UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

RAYNER SILVA DE OLIVEIRA DOS SANTOS

(MESTRADO)

MANAUS/AM

2021

RAYNER SILVA DE OLIVEIRA DOS SANTOS*

ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Dissertação de Mestrado de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Amazonas exigida para o título de mestre em Química, com ênfase na linha de Pesquisa Ensino de Química.

PROF. DR. RENATO HENRIQUES DE SOUZA

(ORIENTADOR)

*Bolsista: CAPES

MANAUS/AM

2021

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Santos, Rayner Silva de Oliveira dos
S237e Estratégias didáticas para o ensino de cinética química visando a aprendizagem significativa / Rayner Silva de Oliveira dos Santos . 2021
197 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Renato Henriques de Souza
Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Aprendizagem Significativa. 2. Cinética química. 3. Estratégias didáticas. 4. Sequência didática. I. Souza, Renato Henriques de. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.

RAYNER SILVA DE OLIVEIRA DOS SANTOS

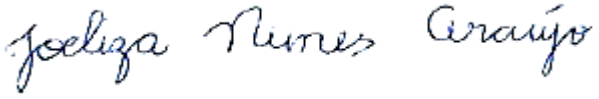
Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Química, do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal do Amazonas como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre(a) em Química.

Aprovada em, 27 de maio de 2021.



RENATO HENRIQUES DE SOUZA (PPGQ/UFAM)

Presidente/Orientador



JOELIZA NUNES ARAÚJO (UEA)

Membro Externo



EMERSON DA COSTA RIOS (PPGQ/UFAM)

Membro Interno

Universidade Federal do Amazonas

Manaus, 27 de maio de 2021.

Dedico esse trabalho ao meu pai, Raimundo Gomes dos Santos (1964 – 2020), que me deixou na fase final dessa dissertação (mas se creio na ressureição de Cristo, também creio na ressureição de meu pai), e foi quem me incentivou a sempre estudar, e me mostrou que para todas as adversidades existem soluções.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente e principalmente ao Criador (o Design Inteligente) do universo e da diversidade proposital, conhecido como Deus. Pois, por Sua permissão, a vida me apresentou pessoas, instituições e situações incríveis, que agradeço também:

À minha mãe, Maria Eliana, que me trouxe a esse mundo e me ensinou os primeiros passos; à segunda mãe, Dalva, que continuou até à adolescência.

Ao meu pai, Raimundo Gomes *(in memoriam)*, que foi quem me incentivou a sempre estudar, e me mostrou que para todas as adversidades existem soluções.

Aos meus irmãos: Rayana, Eylenara, Danyel, Dyeno, e aos outros de sangue e de Fé, que me apoiaram direta e indiretamente.

À minha esposa, Carla Raionne, que sempre me acompanha e acredita no meu potencial.

Às minhas primeiras instituições de Ensino Básico;

À UEA, que me proporcionou a graduação; também amigos e colegas, dentre eles: Adriane, Alexsander, Camila, Francisco Braga, Karla, Laura, Leonardo, dentre outros; e professores incríveis, dentre os que mais me lembro: Prof. Alex, Prof. Campelo, Profa. Célia, Prof. Djalma, Profa. Joeliza (minha querida orientadora), Prof. Rafael Jovito, Prof. Rainiomar, Profa. Ruth (para apresentação de um de seus seminários, conheci a Teoria Aprendizagem significativa, que mudou positivamente minha percepção sobre o aprendizado e o ensino).

À UFAM, por me proporcionar a oportunidade para esse título através do PPGQ (coordenadoria e secretariado), por me apresentar professores capacitados, dentre os que tive maior contato, Profa. Larissa, Profa. Rita, Prof. Afonso; também amigos e colegas como: Henrique (a primeira pessoa que me ajudou quando cheguei), Júnior, Larissa, Leonildo, Moacir, Nirla, Priscila, dentre outros.

Aos professores, Emerson e Ercila, pelas contribuições na qualificação do projeto de dissertação.

Aos professores componentes da banca de defesa dessa dissertação, por aceitarem contribuir, de toda maneira, nessa pesquisa.

À CAPES, por sua imprescindível existência para ciência, e pelo apoio financeiro.

À professora Darling, por me apoiar na coleta de dados dessa pesquisa.

À minha professora e também primeira orientadora, Profa. Dra. Katiuscia dos Santos de Souza, por me aceitar e me ajudar na primeira parte dessa caminhada.

Ao meu professor e também orientador, que muito admiro, Prof. Dr. Renato Henriques de Souza, por me aceitar sem duvidar, por sua paciente conduta, por suas contribuições imprescindíveis, e por ser essa pessoa enviada por Deus.

Ali, mentes imortais contemplarão, com deleite que jamais se fatigará, as maravilhas do poder criador, os mistérios do amor de Deus [...] todas as faculdades se desenvolverão, ampliar-se-ão todas as capacidades. A aquisição de conhecimentos não cansará o espírito nem esgotará as energias [...] e surgirão ainda novas alturas a atingir, novas maravilhas a admirar, novas verdades a compreender, novos objetivos a aguçar as faculdades do espírito, da alma e do corpo.

Ellen White

RESUMO

ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE CINÉTICA QUÍMICA VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA - Essa pesquisa teve o objetivo de verificar e entender os eventos emergidos da relação, para o ensino e aprendizado de cinética química, entre estratégias didáticas e aprendizagem significativa, em uma turma de alunos do ensino médio. Buscou-se em diversas referências informações relacionadas com: aprendizagem significativa; ensino de cinética química; e as estratégias didáticas analogias, contextualização, experimentação investigativa e mapas conceituais. As estratégias didáticas foram inseridas numa sequência didática e foram executadas como intervenção, e assim se assume uma pesquisa-ação estratégica. As situações observadas e coletadas foram analisadas pelo espectro qualitativo tendo o caminho analítico subsidiado pela Análise de Conteúdo. Os dados foram coletados por: questionários, pelas atividades desenvolvidas em sala, pelo diário de campo e por recursos audiovisuais (câmera de vídeo). Foi possível observar a importância da distinção dos conhecimentos prévios dos alunos para o início das atividades. Entendeu-se que as atividades com experimentação investigativa promoveram aprendizagem significativa com aprendizagem por descoberta; mostraram-se pouco favoráveis ao aprendizado dos conceitos, mas apresentaram potencial em prover situações do aumento de aspectos atitudinais; foram bem vistas pelos estudantes, porém entende-se que essa aceitação, em sua maioria, refere-se ao gostar destes em ver os fenômenos químicos. As analogias, abordadas pelo método Teaching With Analogies (TWA), se mostraram, em sua maioria, favoráveis ao aprendizado dos assuntos abordados, e fomentaram os tipos de aprendizagem significativa, porém, alguns estudantes apresentaram dificuldades, pois observou-se em suas respostas às atividades, que entenderam os conceitos-análogos como da mesma natureza dos conceitos-alvo; ou ultrapassaram o contexto das comparações com o análogo. A estratégia didática contextualização foi bem aceita pelos alunos e se mostrou bastante favorável no aprendizado dos assuntos. Ficou destacada a função da contextualização como um potencial instrumento motivador, e em desenvolver e aprimorar positivos aspectos atitudinais; foram também observados, através das respostas dos alunos às atividades, os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. A maioria dos alunos apontou os mapas conceituais como bons influenciadores para o aprendizado dos assuntos, por outro lado, observou-se através do método de avaliação de mapas conceituais utilizado, que poucos alunos alcançaram média nas pontuações. Ainda assim, observou-se que importantes categorias dos últimos mapas conceituais construídos se sobressaíram em detrimento aos primeiros, ressaltando que existiu evolução conceitual e aprendizagem significativa. A partir das análises do desempenho dos estudantes às estratégias didáticas, entendeu-se que, nem sempre, para um estudante, uma específica estratégia didática foi favorável para o aprendizado significativo dos assuntos de cinética química, contudo foram diversificadas essas aprendizagens em relação às estratégias.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa, Cinética Química, Estratégias Didáticas.

ABSTRACT

TEACHING STRATEGIES FOR TEACHING CHEMICAL KINETICS AIMING AT SIGNIFICANT LEARNING - This research aimed to verify and understand the events that emerged from the relationship, for the teaching and learning of chemical kinetics, between didactic strategies and meaningful learning, in a class of high school students. Information related to: significant learning was sought in several references; teaching of chemical kinetics; and didactic strategies, analogies, contextualization, investigative experimentation and concept maps. The didactic strategies were inserted in a didactic sequence and were executed as an intervention, and thus a strategic action research is assumed. The observed and collected situations were analyzed by the qualitative spectrum, with the analytical path subsidized by the Content Analysis. Data collection was carried out through: questionnaires, activities carried out in the classroom, the field diary and audiovisual resources (video camera). It was possible to observe the importance of distinguishing students' previous knowledge for the beginning of activities. It was understood that Activities with investigative experimentation promoted significant learning with learning by discovery; they were not very favorable to the learning of the concepts, but they had potential to provide situations of the increase of attitudinal aspects; they were well regarded by the students, but it is understood that this acceptance, in its majority, refers to their liking to see the chemical phenomena. The analogies, approached by the Teaching With Analogies (TWA) method, were, in their majority, favorable to the learning of the subjects approached, and they promoted the types of significant learning, however, some students presented difficulties, as it was observed in their responses to the activities, that they understood the analogous concepts as being of the same nature as the target concepts; or exceeded the context of comparisons with the analogue. The didactic contextualization strategy was well accepted by the students and proved to be quite favorable in learning the subjects. The role of contextualization was highlighted as a potential motivating instrument, and in developing and improving positive attitudinal aspects; through the students' responses to the activities, the processes of progressive differentiation and integrative reconciliation were also observed. Most students pointed out concept maps as good influencers for learning subjects, on the other hand, it was observed through the concept map evaluation method used, that few students achieved average scores. Even so, it was observed that important categories of the last constructed conceptual maps stood out to the detriment of the first, emphasizing that there was a conceptual evolution and significant learning. From the analysis of students' performance to didactic strategies, it was understood that, for a student, a specific didactic strategy was not always favorable to the significant learning of the subjects of chemical kinetics, however these learnings were diversified in relation to the strategies.

Keywords: Meaningful Learning, Chemical Kinetics, Didactic Strategies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação sugerida dos tipos de AS em um assunto de química.....24

Figura 2 – Um mapa conceitual para a teoria aprendizagem significativa.....42

Figura 3 – Representação resumida e dinâmica da sequência didática com os conceitos principais abordados e as atividades realizadas.....61

Figura 4 – Aula sobre mapas conceituais.....83

Figura 5 – Relação dos alunos com média e sem média na pontuação dos MCs sobre temas abertos.....85

Figura 6 – Porcentagem dos alunos com média e sem média na pontuação dos MCs sobre temas abertos.....86

Figura 7 – MC do aluno A9 sobre seu conceito: “Dança”.....86

Figura 8 – MC do aluno A11 sobre seu conceito: “Botafogo”.....87

Figura 9 – Produção em grupos do primeiro MC de cinética química.....89

Figura 10 – Porcentagem de rendimento das categorias dos MCs (Inicial) de cinética química.....91

Figura 11 – MC (parte 1) do grupo G2 sobre cinética química.....92

Figura 12 – MC (parte 1) do grupo G3 sobre cinética química.....93

Figura 13 – Aula de revisão dos assuntos concernentes à cinética química.....94

Figura 14 – Experimentação investigativa em grupos sobre o papel da concentração nas velocidades das reações químicas.....96

Figura 15 – Descrição do grupo G2 sobre o que foi observado na experimentação investigativa1.....97

Figura 16 – Descrição do grupo G1 sobre o que foi observado na experimentação investigativa1.....97

Figura 17 – Experimentação investigativa em grupos sobre o papel da superfície de contato nas velocidades das reações químicas.....104

Figura 18 – Relação dos alunos com média e sem média na pontuação dos MCs sobre cinética química (Final) 122

Figura 19 – Mapa conceitual (Final) do estudante A9 sobre cinética química.....122

Figura 20 – Mapa conceitual (Final) do estudante A26 sobre cinética química.....123

Figura 21 – Porcentagem de rendimento das categorias dos MCs (Final) de cinética química.....125

Figura 22 – Comparação das porcentagens de rendimento das categorias dos MCs (Inicial) e dos MCs (Final) de cinética química.....126

Figura 23 – Comparação das porcentagens de acertos da mesma questão, do QCP e QF sobre representações e imagens relacionados as aulas de química.....128

Figura 24 – Gráfico das porcentagens de rendimento de cada atividade realizada no decorrer da SD relacionadas com cinética química de acordo com as pontuações atribuídas na Tabela 17.....136

Figura 25 – Porcentagens das respostas da QF7.....137

Figura 26 – Porcentagens das respostas da QF8.....140

Figura 27 – Porcentagens das respostas dos alunos sobre o quanto aprenderam pelas analogias.....141

Figura 28 – Gráfico das pontuações e as respostas (QF9) dos alunos referentes as aulas com analogia (Analogia 1 e Analogia 2) 142

Figura 29 – Porcentagens das respostas dos alunos sobre o quanto aprenderam pela experimentação investigativa.....143

Figura 30 – Gráfico das pontuações dos alunos referentes as aulas com experimentação investigativa, 1 e 2 (EI1 e EI2) 144

Figura 31 – Porcentagens das respostas dos alunos sobre o quanto aprenderam pelas contextualizações.....145

Figura 32 – Gráfico das pontuações dos alunos referentes as aulas com contextualização, 1 e 2 (CON1 e CON2) 145

Figura 33 – Porcentagens das respostas dos alunos sobre o quanto aprenderam pelos mapas conceituais.....146

Figura 34 – Gráfico das pontuações dos alunos referentes as aulas com mapas conceituais sobre cinética química, Mapa Conceitual Inicial e Mapa Conceitual Final (MCI e MCF) 147

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Os níveis das atividades investigativas, segundo Borges (2002) 40

Quadro 2 – Sequência Didática com a temática Alimentação.....59-60

Quadro 3 – Categorias e critérios de análise dos mapas conceituais.....67

Quadro 4 – Conceitos com suas respectivas proposições e/ou exemplos: MC do A26.....124

Quadro 5 – Exemplos dos alunos sobre velocidades de reações químicas e categorias.....130

Quadro 6 – Quadro criado apontando o favorecimento das estratégias didáticas para o aprendizado de cinética química de acordo com o desempenho de cada aluno analisado na SD.....149

LISTA DE SIGLAS E ABREVIAÇÕES

AS Aprendizagem Significativa

CAPES Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEP Comitê de Ética em Pesquisa

CTS Ciência, Tecnologia e Sociedade

MECA Metodologia de Ensino Com Analogias

MC Mapa Conceitual (MCs – Mapa conceituais)

MEC Ministério da Educação e Cultura

OCN Orientações Curriculares Nacionais

PCNEM Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PCN Parâmetros Curriculares Nacionais

PCN+ Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

QCP Questionário de Conhecimentos Prévios

QF Questionário Final

SD Sequência Didática

TIC's Tecnologias de Informação e Comunicação

TWA Teaching With Analogies

UFAM Universidade Federal do Amazonas

UNESCO Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Questões objetivas do QCP.....71

TABELA 2 – Frequência de respostas marcadas na questão 2 do QCP.....72

TABELA 3 – Tipos, descrição e frequência das respostas da Q4.....76

TABELA 4 – Respostas pouco relevantes da questão 6 do QCP.....77

TABELA 5 – Características, descrição das características, relato e frequência das respostas “sim” justificadas.....79

TABELA 6 – Categorias e suas descrições, e frequência das respostas da Q7.....80

TABELA 7 – Tabela de avaliação dos mapas conceituais sobre temas abertos.....84

TABELA 8 – Avaliação dos mapas conceituais de cinética química (Inicial) 90

TABELA 9 – Categorias, descrições e frequência (%) das respostas à analogia 1...101

TABELA 10 – Categorias, frequência por categoria e frequência da UR “superfície de contato”: importância da mastigação.....108

TABELA 11 – Categorias, descrição das categorias e frequência das respostas sobre o conceito-alvo da analogia 2.....114

TABELA 12 – Categorias, descrição das categorias e frequência das comparações sobre a analogia 2.....116

TABELA 13 – Avaliação dos mapas conceituais de cinética química (Final) 121

TABELA 14 – Categorias, descrição das categorias e frequência das respostas QF2.....129

TABELA 15 – Categorias, características e frequência das repostas relacionadas a superfície de contato da QF4.....131

TABELA 16 – Tipo de respostas da QF5 de acordo com o fator que influenciou o aumento da velocidade da reação, os exemplos e frequência de cada.....133

TABELA 17 – Pontuações dos estudantes nas atividades da SD relacionadas à cinética química.....135

TABELA 18 – Categorias das justificativas das respostas “sim” da QF7, suas descrições, exemplos e frequências.....138

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
2 REVISÃO DE LITERATURA 20
2.1 Aprendizagem Significativa 20
2.1.1 Tipos de aprendizagem significativa 22
2.1.2 Os princípios que ocorrem na aprendizagem significativa 25
2.2 Ensino da Química e as possibilidades didáticas 27
2.3 Relações entre as estratégias didáticas e aprendizagem significativa 44
2.3.1 Analogia e aprendizagem significativa 45
2.3.2 Contextualização e aprendizagem significativa 47
2.3.3 Experimentação investigativa e aprendizagem significativa 48
2.3.4 Mapa conceitual e aprendizagem significativa 50
2.4 Múltiplas estratégias didáticas para a diversidade na sala de aula 51
2.5 Ensino de cinética química 52
3 PERCURSO METODOLÓGICO 55
3.1 Problema e Objetivos 55
3.2 Abordagem e Metodologia da Pesquisa 55
3.3 Universo e Amostra 57
3.4 Procedimentos Éticos 58
3.5 Coleta de Dados - Sequência Didática 58
3.6 Análise dos Dados 63
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 69
4.1 Encontro 1 69
4.1.1 Apresentação do projeto 69
4.1.2 Questionário de Conhecimentos Prévios 70
4.2 Encontro 2 82
4.2.1 Aula sobre Mapas Conceituais 82
4.2.2 Os primeiros Mapas Conceituais 83
4.2.3 Mapas conceituais de cinética química (Inicial) 88
4.3 Encontro 3 94
4.3.1 Revisão de assuntos (conceitos) básicos 94
4.4 Encontro 4 95
4.4.1 Experimentação Investigativa 1 95
4.4.2 Analogia 1 99

4.5 Encontro 5 104
4.5.1 Experimentação Investigativa 2 104
4.5.2 Contextualização 1 107
4.6 Encontro 6 110
4.6.1 Contextualização 2 110
4.6.2 Analogia 2 112
4.7 Encontro 7 118
4.7.1 Contextualização 118
4.8 Encontro 8 120
4.8.1 Mapas Conceituais de cinética química (Final) 120
4.9 Encontro 9 127
4.9.1 Questionário Final 127
4.10 Avaliação e análise da Sequência Didática e estratégias didáticas 134
5 CONCLUSÃO 151
5.1 Conclusões 151
5.2 Considerações finais e perspectivas 154
REFERÊNCIAS 156
APÊNDICES 167
ANEXOS 192

1 INTRODUÇÃO

A teoria aprendizagem significativa descrita por Ausubel, segundo Jesus e Razera (2013), consolidou-se com suma importância para o Ensino, pois consta-se seu enfoque em diversas pesquisas indicando que o ensino de ciências cresce adotando essa premissa como uma das principais influenciadoras para a melhoria no processo ensino-aprendizagem. A adoção da teoria aprendizagem significativa como subsídio a aspectos escolares como “planejamento, desenvolvimento, avaliação determina uma ação docente mais atenta para a natureza do conhecimento do aluno” favorecendo de forma intensa o aprendizado (LEMOS, 2011, p. 27).

De acordo com Moreira e Masini (2006), aprendizagem significativa é o processo onde o conhecimento que deve ser aprendido incorpora-se no subsunçor, conhecimento já existente na mente (estrutura cognitiva) do aprendiz, de forma organizada e tendo significado para o mesmo, sendo esse subsunçor modificado cada vez que mais informações são retidas de forma não-literal e não-arbitrária. Então, para essa aprendizagem o fator principal é aquilo que o aprendiz já sabe (AUSUBEL, 2003).

Desse modo, as condições para que ocorra a aprendizagem significativa dependem do material ou estratégia didática que se irá utilizar, e tais precisam harmonizar-se com os conhecimentos prévios do aluno, ou seja, devem ser potencialmente significativos. O estudante tem um papel importante, cabendo a ele ter a disposição em relacionar esse material de forma não-arbitrária e não-literal com as informações de sua mente. Por isso, consiste em “uma experiência consciente, claramente articulada e precisamente diferenciada, que emerge quando sinais, símbolos, conceitos e proposições potencialmente significativos são relacionados à estrutura cognitiva e nela incorporados” (AUSUBEL, 1968 apud MOREIRA; MASINI, 2006, p. 14).

Assim, a aprendizagem significativa busca transpor as barreiras da aprendizagem mecânica que remetem a uma aprendizagem sem significados, distante do cotidiano, não habilitando o aluno a “incorporar-se” em outras situações deixando seu conhecimento apenas atrelado a avaliações e exercícios em sala de aula, e execuções de forma “programada”. Apesar disso, a aprendizagem que mais acontece em sala de aula ainda é aquela desenvolvida de forma mecânica (MOREIRA, 2012).

Concomitantemente, a partir da própria experiência como aluno (sujeito nos processos) no ensino médio e como estagiário (observador desses processos), e segundo Pozo e Crespo (2009), percebe-se que no ensino de Ciências, mais especificamente na Química, a maioria das metodologias que são utilizadas pelos professores não incentivam o aprendizado inclinado a não-literalidade e não-arbitrariedade daquilo que os estudantes entendem dos assuntos dessa disciplina. Uma aprendizagem assim consiste em levar e incentivar a busca de significados organizados e claros aos estudantes, motivando-os na busca de construir seu conhecimento.

Igualmente, existe uma grande dificuldade dos alunos em assimilarem os conteúdos de Química, talvez pela necessidade da compreensão de conceitos provenientes também da Matemática, Física e Biologia, que são importantes para a visão mais ampla do conhecimento (BRASIL, 2002), ou ainda em virtude da grande abstração da maioria dos conteúdos abordados requerendo que o aluno compreenda a partir da imaginação, o que pode levar a concepções equivocadas (FRANCISCO JUNIOR, 2010; MARTORANO, 2012).

Um dos conteúdos que estão entre os mais dificultosos, tanto de se ensinar (professor), como o de se aprender (aluno), é a cinética química (MARTORANO; CARMO; MARCONDES, 2014). Esta estuda as velocidades em que se processam as reações químicas e os fatores que as alteram (ATKINS; JONES, 2012). Seu conhecimento é importante para se ter um embasamento mais apropriado nas situações do cotidiano e do âmbito escolar (MARTORANO; CARMO; MARCONDES, 2014).

Analisando tais problemas e com base no levantamento de dados bibliográficos, também percebe-se um esforço conjunto de gestores, professores e colaboradores/pesquisadores no sentido de propor novos olhares para o ensino de química buscando sua melhora, como em documentos oficiais, entre eles as Orientações Curriculares Nacionais (OCN), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM e PCN+), dentre outros; vale ressaltar que os PCN, a pesar de propostos há quase duas décadas, também são os mais completos documentos oficiais relacionados ao ensino de química propriamente dito.

A procura dos pesquisadores nas áreas educacionais em se ter um bom ensino para os alunos através do conhecimento de “novos” métodos instrucionais e sua

prática demonstra o que a maioria dos educadores almejam: um aprendizado que perdure e seja útil para seus aprendizes.

Schnetzler (2010) também ratifica, quando afirma que essas preocupações permitiram diversas atitudes para a transposição do ensino tradicional. Esses acontecimentos se intensificaram através da larga “produção de propostas de ensino elaboradas por vários educadores químicos brasileiros, as quais vêm enfatizando a experimentação, a contextualização do conhecimento químico e a promoção de aprendizagem significativa nos alunos” (SCHNETZLER, 2010, p.58).

As estratégias didáticas para o aprendizado mais significativo são variadas. E segundo Hartje (2017), as analogias estão destacadas como potencializadoras desse processo, pois levam à eficiente conexão dos conhecimentos prévios do aluno com o novo conceito a ser aprendido. Essas são interações dos assuntos a serem aprendidos com aquilo que o indivíduo já conhece, ao fazer observações quanto a estes através de comparações de similaridades e diferenças, visando incutir na mente as informações não familiares (DUARTE, 2005).

Outro tipo de estratégia que potencializa o aprendizado significativo são as contextualizações. Enfatizadas nos PCN, essas estão entre os enfoques metodológicos mais divulgados na literatura, sendo recursos que objetivam relacionar o conhecimento entre o sujeito e o objeto, dando-se um novo significado à informação visando uma aprendizagem mais significativa (BRASIL, 1999).

Na mesma disposição, as experimentações investigativas contribuem para um bom aprendizado significativo, pois se atrelam com aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais, e esses aspectos são destacados por Pozo e Crespo (2009) como importantes atributos que o estudante deve ter, contrapondo-se à crise que vive o ensino de ciências. Uma atividade de ensino de natureza investigativa parte de uma situação problema que interesse os alunos em sua participação e investigação, suscitando neles a disposição para busca de informação, elaboração de hipóteses, discussões e resolução do problema (SOUZA *et al*., 2013).

O mapeamento conceitual criado por Novak através dos mapas conceituas, diagramas de hierarquização de conceitos em forma de proposição, também colaboram nos processos de ensino e aprendizagem significativos (MENEZES, 2018; MOREIRA, 2010). Por ser criada através das premissas da aprendizagem significativa de Ausubel, essa técnica permite visualizar conceitos que estão

disponíveis na mente dos estudantes para obtenção de informações sobre determinado assunto ou para viabilizar a ampliação destes conceitos de forma significativa (MOREIRA, 2010).

Analisando essas premissas e propostas, e verificando que o ensino de química, especificamente de cinética química, cresce, mas ainda carece de maiores possibilidades de ensino e aprendizado significativos, propôs-se a delimitação para essa pesquisa através do seguinte problema: Quais eventos podem ser verificados e entendidos na relação, para o ensino e aprendizado de cinética química, entre estratégias didáticas e aprendizagem significativa, em uma turma de alunos do ensino médio?

O objetivo dessa pesquisa foi verificar e entender os eventos emergidos da relação, para o ensino e aprendizado de cinética química, entre estratégias didáticas e aprendizagem significativa, em uma turma de alunos do ensino médio.

Por isso, entende-se que essa pesquisa contribuirá com mais uma visão dos processos que permeiam o ensino e aprendizado de cinética química. Vale ressaltar que o assunto “cinética química”, abordado no segundo ano do ensino médio, teve sua escolha motivada pelo próprio pesquisador. Pois, enquanto aluno desse nível, teve dificuldades de assimilação deste conteúdo, que perduraram até a graduação; sendo vantajosa essa afinidade em se navegar no problema buscando evidências e sua “solução”.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A sequência dessa revisão se dá pela apresentação da teoria aprendizagem significativa e suas características; esboça-se o ensino de Ciências/Química e possíveis estratégias didáticas colaboradoras do ensino e aprendizagem; mais a diante, tenta-se a aproximação das estratégias didáticas destacadas com a aprendizagem significativa; segue-se enfatizando a utilização de múltiplas estratégias didáticas para o ensino e aprendizado significativo em meio a diversidade em sala de aula; e finaliza com a explanação sobre o ensino da cinética química. Essa pesquisa referencial se faz também como sustentadora e norteadora aos objetivos traçados. Portanto, entende-se que a averiguação dessa revisão de literatura de maneira primária seja indispensável.

2.1 Aprendizagem Significativa

É grande a dificuldade da maioria dos alunos em compreender determinados assuntos de química. E mesmo que “aprendido”, o conhecimento tem dificuldade de ser aplicado a novas situações ou situações concretas. Esse conhecimento também pode ser esquecido com maior facilidade, uma vez que certos conteúdos não favorecem, pois muitos dos seus conceitos e símbolos são comumente arbitrários (MOREIRA; MASINI, 2006; POZO; CRESPO, 2009).

A aprendizagem mecânica seria um termo designado para situações como essas, ditas anteriormente. Essa aprendizagem também é aquela, por exemplo, quando depois de um tempo da “prova avaliativa”, as informações adquiridas são esquecidas; ou quando o assunto não teve relevância para o aluno, deixando-o a par do assunto abordado. Isso ocorre porque o conhecimento apresentado ao estudante não interage com nenhuma informação lógica e significativa que já está na sua estrutura de conhecimento (MOREIRA; MASINI, 2006).

Oportunizando-se um caminho “diferente” (as aspas na palavra *diferente* indicam o não repúdio à aprendizagem mecânica, pois em muitos casos essa aprendizagem é necessária, também é tida como um ‘contínuo’), entra em cena a aprendizagem significativa.

A teoria aprendizagem significativa foi proposta pelo psicólogo educacional David Paul Ausubel na década de 1960, e ocorre,

> [...] quando o material novo, ideias e informações que apresentem uma estrutura lógica, interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade (MOREIRA; MASINI, 2006, p.14).

Segundo Moreira (2017), Ausubel admitia que todo conhecimento (ideia, conceito) é incorporado de forma hierárquica e lógica na mente, esse complexo é chamado de estrutura cognitiva. Essa estrutura se "molda" de acordo com as informações relevantes que nela são inseridas, e "transforma-se" de acordo com sua utilização e situações de aprendizagem. As "unidades básicas" dessa estrutura chamam-se subsunçores, esses são as informações mais relevantes (abstrações da experiência do indivíduo) que podem subordinar uma série de conceitos, mas que se modificam quando esses conceitos, mais gerais ou também mais específicos, são assimilados de forma lógica num processo ativo da cognição.

