenvolvimento de procedimentos científicos (observar, inferir, classificar, explicar, relacionar...), a resolução de problemas e a melhoria do pensamento crítico.	
D2.2 Enfoque CTSA - Desenvolvimento de atitudes e valores:	Verificar se a SD fomenta o desenvolvimento de princípios e normas de conduta, responsáveis e conscientes, individuais e coletivos.	
D2.3 Enfoque CTSA - Educação, cidadania, sustentabilidade e ambiente:	Analisar se a SD promove o envolvimento do aluno em questões problemáticas atuais relacionadas com a cidadania, a sustentabilidade e a proteção do ambiente.	
D2.4 Enfoque CTSA - Pertinência da abordagem de temas:	Analisar se a SD sugere a abordagem contextualizada de temas atuais, relacionados com os conhecimentos prévios dos alunos e com o seu dia-a-dia propondo a discussão de temas científicos em função da sua utilidade social.	
D2.5 Enfoque CTSA - Discussão de temas polêmicos relacionados com os avanços científico-tecnológicos:	Verificar se a SD aborda as vantagens e os limites do conhecimento científico-tecnológico, bem como os seus impactos na sociedade e no ambiente.	

D2.6 Enfoque CTSA - Influencia reciproca entre os avanços científico- tecnológicos e as mudanças socioambientais:	Verificar se a SD realça as mudanças nas condições de vida das pessoas (hábitos, estilo de vida, criação de novos recursos, etc.) relacionadas com os avanços tecnológicos ao longo dos tempos.	
D2.7 Enfoque CTSA - Diversidade de conteúdos científicos/temas:	Verificar se a SD privilegia a exploração dos conteúdos científico- tecnológicos relacionados com outros campos do saber onde se exige a compreensão das inter-relações CTSA.	
D2.8 Enfoque CTSA - Discussão de questões relativas à natureza do conhecimento científico:	Verificar se a SD apresenta dados relacionados com a natureza e a história da ciência e/ou diferentes visões do conhecimento científico ao longo dos tempos.	
D2.9 Enfoque CTSA - Natureza e diversidade de atividades e estratégias de ensino:	Verificar se a SD: a. Incentiva o aluno para a utilização/manipulação de diferentes recursos dentro e fora da sala de aula. b. Propõe a realização de atividades práticas, experimentais, laboratoriais, saídas de campo...para se explorar as relações CTSA c. Envolve ativamente o aluno em atividades de debates, resolução de problemas, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifeste a interação CTSA.	
D3. Conhecimento Coloquial e Científico:	Pretende-se que a contextualização apresentada constitua ponto de partida para o desenvolvimento de um conteúdo científico que sirva como elemento explicativo de determinada situação ou mesmo como potencial agente de reflexão social.	
D4. Organização e Encadeamento dos Conteúdos:	Avaliar se os conteúdos são encadeados de forma lógica e gradativa (Há algum tipo de conexão entre as aulas ou são eventos independentes?) e se a quantidade de conteúdos a serem desenvolvidos é condizente com o número de aulas.	
D5. Tema, Fenômeno, Conceitos:	Pretende-se avaliar aqui se os conceitos desenvolvidos pela SD fornecem elementos para discussão do fenômeno proposto segundo tema de ensino. Se faz sentido trabalhar tal tema segundo organização apresentada na busca de responder a problemática construída.	
E – Metodologias de Ensino e Avaliação		
As metodologias de Ensino e Avaliação utilizadas no desenvolvimento de uma atividade de ensino têm caráter primordial, porque é principalmente através delas e de seu desenvolvimento que as situações de aprendizagem se estabelecem e os agentes do processo ensino-aprendizagem (aluno, professor e conhecimento) se inter-relacionam. Nesse sentido, pretende-se com esta dimensão de análise avaliar como estas metodologias promovem a aprendizagem dos alunos e conseqüentemente como os objetivos da SD podem ser alcançados.		
E1. Aspectos Metodológicos	Avaliar neste item se os aspectos metodológicos são adequados e suficientes para alcançar os objetivos planejados. Verificar também se as estratégias didáticas são diversificadas e apropriadas para o	

	desenvolvimento da SD proposta.	
E2. Organização das atividades e a contextualização	Verificar se a organização das atividades e a contextualização são devidamente apresentadas aos alunos e se promovem, em consequência, a contextualização também dos conteúdos a serem aprendidos.	
E3. Métodos de avaliação	Neste item é analisado como se avalia na SD proposta e se o(s) instrumento(s) de avaliação propostos são adequados e suficientes às metodologias apresentadas.	
E4. Avaliação integradora	Os métodos de avaliação devem ser condizentes com os objetivos e conteúdos propostos. Então o que se avalia deve se relacionar diretamente com o que se pretende ensinar. Deve-se verificar também se a avaliação é integrada ao longo da SD ou apresentada no final, ou seja, avalia-se todo o percurso do aluno ou a avaliação é prioritariamente classificatória vinculada aos resultados a serem atingidos.	
E5. Feedback da Avaliação	Quando a avaliação possui objetivo formativo os resultados desta avaliação servem de informação para compreender os avanços alcançados, as dificuldades enfrentadas pelos alunos e estabelecer as atitudes a serem tomadas. Portanto, observar com este critério de análise se existem e quais são os instrumentos de feedback para os alunos dos resultados obtidos nas avaliações, os quais fornecem importantes elementos sobre porque se avalia.	
Você (como professor de Química ou afim) utilizaria essa proposta de SD em sua sala de aula? Justifique sua resposta.		
Justifique os maiores e menores valores de suficiência atribuídos aos critérios de avaliação evidenciando os pontos fortes e fracos da proposta de SD. Sugerir mudanças para minimizar os pontos fracos evidenciados pelo avaliador.		
Sugestões		



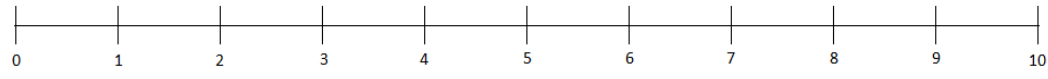
APÊNDICE F. Instrumento de validação *a posteriori* da sequência didática elaborada.

INSTRUMENTO DE ANÁLISE, AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO PELOS SUJEITOS DA PESQUISA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTITULADA “SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES E SUAS CONEXÕES COM A QUÍMICA DA VIDA:

(adaptado com base em Guimarães & Giordan, 2011)

Dimensões de Análise	Resultados		
	I	S	MS
A. Estrutura e Organização			
A1. A SD está articulada com a disciplina de Química?			
A2. A proposta era clara?			
A3. As atividades estavam adequadas ao tempo?			
B. Conteúdos e Conceitos			
B1. O tema abordado é pertinente?			
B2. As atividades propostas foram suficientes para entendimento do tema?			
B3.1 A problemática, conforme apresentada, fornece elementos para análise de situações sociais sob a perspectiva científica?			
B3.2 Os problemas fazem parte da sua realidade social e/ou do seu cotidiano?	Sim		Não
B3.3 É estabelecida claramente a relação entre a sociedade, o ambiente, a Ciência e as implicações sociais do tema?			
B4. Os conceitos que você aprendeu estavam relacionados à temática?			
B5. A SD estava contextualizada (ao longo das aulas você conseguiu relacionar os conceitos ao seu cotidiano)?			
B6. A SD proporcionou a resolução ou sugestões de solução para o problema do uso de inalantes?			
C. Princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica			
C2. Houveram momentos de interação e discussão (professorxaluno, alunoxaluno)			
C3. Houve uso de diversas fontes de material didático?			
C10. Diversidade de estratégias de ensino e participação ativa do aluno:			
C11. Você se sentiu agente de seu conhecimento ou as aulas eram tradicionais (conhecimento vem só do professor)?	Sim: Não: Às vezes:		
D. Conteúdos e Conceitos			
O que você achou das aulas experimentais?			
E. Metodologias de Ensino e Avaliação			
As aulas estavam organizadas?	Sim: Não: Às vezes:		
Você se sentiu bem avaliado?	Sim: Não: Às vezes:		
Pontos fortes da SD			
Pontos fracos da SD			
Sugestões			

APÊNDICE G. Questionário inicial e final.

		AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA	
		ENSINO MÉDIO	
GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO Secretaria da Educação		ANO LETIVO 2018	TRIMESTRE: 1° () 2° () 3° (X)
DATA DE APLICAÇÃO: ____/____/____			
DISCIPLINA: QUÍMICA Turma: 3ºM01 PROFESSOR(A): Caroline Batistin C. Almeida			
ALUNO (A):			
QUESTIONÁRIO INICIAL			
DEFINIÇÃO			
1) O que é um solvente orgânico inalante?			
2) O que é uma substância psicoativa?			
RELAÇÃO CTSA			
3) Em quais produtos ou substâncias os solventes orgânicos estão presentes?			
4) De que forma os solventes orgânicos são prejudiciais à saúde?			
5) De que forma os solventes orgânicos são prejudiciais ao meio ambiente?			
INALANTES			
6) Você sabe o que são drogas inalantes?			
() Sim. Exemplos: _____			
() Não			
7) Qual a composição química das drogas inalantes?			
8) Você conhece a relação entre a composição química de uma droga inalante e sua ação no organismo humano?			
9) Marque em qualquer intervalo da seguinte escala de 0 a 10 o quanto você considera as drogas inalantes prejudiciais à saúde:			
			