Para a ocorrência da aprendizagem significativa, Ausubel (2003) descreve duas condições. A primeira é que o material a ser aprendido deve ser potencialmente significativo, ou seja, deve ser relacionável à estrutura cognitiva do aluno/aprendiz, dentro do domínio de sua capacidade de aprender. A segunda é sobre a intenção do aprendiz, que tem de querer aprender significativamente o assunto relacionando o novo conhecimento de forma *substantiva* (não "ao pé da letra") e *não-arbitrária* (não com qualquer ideia da mente, mas com aqueles subsunçores apropriados que irão efetivamente construir o novo significado) na sua estrutura cognitiva (MOREIRA; MASINI, 2006).

Por isso, para Ausubel (2003) o fator mais importante para um ensino que vise a aprendizagem significativa é saber o que o aprendiz/estudante conhece ou tem em mente que colabore, de alguma forma, com o assunto a ser transmitido. Esse fator favorece o aprendizado deixando-o rápido e prático, pois apresenta caminhos apropriados para atividades instrucionais de acordo com os processos naturais progressivos e recursivos da aquisição e retenção de informações da mente humana.

Ausubel (2003) destacou duas formas de se chegar a essa aprendizagem, por recepção e por descoberta, sendo a primeira, seu foco. Enfatiza-se que as duas formas de se aprender significativamente necessitam da participação ativa do

aprendiz. Na aprendizagem por recepção, o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, ou seja, o "conteúdo é apresentado sob a forma de uma proposição substantiva ou que não apresenta problemas, que o aprendiz apenas necessita de compreender e lembrar". Já na aprendizagem por descoberta o conteúdo principal a ser aprendido é descoberto pelo aprendiz, "antes que ele possa assimilá-lo a sua estrutura cognitiva" (MOREIRA; MASINI, 2006, p. 105).

2.1.1 Tipos de aprendizagem significativa

Ausubel (2003) descreve primeiramente três tipos de aprendizagem significativa:

Representacional: Aprendizagem de vocabulário, tipo de aprendizagem significativa mais ligada com a aprendizagem mecânica, por memorização. Por exemplo: Uma criança aprende a chamar "cachorro" ao ser que está vendo, pois é assim todas as vezes chamado pelos pais. Então, quando esta criança o vê, novamente saberá que aquilo é um cachorro, e através de comparações anatômicas, por exemplo, ela saberá que outro ser "igual" também se chamará cachorro.

Dessa forma, "a aprendizagem do significado de palavras individuais exige apreender o que estas representam. Isto quer dizer que determinados símbolos representam ou possuem um significado equivalente a determinados referentes" (Ibid., 2003, p. 84).

O tipo de processo cognitivo envolvido na aprendizagem representacional é obviamente a base e um pré-requisito para a aprendizagem de todas as unidades de significados.

Conceitual: Aprendizagem um pouco mais generalizada que a anterior e contempla objetos, acontecimentos, situações ou propriedades que possuem atributos de critérios comuns e se designam pelo mesmo signo ou símbolo. Existem dois métodos dessa aprendizagem, sendo:

1. Formação de conceitos: ocorre fundamentalmente em crianças jovens (idade pré-escolar). Adquirem-se os atributos de critérios como uma consequência da experiência direta ao longo de fases sucessivas de formulação, experimentação e generalização de hipóteses (Ibid., 2003). Por exemplo: uma criança enfrentando

confronto sucessivo com cachorro, gato, galinha, e outros animais. Isso a levará a generalizar o conceito de cachorro.

2. Assimilação de conceitos: forma predominante para crianças mais velhas e adultos. O conceito é adquirido através de novas combinações, pelo vocabulário aumentado e disponível na estrutura cognitiva (AUSUBEL, 2003). Por exemplo: os conceitos cachorro, gato, galinha podem se generalizar a “animal”, e mais adiante categorizá-los em mamíferos, aves, dentre outros.

Esses dois tipos de aprendizagem significativa (representacional e conceitual) são bem parecidas. Porém,

> Se se pensar num contínuo de aprendizagem por memorização-significativa, a aprendizagem representacional estaria, geralmente, mais próxima da extremidade por memorização do contínuo e as aprendizagens conceptual e proposicional iriam constituir a forma mais elevada de aprendizagem significativa (Ibid., 2003, p. 85).

Assim, por ser significativa somente em palavras individuais, que equivalem aos próprios referentes, a aprendizagem representacional está mais próxima à aprendizagem mecânica, considerando uma “linha estendida” que a conecta à aprendizagem significativa. E as outras (conceitual e proposicional), que suplantam o significado dos referentes, estão mais próximas a aprendizagem significativa.

Proposicional: Forma de aprender o significado de ideias expressas em forma de proposição. A tarefa é aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras ou conceitos que compõem a proposição. Portanto, “a aprendizagem representacional e a conceptual constituem uma base, ou um pré-requisito, para a verdadeira aprendizagem proposicional, sempre que as proposições se expressam de forma verbal” (Ibid., 2003, p. 85).

No exemplo a seguir, pode-se entender essa questão de “está além da soma dos significados das palavras”, quando, em uma situação hipotética, ouve-se: “Meu animal está latindo no quintal. Tem algo de estranho acontecendo”. Essas palavras denotam significados que ultrapassam os simples expostos, pois revelam que este animal é possivelmente o cachorro do personagem que está lhe incomodando e o deixando apreensivo por, supostamente, ter alguém estranho em sua casa.

Uma reprodução desses três tipos de aprendizagem significativa foi sugerida e pode ser observada na Figura 1 (relacionada a assuntos de química):

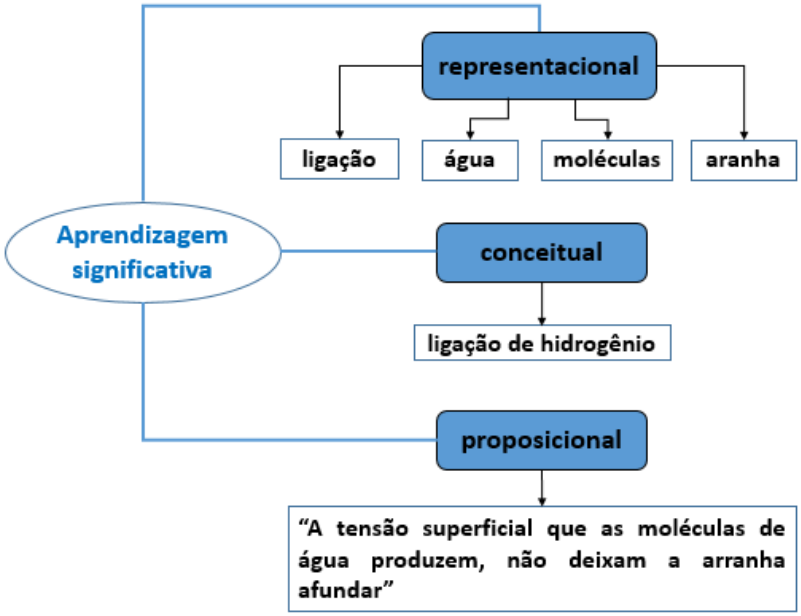


Figura 1 – Representação sugerida dos tipos de AS em um assunto de química (O Autor, 2019).

Nas extensões da aprendizagem significativa mostradas na Figura 1 se tem os três tipos dessa aprendizagem. E observando a AS representacional, as palavras "ligação", "água", "moléculas" e "aranha", somente apresentam significados individuais; se forem ditas aleatoriamente terão pouco ou nenhum significado. Na AS conceitual a expressão "ligação de hidrogênio", para quem conhece seu conceito, entende na verdade ser uma interação intermolecular "forte" que ocorre somente entre moléculas que tenham o átomo Flúor, ou Oxigênio, ou Nitrogênio, e esse, ligado ao átomo Hidrogênio. Assim, o conceito de "ligação de hidrogênio" se torna mais abrangente que as palavras individuais do exemplo do primeiro tipo de AS.

Na AS proposicional da Figura 1, suas características podem ser observadas. Pois, utilizando palavras que anteriormente tinham pouco significado quando postas juntas como "água", "moléculas" e "aranha", agora expressam significativa concordância com um assunto de química, tensão superficial. Pois a água, com as ligações de Hidrogênio que possui, permite esse fenômeno (aranhas pequenas podem andar sobre a água).

Além desses tipos de aprendizagem significativa, Ausubel (2003) também destaca:

Aprendizagem de subsunção (subordinada): ocorrendo quando uma proposição logicamente significativa de uma determinada disciplina, por exemplo, relaciona-se com proposições subordinantes específicas na estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL, 2003). Pode ser derivativa, se o material apenas exemplifique ou apoie uma ideia já existente; ou correlativa, se for uma extensão, elaboração, modificação de proposições anteriormente aprendidas.

Aprendizagem superordenada (subordinante): relação subordinante entre a nova ideia e a estrutura cognitiva. Sucede quando o indivíduo aprende uma nova proposição inclusiva, a qual se pode subordinar várias ideias preexistentes, mas menos inclusivas (Ibid., 2003).

Aprendizagem combinatória: situação em que uma proposição potencialmente significativa não se pode relacionar com subordinantes ou subordinados, mas é relacionável com características amplas de um conteúdo, em função de sua congruência com esse conteúdo como um todo (Ibid., 2003).

Dessas aprendizagens, a aprendizagem subordinada é a mais comum, pois seria mais fácil seguir o caminho de construção de um conhecimento a partir de conceitos mais abrangentes e depois seguidos por conceitos mais específicos.

2.1.2 Os princípios que ocorrem na aprendizagem significativa

Existem dois princípios que ocorrem durante a aprendizagem significativa: a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integrativa*.

De acordo com Moreira e Masini (2006), no decorrer da aprendizagem significativa os conceitos são elaborados, desenvolvidos e diferenciados devido muitas interações com outros conceitos. Esses autores afirmam também que, na visão de Ausubel, esses processos são facilitados quando os elementos mais gerais e inclusivos de certo conceito são postos primeiramente e depois os elementos mais específicos, ou seja, esses processos seguem uma hierarquia dependendo do momento, conhecido como diferenciação progressiva.

Dessa forma, Ausubel propõe o princípio da diferenciação progressiva para ser levado em conta ao se programar um conteúdo sendo,

> [...] de forma que as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e, progressivamente diferenciadas, introduzindo os detalhes específicos necessários. Essa ordem de apresentação corresponde à sequência natural da consciência, quando um ser humano é

> espontaneamente exposto a um campo inteiramente novo de conhecimento (MOREIRA; MASINI, 2006, p. 30).

A reconciliação integrativa é outro processo que a estrutura cognitiva sofre, pois é dinâmica. Simultâneo à diferenciação progressiva, consiste em remover diferenças explícitas, resolver incongruências, integrar significados e fazer categorização de significados (MOREIRA, 2012).

> Quando aprendemos de maneira significativa temos que progressivamente diferenciar significados dos novos conhecimentos adquiridos a fim de perceber diferenças entre eles, mas é preciso também proceder a reconciliação integradora. Se apenas diferenciarmos cada vez mais os significados, acabaremos por perceber tudo diferente. Se somente integrarmos os significados indefinidamente, terminaremos percebendo tudo igual (Ibid., 2012, p. 7).

Esse princípio, também deve ser levado em conta quando se deseja construir uma aula visando a aprendizagem significativa. As comparações entre assuntos diversificados mostrando suas diferenças ou suas relações são importantes, pois, além de contribuírem para esse processo natural recursivo da mente, colabora-se para o enriquecimento do ensino pela interdisciplinaridade e transversalidade nos contextos escolares.

Esses dois processos são simultâneos e necessários para construção cognitiva, mas ocorrem com intensidades diferentes.

Portanto, pelo entendimento dos processos que ocorrem na aprendizagem significativa, pela corroboração de pesquisas que mostram sua ascensão (JESUS; RAZERA, 2013), vê-se sua vantagem em promover um aprendizado consistente e que perdura na mente do aprendiz.

Entende-se que a aprendizagem significativa deve nortear a maioria dos processos pedagógicos possibilitando o avanço educacional (LEMOS, 2011) favorecendo a mudança do momento em que vive o Ensino atual. E aqui, no de Química, almeja-se o distanciamento às metodologias tradicionais, que não valorizam os contextos e os conhecimentos prévios dos estudantes.

As novas tendências no ensino também estão indo nesta direção reconhecendo e dando valor à visão construtivista que incentiva o aprendizado e as estratégias didáticas onde o estudante é o construtor do conhecimento (SCHNETZLER, 2010).

2.2 Ensino da Química e as possibilidades didáticas

A educação, segundo Libâneo (1994), é uma instituição social de um país em um momento histórico que influencia na formação de traços de personalidade social e do caráter. Dessa forma colaborando para o ser humano envolvido nesse meio em sua cosmovisão, valores e atitudes em diversas situações. O mesmo autor diz que a instrução está vinculada ao objetivo que a educação tem, pois, a instrução tem resultados formativos, porém, a instrução só tem ação quando em face do ensino.

Na escola o processo educativo se dá através do ensino, que consiste na assimilação de conhecimentos e informações, e essas, acumuladas no decorrer do desenvolvimento histórico-social. E, a "[...] cada dia a contemporaneidade exige do ser humano a capacidade de se transformar, reinventar e de se adaptar de acordo com as situações que surgirem" (GAMELEIRA, 2017, p. 25). Assim, o ensino de ciências atual deve estar vinculado ao momento em que se está vivenciando; e no caso, hoje, existe uma enorme quantidade de conhecimento a ser ensinado aos estudantes, e isso não ocorrerá de forma fácil.

Por outro lado, Pozo e Crespo (2009), enfatizam um ensino não-polarizado dos resultados seletivos e formativos nas séries posteriores ao fundamental. Assim, "não é ousado dizer que no ensino médio tradicionalmente o critério seletivo tem tido prioridade sobre o formativo" (Ibid., 2009, p. 26).

Corroborando, Martins (2005), afirma que o ensino de ciências nas escolas tem apenas a finalidade, um círculo vicioso, a aprovação dos estudantes nos exames vestibulares, que são sugeridos em um programa escolar guiados por certo livro didático, ou sua continuação nos estudos no nível superior. Porém,

> A extrema complexidade do mundo atual não mais permite que o ensino médio seja apenas preparatório para um exame de seleção, em que o estudante é perito, porque treinado em resolver questões que exigem sempre a mesma resposta padrão. O mundo atual exige que o estudante se posicione, julgue e tome decisões, e seja responsabilizado por isso. (BRASIL, 2006, p. 106)

Ainda assim, segundo Mendes (2011), é deplorável a situação no ensino de ciências atualmente, principalmente o de química, pois existe uma grande frustração dos professores em relação aos seus esforços de ensinar, quando estes não veem resultados, e seus alunos não têm interesse nas aulas e aprendem cada vez menos.

Talvez a resposta para isso seria porque a maioria das disciplinas e metodologias na escola estão direcionadas à aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2013). E assim,

> [...] o ensino é visto pelos estudantes como algo abstrato e longe de sua realidade, o que acaba gerando desinteresse pelo trabalho escolar. Os estudantes importam-se apenas com as notas e com a promoção, o que contribui para o rápido esquecimento dos assuntos estudados; já que esses são muitas vezes apenas memorizados para serem integralmente replicados em avaliações tradicionais. O desinteresse dos estudantes e a falta do desenvolvimento do raciocínio lógico acabam por dificultar ainda mais o trabalho do professor (HARTJE, 2017, p. 29)

Também se admite uma complexidade nas relações referentes ao ensino sendo emocionais e pessoais (professor-professor e aluno-aluno). Contudo, mais complexas estão as relações destes com as aulas de química. As dificuldades podem ser destacadas como a natureza eminentemente experimental, os comportamentos quase sempre microscópicos que arremetem os estudantes a um raciocínio imaginativo, além das abordagens de conexões aos temas atuais sobre avanços tecnológicos e sociais, entre outros (FRANCISCO JUNIOR, 2010).

Apesar do momento de crise na educação científica e no ensino de química, cada vez mais os colaboradores envolvidos ativamente nas melhorias do ensino estão compreendendo qual o seu papel nessa situação (LIMA, 2012). Pois, apesar da maior parte da motivação, de se aprender ciência/química, ter que vir dos estudantes, estes por sua vez, não estão motivados porque não estão aprendendo. Deste modo, esta motivação já não parte somente destes, mas de como são ensinados, apontando-se para os seus educadores.

Por isso, houve e há uma crescente mobilização em direção a melhoras no ensino de química. As novas tendências para a educação construtivista são percebidas em diversas pesquisas dessa área (SCHNETZLER, 2010). Nesta educação está a ideia de se ensinar não como processos de repetição ou a transferência de muitas informações ao léu, mas implicam em “transformar a mente de quem aprende, que deve reconstruir em nível pessoal os produtos e processos culturais com o fim de se apropriar deles” (POZO; CRESPO, 2009, p. 20); também permite a “construção de uma visão de mundo mais articulada e menos fragmentada, contribuindo para que o indivíduo se veja como participante de um mundo em constante transformação” (BRASIL, 1999, p. 241).

A seguir discorre-se sobre as várias propostas didáticas, chamadas nessa pesquisa de estratégias didáticas, para se trabalhar a química em coerência à visão construtivista:

Com as mobilizações apontadas anteriormente surgem, por exemplo, as abordagens Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que para Santos e Mortimer (2000), seu objetivo principal no ensino médio é promover uma alfabetização científica e tecnológica aos cidadãos. Dessa forma, incutindo e fomentando nestes, conhecimentos e habilidades fundamentais que os tornam decisivos na tomada de decisão quando em frente de problemas sociais.

Gurgel (2018) afirma que a educação química através do enfoque CTS é positiva, pois leva os estudantes a debaterem atitudes responsáveis, além de se aprofundarem na esfera conceitual de modo significativo. Carmo (2006, p. 21) também ressalta um dos seus (das abordagens CTS) objetivos no ensino de química: mostrar através da "conscientização do aluno, de que a Química, se bem administrada, pode ser uma grande alternativa de impulso para o desenvolvimento de um país, e não simplesmente como uma causadora de problemas".

Surgem também, aliadas ao ensino, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's), que compõem uma ferramenta potencializadora da aprendizagem, quando são utilizadas de forma correta. As TIC's são instrumentos identificados como: "internet, vídeos, simuladores, laboratórios virtuais, jogos interativos, redes sociais, entre outros recursos visuais, auditivos e audiovisuais que divulgam informações por meio de computadores e Web" (TAVARES; SOUZA; CORREA, 2013 apud SANTANA JÚNIOR, 2018, p. 24).

Grandes vantagens são atribuídas à utilização das TIC's para ensino, principalmente por mostrar fenômenos que estão fora da visão do aluno (ESTEVES; FISCARELLI; SOUZA, 2013). Há ainda de se ressaltar que no ensino de química muitos processos são inviáveis na sala de aula e o uso desses recursos disponibiliza uma antecipação às situações reais, além de se ampliar o conhecimento através dos sentidos dos estudantes, sendo motivador e mais inteligível (GIBIN, 2009; KISTLER, 2010; TAVARES, 2007, apud SANTANA JÚNIOR, 2018).

Outra estratégia didática é a utilização de **analogias,** e estas estão presentes em quase todas as situações que uma pessoa vive, principalmente quando se quer

transmitir informações ou entender algo novo (FRANCISCO JUNIOR, 2010; HARTJE, 2017; SANTANA, 2014).

O raciocínio analógico é um importante recurso da cognição humana que suplanta tempos através da história, civilizações e sociedades (CLEMENT, 2008; DAGHER,1995; GLYNN, 1991; JOHNSON-LAIRD, 1989; NERSESSIAN, 2008).

> O raciocínio humano se baseia em algo conhecido, nos elementos já pertinentes à estrutura cognitiva do sujeito. Nós julgamos os novos elementos aos quais somos expostos, por meio de analogias à nossa experiência acumulada até então, nós usamos o arcabouço cognitivo que já possuímos para lidar com dados novos, portanto o tratamento dessas novas informações vai ser elaborado nas relações que o sujeito estabelecer entre elas e sua estrutura cognitiva atual, e um dos mecanismos de construção dessas relações é o uso de analogias. (GOULART, 2008, p. 27).

Segundo Duit (1991) e Treagust *et al*. (1992), a analogia é definida como a comparação baseada nas similaridades de atributos em dois domínios diferentes, um conhecido e o outro pouco conhecido ou desconhecido. Essas são interações dos chamados conceitos-alvo e os conceitos-análogo, respectivamente, assuntos a serem aprendidos com os conhecimentos prévios do aprendiz. Dessa forma, o aprendiz pode comparar e diferenciar esses conceitos com o objetivo de aproximar um conhecimento não compreendido (DUARTE, 2005).

Uma dificuldade da educação básica é a compreensão da linguagem científica. Por se tratar de algo não corriqueiro, para muitos estudantes a linguagem científica é taxada como fria e dura levando muitos a não gostar dos conteúdos relacionados às ciências. Mas também, deve-se saber que:

> A linguagem científica tem características próprias que a distinguem da linguagem comum. Essas características não foram inventadas em algum momento determinado. Ao contrário, foram sendo estabelecidas ao longo do desenvolvimento científico, como forma de registrar e ampliar o conhecimento. Essas características, muitas vezes, tornam a linguagem científica estranha e difícil para os alunos. Reconhecer essas diferenças implica em admitir que a aprendizagem da ciência é inseparável da aprendizagem da linguagem científica (MORTIMER; CHAGAS; ALVARENGA, 1998, p. 8).

Portanto, essa linguagem vem da construção do conhecimento da ciência, sendo uma tentativa de representação do mundo real. Desse modo, são tratadas no meio científico e na educação como modelos científicos (LIMA; NÚÑEZ, 2004; SILVA JÚNIOR; DANTAS; FARIAS, 2017).

Os modelos são instrumentos utilizados pelos cientistas para produzir e transmitir ciência, sendo então, fundamental para o seu (da ciência) crescimento e manutenção (MONTEIRO; JUSTI, 2000).

> Quando um modelo expresso é aceito pela maioria dos integrantes de uma comunidade, ele é chamado de modelo consensual. O modelo consensual é valido por tempo indeterminado, até que surja um novo modelo mental que seja expresso e transforme-se em um modelo consensual, por explicar, interpretar ou/e promover uma maior compreensão do objeto de estudo em questão (SILVA JÚNIOR; DANTAS; FARIAS, 2017, p. 53).

.

Para auxílio dos modelos consensuais, devido sua natureza fortemente abstrata, difíceis muitas vezes de serem entendidos de forma rápida ou correta, foram propostos os modelos de ensino. O modelo de ensino seria uma situação ou um objeto que ajudaria os alunos na visualização desses modelos consensuais, pois estariam em harmonia ao contexto desses alunos (JUSTI, 1997; SILVA JÚNIOR; DANTAS; FARIAS, 2017).

Diante disso, Monteiro e Justi (2000) afirmam que muitos autores de livros e professores recorrem ao uso das analogias. E então, “os conceitos científicos considerados pelos alunos um tanto ‘indigestos’ são mais facilmente compreendidos com o uso destes recursos que tornam os conceitos mais ‘palatáveis’” (FERRAZ; TERRAZZAN, 2003, p. 214).

Duarte (2005) afirma também, que as analogias propiciam (através de estudos de inúmeras áreas do conhecimento e pelo seu trato com uma nova visão do não observável) comunicação científica e o desenvolvimento da ciência, sendo um significativo produto subjacente, intencional, cultural e social, para o bem dos processos de aprendizagem.

Portando, as analogias são estratégias didáticas que contribuem para o processo ensino-aprendizagem de ciências, tendo potencialidades atribuídas por Duarte (2005), Hartje (2017), Fabião e Duarte (2005), Duit (1991), Nagem *et al*. (2003), que:

- Ativam o raciocínio analógico;
- Facilitam o entendimento e/ou a visualização de conteúdos abstratos;

- Aumentam capacidades cognitivas como as tomadas de decisões e criatividade;
- Facilitam a evolução ou a mudança conceitual;
- Tornam o conhecimento cientifico mais inteligível e significativo;
- Promovem o interesse do aluno pelo assunto a ser aprendido;
- Facilitam o acesso aos conhecimentos prévios e/ou concepções alternativas dos estudantes;
- Podem ser utilizadas para avaliar o conhecimento e a compreensão dos estudantes.

Por outro lado, podem não surtir o efeito esperado podendo vir a se constituir como uma "*faca de dois gumes*" (DUIT, 1991). Deste modo, Araújo, Malheiro e Teixeira (2015) alertam que o professor ao utilizar estratégias didáticas que tenham analogias, metáforas e modelos, precisa estar consciente das suas vantagens e desvantagens. Dentre os efeitos indesejáveis que as analogias podem acarretar, se não forem utilizadas de modo organizado e consciente, Duarte (2005, p. 12) lista:

- A analogia pode ser interpretada como o conceito em estudo, ou dela serem retidos apenas detalhes mais evidentes, sem se chegar ao esperado;
- Poderá não ocorrer um raciocínio analógico para compreensão da analogia;
- A analogia pode não ser reconhecida, não ficando explícita a sua utilidade;
- Os alunos podem dar ênfase somente nos aspectos positivos da analogia e não valorizar limitações.

Sabendo também disso, pesquisadores como Cachapuz (1989), Glynn (1991); Harrison e Treagust (1994), Nagem, Carvalhães e Dias (2001), Francisco Junior (2010) têm dado ênfase para a utilização desta estratégia didática de forma sistemática nas atividades educacionais. Freitas (2011) enfatiza que esse tipo de abordagem (sistematização do ensino através de analogias) se faz necessária nesses tempos, por evitar que a prática docente não venha a ser uma “cobaia” nas

experiências com analogias e aulas pouco delineadas. Alerta-se também a conscientização e a sistematização dessa estratégia para não levar os estudantes a manterem ou criarem obstáculos epistemológicos, entraves ao aprendizado científico, denunciados por Bachelard (1996).

> O uso sistemático de analogias nas atividades de ensino é decorrente da necessidade de potencializar o processo e assegurar a utilização de modo consciente por parte de professores e alunos, para que deste modo o instrumento didático, exerça novas funções além de comunicativa e explicativa, constituindo-se como elemento construtor e modelador da aprendizagem de conceitos científicos (SANTOS; FEITOSA; SANTANA, 2016, p. 3).

Ao encontro destas necessidades, algumas configurações e modelos foram criadas em auxílio aos professores e alunos quanto ao uso dessa estratégia didática de maneira sistematizada. Antes, Duarte (2005) confere três tipologias para os modelos de acordo com as estratégias utilizadas, sendo: modelos centrados no professor (o professor cria, aplica e coordena a realização da estratégia); modelos centrados no aluno (o aluno é parte principal, pois cria e participa ativamente no processo); modelos centrados no professor e no aluno (professor e aluno integram a criação e realização do processo desse ensino).

Dentre os modelos de se ensinar através de analogias, por ser um dos mais utilizados e referenciados em pesquisas, destaca-se o modelo proposto por Glynn (1991), Ensino Com Analogias, "Teaching With Analogies – TWA", reformulada por Harrison e Treagust (1993), e utilizada por Glynn *et al*. (1994). Consiste nos seguintes passos: (1) introduzir o assunto-alvo; (2) sugerir o assunto-análogo; (3) identificar as características relevantes do análogo; (4) mapear similaridades do alvo e análogo; (5) indicar onde a analogia falha; e (6) esboçar conclusões.

Outros modelos também foram propostos como a Metodologia de Ensino Com Analogias – MECA, que consiste em um modelo derivado do TWA (NAGEM; CARVALHAES; DIAS, 2001). O método consiste na descrição da sequência: (1) Área de Conhecimento; (2) Assunto; (3) Público; (4) Veículo; (5) Alvo; (6) Descrição da Analogia; (7) Semelhanças e Diferenças; (8) Reflexão; (9) Avaliação.

Francisco Junior (2010, p. 94), destaca o Modelo Didático Analógico, apresentado por Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001), como uma das propostas mais recentes de modelos de ensino por analogia. A proposta se dá em quatro etapas: (1)

o momento anedótico; (2) momento de conceitualização da analogia; (3) momento de correlação conceitual; e (4) momento de metacognição.

Francisco Junior (2010, p. 96), em sua obra “Analogias e Situações Problematizadoras em Aulas de Ciências”, propõe um modelo, que tem como objetivo do uso de analogias “despertar nos alunos um pensamento reflexivo, crítico; fazer os estudantes sujeitos da sua própria aprendizagem”.

A proposta segundo Francisco Junior (2010, p. 100) se dá nas seguintes etapas: (1) apresentar a analogia/modelo em uma etapa problematizadora; (2) apresentar o alvo em forma problematizada; (3) pedir que os alunos façam comparações entre o alvo e o análogo; (4) problematizar as comparações feitas pelos alunos e as que não foram identificadas; (5) identificação das limitações entre o alvo e o análogo pelos alunos; (6) problematizar as limitações, as que foram e que não foram encontradas pelos alunos; (7) problematizar as semelhanças e limitações para superação do análogo; (8) metacognição; e (9) problematização de aspectos pendentes por conversa entre os alunos.

Apesar dos inúmeros modelos, estes sugerem um mesmo caminho: o de apresentar um conceito novo através de um conceito-análogo, este por sua vez, deve ser relacionável com os conhecimentos prévios dos estudantes; depois, os conceitos novos juntamente com o análogo são detalhados em aspectos de similaridade e diferenças, mostrando-se onde esta falha no alcance do aprendizado do conceito novo; e por fim as reflexões, com objetivo de observar se o conceito foi aprendido significativamente.

Bastante abordada na literatura do ensino de química, tem-se a **contextualização**. O termo contextualização entrou em pauta com a reforma do Ensino Médio, discutido na Lei de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1996). Começou a ser utilizado com a promulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1999), sendo um termo novo na língua portuguesa (NUNES, 2017; WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013). Porém, o seu significado no ensino de um modo geral, não o é. Então, não se originaram nesses documentos, já se tinha sob diferentes termos (KATO; KAWASAKI, 2011).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), contextualizar o conteúdo significa primeiro assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto, e que essa interação

necessita de um novo significado à informação visando uma aprendizagem mais significativa (BRASIL, 1999).

Apesar do uso da palavra contextualização ser referido ao termo contexto, ela não faz parte do vocabulário concernente aos conceitos convergentes “contexto” e “contextuar”; a terminação correta seria então, contextuação (MACHADO, 2004; WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

Segundo Machado (2005), etimologicamente contextuar seria ter uma referência em sua raiz primordial no texto, ou seja, de onde foi extraído, não se perde o valor de significação, continua relacionado.

> O enraizamento na construção dos significados constitui-se por meio do aproveitamento e da incorporação de relações vivenciadas e valorizadas no contexto em que se originam na trama de relações em que a realidade é tecida, em outras palavras, trata-se de uma contextuação (MACHADO, 2004, apud WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013, p. 86).

Lopes (2002) argumenta que o desenvolvimento do conceito de contextualização foi feito pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) com reconhecimento dos múltiplos discursos curriculares, nacionais e internacionais, e contextos acadêmicos, dentre outros. O mesmo autor identifica autores com concepções variadas em relação ao termo contextualização.

> Tais concepções de contextualização se originaram dos contextos significativos apontados por esses autores para o ensino de ciências: realidade, vida, vivência, mundo, cotidiano, trabalho, cidadania, contexto social, contexto histórico e cultural, conhecimentos prévios do aluno e disciplinas escolares (LOPES, 2002, apud WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013, p. 87).

Foram identificadas e organizadas por Kato e Kawasaki (2011) cinco categorias de análise em abordagens, contexto de significados e ocorrências à contextualização: 1) abordagens relacionadas ao cotidiano do aluno (entende-se que a contextualização está relacionada a experiências pessoais e sociais, e ao trabalho); 2) abordagens sobre interdisciplinaridade (busca-se a relação entre as várias disciplinas); 3) abordagens relacionadas com a ciência, enquanto produto e processo; 4) abordagens que relacionam conhecimento escolar e científico, agrupando diversas formas de conhecimento em diferentes contextos; 5) abordagens relacionadas aos contextos histórico, social e cultural, acometendo também as de CTS.

Duré, Andrade e Abílio (2018) concordam que a importância da contextualização do ensino surge com a crítica do distanciamento entre os conteúdos curriculares e a realidade dos alunos; também pela omissão da historicidade da produção científica, contribuindo para uma educação fora da compreensão crítica do fazer científico.

> Os saberes ensinados aparecem como saberes sem produtores, sem origem, sem lugar, transcendentes ao tempo, ensinando-se apenas o resultado, isolando-os da história de construção do conceito, retirando-os do conjunto de problemas e questões que os originaram. Nesta perspectiva de ensino, os currículos escolares tornam-se inadequados à realidade em que estão inseridos, pois estão centrados em conteúdos muito formais e distantes do mundo vivido pelos alunos, sem qualquer preocupação com os contextos que são mais próximos e significativos para os alunos e sem fazer a ponte entre o que se aprende na escola e o que se faz, vive e observa no dia a dia (KATO; KAWASAKI, 2011, p. 36).

Pesquisadores das áreas educacionais se posicionam à contextualização como veículo que proporciona aprendizagem significativa vinculada à educação em cidadania, pelo estreitamento da vivência do aluno com as ciências, ou seja, tem-se uma relação entre conceitos e contextos, podendo ser discorrida como princípio norteador ou recurso didático-pedagógico (FARIAS, 2018; SILVA; MARCONDES, 2014; WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

Para Santos (2007, p. 5), a contextualização apresenta os seguintes objetivos:

> [...] 1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; 2) auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência; e 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano.

No ensino de química, a contextualização pode ser compreendida, segundo Silva e Marcondes (2014), como um caminho a exemplificação, de modo a motivar os abrangidos; um estudo mais científico para se compreender certos temas atuais; também para o estudo de questões sociais, tanto para o incremento de valores e atitudes, como para a transformação de certo âmbito social.

A aprendizagem de química, na perspectiva da contextualização, promove o desenvolvimento de capacidades e habilidades, inclui situações de caráter problemáticas que estão na realidade para serem observadas de forma crítica, permitindo assim ao aluno crescer em competências em interpretar e analisar dados,

discutir opiniões, concluir sobre temas, distinguir realidades e tomar decisões (BRASIL, 2002).

Para Farias (2018), contextualizar seria, sobretudo, relacionar os conhecimentos químicos ao cotidiano do estudante; também encontrar suas potencialidades e conhecimentos prévios para buscar soluções, discutindo sobre os temas que fazem parte tanto de dentro como de fora da sala de aula. Nunes (2017) afirma então que, o ensino deve considerar as vivências e "[...] o contexto dos estudantes. Somente baseado nisso é que o conhecimento ganhará significado real para o aluno" (NUNES, 2017, p. 25).

Contudo, o termo contextualização muitas vezes é confundido ou empregado como sinônimo somente de exemplificação, exploração de fatos e curiosidades; também muito se tem falado que esta é uma estratégia infalível de motivar e facilitar nos alunos o aprendizado, fato que não se pode afirmar, pois não foi criado com fins passivos, ou de contribuição sem certo grau de dificuldade em se transmitir ou de se assimilar.

Outra forma bastante difundida de se trabalhar a química é através da abordagem utilizando a estratégia didática **experimentação investigativa**.

Segundo Menezes (2018), a utilização das atividades experimentais no ensino de ciências acontece desde o século XVIII, mostrado por um documento da Universidade de Coimbra, exposto por Dias (1998):

> Como as Lições Teóricas nesta Ciência [Química] não podem ser bem compreendidas, sem a prática delas; deverá o professor (...) [dar] as Lições competentes na Prática no Laboratório; nas quais não fará dos seus Discípulos meros espectadores; mas sim os obrigará a trabalhar nas mesmas Experiências, para se formarem no gosto de observarem a Natureza; e de contribuírem por si mesmos ao adiamento, e progresso nesta Ciência. (Estatutos da Universidade de Coimbra, 1772, apud. DIAS, 1998, p. 3).

Mais adiante, Furió (2001 apud Vieira, 2012) relata que em 1891, um professor de química chamado H.R. Armstrong mobilizou o ensino de ciências de sua época com suas ideias, pois se tinha um ensino excessivamente dado à memorização. Esse professor enunciava que o ensino de ciências não se dava somente em teoria, mas perpassa o campo de trabalho. "As ideias de Armstrong surgem num movimento de ressaltar a importância da experimentação nas construções científicas, assim como o valor formativo dos seus métodos" (FURIÓ, 2001 apud VIEIRA, 2012, p. 22).

No século XX, John Dewey retoma essas ideias criticando o ensino de ciências, que somente enfatizava o acumulo de informações acabadas, não levando o estudante a entender a ciência como um método de pensamento e atitude mental que viabiliza a transformação da mente (RODRIGUES; BORGES, 2008).

Para Sá (2009 apud Vieira 2012), as ideias de Dewey para o ensino por investigação ganharam força depois dos anos 1960 pelas proposições do educador Joseph Schwab. Este afirmava que a ciência era composta, tanto por arcabouços conceituais, como por procedimentos, e estes foram construídos ao logo da história; e também deveriam refletir o modo de enxergar os conhecimentos científicos.

No final da década de 80 e início de 90, foram retomadas as práticas de ensino de ciências por investigação. Isso ocorreu pelo movimento de reforma curricular nos Estados Unidos da América e Inglaterra (DUSCHL, 2008 apud VIEIRA, 2012). Desde então,

> [...] diversas pesquisas surgiram a fim de propor o ensino por investigação como uma atividade com caráter motivacional, despertando o interesse e a atenção do aluno com atividades que sejam funcionais, que possam ser feitas com materiais simples, na própria sala de aula e que facilitem a aquisição dos conceitos pelos alunos, além de favorecer que eles mesmos construam seu conhecimento a partir de experiências sobre sua própria realidade (VIEIRA, 2012, p. 42).

No Brasil, desde as décadas de 50 e 60, já se tinha o objetivo de incluir no ensino de ciências a investigação científica, sendo apresentada pela IBECC – Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura. Essa instituição produzia materiais didáticos para o ensino de ciências baseados no conceito de que as ciências principiavam mais que um corpo de conhecimentos, um processo de investigação (BARRA; LORENZ,1986 apud VIEIRA, 2012).

O ensino de ciências por investigação só começou a ser discutido de forma ampla no Brasil depois dos PCN's, sendo sua abordagem pouco estabelecida, tanto que em 2005 a UNESCO lançou um documento a fim de promover o interesse dos estudantes nas ciências por essa perspectiva (RODRIGUES; BORGES, 2008; UNESCO, 2005; VIEIRA, 2012).

As atividades de cunho investigativo têm muitas nuances, mas se afunilam em um propósito: suscitar no estudante um espírito investigador das ciências, ativo e pleno. E isso pode ser condicionado por aulas que busquem incentivar nestes estudantes respostas a partir de situações-problema (algo real, que seja de interesse

destes, visando seus conhecimentos prévios, culturalmente relevantes), fomentando a busca destes por informações, proposições de hipóteses (testando-as), combinando conceitos, teorias e processos, incentivando também a discussão, e então, a conclusão, até que cheguem na explicação dos fenômenos investigados (AZEVEDO, 2004; FREITAS ZOMPERO; LABURÚ, 2010; GAMELEIRA, 2017; MENEZES, 2018; SOUZA *et al*., 2013; SPRONKEN-SMITH *et al*., 2007; SUART, 2014; VIEIRA, 2012).

> Os alunos, dessa maneira, têm um papel ativo, sendo o professor o orientador desse processo, no qual incentiva os alunos a participar, indica ou fornece informações necessárias, questiona os encaminhamentos dados pelos estudantes na busca de soluções para o problema, auxilia-os na elaboração de procedimentos e na análise dos dados (SOUZA *et al*., 2013, p. 14).

As atividades no ensino de ciências por investigação, segundo Duschl (2005 apud Vieira, 2012), devem englobar três objetivos integrados: os arcabouços conceituais e cognitivos, direcionados ao conhecimento científico; os arcabouços epistêmicos, que colaboram para estas atividades; e os processos sociais, que mobilizam as condições para geração dos conhecimentos científicos.

Para Suart e Marcondes (2007), o ensino experimental investigativo apresenta as seguintes características:

> (1) deve ser um meio para explorar as ideias dos alunos e desenvolver a sua compreensão conceptual; (2) deve ser sustentado por uma base teórica prévia informadora e orientadora da análise dos resultados (3) deve ser delineada pelos alunos, para possibilitar um maior controle sobre sua própria aprendizagem, sobre as suas dificuldades e de refletir sobre o porquê dessas atividades, para as ultrapassar (SUART; MARCONDES, 2007, p.3).

A pesquisa de Tamir (1991) sobre as categorias das atividades investigativas foi comentada por Borges (2002). Este ressalta que existem quatro níveis desse tipo de atividade, mostradas no Quadro 1 suas diferentes funções a respeito: do problema que será resolvido, se é dado pelo professor ao estudante (dados), ou se fica somente sob a responsabilidade dos estudantes (em aberto); dos procedimentos executados, se são, ou não dados ao estudante (Dados ou Em aberto); e das conclusões a serem expostas em relação ao problema, que também podem ser dados, ou ficam em aberto.

Quadro 1 – Os níveis das atividades investigativas, segundo Borges (2002).

Nível de investigação	Problema	Procedimentos	Conclusões
Nível 0	Dados	Dados	Dados
Nível 1	Dados	Dados	Em aberto
Nível 2	Dados	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

As atividades experimentais, segundo Souza *et al*. (2013, p. 11), tem suas práticas bem aceitas pela maioria dos professores, com a grande fala de se "ensinar na prática", mais ainda pelos alunos, pois estes "[...] gostam de ver cores, fumaças, movimentos, choques e explosões".

É indiscutível a vantagem das experimentações para chamar a atenção dos alunos para as aulas em vigência através da observação e bem-estar com os colegas. Por isso, a experimentação no ensino de química é:

> [...] uma estratégia capaz de motivar os alunos e melhorar os resultados do processo de ensino e aprendizagem. Entretanto, essa demasiada importância dada à experimentação como solucionadora dos problemas de aprendizagem acaba por dificultar algumas potencialidades que essa estratégia poderia alcançar (SUART; MARCONDES; LAMAS, 2010, p.200).

O que vem sendo observado nas atividades experimentais atualmente é que muitas vezes essas ações somente visam a comprovação de teorias, sendo mostradas antes ou depois dos conteúdos tratados em sala de aula. Esse tipo de execução, entretanto, não valoriza aspectos cognitivos do estudante, sendo disponibilizados somente roteiros, entregues na hora da aula, como "receita de bolo" executadas mecanicamente, não dando espaço para este expor suas dúvidas ou observações; tornando este aluno um agente passivo (GAMELEIRA, 2017; SUART; MARCONDES, 2009; VIEIRA, 2012).

> Em outras palavras, o que se espera é que a expressão "participação ativa dos estudantes", tantas vezes usada para justificar o uso de atividades experimentais nas aulas de Química e em outras atividades didáticas, passe a adquirir o significado de "participação *intelectualmente ativa* dos estudantes" (SOUZA *et al*., 2013, p. 13).

Portanto, no processo de construção dos conhecimentos, o professor motivado à mudança desta visão (a experimentação como “receita de bolo”) poderia disponibilizar atividades experimentais de modo a colocar o estudante diante de situações-problema, com propósitos de aumento de capacidades procedimentais. E isto é encontrado nas atividades experimentais de natureza investigativa (SOUZA *et al*., 2013). Pois os “alunos e professores têm teorias epistemológicas arraigadas que necessitam ser problematizadas, pois, de maneira geral, são simplistas, cunhadas em uma visão de Ciência neutra, objetiva, progressista, empirista” (GALIAZZI; GONÇALVES, 2004, p. 326).

A contribuição desse tipo de atividade no ensino de ciências está: na possibilidade das discussões, relacionando os conceitos com o contexto de forma responsável, e tal participação é de forma intelectual ativa; em permitir a relação de coisas e objetos visando o exercício de representação e simbolização; na formação crítica do aluno para construção de uma sociedade mais democrática; na capacidade de contextualizar; na formulação de hipóteses; na capacidade de planejamento e execução de experimentos; na interpretação de dados; na habilidade de argumentação e conclusão de temas científicos (FERNANDES; SILVA, 2004; SANDOVAL, 2005; VIEIRA, 2012; WARTHA, E. J.; LEMOS, 2016).

Outra potencial estratégia didática para se abordar a química é a utilização de **mapas conceituais**, que são diagramas hierárquicos utilizados na representação e apresentação de conceitos, como formas de demonstração da organização dos conceitos na estrutura cognitiva do estudante relacionados a um determinado tema; ou organização conceitual de uma dada disciplina na perspectiva do seu organizador (BENDITO, 2015; MOREIRA; MASINI, 2006).

Os mapas conceituais foram sugeridos como técnica de mapeamento conceitual em 1972 por Joseph D. Novak e seus colaboradores na Universidade de Cornell, e se objetiva em:

> [...] representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições. Uma *proposição* consiste em dois ou mais termos conceptuais ligados por palavras de modo a formar uma unidade semântica. Na sua forma mais simples, um mapa de conceitos consta apenas de dois conceitos unidos por uma palavra de ligação de modo a formar uma proposição (NOVAK; GOWIN, 1996, p. 31).

Conceitos são representações de um objeto ou situação pelo pensamento e expressos em palavras, apresentando características gerais particulares (NOVAK, 1988, AUSUBEL, 2003). Os conceitos são também “[...] as imagens mentais que provocam em nós as palavras ou signos com os quais expressamos regularidades” (ONTORIA PEÑA, *et al*., 2005, p. 44). Assim, os conceitos são imprescindíveis, ou mais além, “o ser humano vive em um mundo de conceitos em lugar de objetos, acontecimentos e situações” (AUSUBEL, 1963, 1968, 2000 apud MOREIRA, 2013a, p. 30).

Como dito, os mapas conceituais podem ser traçados para uma disciplina de uma aula toda, ou de um assunto, tópicos, entre outros. Há muitas formas de se traçar um mapa conceitual, ou seja, uma variedade de formas nos diagramas de uma hierarquia conceitual. Contudo, Moreira e Masini (2006, p. 52) afirmam que se devem interpretar esses mapas sabendo que são somente uma maneira da disposição dos conceitos, e esses refletem o entendimento de cada um que os produz, ou seja, são “possíveis representações de certa estrutura conceitual”.

Para maior compreensão do que seria um mapa conceitual, um exemplo onde a teoria aprendizagem significativa foi sugerida num mapa conceitual, segundo Moreira (2013a) e exposto na Figura 2.

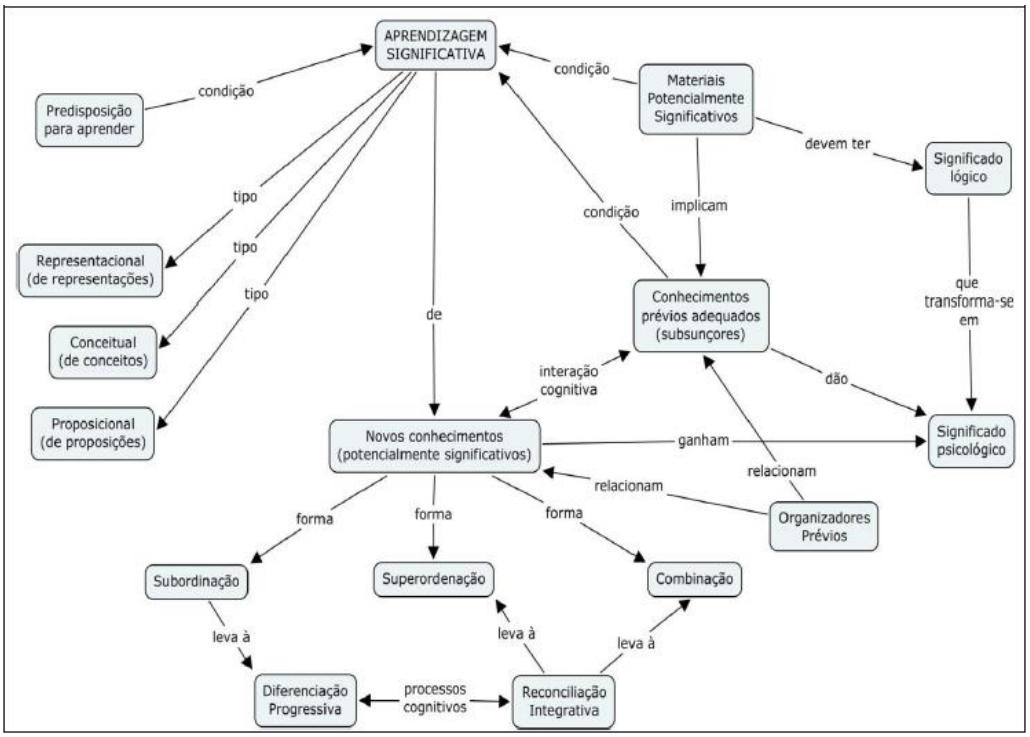


Figura 2 - Um mapa conceitual para a Teoria Aprendizagem significativa (MOREIRA, 2013a).

Note que o conceito central neste exemplo é aprendizagem significativa. No decorrer do diagrama os conceitos mais específicos são distribuídos “ao redor” dos conceitos mais abrangentes como segmentos hierarquizados ligados por setas que contêm palavras que as conectam formando um todo em relação ao tema principal.

Mapas conceituais tem suas variadas utilidades, majoritariamente sendo para o mapeamento dos conceitos. Então, podem ter finalidades como: “instrumento de análise de currículo, técnica didática, recurso de aprendizagem, meio de avaliação” (MOREIRA, 2010, p. 16).

Utilizados para a análise de currículo, e esse sendo um conjunto de conhecimentos, pode-se traçar um mapa como uma referência ao se planejar um curso, sendo de conceitos mais gerais (Ibid., 2010).

Como técnica didática, esses mapas “podem ser usados para mostrar relações significativas entre conceitos ensinados em uma única aula”, ou num módulo inteiro. Entretanto, devem ser representadas de forma simples pelo professor, sendo de preferência, que os estudantes já tenham conhecimento do assunto permitindo os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa (Ibid., 2010, p. 16).

Quanto ao uso como recurso de aprendizagem, serão quando, os estudantes os utilizarem de forma mais individual, de modo que façam diferenciações, reconciliações, e integrando os conceitos das variadas informações que foram encontradas (Ibid., 2010).

A utilização de mapas conceituais como instrumento de avaliação é de grande valia, não na forma de testar o conhecimento, mas de obterem-se informações sobre a estrutura cognitiva do aluno em determinado conjunto de conceitos, sendo uma avaliação qualitativa (MOREIRA; MASINI, 2006).

Importante enfatizar também que “os mapas conceptuais são instrumentos extraordinariamente eficazes para revelar a existência de concepções alternativas, dados que esses mapas exteriorizam proposições” (NOVAK; GOWIN, 1996, p. 36). As concepções alternativas são interpretações que não estão de acordo com o modelo científico de um conceito. Dessa forma, pode-se intervir de modo positivo nessas situações, substituindo tais conceitos por outros apropriados (ARAÚJO, 2014).

No ensino de química os mapas conceituais em suas diferentes utilizações são grandes influenciadores do bom processo ensino-aprendizado, pois possibilitam a

sistematização das informações. E essa estratégia seria necessária atualmente, pois os conteúdos, da forma que são abordados, e por sua linguagem, em sua maioria, inclinam-se para a memorização.

> A utilização de mapas conceituais se mostra como uma ferramenta de ação pedagógica importante e útil para o ensino dos conteúdos de diversos temas, como os da disciplina de Química, possibilitando que os alunos exponham os conceitos e as relações estabelecidas entre eles (MENEZES, 2018, p. 37).

Trindade (2011), assim como Marialva (2018) utilizaram os mapas conceituais no ensino de química, tanto como recurso de aprendizagem (construção do conhecimento do assunto abordado, levando-os ao processo de diferenciação e reconciliação dos conceitos), como instrumento de avaliação (avaliaram como foram assimilados os conceitos até ali expostos).

Assim, essa estratégia didática tem potencialidades que, de outras formas, não possibilitariam organizar e exteriorizar conceitos requeridos, tanto explícitos, como subjacentes.

2.3 Relações entre as estratégias didáticas e aprendizagem significativa

Para se ter êxito nos processos educacionais, ensino e aprendizagem, tanto Lemos (2011), como Moreira e Masini (2006), concordam que as estratégicas didáticas e as sequências dos conteúdos deverão se fundamentar nas premissas da aprendizagem significativa. E devido a lamentável situação do ensino de ciências,

> Alcançar um processo em que tanto o ensino quanto a aprendizagem apresentem resultados satisfatórios para ambas as partes envolvidas, é o que se anseia, e isso pode se dar por meio de novos posicionamentos e pela implementação de mudanças metodológicas, a fim de construir a aprendizagem mais significativa (SILVA; SÁ, 2016, p. 2).

Assim, como anteriormente dito, as estratégias didáticas enfatizadas na pesquisa serão: analogias, contextualização, experimentação investigativa e mapas conceituais. Essas estratégias, de acordo com diversos autores, norteiam, de forma eficiente, os processos de ensino e aprendizagem de química, pois se inclinam à teoria aprendizagem significativa de Ausubel. Por isso, a seguir, serão apresentadas as relações da aprendizagem significativa com cada estratégia didática aqui enfatizada.

2.3.1 Analogia e aprendizagem significativa

Se a aprendizagem significativa ocorre quando o conceito ou ideias a serem aprendidos interagem com conceitos ou ideias já estabelecidas na estrutura cognitiva de forma não-literal, isto é, que tenha significado (não ao “pé da letra”), sem ser de forma mecânica, então a analogia é uma boa forma de se conseguir chegar a esse tipo de aprendizagem. Porque, como dito anteriormente, as analogias são comparações entre aquilo que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, afim de se conseguir uma aprendizagem mais eficiente do conceito não familiar, de forma que mais se aproxime do contexto do aprendiz.

Há várias pesquisas que apontam a proximidade entre a aprendizagem significativa e as analogias, dentre estas está a de Hartje (2017). Este autor aponta as analogias como idênticas ao que Ausubel (2003) chama de organizador avançado ou prévio, sendo do tipo comparativo, “pois ambos se utilizam de conhecimentos pré-existentes dos indivíduos para ensinar algo novo” (HARTJE, 2017, p. 21).

Outros autores como Carvalho e Bertoni (2014) relatam sua visão sobre essa possível relação:

> As analogias e a teoria da aprendizagem significativa convergem na importância de se valorizar os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes, os conhecimentos prévios, e no uso de material didático potencialmente significativo. Neste caso, o uso de analogias passa a ser um instrumento de linguagem científica para a apropriação dos conceitos científicos, a fim de que seja possível estabelecer relações entre o que o estudante já sabe com o conhecimento científico escolar apresentado, mediados pela ação docente (CARVALHO; BERTONI, 2014, p. 6).

Santos e Téran (2011) tentam aproximar analogias, modelos mentais e aprendizagem significativa num contexto construtivista no ensino de ciências. Eles argumentam que o fenômeno da aprendizagem pelas teorias existentes possui muitas possibilidades de interação. Desse modo continuam em sua premissa:

> A partir do uso do raciocínio analógico em analogias podem verificar o uso de conhecimentos prévios em forma de Modelos Mentais, estes conhecimentos organizados sistematicamente na analogia e de forma metodológica possibilitando a reflexão dos limites das analogias pode-se assemelhar cognitivamente ao uso de subsunçores para aprendizagem significativa (SANTOS; TÉRAN, 2011, p. 204).

Muitas pesquisas no ensino de química utilizam as analogias como metodologias potencializadoras no processo de ensinar significativamente como Carmo (2006), argumentando serem as analogias ferramentas no ensino que promovem a motivação dos alunos.

E essa motivação Ausubel (2003) afirma ser importante, pois o aprendiz tem que querer aprender, sendo sanado aquilo que foi dito anteriormente, em que os alunos não estão motivados porque não estão aprendendo. Assim as analogias, pelo seu trato em aproximar os conhecimentos que já estão na cognição do aprendiz com o conceito não conhecido ou pouco conhecido, proporcionam a alegria de se aprender significativamente.

Carmo (2006) continua descrevendo essa relação:

> As analogias são, para o processo ensino-aprendizagem, as ferramentas capazes de identificar esses subsunçores, pois buscam no aluno as ideias já fundamentadas em sua estrutura cognitiva relacionadas à determinado assunto. No caso do ensino dos conteúdos de Química, professores e alunos têm nas analogias a "ponte" que leva de um conteúdo pouco significativo, ou seja, aquele conteúdo que parece não ter aplicação prática para o aluno, a uma aprendizagem mais eficaz, aquela que depois vai dar ao aluno a chance de gerar outras definições para o conteúdo aprendido. Daí a importância de ensinar conteúdos de Química com a preocupação de ver nestes uma maneira de apresentar várias formas de se entender o mundo que o cerca (CARMO, 2006, p. 51).

Freitas (2011) confirma a premissa anterior e diz que as analogias no ensino de química são importantes quando se pode ter a chance de ocorrer a aprendizagem mecânica. Dessa forma elas aparecem como mediadoras resgatando e tornando ativos os subsunçores específicos para a ancoragem da nova informação.

Oliveira (2006, p. 22) expõe que as analogias para o ensino de química podem ser usadas como organizadores prévios "quando o novo conteúdo não encontrar âncoras adequadas na estrutura cognitiva do estudante [...] para preencher a lacuna existente entre o que o aluno sabe e o que se pretende que ele aprenda de forma significativa".

Portanto, a relação entre analogias e aprendizagem significativa é pertinente, pois são potencializadoras dessa aprendizagem, seguindo os mesmos critérios que embasam a teoria de Ausubel.

2.3.2 Contextualização e aprendizagem significativa

A contextualização foi fundamentada na abordagem de aprendizagem significativa, pois relaciona conhecimentos prévios (contexto do aluno) e conceitos científicos que estão em consonância com o meio onde o aluno situa-se, tanto em esfera social, pessoal, histórico e cultural. É possível então “generalizar a contextualização como recurso para tornar a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências da vida cotidiana ou com os conhecimentos adquiridos espontaneamente” (BRASIL, 2000, p. 81). Assim, a contextualização é uma abordagem para dar significado ao conhecimento escolar, pretendendo encurtar o distanciamento dos conteúdos programáticos que muitas vezes estão longe das experiências dos estudantes (BRASIL, 2002).

Os conhecimentos químicos para serem comportados em contextualização devem estar de acordo com a realidade do aluno, e este, a partir da contextualização, deve estar a par dos avanços tecnológicos, conhecendo o seu meio, no sentido de conseguir enxergar problemas e contribuir para melhorias em muitos aspectos de sua realidade, em âmbito local e se possível, global.

No ensino de química, falando-se de contextualização, é imprescindível as abordagens dos assuntos em termos de status do cotidiano para o aluno com objetivo à aprendizagem significativa. Somente será possível essa aprendizagem havendo interação dos assuntos com os subsunçores deste estudante, e isso se dará quando o assunto for potencialmente significativo, ou seja, o tema abordado deve interagir com alguma informação que o estudante já sabe.