10) Você já usou uma droga inalante?			
() Sim () Não			
11) Você usaria uma droga inalante?			
() Sim () Não			
12) Qual a sua opinião sobre o consumo de drogas em geral? Você concorda ou não com o consumo de drogas? Justifique.			
DEPENDENCIA QUÍMICA			
13) O que é dependência química?			
TOLERANCIA			
14) Em relação ao uso de drogas, explique o que é a tolerância do corpo humano à determinada substância.			
ABSTINÊNCIA			
15) Explique o que é a abstinência de drogas.			
RELEVÂNCIA DO TEMA			
16) Você acha importante o estudo da temática drogas no Ensino de Química? Por quê?			
17) Você considera que o conhecimento científico sobre drogas influencia na tomada de decisões acerca de seu uso?			
DIÁRIO DE PESQUISA			

APÊNDICE H. Roteiro de aula experimental da aula 1 da sequência didática.

POLARIDADE MOLECULAR E SOLUBILIDADE

Atividade 1 – Quem é polar, quem é apolar?

INTRODUÇÃO

A solubilidade, ou coeficiente de solubilidade, é uma propriedade física da matéria que é sempre determinada de forma prática em laboratório. Ela está relacionada com a capacidade que um material, denominado de soluto, apresenta de ser dissolvido por outro, o **solvente**.

Regra de solubilidade: “*Semelhante dissolve semelhante*”

Ou seja

“polar dissolve polar”, “apolar dissolve apolar”

O grau de dissolução de um soluto em um solvente depende de vários fatores. Os mais importantes são: natureza elétrica (polaridade) do solvente e soluto, temperatura e pressão. Além disso, a solubilidade é também uma função da entropia, ou seja, o soluto ao ser dissolvido deve ter maior entropia (desordem) que seu estado agregado.

Para os líquidos, utiliza-se também o termo miscibilidade, que caracteriza a capacidade que uma substância líquida tem de se misturar, formando um sistema homogêneo, ou se dissolver em outro líquido.

Quanto à regra de solubilidade, podemos utilizar os seguintes termos para nos referirmos à solubilidade de uma substância:

- Substância hidrofílica: é a molécula que se dissolve em água, possui afinidade à água. Logo, é uma molécula que tem polaridade.
- Substância hidrofóbica ou lipofílica: possui aversão à água, não se dissolve em água. Essas moléculas são apolares. Um exemplo muito comum são os lipídeos (gorduras).
- Substância anfipática: possui uma região polar e outra região apolar, o que confere a ela a capacidade de se interagir tanto com a água quanto com outros compostos apolares.

Embora substâncias apolares se dissolvam melhor em solventes apolares e vice-versa, existem exceções, como ocorre com a gasolina, que é apolar e se dissolve muito bem no etanol, que é polar. Assim, o mais correto é considerar a solubilidade em termos de **intensidade das forças intermoleculares**. A possibilidade de ocorrer a dissolução aumenta quando a **intensidade das forças atrativas entre as moléculas de soluto e de solvente é maior ou igual à intensidade das forças de atração entre as moléculas do próprio soluto e entre as moléculas do próprio solvente**.

Nesta atividade vamos identificar a polaridade e solubilidade de três solventes: a água, o etanol e a gasolina (octano).

MATERIAIS E REAGENTES

- 11 tubos de ensaio
- 1 proveta de 50 mL
- 1 bastão de vidro
- 1 seringa descartável de 5 mL
- 1 balança de pratos
- 70 mL de etanol
- 70 mL de gasolina
- 70 mL de água
- permanganato de potássio
- iodo sólido ressublimado

PROCEDIMENTO

Parte 1: Em um tubo de ensaio, adicione 10mL de água e 10mL de etanol. Observe e responda:

- 1) Água e etanol são miscíveis? Explique.

_____.

Em outro tubo de ensaio, adicione 10mL de água e 10mL de gasolina. Observe e responda:

- 2) Água e gasolina são miscíveis? Explique.

_____.

Em um terceiro tubo de ensaio, adicione 10mL de etanol e 10mL de gasolina. Observe e responda:

- 3) Etanol e gasolina são miscíveis? Explique.

_____.

- 4) Sabendo que a água é uma substância polar, o que podemos inferir a respeito da polaridade do octano (gasolina) e do etanol?