> E é nessa perspectiva, interagindo com o mundo que o aluno desenvolve seus primeiros conhecimentos químicos por meio de atividades do cotidiano. Então, a necessidade de uma estrutura anterior de conhecimento servirá para interpretação e incorporação de novos conceitos, o que dará sentido a uma nova informação definindo o que Ausubel chamou de aprendizagem significativa (NUNES, 2017, p. 26).

Portanto, pode-se afirmar que a contextualização é um meio de se aproximar da aprendizagem significativa, sendo ela mesma criada nesses pressupostos. Daí a aproximação destas premissas na pesquisa sem dificuldades.

2.3.3 Experimentação investigativa e aprendizagem significativa

Pesquisas relacionam as atividades experimentais investigativas com aprendizagem significativa, dentre elas Menezes (2018), Vieira (2012), Santos (2017), Gameleira (2017), Freitas Zompero e Laburú (2010), Souza *et al*. (2013), Souza Junior e Coelho (2013).

Para Freitas Zompero e Laburú (2010), e Vieira (2012), uma primeira aproximação entre essas premissas decorre da exposição do aluno a uma atmosfera onde ele é um agente ativo. Tanto nas atividades investigativas, como na aprendizagem significativa demanda-se uma disposição para relacionar os conhecimentos prévios aos novos, e estes, relevantes para a estrutura cognitiva de quem está na situação de ensino. Dessa forma, para se desenvolver uma atividade investigativa, o engajamento do aluno nesta atividade é primordial, pois se dá a partir de uma problemática onde este deverá solucionar com seus mais relevantes arcabouços cognitivos.

Falando deste recurso, resolução de problemas, e esta vinda das atividades investigativas, Gameleira (2017) e Menezes (2018) a consideram uma aprendizagem por descoberta. Essa forma de aprendizagem não é o foco de Ausubel (2003), mas também pode levar a aprendizagem significativa, caso seja favorecida pelas condições enfatizadas pela teoria, que dependem do material didático e do estudante.

Gameleira (2017) também destaca sua (resoluções de problemas) importância num ciclo de interações desses protagonistas (professor, material didático e aluno) da aprendizagem significativa:

> Essa ferramenta em sala de aula é uma habilidade na qual o aluno evidencia o seu processo de ensino aprendizado, de modo a converter ações, conceitos e exemplos adquiridos e/ou construídos através da interação entre: docente, discentes, materiais e práticas pedagógicas, estando inteiramente ligada a aprendizagem (GAMELEIRA, 2017, p. 30).

A convergência está na existência de condições para que ocorra a aprendizagem significativa que segundo Moreira e Masini (2006) são:

- O material a ser tratado visando à aprendizagem deve ser potencialmente significativo, isto é, tem que ser relacionável a estrutura cognitiva do aprendiz. Isso só ocorrerá quando houver uma aproximação entre

docente e discente, o primeiro tem que conhecer o segundo para perceber seus conceitos prévios e produzir o material didático (MENEZES, 2018).

- O aluno/aprendiz deve ter a disponibilidade de assumir o controle do processo de aprendizagem que ocorre em sua mente. Esse querer depende somente dele, mas se a estratégia do professor não se harmonizar com a estrutura cognitiva deste aluno, não irá também ocorrer aprendizagem significativa.

> As orientações construtivistas do processo de ensino e aprendizagem de ciências defendem que os estudantes constroem seus próprios conhecimentos na interação entre os conhecimentos que fazem parte de suas estruturas mentais, as informações que recebem do meio externo e com os outros. Portanto, o reconhecimento de ideias já estabelecidas na mente do aluno é de fundamental importância para que se estabeleçam ligações entre o que se pretende ensinar e o que o aluno já conhece, tendo em vista a aprendizagem significativa (SOUZA *et al*., 2013, p. 31).

Ausubel (1968 apud MOREIRA; MASINI, 2006) argumenta sobre como se conseguir as evidências de uma aprendizagem significativa evitando a “simulação da aprendizagem significativa”, respostas mecânicas. Estas evidências serão emergidas através de questões e problemas não-familiares, requerendo uma máxima reorganização do conhecimento com a finalidade de se responder tal ideia nova, e assim mostrar sua capacidade intelectual.

> Sendo assim, as atividades investigativas podem ser utilizadas pelo professor para verificar a aprendizagem de seus alunos, por requerer dos mesmos a aplicação dos conhecimentos em situações não familiares a eles, sendo esse um dos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (FREITAS ZOMPERO; LABURÚ, 2010, p. 17).

Silva (2011), comentada por Souza *et al*. (2013, p. 16) sugere aspectos pedagógicos a serem levados em conta quando se produz um material de cunho investigativo, dentre eles estão os “objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais”. Os objetivos apontados são enfatizados por Pozo e Crespo (2009). Tais autores fundamentam-se em uma abordagem construtivista, mas especificamente na aprendizagem significativa para se mudar o rumo do ensino de ciências atual. Este momento que se passa a educação instrucional vive uma crise, onde as aulas não estão mais sendo eficazes para o aprendizado, confirmado, pois, os alunos não mais têm interesse nas aulas, e ainda aprendem cada vez menos.

Portanto, as atividades experimentais investigativas, com as afirmações positivas apontadas anteriormente, estão entre as estratégias que mais proporcionam uma possível aprendizagem significativa.

2.3.4 Mapa conceitual e aprendizagem significativa

Quase impossível falar de mapas conceituais sem mencionar a aprendizagem significativa de Ausubel. Essa técnica de mapeamento conceitual surge com uma crítica que Novak faz ao autor desta teoria:

> Ausubel não se limitou a expor uma ideia antiga de outro modo, uma vez que dedicou cinco capítulos da sua obra a aclarar o importantíssimo papel que desempenham na aprendizagem significativa (em oposição à aprendizagem memorística) os conceitos e as proposições que o aluno já conhece. Porém, apesar desta comprida e precisa elucidação dos aspectos teóricos, Ausubel não proporcionou aos educadores instrumentos simples e funcionais para os ajudar a averiguar "o que o aluno já sabe" (NOVAK; GOWIN, 1996, p. 56).

Propondo um caminho que mostrasse como se conhecer os conhecimentos prévios dos estudantes, Novak propõe então os mapas conceituais. "Novak criou os mapas conceituais como uma fórmula para pôr em prática as ideias de Ausubel sobre a aprendizagem significativa" (ONTORIA PEÑA, *et al*., 2005, p. 49). Novak se tornou um grande divulgador da teoria aprendizagem significativa, tanto que ficou conhecido como sucessor e ampliador desta teoria propondo uma abordagem mais humanista para esta (MOREIRA, 2017).

Moreira (2010, p. 17) ressalta que essa "estreita relação entre mapas conceituais e aprendizagem significativa vem do fato de que logo após seu aparecimento essa estratégia revelou ter um alto potencial para facilitar a negociação, construção e aquisição de significados".

Os mapas conceituais sugerem os princípios que a aprendizagem significativa enfatiza para o processo instrucional como a diferenciação progressiva, as ideias mais abrangentes serão apresentadas primeiramente e progressivamente acompanhadas por ideias mais especificas; também a reconciliação integrativa, relação entre ideias, observação nas similaridades e diferença de ideias, e a tarefa de reconciliar aparentes inconsistências (MOREIRA; MASINI, 2006).

Assim, os mapas conceituais são altamente recomendados e utilizados para diversos fins pedagógicos, sendo que tem suas características metodológicas e instrumentais baseadas nas ideias de aprendizagem significativa.

2.4 Múltiplas estratégias didáticas para a diversidade na sala de aula

A estrutura cognitiva de cada pessoa é diferente, cada situação vivida e aprendida segue seu próprio percurso e ritmo, organizando-se e se reestruturando para que as informações estejam da melhor maneira “sequenciadas” para assim serem utilizadas em diversas situações, de resoluções de problemas e aprendizado (MOREIRA, 2017). A assimilação de novos conceitos segue da mesma forma, progressiva e recursivamente, através da reorganização e modificação dos subsunçores. Esses, por sua vez, são diferentes e hierarquizados da maneira que cada indivíduo interpreta uma informação (MOREIRA; MASINI. 2006).

Outros processos, como a contribuição da afetividade favorecem um aprendizado significativo. Porém, um material que é potencialmente significativo, aquele que se relaciona de forma coerente com uma estrutura cognitiva, favorece majoritariamente a aprendizagem significativa (MOREIRA; MASINI. 2006).

Assim, como cada indivíduo possui sua própria “identidade” (os subsunçores e estrutura cognitiva diferentes uns dos outros), existe grande possibilidade das aulas em uma turma de alunos não abrangerem totalmente a potencialidade de um tipo de metodologia de ensino. Ressalta-se também, que existem diversas sequências de ensino, porém, nem todas satisfazem uma consolidação do conhecimento significativo para todos os alunos.

Com esse pressuposto, indica-se a utilização de múltiplas estratégias didáticas para o ensino de conteúdos químicos. Essa recomendação se dá porque se entende que favorecerão maiores situações de aprendizagem significativa, visto que,

> [...] não podemos nos esquecer que um determinado método preferido e utilizado por um professor pode não ser o mais adequado para a turma que ele está ministrando suas aulas. Devemos nos lembrar que uma das etapas da educação é a aprendizagem do estudante, e que, dessa forma, o professor não pode se ater a um único ou preferido método de ensino. Caso o método utilizado pelo professor não apresente os resultados esperados, cabe ao professor modificar seu método de ensino ou adaptá-lo a realidade de sua turma (HARTJE, 2017, p. 10).

A utilização de múltiplas estratégias didáticas foi observada em várias pesquisas, como a de Trindade e Hartwig (2012), relacionando atividades de elaboração de mapas conceituais com atividades de informática, e modelagem

(modelos plásticos e bexigas), entre outros, para o ensino de ligações químicas. Esses autores defendem a utilização de múltiplas estratégias didáticas ou “contextos diversificados de ensino”, pois esses são “muito bem aceitos pelos alunos, o que evidencia a preferência dos aprendizes por situações que fujam à rotina monótona do quadro e giz, realidade na maioria das escolas públicas” (TRINDADE; HARTWIG, 2012, p. 90).

A pesquisa de Kasseboehmer (2011) também se utiliza de variadas estratégias didáticas como o método investigativo, juntamente com o Modelo Didático Analógico (MDA) e modelagem para o ensino de conceitos químicos e a formação do espírito científico, através de aulas teóricas.

Assim, entende-se que as estratégias didáticas analogias, contextualização, experimentação investigativa e mapas conceituais envolvem a potencialidade de uma sequência didática (SD) em conseguir uma maior abrangência para o aprendizado significativo, mesmo com a diversidade em sala de aula, discutida por Zabala (1998).

2.5 Ensino de cinética química

A palavra cinética, segundo Peruzzo e Canto (2003), origina-se do grego kinetiké que significa “movimento”. A cinética química estuda as velocidades, ou a rapidez das reações químicas, também abrange os fatores que podem controlar essas velocidades (ATKINS; JONES, 2012; BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005).

Antunes (2013) afirma que a expressão “velocidade das reações químicas” é comum no meio do estudo da química, porém “vários autores preferem usar o termo **rapidez**, para evitar confusão com a definição de velocidade usada em física” (USBERCO; SALVADOR, 2009, p. 357). Santos e Mól (2016, p. 142) também ressaltam esse desentendimento, pois consideram “que o conceito de velocidade é definido como a variação de espaço por unidade de tempo”, e empregam outros termos como rapidez, ou também, de acordo com Costa *et al*. (2005), taxa de reação.

Nessa pesquisa foram utilizados para as reações de cinética química os termos “velocidade” ou “rapidez” para se conseguir maior significância dos conceitos abordados, porém dando-se atenção aos argumentos do parágrafo anterior.

Os assuntos disponíveis em cinética química, segundo Martorano e Marcondes (2013, p. 3), são “um pré-requisito essencial para outros tópicos de química,

especialmente o estado de equilíbrio químico"; também preparam os alunos para novos conteúdos que estarão subordinados num contexto não fragmentado do conhecimento de reações químicas (MENESES; NUÑEZ, 2018). Portanto, o estudo desse tema é "imprescindível para formação básica em química do aluno do ensino médio" (MARTORANO, 2012, p. 17).

Além disso, sua abordagem "é importante, pois possibilita ao aluno o entendimento de diversos processos que estão presentes em seu cotidiano" (MARTORANO; CARMO; MARCONDES, 2014, p. 20). Esses processos podem ser reações do organismo humano como a respiração, digestão, entre outras (ATKINS; JONES, 2012; MARTORANO, 2012; ZAPPE; SAUERWEIN, 2016).

> A cinética química nos oferece ferramentas para estudar as velocidades das reações químicas em nível macroscópico e em nível atômico. Em nível atômico, a cinética química permite a compreensão da natureza e dos mecanismos das reações químicas. Em nível macroscópico, as informações da cinética química permitem a modelagem de sistemas complexos, como os que acontecem no corpo humano e na atmosfera (ATKINS; JONES, 2012, p. 561).

Porém, o que vem sendo discutido é a dificuldade em abordá-la, pois tem características empíricas e abstratas levando o estudante a "transitar entre o mundo microscópico e o submicroscópico, o que exige um entendimento mais complexo da natureza da matéria" (MARTORANO, 2012, p. 17).

Para Justi e Ruas (1997) o aprendizado de cinética química depende do conhecimento de conceitos básicos como a natureza individual da matéria e as características dinâmicas/interacionais das reações químicas. E,

> A integração desses conhecimentos para o entendimento das velocidades de uma reação química pode ser difícil para o aluno do ensino médio, criando-se assim um obstáculo que o professor terá que enfrentar no planejamento de suas atividades (MARTORANO, 2012, p. 23).

Apesar de sua importância e de sua complexidade no âmbito escolar, principalmente no ensino médio, segundo Martorano (2012) e na pesquisa de Zappe e Sauerwein (2016), observou-se poucas pesquisas relacionadas ao tema (MARINE; OLIVEIRA; SÁ, 2017), e também pouca procura de pesquisadores do ensino de química em destacar metodologias que promovam melhorias nos processos de ensinar e aprender essa cinética.

A respeito disso, essa pesquisa também teve o intuito de aprofundar sobre o tema cinética química e estratégias didáticas que propiciem o seu processo ensino-aprendizado significativo, favorecendo um maior embasamento para pesquisas subsequentes e para a prática docente.

O assunto “cinética química” é muito abrangente para ser abordado, pois depende do grau de assimilação dos estudantes ou seu nível de escolaridade. Por isso, nessa pesquisa se abordou somente assuntos a nível do ensino básico (como também a maioria das informações anteriores sobre cinética química, que foram de autores que escrevem livros didáticos para o ensino médio), baseados principalmente no livro de Antunes (2013), para segundo ano do ensino médio, sendo: as velocidades ou rapidez das reações químicas e os fatores que podem alterar ou controlar essas velocidades (concentração, superfície de contato, temperatura e catalisadores) levando em conta a temática que abrange questões de saúde alimentar.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

3.1 Problema e Objetivos

Essa pesquisa, desencadeada por uma série de questionamentos, na busca por compreensão e melhoras do ensino de química, foi limitada ao seguinte problema de pesquisa:

Quais eventos podem ser verificados e entendidos na relação, para o ensino e aprendizado de cinética química, entre estratégias didáticas e aprendizagem significativa, em uma turma de alunos do ensino médio?

Objetivo Geral:

Verificar e entender os eventos da relação, para o ensino e aprendizado de cinética química, entre estratégias didáticas e aprendizagem significativa, em uma turma de alunos do ensino médio.

Objetivos Específicos:

- Averiguar os conhecimentos prévios dos alunos pertinentes à cinética química;
- Elaborar e aplicar uma sequência didática potencialmente significativa que se direcione ao ensino de cinética química se utilizando das estratégias didáticas enfatizadas;
- Analisar o papel das estratégias didáticas na sequência didática;
- Analisar o desempenho dos estudantes e as evidências de aprendizagem significativa em cinética química provenientes das aulas da sequência didática.

3.2 Abordagem e Metodologia da Pesquisa

O Construtivismo filosófico contribuiu para o corpo da metodologia aplicada nesta pesquisa. Pois, em decorrência da visão de subjetividade que a premissa central trata aqui o processo ensino-aprendizagem, a aprendizagem significativa. A série de

construtos, procedimentos metodológicos, o tipo de pesquisa, técnicas e análises, tenderam a ser subsidiados por esse espectro, “levando o pesquisador a buscar uma complexidade de visões” (CRESWELL, 2007, p. 26).

Os procedimentos metodológicos desta pesquisa estão englobados pela abordagem qualitativa que facilita,

> [...] descrever a complexidade de problemas e hipóteses, bem como analisar a interação entre variáveis, compreender e classificar determinados processos sociais, oferecer contribuições no processo das mudanças, criação ou formulações de opiniões de determinados grupos e interpretação das particularidades dos comportamentos ou atitudes dos indivíduos (OLIVEIRA, S. L., 1999 apud OLIVEIRA, M. M., 2013, p. 59).

Apesar de ser uma pesquisa com abordagem qualitativa, não está isenta a participação de dados quantitativos obtidos na coleta das informações, catalogados de forma pertinente. “Esses dois tipos de abordagem não são excludentes, pois, na opção por uma pesquisa qualitativa, pode-se recorrer a dados quantitativos para melhor análise do tema” (OLIVEIRA, 2013, p. 58). E a utilização de dados quantitativos na pesquisa pode favorecer a riqueza da análise deixando-a mais sistemática.

O tipo de pesquisa que norteou este estudo foi a pesquisa-ação, caracterizada segundo Malheiros (2011), pela intervenção numa específica realidade ou fenômeno estudado, para serem depois analisados. Contudo, Franco (2005) observou que no Brasil muitos trabalhos de pesquisa-ação têm pelo menos três tipos de conceituação:

> 1) Existe uma busca por transformações em uma realidade pelo grupo enfatizado, esses solicitam-nas ao pesquisador, conceituada como pesquisa-ação colaborativa;
>
> 2) Existe uma busca por transformações em uma realidade, mas esta será designada pela participação crítica de ambos, pesquisador e pesquisado, este processo visa uma emancipação destes sujeitos das condições que os oprime, esta é designada pesquisa-ação crítica;
>
> 3) Existe uma busca por transformação em uma realidade, mas ao contrário das citadas anteriormente, partem somente do pesquisador. Este planeja previamente estratégias que serão executadas em tais sujeitos,

> escolta as consequências e avalia seus resultados, é conceituada pesquisa-ação estratégica.

Portanto, a pesquisa-ação estratégica é o tipo de pesquisa que mais colabora com os objetivos deste trabalho, de refletir sobre os acontecimentos decorrentes da intervenção pela utilização de estratégias didáticas previamente planejadas (a sequência didática). Dessa forma, “requer o compromisso do pesquisador com a população pesquisada” na busca pelas resoluções de problemas (OLIVEIRA, 2013, p. 74).

3.3 Universo e Amostra

Para alcançar os objetivos dessa pesquisa, foi solicitada a participação de uma turma de estudantes (em idades de 15 – 18 anos) do segundo ano do ensino médio (ensino regular) de uma escola pública situada na zona norte da cidade de Manaus, capital do Estado do Amazonas, Brasil. A pesquisa na escola aconteceu nos anos 2019 e 2020. Assim, uma primeira parte da pesquisa foi realizada no ano de 2019 e as outras, na segunda parte, no ano 2020 (durante as aulas intercaladas, em que se dividiu a turma, e esses, separadamente, comparecendo em dias diferentes devido a medidas sanitárias para a contenção do avanço da pandemia de COVID-19)

Essa turma foi escolhida seguindo-se informações da professora voluntária que atuava nessas séries. Foi solicitado à professora uma indicação, a seu ver, da turma mais aplicada em suas aulas; além do que, aceitassem a realização da pesquisa. Esses critérios se basearam no pressuposto de que a aprendizagem significativa seria favorecida quando o aprendiz tivesse interesse em aprender significativamente. E assim, supostamente, haveria maior possibilidade de ocorrer essa aprendizagem. A série escolhida (segundo ano do ensino médio), se dá porque, seria nesse nível a abordagem do assunto cinética química (porém se estendeu à próxima série, terceiro ano).

Em toda sequência didática da pesquisa se teve a participação de 40 alunos (23 do sexo Masculino e 17 do sexo Feminino), porém, no decorrer das aulas, essa quantidade foi diminuindo.

3.4 Procedimentos Éticos

Para respaldar a integridade e idoneidade dos dados, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), onde foi aprovado (ANEXO A), e cuja Anuência da Escola está no (Apêndice A) e os Termos de Consentimento e Livre Esclarecido (ANEXO B) e Assentimento e Livre Esclarecido (ANEXO C).

Ressalta-se que foram analisados apenas os dados cujos participantes autorizaram, sendo resguardado a identidade de todos. Por isso, para o anonimato dos participantes, tratando-se dos dados coletados e dos resultados expostos, cada aluno foi identificado com a letra “A” juntamente com o número respectivo, escolhido aleatoriamente, assim: A1, A2, A3, seguindo de forma sucessiva, até ao último aluno identificado na pesquisa; grupos também foram feitos para algumas atividades e são identificados com letras e números (G1, G2, G3..., Gr1, Gr2, Gr3...).

3.5 Coleta de Dados - Sequência Didática

Sequência didática (SD) é definida como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p.18).

Esse autor afirma que toda prática pedagógica demanda organização de metodologias para serem então executadas, e é somente a partir de uma intervenção no âmbito escolar que a aprendizagem é concretizada (ZABALA, 1998).

Zabala (1998) se pauta na aprendizagem significativa para que se consiga tais êxitos; também em suas afirmações dá-se o entendimento que uma sequência didática deve ter como finalidade o aprimoramento de aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais nos estudantes.

Essa interação entre aprendizagem significativa e Conteúdos de Aprendizagem (conceituais, procedimentais e atitudinais) é relevante quando se anseia também “a formação de cidadãos que assumam posições com respeito ao uso social dos saberes escolares, pois ela torna os aprendizes aptos a relacionar conhecimentos científicos,

mudança social, opiniões ideológicas e hábitos de conduta" (FRASSON; LABURÚ; ZOMPERO, 2019, p. 317)

Lemos (2011) argumenta que para o ensino baseado e com objetivo à aprendizagem significativa, não se tem uma receita pronta, pois depende de cada contexto educacional vivido. Por outro lado, esse mesmo autor recomenda que na prática educativa deve sempre existir planejamento, execução (desse plano) e avaliação (antes, durante e depois da intervenção).

Lemos (2011) também ressalta que em situações do âmbito escolar, no caso, os conteúdos programáticos,

> A organização sequencial deve ser pensada no planejamento e a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, princípios coerentes com o caráter recursivo da aprendizagem, devem ser oportunizadas em diferentes momentos e situações (Ibid., 2011, p. 32).

Para fins pedagógicos a sequência didática proposta foi dividida em encontros, os quais comportam as estratégias didáticas enfatizadas. O Quadro 2 mostra a sequência das atividades que foram realizadas na pesquisa.

Quadro 2 – Sequência Didática com a temática Alimentação (continua).

Encontro	Atividades	Objetivo	Tempo (h)
1	- Apresentação do projeto; - Aplicação do **questionário de conhecimentos prévios (QCP)** (Apêndice B);	Verificação de conhecimentos que serviram de ancoragem para o conceito de cinética química; Familiarização com mapas conceituais;	1
2	- Abordagem Expositiva Dialogada sobre **Mapas Conceituais**; - Elaboração de Mapa Conceitual individual - Elaboração de **Mapas Conceituais, em Grupo, sobre Cinética Química (MC Inicial)**;		2
3	- Abordagem Expositiva, contextualizada com a temática alimentação dos assuntos: equação química; estequiometria; e velocidade Média; - Resolução de questões (Apêndice C)	Revisão de conceitos relacionados à cinética química, segundo contextualização proposta;	2
4	- Abordagem Expositiva Dialogada sobre os conceitos: teoria das colisões; energia de ativação **Experimentação Investigativa 1** ***Será que a concentração pode interferir nas reações químicas?*** (Apêndice D) **Analogia 1** ***"Muitas e poucas pessoas no ônibus"*** (Apêndice E)	Apresentação do assunto: Fator que altera a velocidade das reações, Concentração; Verificação de indícios de aprendizagem significativa; do conhecimento conceitual, procedimental e atitudinal.	2

Encontro	Atividades	Objetivo	Tempo (h)
5	**Experimentação investigativa 2** **"*Se estou com uma azia 'muito forte', como poderia tomar um antiácido de maneira que amenizasse mais rápido essa azia?* "** (Apêndice F) **Contextualização 1** Texto: ***Por que a mastigação é tão importante para manutenção de uma boa saúde?*** (Apêndice G)	Apresentação do assunto: Fator que altera a velocidade das reações: Superfície de contato. Verificação de indícios de aprendizagem significativa; do conhecimento conceitual, procedimental e atitudinal;	2
6	**Contextualização 2** Vídeo sobre ***conservação dos alimentos*** https://www.youtube.com/watch?v=bRuVCePYIvo Texto: ***Conservação dos alimentos*** (Apêndice H) **Analogia 2** **"*Sala de aula quente, e fria X temperatura na velocidade das reações químicas*"** (Apêndice I)	Apresentação dos conceitos relacionados com: Temperatura como Fator que altera a velocidade das reações químicas; Verificação de indícios de aprendizagem significativa; do conhecimento conceitual, procedimental e atitudinal;	2
7	- Abordagem Expositiva, contextualizada sobre a temática alimentação com o assunto: ▪ Catalisadores **Contextualização** Texto: ***Colocar a colher no doce depois de pôr na boca azeda?*** (Apêndice J)	Apresentação dos conceitos: Catalisador como fator que altera a velocidade das reações químicas; Verificação de indícios de aprendizagem significativa; do conhecimento conceitual, procedimental e atitudinal;	1
8	**Mapa Conceitual** individual Final (MC Final) sobre os assuntos de Cinética Química	Avaliação e verificação de indícios de aprendizagem significativa em cinética química; observação do conhecimento conceitual, procedimental e atitudinal;	1
9	**Questionário Final** (Apêndice K) sobre os assuntos de Cinética Química	Avaliação do aprendizado, da SD e das estratégias didáticas; Verificação de indícios de aprendizagem significativa	1

Esse quadro está divido em nove linhas, nestas estão os específicos momentos (contemplaram as atividades agrupadas que visaram um fim nos específicos intervalos de tempo); quatro colunas, nestas estão, na primeira coluna os números dos momentos, na segunda as atividades que serão realizadas (incluem as estratégias didáticas enfatizadas e os assuntos abordados), na terceira a finalidade, e na quarta o tempo que foi realizado cada momento da SD.

A Figura 3 apresenta uma representação mais resumida e dinâmica da sequência didática com os conceitos principais abordados e as atividades realizadas em cada encontro.

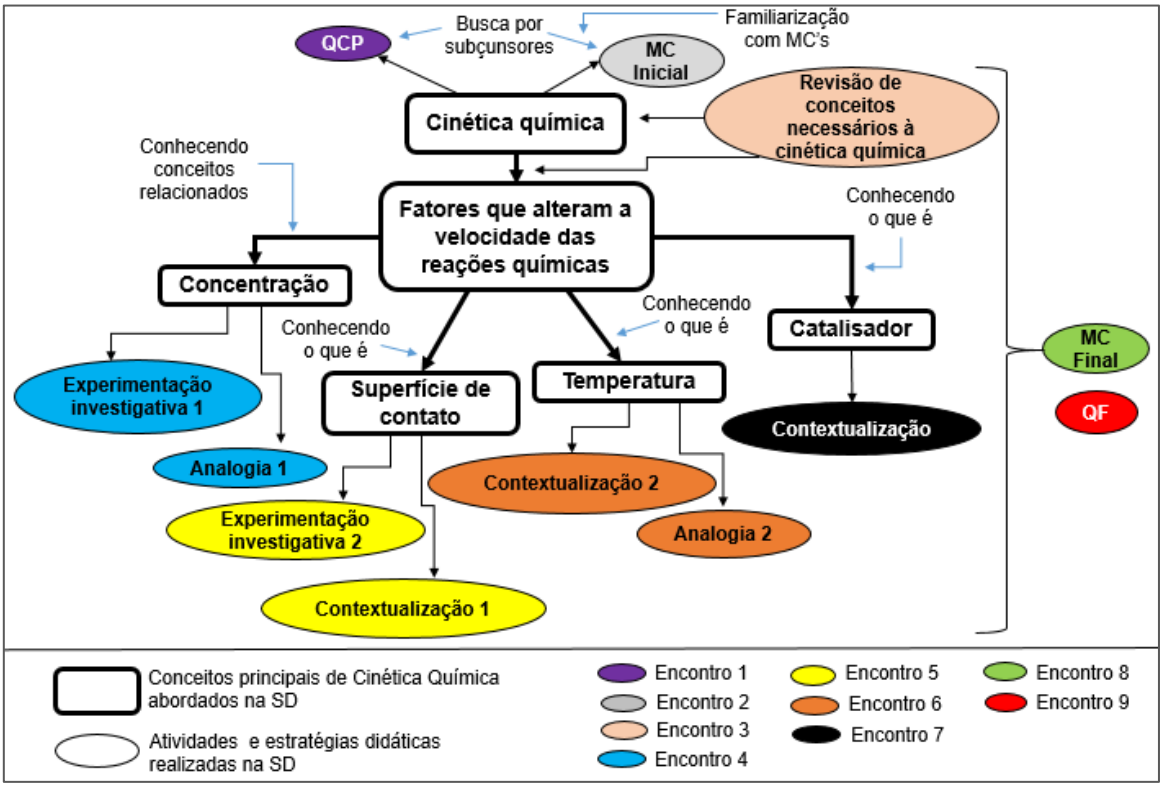


Figura 3 – Representação resumida e dinâmica da sequência didática com os conceitos principais abordados e as atividades realizadas.