_____.

Parte 2: Utilizaremos agora o permanganato de potássio, KMnO_4 e o iodo, I_2 como indicadores de polaridade. Execute os testes 1, 2 e 3 na sequência indicada na Tabela 1, utilizando 3 mL das substâncias líquidas e uma pequena quantidade (uma pontinha de espátula) dos sólidos.

Tabela 40. Sequência de adição de reagentes nos tubos de ensaio para identificação das fases com os indicadores de polaridade.

Teste	Tubo 1	Tubo 2	Tubo 3
1	água	água + I_2	água + KMnO_4
2	gasolina	gasolina + I_2	gasolina + KMnO_4
3	água + gasolina	água + gasolina + I_2	água + gasolina + KMnO_4

- 5) Baseado no experimento, classifique as substâncias KMnO_4 e o iodo, I_2 quanto à sua polaridade.

_____.

- 6) Classifique as substâncias da tabela 1, utilizadas no experimento, em hidrofóbicas, hidrofílicas, lipofílicas e anfipáticas.

_____.

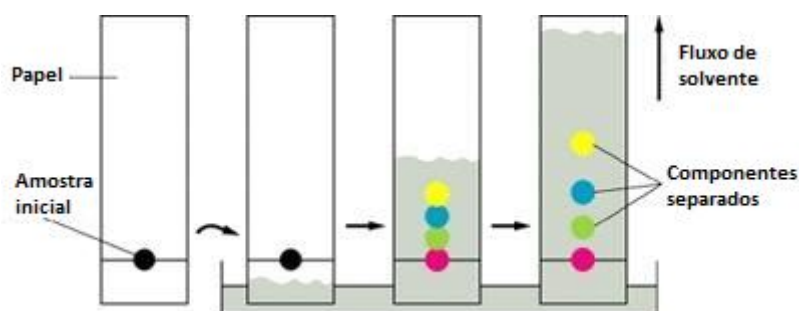
Atividade 2– Análise de pigmentos presentes em tintas hidrocor por cromatografia em papel

INTRODUÇÃO

A cromatografia em papel é um método de separação que se baseia na migração diferencial dos componentes de uma mistura entre duas fases imiscíveis. Uma pequena quantidade da amostra é colocada em contato com o papel (fase estacionária) e seus componentes são separados pelo “arraste” da fase móvel (solução contendo solvente miscível à amostra) em movimento no papel. A fase estacionária consiste de celulose praticamente pura (substância polar devido à presença de grupos hidroxila em sua molécula). Os componentes capazes de formar interações intermoleculares mais fortes com a fase estacionária migram mais lentamente.

Na cromatografia (figura 1), as substâncias que são mais arrastadas pela fase móvel são as que possuem maior afinidade com o solvente da fase móvel e menor afinidade com a fase estacionária. Neste caso a fase estacionária é composta de água e celulose, polares e capazes de fazer ligações de hidrogênio. A substância mais retida é, portanto, a que possui as mesmas características e interage melhor com a fase estacionária: a mais polar e que apresenta mais hidroxilas.

Figura 1. Representação do processo da análise de cromatografia em papel.



Fonte: Ribeiro e Nunes, 2008.

MATERIAIS E REAGENTES

- Canetas hidrocor de cores variadas;
- Fita de papel preparada com papel de filtro Whatmann nº 1 (ou qualquer papel de filtro para café), com dimensões de 3,0 por 12 cm;
- Capilar (ou pipeta pasteur);
- Béquer 250mL;
- Placa de Petri;
- Fita crepe
- Propanona;
- Éter etílico.

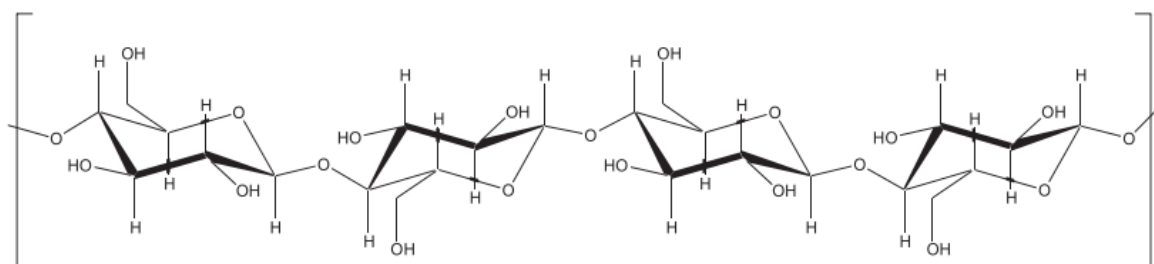
PROCEDIMENTO

- 1) Desenhar círculos com a caneta hidrocor, com cada cor disponível, próximo à base da fita de papel de filtro (cerca de 1 cm acima da borda), cuidando para que o diâmetro de cada círculo não ultrapassasse 0,5 cm.
- 2) Em seguida, colocar o solvente (acetona ou éter etílico) de forma a atingir aproximadamente 0,5cm da altura do béquer, formando assim a cuba cromatográfica.
- 3) Nesse béquer, prender o papel de filtro com fita crepe de forma que não encoste as laterais da vidraria (figura 1) e o nível da fase móvel fique abaixo do ponto onde a amostra foi aplicada. Tampar o béquer com a placa de Petri deixando a atmosfera interna do recipiente saturada com vapores da fase móvel para facilitar a “corrida” cromatográfica (desenvolvimento do cromatograma).

QUESTIONÁRIO

01) Sabendo que o papel é constituído por celulose (figura 2) e o éter e acetona são solventes de baixa polaridade, explique por quê alguns pigmentos se distanciam mais da marcação inicial do que outros?

Figura 2. Representação de parte da fórmula estrutural da celulose, que é um polímero de β -glicose.



Fonte: Ribeiro e Nunes, 2008.

R: _____.

02) Baseado em seu cromatograma, responda:

Cor da caneta: _____ Cor dos pigmentos que formam a cor da caneta: _____ Cor do pigmento mais polar: _____

03) Quais cores de caneta hidrocor testadas pelo seu grupo são primárias?

R: _____

APÊNDICE I. Roteiro de aula experimental realizada na aula 2 da sequência didática.

ANÁLISE GRÁFICA DA RELAÇÃO PRESSÃO DE VAPOR E TEMPERATURA

Atividade 1 – A Química dos cheiros

INTRODUÇÃO

Para sentirmos um cheiro é necessário que as moléculas odoríferas interajam com as células olfativas presentes em nossa cavidade nasal. Para que isso aconteça, tais moléculas devem sair de uma fonte (perfume, comida, desinfetante etc), atravessar o ar e chegar ao nosso nariz. Para que isso seja possível, as substâncias odoríferas têm de apresentar certa volatilidade. É por isso que a maioria dessas moléculas apresenta baixa massa molecular, porque, via de regra, moléculas mais “leves” (baixa massa molar) interagem mais fracamente umas com as outras, volatilizando-se mais facilmente.

MATERIAIS E REAGENTES

- Hipoclorito de sódio
- Cinamaldeído
- Mentona
- Propanona
- Acetato de Isopentila
- Salicilato de metila
- Etanol
- Ácido acético
- Cafeína + Etanol
- Eugenol
- 10 tubos de ensaio

PROCEDIMENTO

- 01) Identifique as substâncias contidas nos tubos de ensaio por meio do olfato.
- 02) Preencha a tabela abaixo relacionando os aromas identificados anteriormente com sua composição química. Em seguida, preencha a coluna classificando as substâncias contidas em cada tubo de ensaio em substâncias puras ou misturas.

Substância odorífera	O aroma é de ...	Tipo de substância
Hipoclorito de sódio		() pura () mistura
Cinamaldeído		() pura () mistura
Mentona		() pura () mistura
Propanona		() pura () mistura
Acetato de Isopentila		() pura () mistura
Salicilato de metila		() pura () mistura
Etanol		() pura () mistura
Ácido acético		() pura () mistura
Cafeína + Etanol		() pura () mistura
Eugenol		() pura () mistura

- 03) Cite duas características de substâncias voláteis.

R: _____.

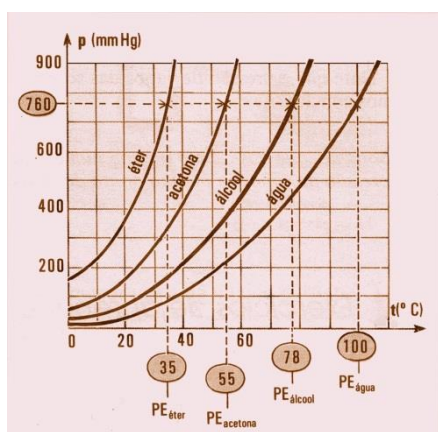
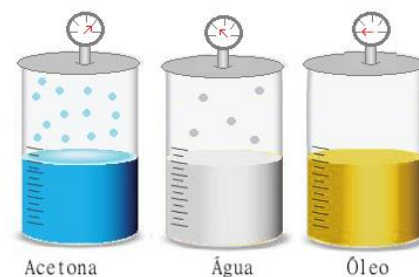
Atividade 2: Analisando gráficos de solventes orgânicos comuns

INTRODUÇÃO

Se enchêssemos parcialmente diversos recipientes com líquidos como etanol, água, éter, óleo de soja e gasolina e fechássemos, obteríamos a mesma quantidade de vapor para todos?