Essa SD foi planejada seguindo uma lógica de acordo com a orientação de Lemos (2011), em que a organização das atividades deve seguir os caminhos à aprendizagem significativa, e seguindo os direcionamentos de Moreira e Masini (2006, p. 30), em que "as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e, progressivamente diferenciadas, introduzindo os detalhes específicos necessários. Essa ordem de apresentação corresponde à sequência natural da consciência".

A temática das aulas para o aprendizado de cinética química pela contextualização foi relacionada a alimentação, mais especificamente sobre o tema "*Que relação tem as aulas de química e aspectos da nossa alimentação?* ". Sendo escolhida por ser imprescindível a todo cidadão/estudante. Pois o aluno com esse conhecimento contribui em sua (e do meio onde vive) sobrevivência e bem-estar, caso observe as boas indicações. Assim, abrangeu questões biológicas do corpo humano

e de saúde alimentar, convergindo aos conhecimentos químicos propostos (Ver Apêndice L).

As experimentações investigativas, que foram duas (Apêndice D / Apêndice F), por serem as primeiras, foram delineadas seguindo os critérios de atividades investigativas de Nível 1, apontadas por Borges (2002). Esse autor afirma que as atividades investigativas dessa natureza têm o problema e os procedimentos como responsabilidade do professor, porém a conclusão é atribuída aos alunos.

As analogias elaboradas foram baseadas e adaptadas das analogias produzidas na pesquisa de Nunes (2010), levando também em consideração o contexto regional, social e cultural dos estudantes participantes.

Foi utilizado o modelo *TWA* (*Teaching With Analogies*) de Glynn *et al*. (1994) para o ensino de conceitos por analogias (Apêndice E / Apêndice I). Este foi escolhido, pois é um dos modelos mais empregados em pesquisas com esse fim, recomendado por diversos autores como Ferraz e Terrazzan (2003), Rigolon e Obara (2010), e Nunes (2010). Assemelhando-se a outros modelos, mas de forma mais compacta seguido dessa forma: (1) introduziu-se o assunto-alvo; (2) foi apresentado o assunto-análogo; (3) identificado as características relevantes do análogo; (4) mapeado suas similaridades, do alvo e análogo; (5) foi indicado onde a analogia falha; e (6) esboçou-se as conclusões. Para a averiguação de raciocínio analógico e a aprendizagem significativa do conceito-alvo, juntamente com as conclusões, foi apresentado um problema relacionado ao assunto estudado. Esse problema, os estudantes responderam e justificaram de acordo com a analogia e o modelo científico do assunto.

Os dados foram coletados por:

– Questionários: o questionário tem basicamente a função de descrever características de uma pessoa ou grupos sociais específicos. É uma técnica para se obter “informações sobre sentimentos, crenças, expectativas, situações vivenciadas e sobre todo e qualquer dado que o pesquisador (a) deseja registrar” visando acatar os objetivos da pesquisa (OLIVEIRA, 2013, p. 83).

A importância da utilização desta técnica se dá também pela obtenção de um número significativo de dados e respostas requeridas em tempo hábil. Além do mais,

proporcionam o anonimato dos sujeitos da pesquisa, e assim, maior liberdade para as respostas (MARCONI; LAKATOS, 2010).

Nesta pesquisa foram utilizados dois questionários: o Questionário de Conhecimentos Prévios – QCP (Apêndice B) e o Questionário Final – QF (Apêndice k).

– Atividades realizadas: experimentação investigativa, analogias, contextualizações e mapas conceituais – as observações das atividades e as respostas das questões disponibilizadas destacaram uma visão de como estava o andamento das estratégias didáticas (se estavam contribuindo significativamente para o desenvolvimento e consolidação dos conteúdos abordados). E foram analisados de acordo com o caminho analítico escolhido.

– Recursos audiovisuais: esses instrumentos também comportam aqueles equipamentos destinados a coletar dados, filmadoras e gravadores são exemplos destes recursos (CRESWELL, 2007). Nessa pesquisa foi utilizada uma filmadora.

– Diário de campo: é uma técnica comum na pesquisa-ação, visto que, muitas vezes, o pesquisador necessita estar inserido no âmbito da intervenção realizada. Assim, através de um bloco de notas, por exemplo, poderá registrar (não necessariamente de maneira formal, mas, primeiramente em forma de rascunho) suas impressões e reflexões, a partir de uma observação, conversa ou premissa elaborada naquele instante (BARBIER, 2007).

Tais recursos (audiovisuais e diário de campo) foram importantes, pois abrangeram uma visão que o pesquisador não tinha (pois poderia esquecer) de alguns detalhes. Essas técnicas serviram de suporte principalmente para os debates em aulas contextualizadas e nas experimentações investigativas. Esses dados puderam inferir e confirmar alguns resultados.

3.6 Análise dos Dados

O caminho analítico percorrido no decorrer da trilha metodológica foi o da Análise de Conteúdo, conjunto de procedimentos e métodos de análise textual.

Para Bardin (1979), análise de conteúdo exalta as significações, e essas significações que chama de “conteúdo”. Dessa forma, essa análise procura extrapolar “a análise pura das mensagens expressas por palavras, pois possibilita conhecer

novas possibilidades de expressões das representações sociais, que são elaborações mentais contextualizadas, construídas social e historicamente" (RODRIGUES; SÁ CARNEIRO; ALVES, 2018, p. 123).

Os passos que foram dados para análise dessa pesquisa seguiram o da Análise de Conteúdo, de Bardin (1979), e se dividem em Pré-análise, Exploração do material, e Tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Cada uma destas etapas está descrita a seguir:

- Pré-análise: foi a fase da organização basal. Nessa fase o pesquisador teve o primeiro contato com o material a ser analisado, conhecida por "leitura flutuante". Ao buscar constituir os dados preliminares da pesquisa, pôde-se excluir e selecionar os documentos que foram mais apropriados para etapas posteriores por critérios criados pelo próprio investigador. Geralmente se ocupou em: escolher quais documentos foram pertinentes à análise; formulou-se os desígnios e hipóteses dessa análise; e se teve a organização sistemática dos dados pelos indicadores (através da escolha de índices que estavam no texto pelas hipóteses formuladas).

- Exploração do material: foi decomposto o documento selecionado na fase passada em fragmentos, usando temas, palavras, entre outras unidades de significado, também se considerou a unidade de contexto, contexto semântico em que se inseriram as palavras, e parágrafos selecionados dos documentos. Dessa forma, foi realizado a fragmentação do texto bruto, sua enumeração, e então, foram delimitados em categorias.

- Tratamento dos resultados, inferência e interpretação: os resultados foram tratados com coerência, e de maneira significativa. Intervenções estatísticas como porcentagens, permitiram a elaboração de resultados através de tabelas, quadros, dentre outros, destacando as informações adquiridas da análise. Na inferência foram realizadas deduções lógicas e justificáveis, de acordo com a "origem das mensagens tomadas em consideração (o emissor e o seu contexto, ou, eventualmente, os efeitos dessas mensagens) " (BARDIN, 1979, p. 42). Assim, com o material disponível das fases anteriores, pôde-se ter a confirmação e/ou refutação das hipóteses que foram criadas à luz dos pressupostos teóricos. Por isso, Bardin (1979, p. 39) enfatiza que a

interpretação é a última fase, sendo “a significação concedida a essas características” (essas características são aquelas das primeiras fases).

Portanto, nessa pesquisa, as informações obtidas, depois de selecionadas e categorizadas, passaram a ser observadas de um modo mais específico. Pois foram compreendidas e comentadas, muitas vezes, por interpretações subjacentes ao texto, mas que tinham embasamento e consenso das teorias apropriadas ao contexto abordado.

Nessa pesquisa, o percurso através desses passos permitiu expressar grande parte da essência dos objetivos propostos. Assim, teve-se todo e qualquer critério fidedigno para estar de acordo com o real sentido do que foi analisado e foi além dos dados “físicos”, questões idiossincráticas, tanto do pesquisador, quanto do (aluno) pesquisado.

As análises dos dados levaram em conta a participação integral e parcial dos estudantes em toda SD. Porém, tendo mais relevância os dados dos participantes que obtiveram maior presença (cerca de 50% de frequência nos encontros). Pois se tratou de uma sequência de acontecimentos em que os pesquisados, para terem um grau eficiente de assimilação e participação dos conteúdos abordados, deveriam estar em harmonia com os requisitos da intervenção didática possibilitando uma análise mais fiel possível.

As lógicas de elaboração de algumas categorias para certas respostas dos estudantes às atividades realizadas foram baseadas e adaptadas a partir das pesquisas de Kasseboehmeer (2011) e Nunes (2010).

Definiu-se uma pontuação para o desempenho dos estudantes em 10 atividades realizadas na sequência didática referentes aos assuntos de Cinética Química que foram abordados: (1) Questionário de Conhecimentos Prévios – QCP (Cinética química); (2) Mapa Conceitual Inicial – MCI (Cinética química); (3) Experimentação Investigativa 1 – EI1 (Concentração); (4) Analogia 1 – AN1 (Concentração); (5) Experimentação Investigativa 2 – EI2 (Superfície de contato); (6) Contextualização – CON (Superfície de contato); (7) Contextualização – CON (Temperatura); (8) Analogia 2 – AN2 (Temperatura); (9) Mapa Conceitual Final – MCF (Cinética química); (10) Questionário Final – QF (Cinética química). As pontuações

analisadas foram as dos estudantes que obtiveram no mínimo 50% de participação nas atividades realizadas na SD referentes aos assuntos de cinética química abordados. Para os critérios das pontuações foram utilizados os acertos das questões expostas, as categorias das respostas (as respostas que mais demonstravam um aprendizado significativo e se aproximavam dos modelos consensuais-científicos para se explicar os assuntos de cinética química obteriam mais pontos, por exemplo), e a observação e análise dos aspectos procedimentais e atitudinais nos estudantes a partir das atividades que se exigiam tais características. A pontuação máxima para cada atividade foi dez (10,0) sendo a média aceitável para o seu significativo desempenho, cinco (5,0). Os critérios utilizados e suas referidas pontuações estão expostas, de forma mais detalhada, no (Apêndice M).

Mapas conceituais

Para uma avaliação sucinta e sistemática dos mapas conceituais construídos pelos alunos pesquisados, foi proposto a utilização de um modelo de avaliação e análise para esses mapas.

Os critérios de avaliação e análise para os mapas conceituais foram embasados na pesquisa de Trindade (2011). Esse modelo dispõe de afinidade qualitativa e quantitativa em seus trâmites. Menezes (2018) também se utilizou desse modelo para a avaliação do ensino das propriedades coligativas através de experimentações investigativas.

Trindade (2011) afirma que esse modelo de avaliação de mapas conceituais foi proposto em crítica as avaliações habituais dos mapas conceituais, principalmente por sua demora. Este autor utilizou-se de diversos trabalhos para sua montagem, porém as pesquisas mais enfatizadas foram: MINTZES *et al* (2000), NOVAK e GOWIN (1999) apud Trindade (2011).

Essa avaliação destaca vários pontos importantes que são necessários em um mapa conceitual coerente. No Quadro 3, tem-se as categorias e critérios para a análise e avaliação dos MCs. Este foi adaptado de Trindade (2011) levando também em consideração as descrições de Menezes (2018).

Quadro 3 – Categorias e critérios de análise dos mapas conceituais.

Categorias	Descrição dos critérios sob a forma de questões
1. Conceitos básicos	O mapa tem pelo menos 50 % dos conceitos básicos?
2. Conceitos novos	Há algum conceito novo relevante para o assunto em questão?
3. Ligações entre conceitos	Todos os conceitos estão ligados por linhas bem-feitas?
4. Palavras de ligação	A maioria das palavras de ligação forma um sentido lógico com o conceito ao qual se ligam?
5. Exemplos	O mapa apresenta exemplos apropriados para o assunto em questão? Os materiais e sistemas usados durante as atividades são citados?
6. Clareza e estética do mapa	O mapa é legível e de fácil leitura? Todos os conceitos aparecem destacados?
7. Proposições	O mapa tem pelo menos 50 % de quantidade de proposições? (Conceito - palavra de enlace – conceito) As proposições têm significado lógico do ponto de vista semântico e científico? As conexões estão de acordo com o que é cientificamente aceito? (“uma solução é constituída de soluto e solvente”)
8. Hierarquização	Há uma ordenação sucessiva dos conceitos? Demonstrou-se boa hierarquização dos conceitos, representada por pelo menos 03 níveis hierárquicos? O mapa é dendrítico (em forma de árvore) em vez de linear (alinhado)?
9. Diferenciação progressiva	É possível identificar, com clareza, os conceitos mais gerais e os mais específicos? Há uma diferenciação conceitual progressiva que mostra o grau de subordinação entre os conceitos? O conceito superordenado é o mais abrangente?
10. Reconciliação integrativa	Há uma recombinação dos conceitos? Há relações cruzadas ou transversais entre conceitos pertencentes a diferentes partes do mapa?

A pontuação desses critérios configura-se dez pontos (10) como a máxima, sendo para cada questão é atribuído um ponto (1) para os acertos, meio ponto (0,5) para os acertos parciais, e zero ponto (0) para os erros. A média atribuída nessa análise foi de cinco pontos (5,0), ou seja, os mapas dos alunos deveriam atingir pelo menos essa pontuação para serem admitidos como mapas conceituais coerentes (LOURENÇO, 2008 apud TRINDADE, 2011).

Depois de analisados e definida a pontuação final, os mapas produzidos passaram por algumas discussões por seus resultados. Alguns mapas foram

escolhidos para demonstração e análise criteriosa de suas características; também evidências que levaram a conclusão de sua avaliação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Trata-se da apresentação dos resultados e a análise dos dados obtidos na Sequência Didática. Neste segmento, os resultados e discussões foram expostos de forma cronológica. No encontro 1 foram expostas as atividades preliminares, a apresentação do projeto e a análise dos conhecimentos prévios dos estudantes (obtidas através do Questionário de Conhecimentos Prévios). No encontro 2, foram expostas as aulas para a familiarização dos mapas conceituais juntamente com a análise preliminar dos primeiros mapas construídos pelos alunos. No encontro 3 foram expostos os acontecimentos da revisão de assuntos (conceitos) básicos. No encontro 4 foram destacadas as aulas com as estratégias didáticas, experimentação investigativa 1 e analogia 1, com suas respectivas análises. No encontro 5, foram apresentadas e analisadas as atividades, experimentação investigativa 2 e contextualização. No encontro 6 foram expostas as atividades com contextualização e analogia (analogia 2), juntamente com suas análises. No encontro 7 foi apresentada mais uma aula com abordagem contextualizada e seus resultados. No encontro 8 foram analisados os mapas conceituais construídos pelos estudantes. No encontro 9 foi apresentado a análise do questionário final respondido pelos estudantes. Logo após, foram detalhadas as análises às respostas dos alunos ao questionário final relacionadas com a avaliação da Sequência Didática e das estratégias didáticas.

4.1 Encontro 1

4.1.1 Apresentação do projeto

No início do primeiro encontro foi apresentado o projeto para os estudantes. Essa apresentação foi simples e consistiu em informar sobre as atividades que seriam abordadas. Isso foi importante para que não ocorresse constrangimentos por serem pegos de surpresa; também deixou os estudantes mais alertas para disponibilidade ao aprendizado. Foi feito esse primeiro contato atendendo à premissa de que o aprendiz tem o “poder” para a tomada de decisão em querer aprender significativamente (MOREIRA; MASINI, 2006).

4.1.2 Questionário de Conhecimentos Prévios

Para Ausubel (2003) o fator principal quando se quer ensinar algum assunto novo a alguém é conhecer o que esse tem em mente. Como o conhecimento é uma construção de significados lógicos, não será vantajoso apresentar informações novas sem que o aprendiz tenha alguma afinidade com a menor parte sequer do assunto.

Dessa forma, o aprendizado de cinética química não seria eficiente, caso somente se apresentasse os conceitos novos aos estudantes sem mesmo saber o que estes têm em sua estrutura cognitiva que se possa utilizar como ancoradouros para a nova informação. Essas informações preliminares dos estudantes chamam-se comumente de conhecimentos prévios. E,

> Ao tomar o conhecimento prévio como base para o novo conhecimento, o professor promove o desenvolvimento de um novo aprendizado, mas também expandiu o aprendizado anteriormente adquirido e construiu novos significados, juntamente com o aluno (CHAGAS; SOVIERZOSKI, 2014, p. 38).

Com objetivo de compreender tais conhecimentos dos pesquisados foi criado um questionário de conhecimentos prévios (QCP) (apêndice B). Esse questionário foi disponibilizado aos estudantes ainda no primeiro encontro, que contou com a participação de 16 estudantes. Para maior organização dessa análise, as questões do QCP foram divididas em Questões objetivas (aquelas mais simples, só necessitando que seja marcada) e Questões subjetivas (aquelas que necessitam ser expressas com as próprias palavras do pesquisado).

As questões mais objetivas desse questionário mostrando as situações analisadas, os conceitos abordados, os erros e acertos dos estudantes estão expostas na Tabela 1:

TABELA 1 – Questões objetivas do QCP.

Questão	Situação analisada	Conceito abordado	Acertos	Erros
Q1	Leitura de imagens e representações de assuntos de química	Equação química	08	08
		Produtos	08	08
		Gráficos	09	07
		Concentração em função do tempo	09	07
		Reagentes	04	12
Q2	Escolha de uma alternativa que o estudante entende ser a correta	Temperatura	03	13
Q3	Compreensão de imagens de assuntos de química	Velocidade nas reações químicas	06	10
Q5	Escolha de uma alternativa que o estudante entende ser a correta	Gráficos utilizados na química	02	14

Na **Questão 1** (Q1) do QCP, pedia-se que se enumerasse os nomes com as possíveis imagens que entendiam ser as correspondentes, relacionadas com as aulas de química. Essa questão foi designada para saber o que os estudantes conheciam das imagens que corriqueiramente estariam nas aulas de química: a “equação química” que tem os “reagentes” e os “produtos”; e os “gráficos”, como o da “concentração em função do tempo”. O conhecimento desses conceitos são uma base para se entender outros assuntos que irão de encontro com o tema cinética química.

Os resultados obtidos mostram um conhecimento parcial da turma sobre esses temas relacionados às aulas de química. Essas informações são abordadas no primeiro ano e no início do segundo ano do ensino médio, ou seja, esses alunos já haviam recebido aulas sobres esses assuntos. Porém, foi demonstrado que somente 50% dos alunos sabiam o que é “equação química” e “produtos”. E ainda, somente 25% dos estudantes enumeraram corretamente “Reagentes”, termo que se dá aos símbolos que estão no lado esquerdo da seta na equação química.

Dessa forma, entende-se que existe uma fragilidade em como os conteúdos de química foram passados para esses estudantes. Essas dificuldades sobre equação química vistas aqui, no ensino médio, podem perdurar pelo decorrer da carreira estudantil, como pode ser observado na pesquisa de Marialva (2018) com estudantes universitários. Esse estudo mostra que o conhecimento simbólico de equação química e estequiometria foi limitado, ainda que, no ensino superior.

Os conceitos que estão relacionados com equação química são importantes subsunçores para depois serem ancorados a outros conceitos mais abrangentes ou mais específicos, de acordo com os princípios de diferenciação e/ou reconciliação das informações. Esse "ciclo" de aprendizado cria um grande arcabouço de informações que dificilmente será esquecido. Por isso, esse assunto foi novamente abordado no encontro 3, porém contextualizada com um tema do cotidiano do estudante para sua assimilação mais eficiente, significativa.

A **Questão 2** (Q2) pedia uma resposta dos alunos requerendo o seu conhecimento sobre o que seria temperatura, e foram sugeridas algumas afirmativas. Esse conceito é importante para compreender a cinética química nos processos que envolvem o aumento ou a diminuição da temperatura. E sua concepção equivocada não permite habilitar o aprendizado significativo quanto ao movimento das partículas num sistema. As alternativas que foram marcadas nesta questão e suas frequências estão a seguir na Tabela 2:

TABELA 2 – Frequência de respostas marcadas na questão 2 do QCP.

Alternativas marcadas da questão 2	Frequência %
Alternativa – b)	75%
Alternativa – d)	18,75%
Alternativa – e)	6,25%

Nessa questão somente 18,75% marcaram a alternativa correta, "d) É a medida de agitação das partículas" (resposta que mais se aproxima do modelo consensual sobre temperatura). Porém, a maioria, 75% dos estudantes escolheram a resposta da

afirmativa “b) É a medida de calor”. Esse tipo de resposta demonstrou o mal-uso que os estudantes fazem do termo “calor”, pois esta palavra nessas situações tem significado de algo “quente”, arremetendo-se à “temperatura”, mas em termos físico-químicos (calor) têm outro significado, sendo mais apropriado dizer: é a energia que está em trânsito.

Mortimer e Amaral (1998, p. 30) enfatizam a importância de diferenciar essas palavras em linguagem mais científica antes de ensinar certos assuntos de química, senão o “resultado, muitas vezes, é um amálgama indiferenciado de conceitos científicos e cotidianos, sem que o aluno consiga perceber claramente os limites e contextos de aplicação de um e de outro”.

Por outro lado, algumas palavras utilizadas no cotidiano são significativas pela constante apropriação em lugar dos termos científicos. Assim, em lugar “de tentar suprimi-las, seria melhor oferecer aos alunos condições para tomar consciência de sua existência e saber diferenciá-las dos conceitos científicos” (MORTIMER; AMARAL, 1998, p. 31).

Esses conceitos foram discutidos e estudados no encontro 6 da SD, sendo uma aula contextualizada sobre os efeitos da temperatura nas reações químicas nos alimentos. A contextualização de um assunto permite tratar de temas do cotidiano fomentando a participação dos estudantes, também se pode explorar os significados dos conceitos tratando-os com linguagem mais apropriada, de acordo com os modelos científicos (SANTOS, 2007).

A **Questão 3** (Q3) tratava da numeração quanto a rapidez das reações químicas mostradas em palavras e figuras. Pedia-se que a reação mais rápida fosse posta em primeiro lugar, ou seja, assinalada com o número 1, e assim sucessivamente de acordo com o grau de rapidez que achassem ser correto.

O conhecimento adequado, quase intuitivo, dessa questão é um dos conhecimentos prévios mais importantes para o aprendizado de cinética química, pois trata da velocidade ou rapidez das reações químicas, ênfase dessa área (cinética química).

O percentual dos alunos que responderam de forma correta, ou seja, (1) explosão, (2) ferrugem, e (3) formação de petróleo, foram 37,5%. E apesar da maioria não acertar toda a sequência, 50% dos alunos responderam corretamente a primeira imagem “explosão”, explicado talvez, pela maior exposição a esse conteúdo como em telejornais, filmes, entre outros.

No cotidiano do aluno é possível observar certas reações rápidas e lentas, porém o conceito científico de velocidade da reação química não é facilmente consolidado somente pela observação, exige outros conceitos fundamentais (JUSTI; RUAS, 1997; MARTORANO; MARCONDES, 2013). Contudo, nessa pesquisa, até esse momento (aplicação do QCP), os alunos ainda não haviam estudado sobre a velocidade das reações químicas. Assim, as respostas obtidas da questão 3 se tornaram um importante conhecimento da concepção destes sobre a dinâmica das reações químicas.

Na **Questão 5** (Q5), com objetivo de observar o conhecimento que os estudantes tinham sobre os gráficos em situações da química, foi proposto que estes marcassem a alternativa em que a reação química seria mais rápida ao observar o gráfico proposto.

Em cinética química, resultados e análises podem ser mais facilmente expressos em gráficos, por isso os estudantes devem estar familiarizados conhecendo e sabendo interpretá-los. E nessa questão somente 12,5% marcaram a alternativa correta, “d) A e B são iguais”; 18,75% marcaram “a) A”; 12,5% marcaram “b) B”; 25% marcaram “c) C”; e 31,25% marcaram “e) Não sei”.

Com esses dados foi observado o pouco conhecimento dos estudantes sobre gráficos referentes a conteúdos químicos, corroborado pela Q1, onde quase metade da turma não identificou o que seriam gráficos. Por isso Martorano (2012) afirma que a maioria dos estudantes que iniciam o ensino médio não o chegam preparados, existindo lacunas como essas que impedem a aprendizagem de certos conceitos. Entende-se também que, em relação a questões que necessitem de resoluções com base matemática, estes possuem mais dificuldades de interpretação.

Aulas que incentivem o conhecimento matemático e analítico, como a utilização de tabelas e gráficos para se explicar fenômenos químicos, são essenciais

contribuindo para o aprimoramento das capacidades dos estudantes de se enxergar a química com um olhar mais científico.

As Questões 4, 6 e 7 possuíam perguntas mais subjetivas que possibilitaram a averiguação do conhecimento empírico-cotidiano dos estudantes sobre o que entendiam de velocidades nas reações químicas e o conceito que tinham sobre velocidade.

A **Questão 4** (Q4) requeria uma resposta mais aberta da pergunta sobre um fator que aumenta a rapidez do cozimento de alimentos como a batata, se cozinhava mais rápido inteira ou cortada:

4) Alimentos como a batata cozinham mais rápido quando estão cortados ou inteiros? Explique sua resposta.



_____
_____
_____
_____
_____
_____

Esse entendimento empírico da causa que controla a reação enfatizada é importante como ancoradouro para outras informações mais complexas coerentes com a visão mais científica desse fator, conhecido como superfície de contato.

Por ser uma pergunta do cotidiano, 93,75% responderam que seria mais rápido o cozimento da batata cortada do que inteira, que é verdade; somente aluno A14 respondeu que não sabia. Porém, dessas 93,75%, obteve-se dois tipos de resposta que continham características singulares e se permitiu agrupar em *pouco suficientes* e *suficientes*, mostradas na Tabela 3:

TABELA 3 – Tipos, descrição e frequência das respostas da Q4.

Tipo de respostas	Descrição dos tipos de respostas	Frequência %
Pouco suficientes	Responderam que a batata cozinha mais rápido em pedaços, mas não a detalham como ou por que	27%
Suficientes	Responderam que a batata cozinha mais rápido em pedaços, porém com mais detalhes na explicação	73%

Um dos relatos do primeiro tipo de resposta (pouco suficientes) pode ser observado na afirmativa do aluno A15:

A15 – *"A batata cozinha mais rapido* (sic) *quando esta* (sic) *cortada porque assim fara* (sic) *com que ela cozinhar mais rapido* (sic)*".*

Essa resposta mostra um pobre conhecimento conceitual dos estudantes sobre essas situações. Corroborado por Marine, Oliveira e Sá (2017, p. 332) quando observaram em sua pesquisa a concepção dos alunos sobre superfície de contato. Eles comentam que os alunos têm certa "dificuldade em relacionar os fatos observados com os modelos teóricos, visto que eles não estão habituados a justificar suas respostas, e quando são convidados a refletir sobre os conceitos, demonstram dificuldades em argumentar". Dessa forma, foi observado na resposta dada no exemplo, que o aluno ainda tenta explicar, mas não consegue se expressar ricamente por falta de novos conhecimentos e conceitos que subsidiariam tal afirmação, o que gerou uma redundância em suas palavras.

Os alunos A10 e A5 dão exemplo das características do segundo tipo de respostas (suficientes) observadas:

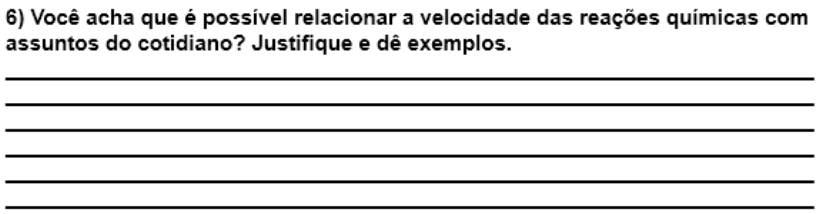
A5 – *"Cortada, porque o calor alcança melhor a* (sic) *partes da batata cortadas"*

A10 – *"Cortados, porque mais massa da batata fica em contato com a água quente que está cozinhando"*

A afirmação onde o aluno A5 emprega o termo calor pode ser corroborado pelas respostas que marcaram a maioria dos estudantes na Q2, o calor está relacionado à temperatura, porém o contexto possui características de não-literalidade.

Observa-se nesses relatos a compreensão significativa da influência da superfície de contado na rapidez da situação, mesmo que esse termo ainda não tivesse sido apresentado. Confirmando quando Ausubel afirma ser a substantividade, uma característica do aprendizado significativo, e esse aqui, advindo provavelmente de situações informais.

A **Questão 6** (Q6), e essa mais aberta também, solicitava que o aluno descrevesse sua visão empírica da química, seu cotidiano, e a velocidade das reações químicas:


6) Você acha que é possível relacionar a velocidade das reações químicas com assuntos do cotidiano? Justifique e dê exemplos.

As respostas que não possuíam justificativa formaram 50%. Destas, 25% foram respondidas com “não sei”. Outras 18,75% somente foram respondidas com “não”. E 6,25% somente foram respondidas com “sim”. Os que não responderam à questão foram 12,5%. Essas descrições estão sistematizadas na Tabela 4.

TABELA 4 – Respostas pouco relevantes da questão 6 do QCP.

Alunos que:	**Quantidade em Porcentagem**
Responderam “não sei”	25%
Responderam “não” sem justificar	18,75%
Responderam “sim” sem justificar	6,25%
Não responderam	12,5%

Deu-se ênfase nos outros 37,5% que responderam com justificativa, sendo 6,25% para “não”, e 31,25% para “sim”. O aluno A11, representante da resposta “não” com justificativa, expressa-se:

A11 – *“não: no meu cotidiano não ocorre reações químicas”*

As palavras anteriores refletem, o que Pozo e Crespo (2009) já observaram no ensino de ciências. As aulas que atualmente são promovidas no ensino básico não têm muito significado para os alunos, pois são planejadas de modo que não levam em conta materiais potencialmente significativos (salvo, se a questão do “querer aprender” não foi ratificada pelo aluno).

A resposta do A11 pode ser interpretada como um “grito de socorro” que muitos estudantes ainda internalizam pelo ensino dado com viés memorístico, não os levando a integrar o conhecimento escolar ao cotidiano. Nesse caso, as aulas com potencial significativo levam alunos como esse a interpretar o mundo ao seu redor com um olhar mais aguçado para as situações, formais e informais de ensino, identificando-as como integrantes do “mundo escolar” de ciências.

Os 31,25% que responderam justificando a afirmativa “Sim” tiveram características distintas, e suas respostas puderam ser agrupadas em: *coerentes*, *pouco coerentes* e *incoerentes*. Suas características e descrições, Relato (*Exemplo*) e frequências estão disponíveis na Tabela 5 a seguir:

TABELA 5 – Características, descrição das características, relato e frequência das respostas “sim” justificadas.

Características de respostas “sim” justificadas	**Descrição das características** **Relato (exemplo)**	**Frequência %**
Coerentes	Respostas que apresentaram complexidade e exemplos reais que são convergentes com a química. A6 – *“Sim, como uma explosão é uma reação química ou uma fruta que estão usando nela reações químicas para ela amadurecer mais rápido, ou um parafuso quando esta ferrugando* (sic) *é uma reação química”*	6,25%
Pouco coerentes	Respostas que apresentaram conceitos de velocidade, mas não de acordo com o enunciado “velocidade das reações químicas”, pois responderam conforme o conceito físico. A7 – *“Sim, porque entra varias* (sic) *reações no nosso cotidiano como ir e voltar se cria uma trajetória com tempo velocidade e km percorrido”*	12,5%
Incoerentes	Respostas que estão desconexas; não de acordo os conceitos e modelos consensuais científicos, tanto químicos, como físicos. A4 – *“Sim porque tudo que agente* (sic) *faz tem uma forma de reação e toda reação tem base com a química, como tipo o calor tem dia que e* (sic) *muito e tem dia que ta* (sic) *mas frio”*	12,5%

A afirmação do estudante A6, supostamente demonstrou que em sua estrutura cognitiva existiria mais informações sobre as reações químicas que os outros estudantes. Assim esse conhecimento, como subsunçor, poderia se “entrelaçar” com os conceitos e modelos científicos de velocidade das reações químicas resultando em aprendizagem significativa.

Porém, Pozo e Crespo (2009) confirmam que a não diferenciação entre processos físicos e químicos são observados em estudantes no ensino básico em química, como pode ser observado também na afirmação do estudante A7.

Já na afirmação do estudante A4, puderam ser observados alguns desajustes em relação a reconciliação integrativa na estrutura cognitiva do aluno, pois não desfez

as incongruências e diferenças entre conceitos químicos, conceitos de temperatura ambiente, e sensação térmica.

A última questão do questionário, **Questão 7** (Q7), *"como você explicaria o que é velocidade? "*, teve o intuito de obter que conceito os alunos tinham sobre velocidade.

Essa pergunta é indispensável para as abordagens dos processos químicos de cinética. Como os alunos pouco conheciam conceitualmente os assuntos que envolviam a velocidade das reações químicas, conheceu-se primeiro o que eles sabiam sobre velocidade, sem restrição de onde advém o significado (se da Física ou da Química). Assim, puderam ser classificadas as respostas em categorias, Tabela 6.

TABELA 6 – Categorias e suas descrições, e frequência das respostas da Q7.

Categorias		**Descrição das categorias**	***Frequência em %***
Não responderam			18,75%
"Não sei"			12,5%
Coerentes		Respostas que foram embasadas e expressas em termos aceitáveis, com lógica de significados.	12,5%
Parcialmente coerentes	Rapidez	Respostas que expressam um conhecimento parcial do que seria velocidade, mas de modo significativo é o que esses alunos sabem. Para eles a velocidade está relacionada com situações que envolvem rapidez.	12,5%
	Movimento	Respostas que não estão de acordo com os modelos consensuais de velocidade. Responderam ser velocidade as situações em que ocorrem movimentos.	37,5%
Incoerente		Resposta que não possui uma lógica conceitual, apresenta inconsistências.	6,25%

Nesta questão, 12,5% dos alunos responderam que não sabiam, 18,75% não responderam. Dessa forma, não puderam ser analisadas de forma consistente. Em

68,75% das respostas surgiram categorias de significados, e foram divididas em respostas *coerentes*, *parcialmente coerentes* e *incoerente*.

O estudante A4 foi um dos exemplos da categoria de respostas “coerentes” e se expressa:

A4 – “*É a distância que um objeto tera* (sic) *para se deslocar divido pelo tempo que levou para percorre* (sic) *esse espaço”*

Entendia-se que esse aluno teria maior facilidade em lidar com os novos conceitos que seriam explorados posteriormente, porém seu relato, aparentemente, revela indícios de literalidade, e estão fora do seu padrão de resposta, como se observa em seu relato, na categoria “incoerentes” da Q6. Supostamente, esse aluno buscou essa resposta não em seu entender, mas em outra fonte.

Se a compreensão de velocidade fosse da maneira como o relato do A4, o assunto velocidade das reações químicas poderia ser compreendido de acordo com o modelo científico, a quantidade de reagentes consumidos ou de produto sintetizado dividido pelo tempo decorrido dessa reação, não somente pela observação simplista, como tem feito a maioria dos estudantes (MARTORANO; MARCONDES, 2013).

A categoria *“*Parcialmente coerentes” são aquelas respostas que, de alguma forma, se relacionaram de forma lógica com os conceitos coerentes de velocidade, porém não são as respostas que respondem de modo absoluto a pergunta em termos consensuais aceitáveis da física. Nessa categoria de respostas foram encontrados dois tipos, estes estão relacionados com rapidez e movimento, mostradas a seguir através das respostas dos estudantes A10 e A6, respectivamente:

A10 – “*velocidade é uma coisa que acontece rápido. ”*

Esse conhecimento, apesar de não ser de respostas absolutas em termos físicos, são significativos e os ajudaram na compreensão de cinética, pois as velocidades das reações químicas estão relacionadas com reações mais rápidas e mais lentas.

A6 – “*quando um carro esta* (sic) *em movinto* (sic) *constante ou uma pessoa corendo* (sic)*.”*

Esse tipo de resposta se relaciona aos conceitos de velocidade na física. Porém, segundo Peruzzo e Canto (2003) o significado da palavra “cinética” seria “movimento”. Assim, pôde ser relacionado com o conceito de cinética química, como um primeiro passo ao seu conhecimento significativo.

Na resposta categorizada como “incoerente”, acredita-se que esse estudante possuía poucos subsunçores adequados que se permitia relacionar com a palavra velocidade, como pode ser observado:

A3 – “*Acredito que é alterado por variações do contato do corpo ou algo assim”*

Também se observou a aprendizagem mecânica quando são expressos alguns termos como “variações”, “corpo”. Essas palavras, provenientes das aulas de física, estão supostamente dispostas de forma arbitrária na estrutura cognitiva deste aluno.

Assim, obtendo esses conhecimentos prévios, o professor-pesquisador melhorou o planejamento das aulas da SD, atribuindo-as a designação de potencialmente significativas.

4.2 Encontro 2

4.2.1 Aula sobre Mapas Conceituais

Os mapas conceituais são diagramas que expressam em hierarquia o conhecimento de certo conteúdo com a utilização dos conceitos pertinentes e lógicos de uma esfera conceitual arranjados em proposições, ligados por palavras que intermedeiam os conceitos e que apresentam significados. Esses mapas somente expressam a realidade conceitual da estrutura cognitiva do indivíduo que os produz (MOREIRA, 2010).

Os estudantes afirmaram nunca ter ouvido falar sobre mapas conceituais. Antecipando-se a isso, foi preparada uma aula para que pudessem conhecer melhor o que é um mapa conceitual, para que serve e como pode ser feito. Essa aula, Figura 4, foi realizada no segundo encontro e contou com a presença de 15 alunos com o objetivo de familiarizar os alunos com o que se seguiria, a produção de mapas conceituais feito por eles.



Figura 4 – Aula sobre mapas conceituais.

Nesse encontro os estudantes se mostraram bem atentos. No primeiro instante, apresentou-se de modo simples a teoria aprendizagem significativa; mostrou-se como ocorre a assimilação dos conceitos segundo Ausubel; também foram motivados a entender primeiro como é construído o conhecimento de um assunto de modo significativo. Partindo disso, foi apresentado os mapas conceituais, aqueles que, supostamente, poderiam mostrar o que se tinha na mente deles de forma simples e escrita.

Essa aula teve bastante participação dos estudantes, por exemplo, quando era pedido que falassem conceitos novos em continuação dos exemplos nos mapas conceituais apresentados, não se observava dificuldades em darem suas opiniões.

4.2.2 Os primeiros Mapas Conceituais

Ainda no segundo encontro os estudantes foram desafiados a fazer o seu próprio mapa conceitual. Foi sugerido a cada participante que fizesse um mapa conceitual de um assunto que gostasse mais, podendo ser tanto do âmbito escolar, como extraescolar. Tal sugestão se teve por ser ainda o primeiro mapa conceitual produzido por eles, deixando-os mais à vontade e mais criativos. Dutra (2006) lembra que a construção de mapas conceituais exige:

> [...] esforço cognitivo/capacidade operacional do sujeito de natureza bastante específica. O ato em si que leva à construção das proposições está circunscrito às abstrações do sujeito no sentido de reconstituir, antecipar e/ou explicar as relações entre os conceitos. Consequentemente, a análise das construções dos sujeitos expressas no mapa conceitual incide diretamente sobre os resultados das coordenações do pensamento do sujeito (DUTRA, 2006, p. 104).

Uma avaliação desses mapas pode ser observada na Tabela 7, segundo as categorias e critérios sugeridos por Trindade (2011).

TABELA 7 – Tabela de avaliação dos mapas conceituais sobre temas abertos.

Alunos	Temas	Categorias										Pontuação
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A1	Anime	1	1	1	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	**5,5**
A5	Mangá	1	1	1	1	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	**6,5**
A8	Aluno	1	1	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	**7**
A9	Dança	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	0	**8,5**
A11	Botafogo	1	1	0,5	1	1	0,5	0,5	0,5	1	0	**7**
A12	Filme	1	1	1	0	1	1	0,5	0,5	0,5	0	**6,5**
A13	Uncharted 4	1	1	0,5	0,5	1	0,5	0,5	1	0,5	0	**6,5**
A14	Desenho	1	1	1	0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	**6**
A15	Jogos	1	1	1	0,5	1	1	1	0,5	0,5	0	**7,5**
A17	Água	1	1	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	**5**
A19	Folha de papel	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	**6,5**
A30	Futebol	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	0	**3,5**
A32	Fome	0	0	0,5	0	0	0,5	0	0,5	0	0	**1,5**
Total por Categoria		**12**	**12**	**10,5**	**5,5**	**9,5**	**7,0**	**6,0**	**7,0**	**7,0**	**1,0**	
Percentual (%) de Rendimento		**92,3**	**92,3**	**80,7**	**42,3**	**73,0**	**53,8**	**46,1**	**53,8**	**53,8**	**7,6**	

A Tabela 7 está dividida em quatro blocos principais: o primeiro refere-se à identificação que cada aluno obteve para seu anonimato; no segundo bloco estão os temas (conceitos principais) que os estudantes escolheram para produzirem seu mapa conceitual; no terceiro se tem as categorias de critérios, e estão divididos em dez, onde foram pontuados de acordo com o mapa especificado; e no quarto bloco, a pontuação final em relação a todos os critérios do bloco anterior. Nas duas últimas linhas dessa tabela estão, na penúltima, a soma total das pontuações de cada categoria, e na última, o rendimento em porcentagem de cada categoria.

Os participantes A4 e A6 não realizaram essa tarefa e ficaram de fora desta análise. Entretanto a maioria dos mapas produzidos pelos alunos sobre um assunto qualquer (tema em aberto) se mostraram coerentes, pois apesar de serem os primeiros, os resultados da pontuação média alcançada (a média foi aquela, de acordo com Trindade (2011), definida através das pontuações nas dez categorias observadas nos mapas analisados, sendo 5,0 a pontuação média a ser alcançada) apontam que, de forma majoritária, os estudantes entenderam o que seria e como se fazia um mapa conceitual, como se observa na Figura 5 e na Figura 6.

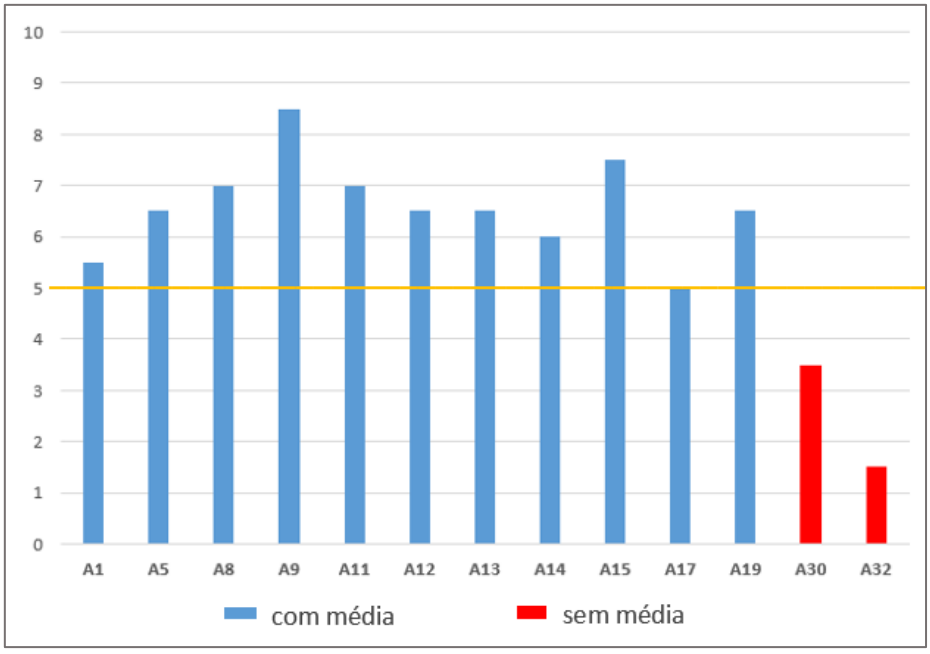


Figura 5 – Relação dos alunos com média e sem média na pontuação dos MCs sobre temas abertos.

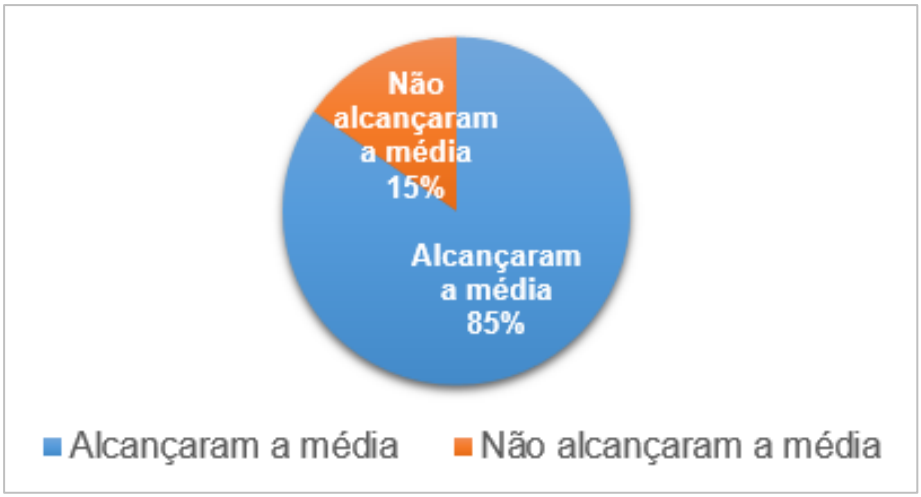


Figura 6 – Porcentagem dos alunos com média e sem média na pontuação dos MCs sobre temas abertos.

Como mostrado na figura 6, a porcentagem dos alunos que alcançaram a média da pontuação para os seus mapas serem reconhecidos como coerentes foram 85%.

A seguir, serão mostrados os mapas conceituais dos alunos A9 e A11, para melhor averiguação (a maioria dos mapas conceituais que foram feitos pelos alunos foram transcritos com auxílio do software CmapTools):

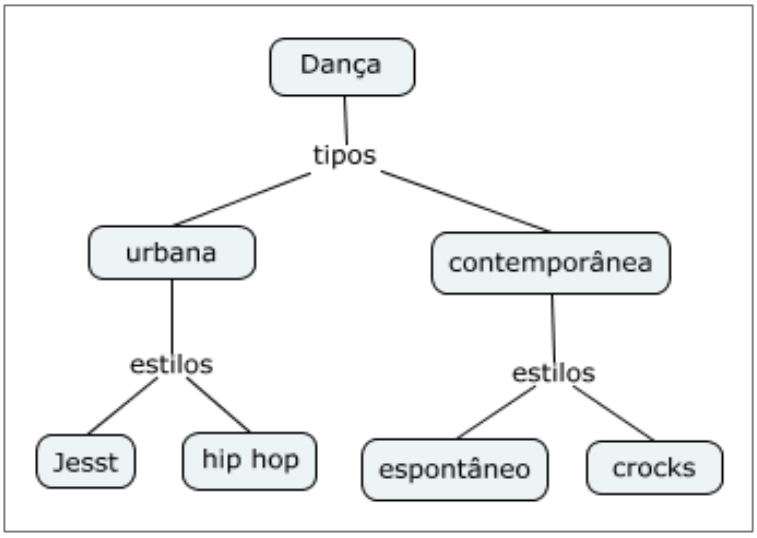


Figura 7 – MC do aluno A9 sobre seu conceito: “Dança”.

O mapa conceitual do aluno A9 (Figura 7) foi baseado no tema “Dança”. E demonstrou facilidade em expor seu conhecimento. Nesse mapa existe, notoriamente, a diferenciação progressiva, pois organização hierárquica está bem delineada.

Para o aluno A9, a dança tem um significado notório, pois soube diferenciá-los em tipos e estilos. Entende-se que o assunto esteja no seu cotidiano como algo praticado. Porém, como foi observado, faltaram palavras de ligação apropriadas para que se formassem proposições. Dessa forma esse mapa foge a essa característica de mapa conceitual. Pois, “embora os mapas tenham organização hierárquica e, muitas vezes, incluam setas, não devem ser confundidos com organogramas ou diagramas de fluxo (MOREIRA, 2013).

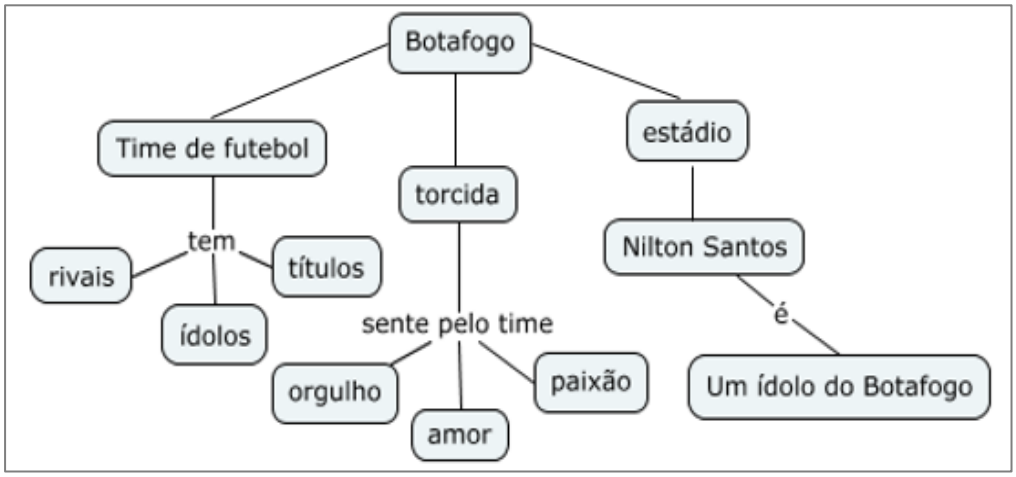


Figura 8 – MC do aluno A11 sobre seu conceito: “Botafogo”.

O mapa conceitual do aluno A11 (Figura 8), apesar da pouca estética, mostra-se um tanto interessante, pois demonstra complexidade, visto ser o seu primeiro mapa (apesar da falta de palavras de ligação em algumas partes). Este desenvolveu o conceito, mais abrangente, do seu time de futebol preferido. A diferenciação progressiva pode ser observada mostrando como foi significativo o assunto para esse aluno. Supostamente, tal aluno vinha acompanhando esse time de futebol a bastante tempo.

Os resultados da análise dos primeiros MCs também mostram a importância de se começar a confecção de mapas conceituais a partir de temas significativos para

os estudantes, como o de assuntos que estes tenham mais afinidade, não importando se sejam extraescolares, deixando-os assim menos pressionados e mais criativos.

4.2.3 Mapas conceituais de cinética química (Inicial)

Nessa pesquisa a utilização de mapas conceituais também foi arranjada para se obter mais informações da estrutura cognitiva dos estudantes pesquisados sobre os seus conhecimentos de cinética química.

Um esclarecimento importante a ser feito dessa atividade é que, como o assunto não era de conhecimento de todos, pois ainda não haviam tido esta aula (cinética química), presumiu-se que tal atividade só iria corroborar o que se sabia: os alunos ainda não compreendiam totalmente os novos conceitos, e nem como esses conceitos se relacionam com o tema. Como um dos objetivos da pesquisa se propõe analisar as evidências de aprendizagem significativa sobre cinética química, optou-se por primeiro mostrar como poderia estar a estrutura de conceitos de tal tema na mente dos estudantes nesse primeiro contato com o assunto.

Esta atividade (Figura 9) ocorreu também no segundo encontro, onde foi sugerido que fizessem quatro grupos, dentre os quais comportavam entre quatro e cinco componentes. Isso se torna importante, pois Araújo (2014) comenta em sua tese que, as construções de mapas conceituais em pequenos grupos realizam, nos membros desses grupos, uma função positiva de intercâmbio social.

Para todos os grupos foram disponibilizadas as mesmas palavras (conceitos) que, relacionadas com a cinética química, pudessem organizar e relacionar conceitos entre si. E assim, de acordo com suas perspectivas, esboçassem linhas de conexões entre os conceitos, e entre essas, palavras de ligação. Esses mapas foram feitos em folhas papel (uma para cada grupo).



Figura 9 – Produção em grupos do primeiro MC de cinética química.

Foi explicado também que poderiam discutir como seriam postos os conceitos disponíveis, da melhor forma. Juntamente, fora sugerido que, se pudessem, aumentassem o repertório de palavras (conceitos, palavras de ligação) que estariam de acordo com a lógica do tema.

No início, alguns alunos ficavam sem saber o que fazer, pois não sabiam o que significavam as palavras disponíveis, mas logo fora explicado novamente que se tratava de uma atividade que não exigia o conhecimento aprofundado, e assim, poderiam fazer de acordo com sua intuição, por exemplo.

Alguns alunos se achavam mais retraídos, enquanto outros tomavam a frente em muitas situações. Pôde-se observar também algumas atitudes interessantes como o caso de alunos que conheciam menos que outros sobre o tema, mas que estavam liderando; enquanto outros, era visto seu maior conhecimento sobre o tema, porém não se sobressaiam, temendo estarem errados.

A análise dos mapas conceituais sobre cinética química foi mostrada na Tabela 8, onde os quatro grupos estão divididos e identificados como G1, G2, G3 e G4.

TABELA 8 – Avaliação dos mapas conceituais de cinética química (Inicial).

Grupos	Categorias										Pontuação
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	
G1	1	0	0,5	0,5	0	1	0	0,5	0,5	0	**4,0**
G2	1	0	1	0,5	0	1	0,5	0,5	0	0	**4,5**
G3	1	0	0,5	0	0	1	0,5	0,5	0	0	**3,5**
G4	1	0	0,5	0	0	1	0	0	0	0	**3,0**
Pontuação total por categoria	**4**	**0**	**2,5**	**1**	**0**	**4**	**1**	**1,5**	**0,5**	**0**	
Rendimento percentual (%) das categorias	**100**	**0**	**62,5**	**25,0**	**0**	**100**	**25,0**	**37,5**	**12,5**	**0**	

Categorias analisadas:

1- Conceitos básicos
2- Conceitos novos
3- Ligações entre conceitos
4- Palavras de ligação
5- Exemplos
6- Clareza e estética do mapa
7- Proposições
8- Hierarquização
9- Diferenciação progressiva
10- Reconciliação integrativa

A Tabela 8 contém três blocos fundamentais sendo: no primeiro, os grupos dos alunos e sua identificação, foram também acrescentadas na penúltima e última linha, a pontuação total por categoria e o rendimento em porcentagem de cada categoria, respectivamente; no segundo estão as categorias de critérios (dez categorias) e suas respectivas pontuações; e no terceiro bloco estão as pontuações integrais, a soma das categorias do bloco anterior.

Duas categorias se destacaram com bom rendimento. Na categoria 1, optou-se pela pontuação um (1) para todos os grupos porque, como o assunto ainda não tinha sido abordado, todos os conceitos manipulados foram dados pelo professor/pesquisador favorecendo o desempenho dessa categoria. Outra categoria com bom rendimento, 6 “Clareza e estética do mapa”, teve essa pontuação por já estarem impressos vários conceitos do assunto, somente dando o trabalho de se colar no papel e de se apontar as ligações com o pincel. A Figura 10 enfatiza melhor cada categoria, por suas porcentagens.

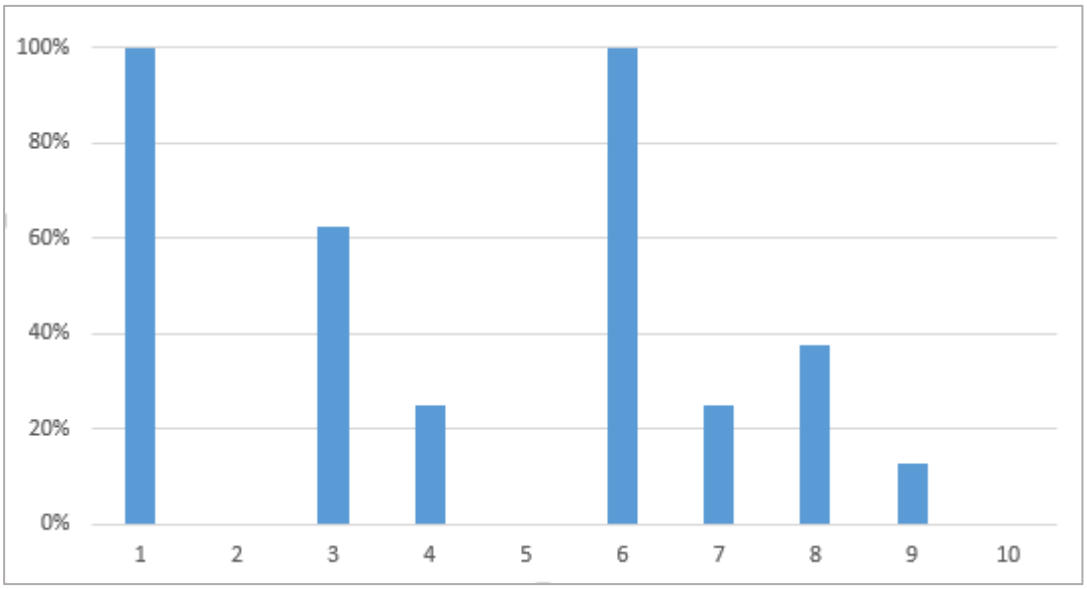


Figura 10 – Porcentagem de rendimento das categorias dos MCs (Inicial) de cinética química. Categorias:

1- Conceitos básicos
2- Conceitos novos
3- Ligações entre conceitos
4- Palavras de ligação
5- Exemplos
6- Clareza e estética do mapa
7- Proposições
8- Hierarquização
9- Diferenciação progressiva
10- Reconciliação integrativa

Os primeiros mapas conceituais feitos por cada aluno (MC com tema em aberto) mostraram suas positivas habilidades na construção de MCs (Figura 6). Porém, como pode ser observado na Tabela 8, nenhum grupo alcançou a pontuação média de um mapa conceitual coerente em relação à cinética química.

A possível interpretação para o não alcance da pontuação média dos mapas seria a indisponibilidade de conceitos-âncora e/ou a disponibilidade aleatória dos conceitos apresentados, tendo pouca ou nenhuma relação lógica com a estrutura cognitiva dos estudantes. E para maior entendimento, os mapas dos grupos G2 e G3 são mostrados a seguir.

O mapa do grupo G2 (Figura 11) foi o que recebeu maior nota, mostrada anteriormente na Tabela 8. Esse começa bem, apresentando o que a cinética química estuda, as velocidades e os fatores que lhes alteram, porém no decorrer do mapa observa-se as incongruências nas disposições dos conceitos, como a sequência “velocidade das reações químicas”, “energia de ativação”, e “superfície de contato”,

demonstrando o seu pouco domínio do assunto. Pode-se observar também que esse mapa se configura mais como um diagrama sinóptico.