Esta quantidade de vapor exerce uma pressão no recipiente chamada pressão de vapor do líquido. Substâncias líquidas diferentes apresentam pressões de vapor também diferentes. Isso porque tal propriedade física está completamente associada à intensidade das interações entre suas moléculas. Interações intermoleculares mais intensas, como é o caso das ligações de hidrogênio, provocam maior atração entre as moléculas, tornando o líquido menos volátil, logo, sua pressão de vapor será menor. Por outro lado, quando a interação entre as moléculas é menos intensa, como nas forças de Van der Waals, o líquido é mais volátil, pois ligações fracas são rompidas com maior facilidade. Um exemplo de líquido volátil é o éter comum.

Além disso, quanto maior a intensidade da interação intermolecular, mais energia será necessária para fundir ou ebulir qualquer substância, então podemos relacionar que quanto maior a pressão de vapor, menor a temperatura de fusão e ebulição.



Analise o gráfico ao lado e responda o que se pede.

01) Qual a pressão de vapor aproximada das substâncias apresentadas no gráfico, à 30°C?

R: _____.

01) Coloque as substâncias apresentadas no gráfico em ordem crescente de volatilidade.

R: _____.

02) Estabeleça uma relação entre o tipo de interação intermolecular de cada substância e suas propriedades físicas: pressão de vapor e temperatura de ebulição.

R: _____.

APÊNDICE J. Roteiro de estudo dirigido entregue na aula 3.**ESTUDO DIRIGIDO: AÇÃO DOS INALANTES NO ORGANISMO**

Pesquise utilizando os artigos disponíveis na sala virtual da turma (Google Sala de Aula) e responda às questões abaixo:

- 01) O que é dependência química?
- 02) O que é abstinência?
- 03) O que é tolerância?
- 04) Explique com suas palavras a forma como os solventes afetam o organismo humano.
- 05) Quais são as principais substâncias utilizadas como inalantes? Apresente sua estrutura química e o tipo de interação intermolecular que apresentam.
- 06) Cite impactos do uso de drogas inalantes sobre as seguintes áreas.
Social:
Saúde:
Meio Ambiente:
- 07) Você percebe alguma relação entre o desenvolvimento tecnológico e o uso de drogas?

APÊNDICE K. Modelo de termo de consentimento da participação da pessoa como voluntário(a).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
 Av. Min. Salgado Filho, 1000 - Soteco, Vila Velha - ES, 29106-010
 (27) 3149-0700

AUTORIZAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA
CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO(A)

Eu, _____, RG nº _____, confirmo que a pesquisadora Caroline Batistin da Cruz Almeida, explicou-me os objetivos desta pesquisa, bem como, a forma de participação. As alternativas para a participação do menor _____ também foram discutidas. Eu li e compreendi este Termo de Consentimento, portanto, eu concordo em dar meu consentimento para o menor participar como voluntário desta pesquisa.

Vila Velha, _____ de _____ de 2018.

 Assinatura do(a) participante

 Assinatura do responsável pelo participante

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar (duas testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE L. Modelo do termo de autorização de uso de imagem e som.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
 Av. Min. Salgado Filho, 1000 - Soteco, Vila Velha - ES, 29106-010
 (27) 3149-0700

AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E SOM

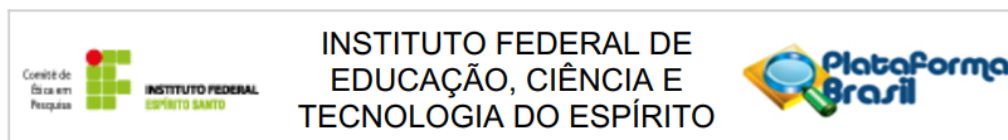
Pelo presente documento, eu _____, RG: _____
 _____ CPF: _____ domiciliado na Rua
 _____, número _____, cidade
 _____, CEP _____, declaro ceder à pesquisadora Caroline
 Batistin da Cruz Almeida, CPF:120.330.087-54, RG: 3025928-ES, domiciliada Rua Santa Izabel, nº 53, Riviera
 da Barra, Vila Velha - ES, CEP: 29.126-073, sem quaisquer restrições quanto aos seus efeitos patrimoniais e
 financeiros, a plena propriedade e os direitos autorais de minha imagem e som de voz que prestei em depoimento
 de caráter histórico e documental aos alunos participantes do Projeto “SOLVENTES ORGÂNICOS
 INALANTES E SUAS CONEXÕES COM A QUÍMICA DA VIDA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA
 DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTSA VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA”.
 Esses alunos foram previamente autorizados pelos seus responsáveis e estão sob orientação da pesquisadora aqui
 referida. O depoimento foi realizado na cidade de _____, Estado _____, em
 ____/____/____ e será utilizado como subsídio à construção de sua dissertação de Mestrado em Química do
 Instituto Federal do Espírito Santo. A pesquisadora acima citada fica conseqüentemente autorizado a utilizar,
 divulgar e publicar para fins acadêmicos e culturais, o mencionado depoimento, no todo ou em parte, editado ou
 não, com a ressalva de garantia da integridade do seu conteúdo.

Local e Data:

_____, _____ de _____ de _____.

 (Assinatura do entrevistado/depoente)

ANEXO A – Parecer consubstanciado do Conselho de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Espírito Santo.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES E SUAS CONEXÕES COM A QUÍMICA DA VIDA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTSA VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA.

Pesquisador: CAROLINE BATISTIN DA CRUZ ALMEIDA

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 88576418.2.0000.5072

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO CIENCIA E TECNOLOGIA DO ESPIRITO

Patrocinador Principal: FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESPIRITO SANTO - FAPES

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.928.114

Apresentação do Projeto:

O projeto intitulado "SOLVENTES ORGÂNICOS INALANTES E SUAS CONEXÕES COM A QUÍMICA DA VIDA: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA VISANDO À ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA CRÍTICA" apresenta-se bem estruturado, com referencial teórico atualizado e pertinente ao assunto a ser investigado. Os itens que compõem o projeto estão redigidos de forma adequada, clara e objetiva. Os aspectos éticos foram considerados, principalmente por se tratar de uma avaliação em uma amostra de 30 estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Promover a alfabetização científica e aprendizagem significativa crítica em estudantes da 3ª série do Ensino Médio por meio de sequência didática sobre o tema "solventes orgânicos inalantes".

Objetivo Secundário:

- Relacionar e registrar, em artigo ou outro meio, as relações entre a composição química dos solventes orgânicos inalantes e seu metabolismo no corpo humano;
- Elaborar, validar e aplicar sequência didática adequada à abordagem do tema para alunos da 3ª série do Ensino Médio;

Endereço: Avenida Rio Branco, nº 50

Bairro: Santa Lúcia

CEP: 29.056-255

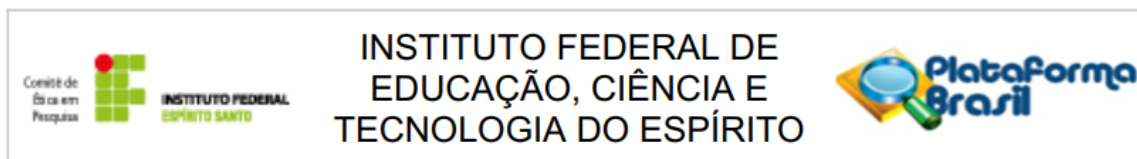
UF: ES

Município: VITORIA

Telefone: (27)3357-7518

Fax: (27)3331-2203

E-mail: etica.pesquisa@ifes.edu.br



Continuação do Parecer: 2.928.114

- Promover a alfabetização científica através de diversas atividades como leitura de textos, debates, práticas e outras dentro da sequência didática;
- Analisar a ocorrência de indicadores de alfabetização científica por meio das atividades registradas pelos estudantes e gravações/filmagens;
- Avaliar, através de mapa conceitual, a ocorrência de aprendizagem significativa crítica após aplicação da sequência;
- Produzir e validar um livreto informativo sobre o tema.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

RISCOS: Como os sujeitos desta pesquisa são estudantes do Ensino Médio Regular de escola pública, na fase da adolescência, e a temática envolve o assunto “drogas”, poderão surgir assuntos e discussões durante a pesquisa em torno de suas vivências, experiências e percepções de mundo que causem constrangimento ou mesmo discussões em torno de questões morais. Tal risco será amenizado através do papel mediador da professora/pesquisadora durante tais discussões sendo totalmente inaceitável falas preconceituosas e difamadoras. Também será esclarecido aos sujeitos da pesquisa a sua total autonomia na participação do projeto, o que pode ser cessada a qualquer instante e por quaisquer motivos. O cumprimento do cronograma de atividades dentro da sequência didática poderá ser alterado de acordo com possíveis eventos não programados na escola ou até mesmo por questões pessoais da pesquisadora (saúde, outros). Será amenizado a todo esforço para que não se perca a continuidade dos trabalhos.