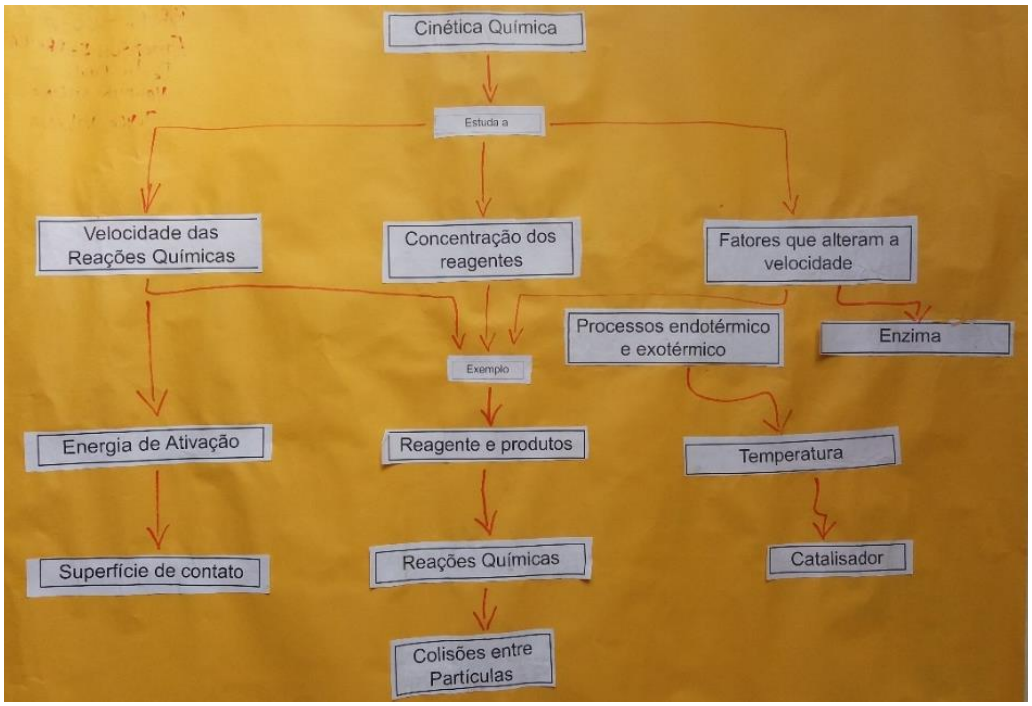


Figura 11 – MC (Inicial) do grupo G2 sobre cinética química.

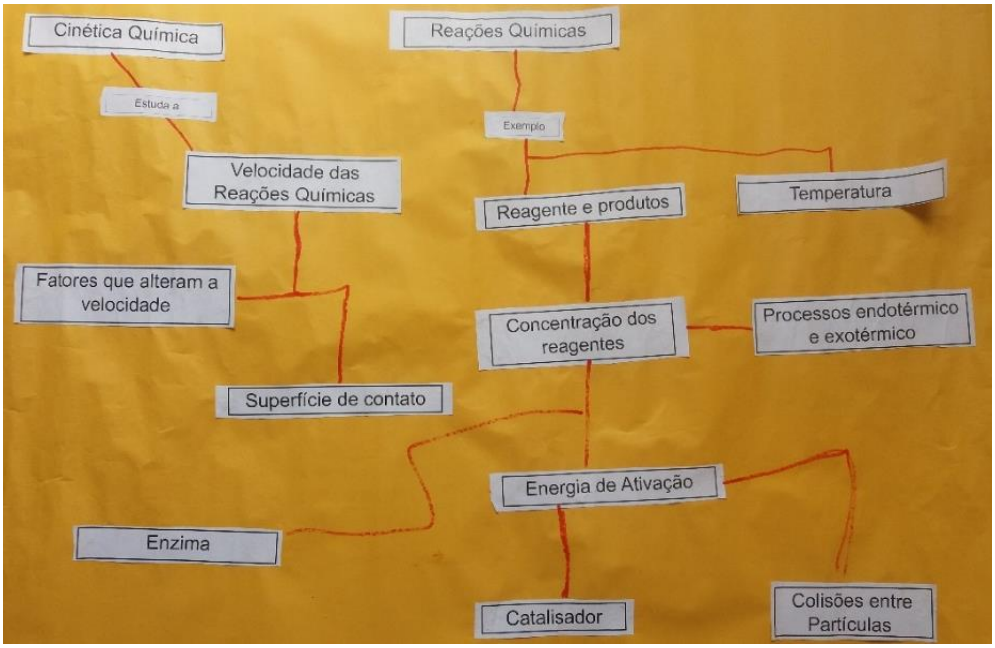


Figura 12 – MC (Inicial) do grupo G3 sobre cinética química.

O mapa do grupo G3 tem mais inconsistências sobre a disponibilidade dos conceitos. Na Figura 12 é mostrada uma fragmentação na suposta hierarquia conceitual de cinética química e reações químicas. Essa divisão provavelmente se dá pelos conceitos mais e menos familiares, pois a maioria dos conceitos em que cada diagrama tem, cinética química e reações químicas, refletem os conceitos que ainda não foram abordados de forma consistente e os que já foram em aulas anteriores, respectivamente.

A falta de domínio do assunto também é evidenciada na pontuação das categorias 2 e 5, que permitem, respectivamente, a introdução de conceitos novos e a sugestão de exemplos que convirjam com o assunto. A falta de palavras de ligação dificultou a compreensão, pois não estava entendido a verdadeira relação desses conceitos, assemelhando-se a diagramas sinópticos. Desse modo, entende-se que os estudantes não sabiam muito bem do assunto, e com isso também, não conseguiam suplantar a significação de tais conceitos.

Os resultados aqui obtidos somente indicam e reforçam o argumento dos princípios Ausubelianos, de que, os assuntos novos só serão significativos se forem abordados de forma progressiva respeitando os conhecimentos prévios dos

estudantes, assim como, os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Portanto, como observado, os mapas conceituais desempenham um papel importante na identificação de conhecimentos prévios e conhecimentos alternativos dos estudantes facilitando a produção de materiais potencialmente significativos; atribui-se também a função de nortear aos estudantes em seus conhecimentos e integração de conceitos a serem assimilados.

4.3 Encontro 3

4.3.1 Revisão de assuntos (conceitos) básicos

No terceiro encontro (Figura 13), com intuito de rever conceitos básicos de química que seriam importantes para assimilação dos conceitos de cinética química, foi preparada uma aula com abordagem expositiva dialogada sobre os assuntos equação química, estequiometria e velocidade média das reações químicas. Essa aula também se deu pela falta de diferenciação de alguns estudantes entre a velocidade em termos físicos e químicos; foi contextualizada, assim como toda sequência didática, relacionando a alimentação humana e a química.



Figura 13 – Aula de revisão dos assuntos concernentes à cinética química.

No primeiro instante foi exposto aos estudantes a necessidade do ser humano em se alimentar, e que nos alimentos continham as substâncias essenciais para o bom funcionamento do corpo; que existem reações químicas no corpo que transformam sustâncias em outras, e começando o processo na boca, percorreria por todo corpo.

Nesse mesmo encontro foram expostas as diferenças da aplicação do termo velocidade, na física e na química, respectivamente, utilizando o exemplo dos carros nas estradas que trafegam em alta e baixa velocidade, e a velocidade em que certos alimentos são digeridos. Assim, no decorrer da aula os assuntos que seriam enfatizados foram expostos de maneira contextualizada.

No final, os estudantes responderam algumas questões relacionadas à velocidade média, tanto em termos físicos como químicos (Apêndice C). A análise dessas resoluções não se fez necessária para essa pesquisa, foram apenas para conhecimento dos estudantes de como se faz os cálculos, levando em conta também que houve participação majoritária do professor na resolução dessas questões.

4.4 Encontro 4

4.4.1 Experimentação Investigativa 1

Para essa estratégia didática, os estudantes foram informados, assim como no primeiro encontro, de como que se fazia uma experimentação investigativa. Assim, antes e durante os experimentos, foram apresentados (revisados) alguns conceitos que se faziam necessários para a compreensão do assunto em análise na experimentação. As informações abordadas foram: Concentração das substâncias, teoria das colisões e energia de ativação (juntamente com os gráficos relacionados).

Nessa atividade participaram 17 estudantes e para o início foram divididos em 3 grupos (G1, G2 e G3) que comportavam entre 5 e 7 componentes. Apesar de um grupo estar com mais componentes que os outros (isso ficou proposto por eles mesmo, pois se sentiriam mais à vontade com seus colegas que tinham maior

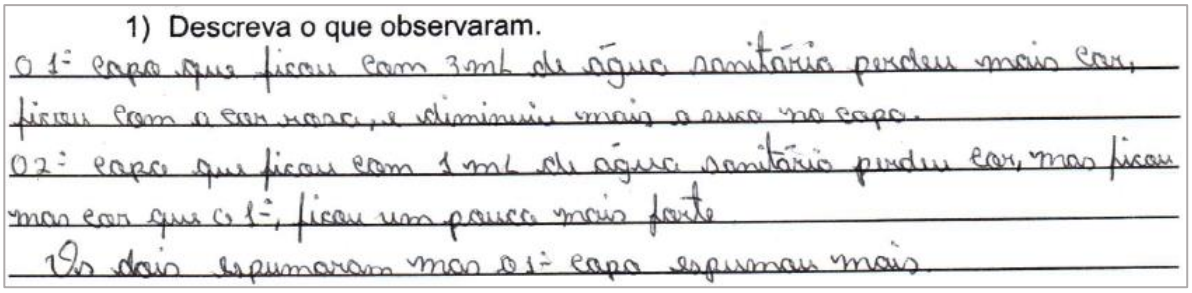
afinidade), foi observado a interação de todos, com eles mesmos se dividindo nas atividades.



Figura 14 – Experimentação investigativa em grupos sobre o papel da concentração nas velocidades das reações químicas.

Essa primeira experimentação investigativa (Figura 14) tratava em compreender o papel da concentração dos reagentes na reação química, e possuía características que Borges (2002) nomeia como nível 1. A situação-problema apresentada foi: "*Na Química, no laboratório ou em casa, alguns procedimentos podem deixar certas soluções mais concentradas ou menos concentradas, por exemplo, quando fazemos um refresco.* ***Será que a concentração pode interferir nas reações químicas?*** *Vamos fazer e observar o experimento*". (Apêndice D).

Ao analisarem os materiais e os procedimentos propostos, cada grupo fez o experimento. Logo depois, descreveram o que observaram ao final do experimento. Os três grupos conseguiram descrever o que observaram, porém, o G2 descreveu de forma mais organizada e com mais detalhes (a Figura 15 mostra a descrição do G2, e a Figura 16, a descrição do G1, respectivamente).

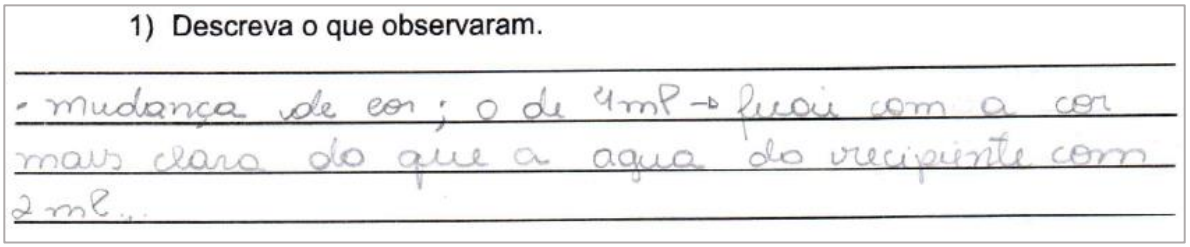

1) Descreva o que observaram.

O 1º copo que ficou com 3ml de água sanitária perdeu mais cor, ficou com a cor rosa, e diminuiu mais o risco no copo.

O 2º copo que ficou com 1 ml de água sanitária perdeu cor, mas ficou mais cor que o 1º, ficou um pouco mais forte

Os dois espumaram mas o 1º copo espumou mais.

Figura 15 – Descrição do grupo G2 sobre o que foi observado na experimentação investigativa1.


1) Descreva o que observaram.

- mudança de cor; o de 4mP → ficou com a cor mais clara do que a água do recipiente com 2 ml.

Figura 16 – Descrição do grupo G1 sobre o que foi observado na experimentação investigativa1.

Como pode ser observado o G2 desenvolveu melhor suas descrições sobre o que observaram. Uma das contribuições da experimentação investigativa é o desenvolvimento das capacidades de planejamento e interpretação dos dados (SOUZA *et al*., 2013). Assim, nessa parte, esse grupo o desenvolveu de forma satisfatória, pois a organização é importante para se concretizar um aprendizado mais científico.

Foi proposto também que cada grupo levantasse duas hipóteses para se explicar o fenômeno (conclusão), uma pelo próprio grupo e outra buscando com os outros grupos. O G2 não apresentou as hipóteses, o G1 apresentou somente a primeira e o G3 apresentou as duas hipóteses. Dessa forma, foram analisadas somente as hipóteses do G1 e G3.

As primeiras hipóteses dos G1 e G3 não explicaram o fenômeno de acordo com requerido, pois foi requerido o desenvolvimento de hipóteses que iriam desde nível macroscópico (observável) ao nível atômico-molecular (com o modelo da teoria das

colisões, modelo consensual). Porém, os grupos se mantiveram em explicações de causa visual (macroscópica).

O G1 descreve a causa da diferença nas velocidades dessa reação:

G1 Hipótese 1 – *"A água misturada com água sanitária quando joga no refresco em pó a dissolvência é menor que a seringa só com água sanitária"*

Pela sua explicação, esse grupo demonstra que não observou atentamente o roteiro para esse experimento, pois foi pedido que fizessem duas soluções com concentrações diferentes, mas fizeram somente uma solução. Assim, chamaram a reação observada (reação dos reagentes através das colisões para o aparecimento dos produtos) de "dissolvência" mostrando através desse vocabulário uma aproximação do que eles sabem sobre mistura de solvente e soluto.

Dessa forma, o significado dessa reação para esse grupo foi somente pela observação, não ressaltando os acontecimentos a nível molecular. Assim, de acordo com o observado, o que foi exposto sobre teoria das colisões não havia sido compreendido como integrante à realidade observada desses estudantes.

A descrição do G3 foi mais simples ainda:

G3 Hipótese 1 – *"O motivo que ocasionou a mudança foi a presença da água sanitária"*

Nessa explicação foi observada a incoerência quando foi justificado que a causa da diferença nas velocidades das reações observadas foi somente pela presença de água sanitária. Porém, as duas soluções continham água sanitária, diferenciando-se somente nas concentrações.

A segunda hipótese foi criada somente pelo G3. O objetivo da elaboração dessa hipótese foi a aproximação das ideias para uma hipótese que tivesse um consenso de todos grupos. Pois muitas vezes os estudantes compreendem a ciência como algo pronto e absoluto, onde um cientista sozinho no laboratório encontra soluções para as grandes questões no mundo. Dessa forma, as atividades investigativas promovem um intercâmbio de conhecimentos e ideias que podem ser testadas, aceitas ou refutadas, como realmente a ciência se comporta. A segunda hipótese do G3 afirma:

G3 Hipótese 2 – *"A diferença da quantidade em ml. Pois com a presença maior da água sanitária acelera o processo da reação"*

Observa-se uma justificativa melhor que a primeira para a diferença das velocidades, pois dessa vez o que "acelera o processo" foi a "diferença da quantidade em ml [...] da água sanitária", ou seja, a concentração. Esse conceito foi então, supostamente, compreendido por esse grupo, mesmo não aparecendo em sua descrição a palavra "concentração". A aprendizagem significativa, nesse caso, foi observada, pois de forma não-literal esse tema surge. Por isso é importante essa aproximação das ideias diferentes entre os estudantes nas experimentações.

4.4.2 Analogia 1

No encontro após a aula com a experimentação investigativa foi apresentada a analogia "Muitas e poucas pessoas no ônibus" (Apêndice E). Essa analogia foi desenvolvida visando o aprimoramento conceitual do assunto que abrange o papel que a concentração faz na velocidade de uma reação química. Ressalta-se que nesse encontro, antes da experimentação investigativa 1, quando estavam sendo apresentados os conceitos da teoria das colisões, a estratégia de aprendizagem com analogia foi apresentada.

Para essa aula, 21 estudantes participaram, e os seis passos para o ensino com analogia (TWA – Teaching with Analogies) foram dados. No primeiro passo foi apresentado o conceito-alvo (o conceito novo que o estudante vai aprender). O conceito apresentado foi: "*Quanto maior a concentração de reagentes, maior será a rapidez da reação química; e quanto menor concentração de reagentes, menor a rapidez da reação*".

No segundo passo foi apresentado o conceito-análogo (aquilo que o estudante conhece, mas que irá se relacionar com o conceito novo). Esse passo foi apresentado com uma pergunta: "*um ônibus com muitas pessoas e depois com poucas pessoas, qual probabilidade de as pessoas se encostarem umas nas outras?* ".

O terceiro passo consistiu em indicar as características do conceito-análogo que serviriam para relacioná-lo ao conceito novo. E foi exposto: "*Num ônibus com*

muitas pessoas seria mais provável que os passageiros entrem em contato físico, entretanto em um ônibus que tenha poucas pessoas dificilmente haverá esse contato".

O quarto passo consistiu em mostrar as similaridades entre os dois conceitos (alvo e análogo). Foi exposto que, segundo a teoria das colisões, seria necessário haver contato/choques entre as partículas dos reagentes para que ocorra a reação química. E assim, quanto maior for a quantidade de reagentes num sistema, maior será a probabilidade de essas partículas se chocarem. Assim também nos ônibus, quanto mais pessoas num ônibus, maior a chance de essas se encostarem; e num ônibus com poucas pessoas dificilmente ocorre esse contato, pois todas estarão em seus assentos.

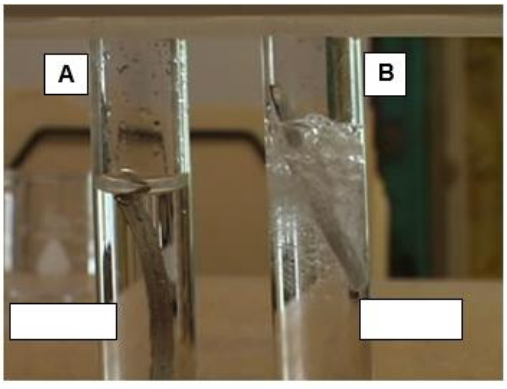
O quinto passo consistiu em indicar o que a analogia não abrange do conceito-alvo. E foi apresentado da seguinte forma: "A analogia não é algo realista, está fora de proporção; as partículas dos reagentes em uma reação estão em constante movimentos aleatórios, diferentes dos passageiros; a analogia só trata da probabilidade de ocorrerem as colisões".

O sexto passo foi apresentar a conclusão da estratégia explorando definitivamente o conceito-alvo. E para verificar se os estudantes haviam compreendido o assunto foi exposto um problema que consistia em indicar em duas imagens quais seriam as concentrações das reações químicas mostradas.

Observe na figura ao lado a interação do metal zinco, colocado em dois tubos de ensaio, com soluções de ácido sulfúrico de concentrações:

3 mols/L e 0,1 mol/L. É possível ver que a reação no tubo B é mais rápida.

Qual tubo contém as concentrações que foram ditas anteriormente? Escreva as concentrações nos quadros na figura.



Nessa primeira parte da conclusão os alunos participaram comentando que teriam compreendido o conceito alvo. Assim, 90% respondeu corretamente (no tubo

“A” continha 0,1 mol/L, e no tubo “B” continha 3 mols/L), os outros 10% não responderam.

Em seguida foi solicitado que fizessem comparações entre a reação química do recipiente mais concentrado e a analogia explorada anteriormente (“Muitas e poucas pessoas no ônibus”), de acordo com a teoria das colisões. As respostas para essa atividade foram analisadas e divididas em categorias e são mostradas na Tabela 9, a seguir:

TABELA 9 – Categorias, descrições e frequência (%) das respostas à analogia 1.

Categorias	Descrição das categorias	Frequência
Coerente com Analogia	Ocorreu raciocínio analógico coerente nas comparações dos conceitos (alvo e análogo).	38,1%
Coerente sem Analogia	Não houve evidências explícitas de raciocínio analógico, mas foi observado o entendimento do conceito alvo.	19,0%
Pouco coerente com Analogia	Descrevem o análogo como sendo da mesma natureza do conceito alvo.	9,52%
	Descrevem aspectos do análogo que não estão no contexto.	14,3%
Pouco coerente sem Analogia	Respostas com pouca coerência, sem raciocínio analógico e sem entendimento do conceito alvo.	19,0%

Na categoria “coerente com analogia” (38,1%) foi observado a coerência no raciocínio analógico, com as respostas de acordo com o modelo consensual sobre o papel da concentração na velocidade das reações químicas. Isso pode ser observado na afirmação do estudante A17:

A17 – “*O ônibus por ter muitas pessoas mais provável de ter contato umas com as outras. No tubo B por ter mais reagentes as moleculas* (sic) *se chocam umas com as outras por isso a reação ocorre mais rapida* (sic).*”*

Essa resposta mostra como essa estratégia didática (analogia) foi importante para esse aluno na compreensão desse assunto, pois o mesmo não teve um bom desempenho na experimentação investigativa anterior (estava no G1). Para um aprendizado significativo, deve-se partir do conhecido (assunto do cotidiano) para o desconhecido (assunto a ser aprendido). Dessa forma uma analogia pode ajudar nesse aprendizado.

Comparando os conceitos alvo e análogo corretamente foi possível compreender que quanto mais reagentes, as moléculas irão ter mais probabilidade de se chocarem, e assim a reação ocorre mais rápida (parafraseando a afirmação do estudante A17). A afirmação desse estudante mostra como a abordagem com analogia potencializa a aprendizagem significativa, facilitando o entendimento desse assunto e possibilitando a evolução conceitual, como destacam Duarte (2005), Rigollon e Obara (2010) e Hartje (2017).

Na categoria “coerente sem analogia” (19,0%) estão as afirmações em que não foram observadas uma abordagem através da analogia, porém foi observado coerência ao explicarem o assunto, de acordo com o modelo consensual. Isso pode ser observado na afirmação do estudante A19:

A19 – “*De acordo com a reação do tubo B a reação ocorre mais rápido pelo fato de que existe mais mol no tubo B e é igual no ônibus”*

Nessa afirmação o aluno não faz comparações entre o conceito-alvo e o conceito-análogo, mas afirma que no tubo B, por ter mais mol (concentração), a reação é mais rápida. Supostamente, para esse estudante a analogia não teve utilidade e/ou não houve o raciocínio analógico como afirma Duarte (2005).

Na categoria “pouco coerente com analogia” foram identificados dois tipos. O primeiro (9,52 %) se refere as respostas em que os conceitos alvo e o análogo não estão descritos como em comparação, mas como sendo da mesma natureza. Isso pode ser observado na afirmação do estudante A20:

A20 – *“Bom eu acho que ensaio B tem muitas pessoas pelo fato da reação ser mais rapida* (sic) *e concentrados. Por causa dos reagentes agiram muito rapido* (sic)*”*

O aluno nesse caso não atentou em diferenciar aquilo que era analogia, do alvo que se tentava ensinar causando esse desajuste em suas palavras. Duarte (2005) também declara essa dificuldade que a analogia pode ter quando essa não é interpretada de forma correta.

Outro tipo (14,3%) de resposta encontrado na categoria “pouco coerente com analogia” estão aquelas afirmações em que os alunos não se atentaram para as limitações que a analogia tem. Nesse caso, tem-se o exemplo do estudante A4:

A4 – *“Na mina opinião se o ônibus estive* (sic) *numa velocidade muito rápido e de uma enfreiada* (sic) *as colisões das pessoas ira* (sic) *se toca uma nas outras por conta de muitas pessoas dentro do ônibus. E o ônibus indo devaga* (sic) *não ira* (sic) *acontecer nada por conta de poucas colisões.”*

Apesar do quinto passo da estratégia TWA, que alerta para as limitações da analogia, esse tipo de resposta demonstra que ainda os estudantes não estão totalmente familiarizados com esse tipo de estratégia didática. Segundo Duarte (2005) esse tipo de dificuldade pode ser encontrado quando se trabalha com analogias.

A categoria “pouco coerente sem analogia” (19,0%) se refere àquelas respostas que não apresentaram coerência, tanto no conceito análogo, como no conceito alvo, e nem foram feitas comparações entre esses. Um exemplo dessa categoria pode ser observado na afirmativa da A21:

A21 – *“O fato que altera e por conta que um que e a figura B por conta que contem* (sic) *mais metal zinco e a colisão a contecera* (sic) *mais rápido e a figura A não a contecera* (sic) *lento por conta que não tem muito metal zinco então a colisão será mais lenta. ”*

Essa afirmação mostra que a estudante não havia entendido ser a concentração do ácido que fez a velocidade aumentar, não a quantidade de zinco. Essa também não descreveu um raciocínio analógico, supostamente a analogia não facilita o entendimento desse assunto para essa estudante, já que ela estava no grupo (G3) que teve bom desempenho na experimentação investigativa sobre esse mesmo assunto.

4.5 Encontro 5

4.5.1 Experimentação Investigativa 2

Essa segunda experimentação investigativa visava aprimorar os conhecimentos sobre o fator “superfície de contato” nas reações. Para isso foi desenvolvida essa atividade que consistia em realizar um experimento para que o estudante pudesse analisar e descrever suas conclusões. Assim foi proposto a pergunta: “*Se estou com uma azia ‘muito forte’, como poderia tomar um antiácido de maneira que amenizasse mais rápido essa azia?* ” (Apêndice F)

Nessa atividade, Figura 17, participaram 21 estudantes e foram divididos em quatro grupos (Gr1, Gr2, Gr3 e Gr4), três grupos com 5 componentes e um grupo com 6 componentes). Essa experimentação investigativa possuía características que Borges (2002) descreve como nível 1. E ao analisarem os procedimentos propostos realizaram o experimento.



Figura 17 – Experimentação investigativa em grupos sobre o papel da superfície de contato nas velocidades das reações químicas.

Antes dessa atividade foi explicado para os estudantes, por meio de exemplos, as reações químicas afetadas pela superfície de contato. E para início da atividade foi

explicado o que seria a azia e como as práticas de alimentação poderiam agravar ou prevenir esse incomodo (Apêndice F).

Após realizarem o experimento, os estudantes deveriam descrever os dados observados. E todos os grupos fizeram suas descrições de forma organizada e coerente. Dessa forma, foi observada essa melhora na descrição dos dados, que a experimentação investigativa 1 não teve de todos.

Logo depois, foi solicitado aos estudantes que elaborassem duas hipóteses que explicassem o fenômeno ocorrido no experimento, uma levantada pelo grupo e outra através do contato com os outros grupos.

Foram analisadas como coerentes as afirmações em que fossem observados conceitos referentes à superfície de contato ou a própria proposição. Dessa forma os grupos Gr3 e Gr4 descreveram sua primeira hipótese de forma coerente, pois foi observada essa proposição em seu contexto, como pode ser observada na descrição do Gr3:

Gr3 Hipótese 1 – *"O antiácido que estava triturado teve a reação mais rápida por ter a superfície de contato maio* (sic) *o triturado foi mais rápido"*

Pelas afirmações desses grupos, pode-se observar que estão mais adaptados ou tem mais afinidade com essa estratégia didática, pois esses dois grupos, em sua maioria de componentes, pertenciam aos dois grupos que conseguiram apresentar suas hipóteses na experimentação investigativa 1.

Os grupos Gr1 e Gr2 descreveram sua primeira hipótese de forma pouco coerente, pois apenas afirmaram o que observaram, não explicando de acordo com o modelo consensual, em que a velocidade de uma reação pode ser aumentada com o aumento da superfície de contato. A descrição do Gr2 pode ser observada a seguir:

Gr2 Hipótese 1 – *"Os dois tendo o mesmo material e substancia, um se disorveu* (sic) *mais rápido e o que demorou que foi o inteiro".*

A segunda hipótese para se explicar o fenômeno não foi respondida pelo Gr3, e o Gr4 apenas deu a explicação da primeira hipótese do Gr1. Porém, um trecho da segunda hipótese do Gr1 pode ser observado a seguir:

Gr1 Hipótese 2 – *"O sorrizal* (sic) *que está com um contato menor que seria o triturado teria uma reação mais rápida pelo esse fator."*

Esse grupo melhorou sua explicação quando tenta aproximar a palavra "contato" como a causa para o fenômeno, porém quando se afirma que a reação mais

rápida do reagente é a “com um contato menor” se mostra a incoerência (seria o que tem superfície de contato maior). Dessa forma o Gr1, com a maioria dos seus componentes da experimentação investigativa 1, ainda não haviam se adaptado a essa estratégia ou esse modelo de ensino não os motivava; ou não promovia uma abertura para que esses estudantes manipulassem sua estrutura cognitiva.

A segunda hipótese do Gr2 se mostrou mais coerente quando afirma:

Gr2 Hipótese 2 – *“Uma se disorveu* (sic) *mais rápido por causa da superfície de contato”*

Apesar dessa resposta não dar outros detalhes de como essa superfície de contato atua, pode-se observar que esses estudantes adquiriram mais um conceito em química, mesmo que nesse momento, supostamente, de forma mecânica. Contudo, no contínuo entre a aprendizagem mecânica e a significativa, esses estudantes poderão assimilar esse conceito com mais especificidade, se continuando no aprendizado desse tema.