BENEFÍCIOS: Por meio da participação das atividades propostas na sequência didática, os estudantes compreenderão os malefícios do abuso de drogas inalantes devido ao entendimento da relação entre a composição química destas drogas e seu metabolismo no corpo humano. Além disso, também poderão aprender significativamente os conteúdos relacionados à temática, sejam eles conceituais, atitudinais, factuais ou procedimentais.

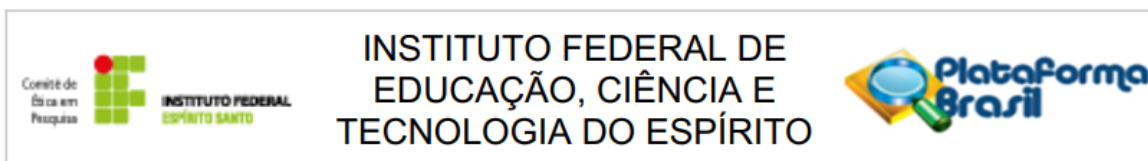
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa apresenta uma abordagem relevante e caráter interdisciplinar uma vez que discute questões relacionadas à compreensão dos efeitos dos solventes inalantes no organismo, características químicas dos mesmos, metodologia de ensino aprendizagem e importância social em função do perfil do público alvo.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória apresentam adequados, com as informações obrigatórias

Endereço: Avenida Rio Branco, nº 50		
Bairro: Santa Lúcia		CEP: 29.056-255
UF: ES	Município: VITÓRIA	
Telefone: (27)3357-7518	Fax: (27)3331-2203	E-mail: etica.pesquisa@ifes.edu.br



Continuação do Parecer: 2.928.114

claras e em linguagem acessível aos participantes e seus respectivos responsáveis, quando for o caso.

Recomendações:

Não se aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Considerando que as pendências apontadas no parecer anterior foram atendidas, classifica-se este projeto como APROVADO.

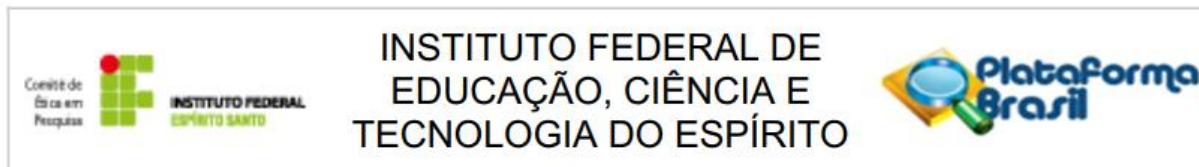
Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1109551.pdf	05/09/2018 23:02:10		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_responsavel_legal.docx	05/09/2018 23:01:13	CAROLINE BATISTIN DA CRUZ ALMEIDA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_maiores_18_emancipados.docx	05/09/2018 23:01:06	CAROLINE BATISTIN DA CRUZ ALMEIDA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.docx	05/09/2018 23:00:59	CAROLINE BATISTIN DA CRUZ ALMEIDA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa.doc	05/09/2018 23:00:51	CAROLINE BATISTIN DA CRUZ ALMEIDA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_DA_PESQUISA.docx	05/09/2018 23:00:13	CAROLINE BATISTIN DA CRUZ	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_assinada.pdf	12/07/2018 19:00:30	CAROLINE BATISTIN DA CRUZ	Aceito
Outros	modelo_levantamento_de_dados.docx	01/07/2018 15:25:35	CAROLINE BATISTIN DA CRUZ	Aceito
Outros	MODELO_QUESTIONARIO_INICIAL_E_FINAL.docx	01/07/2018 15:23:45	CAROLINE BATISTIN DA CRUZ	Aceito

Situação do Parecer:

Endereço: Avenida Rio Branco, nº 50
Bairro: Santa Lúcia **CEP:** 29.056-255
UF: ES **Município:** VITORIA
Telefone: (27)3357-7518 **Fax:** (27)3331-2203 **E-mail:** etica.pesquisa@ifes.edu.br



Continuação do Parecer: 2.928.114

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

VITORIA, 30 de Setembro de 2018

Assinado por:
FABIOLA CHRYSTIAN OLIVEIRA MARTINS
(Coordenador(a))

Endereço: Avenida Rio Branco, nº 50
Bairro: Santa Lúcia **CEP:** 29.056-255
UF: ES **Município:** VITORIA
Telefone: (27)3357-7518 **Fax:** (27)3331-2203 **E-mail:** etica.pesquisa@ifes.edu.br