Todos os grupos responderam de forma correta a pergunta “*Como chamariam o fator que influenciou a rapidez da reação?* ”, pois responderam “superfície de contato”, resposta decorrente, supostamente, dos comentários e discussões entre os grupos, e destes com o professor.

No final dessa atividade foi proposto que respondessem à pergunta do questionamento inicial “*Se estou com uma azia ‘muito forte’, como poderia tomar um antiácido de maneira que amenizasse mais rápido essa azia?* ”. Todos os grupos responderam de acordo com o raciocínio do conceito abordado, e do seu jeito, como pode ser observado na resposta do Gr4:

Gr4 – *“A forma mais rápida é tomar o bagulho triturado* (sic) *”*

Dessa forma, esse tipo de estratégia didática possibilita aos estudantes se aproximarem de conceitos químicos de forma mais empírica e científica, possibilitando também o intercâmbio de ideias entre suas colegas.

Essa estratégia propicia a aprendizagem significativa quando trata de conceitos e temas que estão no cotidiano dos estudantes; quando dá autonomia a esses analisarem e concluírem por si só, com os colegas e professor, a resolução de um problema (GAMELEIRA, 2017; FREITAS ZOMPERO; LABURÚ, 2010)

A experimentação investigativa também aprimora o desenvolvimento nos estudantes em conteúdos conceituais, tratando de temas científicos; conteúdos

procedimentais, tratando em como manipular objetos e procedimentos em reações químicas, fomentando o pensar estratégico para se resolver problemas; e conteúdos atitudinais, quando se trabalha o convívio em equipe e o intercâmbio de ideias para um fim, em buscar a melhor resposta para uma questão (SOUZA *et al*., 2013).

4.5.2 Contextualização 1

Para essa sequência de atividades a estratégia didática contextualização abordou a temática “Alimentação”, relacionando as aulas de química com a alimentação, assim como a maioria das estratégias didáticas utilizadas nessa pesquisa.

Após a experimentação investigativa 2, foi apresentado aos estudantes um pequeno texto (Apêndice G), que tratava da importância da mastigação para a saúde. Essa estratégia visava relacionar o conceito científico abordado anteriormente, superfície de contato, e um assunto do cotidiano dos estudantes, a mastigação.

Nessa aula participaram 12 estudantes e foi realizada de forma mais informal, proporcionando um ambiente mais amistoso entre os estudantes, e estes com o professor/pesquisador. E pôde ser observada essa extroversão em responderem sobre acontecimentos concernentes ao assunto corriqueiro. Perguntas como “*Conhece alguém que já foi prejudicado por não mastigar os alimentos de forma correta?* ”, mostraram que alguns estudantes não conheciam sobre o benefício dessa prática, mas compreenderam sua importância, como a resposta do estudante A19, quando indagado sobre a importância da mastigação:

A19 – *“A mastigação é boa para saúde pois quanto mais você mastiga mais rápido o alimento é digerido, evitando assim asia* (sic) *entre outras coisas que fazem mal ao estômago; por isso é importante mastigar bem os alimentos. ”*

Esse estudante ficou mais atento à aula ao saber que quando não mastigamos bem os alimentos poderia ocorrer esse desconforto, a azia, e logo afirmou que a maioria das vezes sentia esse desconforto concluindo que seria por falta de uma adequada mastigação. Dessa forma, pôde-se observar que essa estratégia didática favorece a motivação na aproximação do conhecimento científico com o cotidiano,

como apontam Silva e Marcondes (2014), contribuindo imediatamente para o bem-estar daqueles que são alcançados por essa abordagem.

O título do texto sugeriu uma pergunta que deveria ser respondida no final da discussão das questões tratadas junto a turma: "*Por que a mastigação é tão importante para manutenção de uma boa saúde?* "

As respostas foram analisadas, e assim surgiram três categorias. Nessas categorias foi observada a presença (66,6%) da Unidade de Registro (UR) "superfície de contato", questão e termo científico adequado para o tema mastigação na digestão humana. Essas categorias e sua frequência, e a frequência do termo "superfície de contato" estão expostas na Tabela 10:

TABELA 10 – Categorias, frequência por categoria e frequência da UR "superfície de contato": importância da mastigação.

Categorias	Frequência por categoria	Frequência da UR
Rapidez da digestão	06	05
Melhora a digestão	03	02
Facilita a ingestão	03	01

A primeira categoria encontrada, "Rapidez da digestão", corresponde àquelas respostas que apresentavam a importância da adequada mastigação, no aumento da velocidade da digestão. O estudante A22 representa essa categoria afirmando:

A22 – *"Mastigar bem faz com que seja mais rápido a digestão. pois* (sic) *o alimento tem menos superfície de contato e isso faz com que seja mais o processo no estômago, ou seja a mastigação é um grande fator que altera a velocidade de digestão, e isso faz bem para a nossa saúde"*

Esse estudante faz menção ao termo superfície de contato de forma incorreta quando expressa as palavras "menos superfície de contato" relacionando ao menor tamanho do alimento/reagente que irá sofrer a reação. Entretanto, o raciocínio em

relação ao fenômeno se torna coerente, sendo significativo. E continua ressaltando que “a mastigação é um grande fator que altera a velocidade da digestão”, concluindo que “isso faz bem para a saúde”. Entende-se que essas afirmativas sustentam a vantagem de uma abordagem contextualizada para se alcançar a aprendizagem significativa.

Assim, pode se observar a dinâmica dos processos de diferenciação progressiva (quando o estudante incorpora, de forma coerente, mais um conceito em seu vocabulário, “superfície de contato”, ainda que esteja, nesse primeiro momento, incorreto), e reconciliação integrativa (quanto esse e outros conceitos são associados a situações do cotidiano do estudante, de forma que tenha sentido os termos “superfície de contato”, “mastigação”, “velocidade da digestão” e “saúde”).

Foi observado também que a maioria das respostas dessa categoria associava o termo superfície de contato com o aumento da velocidade da digestão (41,6% de 66,6% das respostas que continham o termo “superfície de contato” formavam essa categoria, ou seja, 83,3% dessa categoria aproximaram esses termos como sendo compatíveis). Dessa forma, a maioria desses estudantes, coerentemente, compreenderam a dinâmica desse fator, que realmente altera a velocidade das reações químicas, e nesse caso, a digestão.

Na categoria “Melhora a digestão”, as respostas afirmaram que a adequada mastigação é importante para melhorar a digestão. A estudante A23 responde à questão afirmando:

A19 – *“A mastigação e* (sic) *importante para nossa saúde, pq* (sic) *é nela que fazemos o funcionamento do intestino funcionar se vc* (sic) *for ao nutricionista ele vai lhe falar para comer alimentos saudaveis* (sic) *e mastigar no mínimo umas 60 vezes. Para melhor funcionamento da digestão, por isso que a mastigação e tão importante para nossa saúde. ”*

Observa-se a diferenciação progressiva em relação a “digestão” quando se afirma que o seu funcionamento se deve à prática adequada da mastigação. Observa-se também que essa estudante teve contato com um dos profissionais que tratam dessa área, o que supostamente, facilitou a compreensão desse assunto através da reconciliação integrativa. E quando indagada com a questão “Qual fator altera a

rapidez das reações e está relacionado com a mastigação de alimentos? ", respondeu "superfície de contato". Dessa forma, esse conceito está sendo incluído em seu vocabulário e de forma coerente.

A categoria "Facilita a ingestão" é caracterizada pelas respostas em que se afirma a importância da mastigação na facilitação da ingestão. As afirmativas dos estudantes A4 e A24 demonstram isso:

A4 – *"A mastigação é importante para não nos prejudicar, devemos mastigar bem o alimento para ingerir mais rápido e com mais facilidade, principalmente, com os alimentos: carne, frango, etc.... "*

A24 – *"A mastigação, por si mesma, já traz grandes benefícios, pois a trituração dos alimentos, feita pelos dentes, reduz os alimentos em pedaços menores. "*

Para o estudante A4, a mastigação facilita a ingestão dos alimentos que estão no seu cardápio, principalmente aqueles que precisam ser triturados de forma mais intensa. Nessa afirmação pode ser observada uma possível margem para o entendimento do conceito "superfície de contato" quando se afirma que a mastigação "reduz os alimentos em pedaços menores", pois as reações químicas têm suas velocidades aumentadas quando os reagentes estão com sua superfície de contato maior (como o que a mastigação faz nos alimentos, antes de chegarem no estômago).

Dessa forma, a estratégia didática contextualização concretiza a aprendizagem significativa, quanto propõe e permeia os conteúdos conceituais e atitudinais; facilitando o aprendizado de conceitos científicos, mas que estão ao alcance dos estudantes; fomentando o convívio e o diálogo estudante-estudante, estudante-professor, estudante-sociedade.

4.6 Encontro 6

4.6.1 Contextualização 2

Essa aula contou com a participação de 11 estudantes. Primeiramente, foi apresentado um vídeo (https://www.youtube.com/watch?v=bRuVCePYIvo), que mostrava o porquê de os alimentos estragarem e como práticas de conservação

poderiam retardar essa situação. E depois do vídeo, comentou-se sobre temperatura, o que é e como alteravam certas reações, como o apodrecimento dos alimentos.

Logo depois, foi disponibilizado aos estudantes um texto "*Conservação dos alimentos*" (Apêndice H) que apresentava como poderia ocorrer a contaminação nos alimentos, principalmente quando se modifica a temperatura, e como o efeito da temperatura a nível molecular altera as reações químicas.

No final do texto tiveram que responder questões como: "*Você conserva os alimentos de forma correta em sua casa?* ", "*Conhece algum supermercado ou restaurante/lanchonete onde não são feitas as devidas formas de armazenamento de alimentos?* ". Assim, essas atividades (vídeo e texto) visaram conscientizar os estudantes quanto a esse tema do cotidiano e aprimorar o conhecimento dos conceitos e lógica do modelo consensual relacionados à temperatura (fator que altera a velocidade das reações químicas).

As respostas a cada pergunta se mostraram coerentes, pois apontaram o aproveitamento que os estudantes tiveram do vídeo e do texto, como se observa na afirmação do A17 em responder de forma responsável e consciente, se ele conservava corretamente os alimentos em sua casa:

A17 – *"O que foi falado fez sim eu tomar mais cuidado com alimentos em casa. Porque se os alimentos não tiverem bem conservados pode causar doenças causada por alimentos que você acaba consumindo"*

Um dos objetivos da contextualização, segundo Santos (2007), seria o desenvolvimento de atitudes e valores diante das questões que permeiam a sociedade; também incentivar que os estudantes relacionem as experiências do âmbito escolar aos problemas vividos em sua realidade extraescolar. Dessa forma, pôde-se ver esses objetivos alcançados através da conscientização e a consolidação de boas atitudes relacionadas às experiências do estudante (o cuidado na manipulação e armazenamento dos alimentos).

Outro benefício dessa estratégia didática é o desenvolvimento de habilidades como a observação crítica de problemáticas reais permitindo que esse observador cresça em competências de interpretar e analisar certos dados, discutir opiniões,

concluir sobre temas e fortalecer a tomada de decisões (BRASIL, 2002). Exemplos dessas competências são observadas nas descrições do A22 e A23, quando perguntados se conheciam e o que achavam dos lugares onde frequentavam, em relação ao manuseio e armazenamento adequado dos alimentos:

A22 – *"*[...] *acho por mim que comidas vendidas nas ruas como churrasquinho, salgado, entre tantas, podem sim ocorrer um armazenamento que podem causar mal ao consumidor, pois além de estar exposto na rua podem ter muitas bactérias circulando"*

A23 – *"*[...] *em lanchonetes e bares que frequento o manuseio de alimento e* (sic) *totalmente inadequado, eu vejo os alimentos fora da geladeira e muitas outras coisas* [...]*"*

A relação dos assuntos científicos, sociais e do cotidiano do estudante promove a assimilação e consolidação desses temas na sua estrutura cognitiva de forma duradoura, pois segue a premissa da aprendizagem significativa.

4.6.2 Analogia 2

Nessa aula participaram 13 estudantes que deveriam acompanhar os seis passos da estratégia didática 'ensino com analogia' (TWA). Essa segunda analogia tinha como objetivo o aprimoramento do conceito sobre a temperatura e sua influência na velocidade das reações químicas.

A analogia abordada foi "*Sala de aula quente, e fria X temperatura na velocidade das reações químicas*". E foi seguida pelo primeiro passo, de apresentar o conceito-alvo "*Quanto maior for a temperatura, maior será a rapidez da reação química; e quanto menor for a temperatura, menor a rapidez da reação*".

O segundo passo consistiu em apresentar o conceito-análogo, "*reação dos alunos em uma sala de aula quente, e depois em uma sala fria*".

No terceiro passo foram indicadas as características do conceito-análogo que se relacionavam com o conceito novo: "*Se os alunos estão em uma sala de aula sem ventilação, em alta temperatura, com o tempo eles irão ficar inquietos. Enquanto que se estiverem em uma sala onde a temperatura é baixa (fria), com o tempo eles iriam ficar mais quietos, mais comprimidos, outros iriam querer dormir*"

No quarto passo foram mostradas as similaridades entre os dois, conceito-alvo e conceito-análogo. Assim, foi explicado que, "*quando aumentamos a temperatura de um sistema, consequentemente aumentamos também a energia cinética, ou seja, as moléculas irão se movimentar mais*", e "se diminuirmos essa energia, as moléculas irão vibrar menos". E exposto que na sala de aula da analogia também ocorre essa semelhança, pois os alunos em uma sala de aula quente irão ficar mais agitados; já em uma sala de aula fria, os alunos iriam ficar mais quietos.

No quinto passo foi indicado o que a analogia não aborda o conceito-alvo. Sendo apresentado: "*A analogia não é algo realista, está fora de proporção, as moléculas de uma reação estão em constante movimentos aleatórios (todas as direções), diferentes dos alunos. A analogia não comporta a teoria das colisões, só servirá para mostrar que existe maior movimento quando é aumentado a temperatura, ou o contrário*"

Na conclusão (sexto passo) da estratégia didática analogia foi abordado de forma determinante o conceito-alvo. E finalizando a conclusão, foi apresentada uma questão que continha uma imagem com três experimentos, três recipientes com água cada um, mas com temperaturas diferentes (água fria, água à temperatura ambiente, e água morna), e dentro deles, comprimidos efervescentes.

Foi feito um experimento em três copos, como mostra a figura ao lado. Foi colocado, ao mesmo tempo, um comprimido efervescente em cada copo em diferentes temperaturas.



Observamos que o comprimido da água mais fria demorou mais para ser dissolvido, e o da água mais quente foi mais rápido.

Em seguida foi apresentado o seguinte problema: "*como você explica essa diferença na rapidez, sendo que é a mesma reação (água + comprimido)?* ". Essa questão pode se comparar às atividades investigativas utilizadas por Kasseboehmeer (2011), pois, sem se utilizar de aula prática, apresenta um tipo de investigação através do tratamento teórico do conteúdo.

Das respostas surgiram quatro categorias, apresentadas na Tabela 11, juntamente com as descrições das categorias e frequência:

TABELA 11 – Categorias, descrição das categorias e frequência das respostas sobre o conceito-alvo da analogia 2.

Categorias	Descrição das categorias	Frequência
Hipótese coerente-literal	Repostas coerentes que apresentaram características de literalidade em relação ao conceito apresentado	03
Hipótese coerente-substantiva	Repostas coerentes que apresentaram características de substantividade na explicação	05
Hipótese coerente-observada	Respostas coerentes que apresentaram características que explicavam o observável	04
Hipótese pouco coerente	Resposta com pouca coerência, fora de raciocínio e linguagem científica	01

A categoria “Hipótese coerente-literal” (23,1%) realça a aprendizagem por memorização, como pode ser observado no relato da A21:

A21 – *“a gente sabe que quanto maior for a temperatura maior será a rapidez da reação química. Quanto menor for a temperatura, menor será a rapidez da reação”*

Essa explicação se baseia de forma literal no enunciado do conceito-alvo no primeiro passo do TWA. Um aprendizado significativo é demonstrado, em sua maioria, pela não literalidade quando se relata o que foi aprendido, e a explicação da A21 demonstra que ainda havia insistência, por parte dos estudantes, em aprender mecanicamente; o que não favorece um raciocínio analógico também. Ressalta-se que essa estudante estava nos dois grupos (G3 e Gr2) das experimentações investigativas (1 e 2), que apesar de algumas dificuldades, tiveram um bom desempenho, porém, estava na categoria “Pouco coerentes sem analogia”, na analogia 1, que não teve bom desempenho.

A categoria “Hipótese coerente-substantiva” (38,5%) ressalta explicações com característica de um aprendizado significativo em que o aprendiz compreende, do seu modo, e descrevendo com as próprias palavras. Observa-se no relato do A17:

A17 – *“A rapidez e causada pela temperatura alta fazendo com as moleculas* (sic) *se movam com mais velocidade com isso a reação química ocorre mais rápida”*

Pode ser observado o processo coerente de reconciliação integrativa quando apresenta em sua hipótese que, a rapidez de uma reação química se dá pela “temperatura alta”, e essa promove o aumento da velocidade de movimentação das moléculas.

Portanto, essa categoria sugere que houve aprendizagem significativa, e de acordo com o modelo consensual sobre o assunto, pois todos dessa categoria referiram a relação da rapidez das reações química com o aumento da velocidade de agitação das moléculas ou pelo aumento das suas colisões. Dessa forma, ressalta-se a capacidade de se trabalhar com as analogias para um ensino potencialmente significativo e científico.

Na categoria “Hipótese coerente-observada” (31,0%) foi observado um aprendizado que somente atentava para o observável, não relatando as questões em nível molecular, como foi apresentado na analogia. Um exemplo dessa categoria está o relato da A15:

A15 – *“Porque foram colocadas em diferentes Estados, ou seja, o da água mas* (sic) *fria demorou mais para ser dessovolvido* (sic) *e o da água mais quente foi mais rápido”*

Apesar de responderem de forma coerente suas hipóteses para explicar as diferentes velocidades nas reações (responderam que era por causa das diferentes temperaturas), não apresentaram um aumento na capacidade de integrar os conhecimentos à nível atômico-molecular, que era objetivo da analogia. Esse tipo de situação também foi observado nas hipóteses para se explicar as reações nas experimentações investigativas realizadas anteriormente.

A categoria “Hipótese pouco coerente” (7,6%) apresenta explicações fora do raciocínio consensual-científico do assunto, como se observa no relato do A25:

A25 – *“A diferença entre os dois é que na água quente o comprimido se sente mais prescionado* (sic) *com o calor, sendo que o que está dentro se sente mais prescionado* (sic) *para sair, já na água fria ele pacialmente* (sic) *muda botando o que ta dentro para fora se sentindo relachado* (sic) *”*

A declaração do aluno demonstra a não compreensão do assunto de maneira científica. A utilização de analogias para explicar o fenômeno fracassa também, pois, sua utilização permeia ao obstáculo epistemológico animismo, segundo Bachelard (1996). Esse estudante participou poucas vezes das atividades da sequência didática.

Após essa questão, para verificar se houve um raciocínio analógico, os estudantes tiveram que realizar uma atividade, que requeria a comparação analógica entre os experimentos da figura (de acordo com o modelo da agitação das moléculas em diferentes temperaturas) e a “sala de aula” da analogia. Dessas respostas surgiram quatro categorias; suas descrições e frequências estão na Tabela 12.

TABELA 12 – Categorias, descrição das categorias e frequência das comparações sobre a analogia 2.

Categorias	Descrição das categorias	Frequência
Coerente com Analogia	Repostas que apresentaram raciocínio analógico coerente em relação a questão	08
Coerente sem Analogia	Reposta que não apresentara raciocínio analógico, mas que foi coerente com o assunto	01
Pouco coerente com Analogia	Resposta que descreve o análogo como sendo da mesma natureza do conceito alvo	01
Pouco coerente sem Analogia	Respostas com pouca coerência, fora de raciocínio e linguagem científica	03

Na categoria “Coerente com analogia” foram observadas comparações coerentes entre o alvo e o análogo, como o observado nos relatos do A17 e A23:

A17 – *“Numa sala com a temperatura alta os alunos ficam mais agitados Assim como ocorre uma reação num copo de água morna as moleculas* (sic) *se movem mais agitadas por conta da energia Sinetica* (sic) *numa sala mais fria a reação dos*

estudantes seria mais cauma (sic) *quieta como um copo de água gelada as moleculas* (sic) *se movem mais lentas"*

A17 – *"Numa sala fria os alunos ficariam quietos e sem agitação ← experimento 1, →experimento 2: os alunos ficariam um pouco mais experto* (sic) *querendo conversar e jogar jogos por conta da temperatura estar ambiente, → 3 experimento: com a aglomeração de alunos por conta do calor, iriam ficar agitados, por isso explica o experimento, quanto mais calor mais reações químicas aparecem"*

Esses relatos demonstram o potencial das analogias em facilitar o entendimento de conteúdos abstratos, como o modelo da agitação das partículas nas reações químicas. Esses exemplos também demonstram a capacidade da analogia em explorar a linguagem científica, pois a maioria dos alunos que participaram do QCP, não afirmaram corretamente o que seria temperatura (afirmaram ser a medida de "calor") em termos científicos, mas após essa estratégia esses alunos demonstraram esse conhecimento (a agitação das moléculas pode ser alterada pela temperatura), e de forma substantiva. Assim, essa estratégia didática promove comunicação científica e mudança conceitual (Duarte, 2005).

A categoria "Coerente sem analogia" surge com a não observação da presença de raciocínio analógico na resposta, mas apresenta coerência no relato:

A24 – *"No copo de água gelada as moleculas* (sic) *irá vibrar menos, o número de colisões para as reações diminuirá também* [...] *No copo de água morna a temperatura do sistema, consequentemente aumentamos também a energia cinética, ou seja, as moléculas irão se movimentar mais"*

Essa estudante compreendeu o conceito-alvo da estratégia didática, porém não manifestou interesse em descrever um conceito-análogo. Ressalta-se que essa estudante, em sua resposta na analogia 1, encontrou-se na categoria parecida com essa, onde compreendeu o conceito-alvo, mas não se dispôs do raciocínio analógico. Compreende-se uma atitude de aprendizado mecânico por conter muitas palavras que já estavam descritas na exposição da estratégia didática. Entende-se que, segundo Duarte (2005), essa estratégia didática não ativa seu raciocínio analógico. Esse tipo de estratégia didática pode também não favorecer um aprendizado significativo para

essa estudante, mas ressalta-se o papel ativo do aprendiz na assimilação das informações significativamente.

Para categoria “Pouco coerente com analogia”, tem-se a resposta relacionada àquilo que Duarte (2005) descreve como desvantagem ao se trabalhar com analogias, a interpretação da analogia como o conceito em estudo, representada pela A6:

A6 – *“Se a sala de aula este* (sic) *quente mais agitação vai ocorrer mais reações vai ocorrer. Mas se a sala estive* (sic) *fria menos agitação vai ocorre* (sic) *menos reações vai ter entre os alunos”*

Essa estudante, na primeira atividade com analogia (analogia 1), teve um bom desempenho (sua resposta estava na categoria que continha características de raciocínio analógico coerente). Porém, nessa atividade (analogia 2) regrediu, pois apresentou o conceito-análogo sendo da mesma natureza do conceito-alvo.

Na categoria “Pouco coerente sem analogia” estão as respostas que não apresentaram raciocínio analógico, e a explicação do conceito-alvo apresentou incoerência, como o relato do A25:

A25 – *“No primeiro experimento ocorreria um choque de temperatura dependendo da quantidade de calor. Na segunda apenas mudaria de ‘ambiente’ para ‘morna’ e de ‘morna’ para fervente”*

Esse estudante (A25) não teve um bom desempenho, possivelmente porque não estava frequentando regularmente as aulas da SD. Já a estudante A15 regrediu nessa atividade, pois na primeira atividade com analogia (analogia 1) sua resposta continha características coerentes nas comparações analógicas. As respostas da A21 se mantiveram entre as que apresentavam pouca coerência e não tinham raciocínio analógico (tanto na analogia 1, como na analogia 2).

4.7 Encontro 7

4.7.1 Contextualização

Dessa aula participam 08 estudantes, e teve como finalidade a apresentação de conceitos químicos relacionados ao fator catalisador que altera a velocidade das reações químicas.

Para se aplicar os aspectos do cotidiano aos conceitos químico sobre o assunto catalisadores, foi contextualizado primeiramente com a temática das doenças cardíacas causadas principalmente pelo consumo de alimentos ricos em gorduras saturadas. E assim, foi exposto um exemplo de alimento que continha esse tipo de gordura, a margarina.

Após essa explanação, foi apresentado o processo químico da produção da margarina e enfatizado o aumento da rapidez dessa reação por conta dos catalisadores. Logo após, foi apresentado o conceito de catalisadores mostrando como certos mecanismos podem baixar a energia de ativação nesses processos, e que no corpo humano também existem certos tipos de catalisadores - as enzimas.

Foi possível observar a atenção dos estudantes e seus comentários relacionados ao contexto das doenças cardíacas, como o infarto, e sua relação com a alimentação rica em gorduras saturadas.

As enzimas foram destacadas também como facilitadoras da rapidez das reações químicas na digestão, como a que ocorre na boca com a amilase salivar. Ressaltou-se a importância de uma alimentação rica em legumes, verduras e frutas, pois nesses alimentos existiriam certas substâncias que manteriam a maioria das atividades enzimáticas no corpo.

Um texto foi disponibilizado aos estudantes, "*Colocar a colher no doce depois de pôr na boca azeda?* ", que continha uma curiosidade relacionada a atividade enzimática existente na saliva do ser humano. Esse texto foi importante para relacionar uma situação do cotidiano que, para os estudantes não era explícito (a explicação científica do fenômeno que ocorre quando se coloca o talher que foi posto na boca em alimentos ricos em carboidratos). Os estudantes A27 e A26 relataram esse acontecimento, mas ressaltaram o desconhecimento da causa:

A27 – *"eu só ouvi falar, não devemos usar a colher que estamos comendo para repeti a comida pois se vai azeda* (sic) *"*

A26 – *"já fiz isso varias* (sic) *vezes e azedou. Nunca estudei a causa"*

O fato das aulas de química estarem fora da realidade dos estudantes também não fomenta a busca das respostas mais científicas sobre curiosidades vivenciadas, tornando divergentes o cotidiano e os assuntos das aulas. Porém, Santos (2007, p.

5), ressalta que, uma abordagem contextualizada surge para “encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano”. E assim, como o relato do A2, pode ser observado o potencial dessa estratégia didática:

A4 – *“comi um macarrão e sobrou um pouco, não demorou muito ele já estava azedo. Não tinha estudado ainda sobre esse* (sic) *situação e foi muito importante saber sobre essa substância”*

Portanto, a contextualização, com seu trato com a realidade palpável promove motivação e valorização ao conhecimento científico; além de possibilitar potencialmente a aprendizagem significativa.

4.8 Encontro 8

4.8.1 Mapas Conceituais de cinética química (Final)

Compareceram para essa atividade 08 estudantes, que deveriam de maneira geral expor em um mapa conceitual, através de conceitos e proposições, suas ideias do assunto que foi abordado em toda sequência didática, a cinética química.

Como alguns dos alunos não participaram das primeiras atividades da SD, que incluía a familiarização com os mapas conceituais, foi apresentado de maneira sucinta o conceito de mapas conceituais e como poderiam ser feitos. Essa atividade também proporcionou a possibilidade de negociação entre conceitos, assumindo a característica de recurso de aprendizagem (MOREIRA, 2010). Alguns conceitos principais foram evocados pelo professor/pesquisador para facilitar o início da construção dos mapas.

Através da análise dos mapas construídos pelos alunos, conforme as categorias e critérios levantados por Trindade (2011) levando também em consideração as descrições de Menezes (2018), foram atribuídas as suas pontuações, que foram expostas na Tabela 13:

TABELA 13 – Avaliação dos mapas conceituais de cinética química (Final).

Alunos	Categorias										Pontuação
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A6	1	0,5	0,5	0	0,5	1	0	0	0	0	**3,5**
A9	1	0,5	1	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0	**6,5**
A16	0,5	1	1	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0	**4,5**
A22	1	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	**4,5**
A23	0,5	0	1	0	0,5	1	0	0	0	0	**3,0**
A25	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0	**2,5**
A26	1	0,5	0,5	0,5	1	0	0,5	0,5	0,5	0,5	**5,5**
A27	0	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	**1,5**
Pontuação total por categoria	**5,5**	**3,5**	**5,5**	**2,5**	**4,0**	**4,0**	**2,0**	**2,0**	**1,5**	**1,0**	
Percentual (%) de Rendimento por categoria	**68,7**	**43,7**	**68,7**	**31,2**	**50,0**	**50,0**	**25,0**	**25,0**	**18,7**	**12,5**	

Categorias analisadas:

1- Conceitos básicos
2- Conceitos novos
3- Ligações entre conceitos
4- Palavras de ligação
5- Exemplos
6- Clareza e estética do mapa
7- Proposições
8- Hierarquização
9- Diferenciação progressiva
10- Reconciliação integrativa

Para essa tabela foi estabelecido três blocos principais. No primeiro estão as identificações para o anonimato de cada estudante. No segundo estão as categorias de critérios (dez categorias) e suas respectivas pontuações. No terceiro bloco está a pontuação total de cada estudante da soma das categorias do bloco anterior. Nas duas últimas linhas da tabela estão, na penúltima, a soma total das pontuações de cada categoria, e na última, o rendimento em porcentagem de cada categoria.

Como pode ser observado na Tabela 13 e Figura 18, somente dois mapas (A9 e A26) alcançaram a média na pontuação.

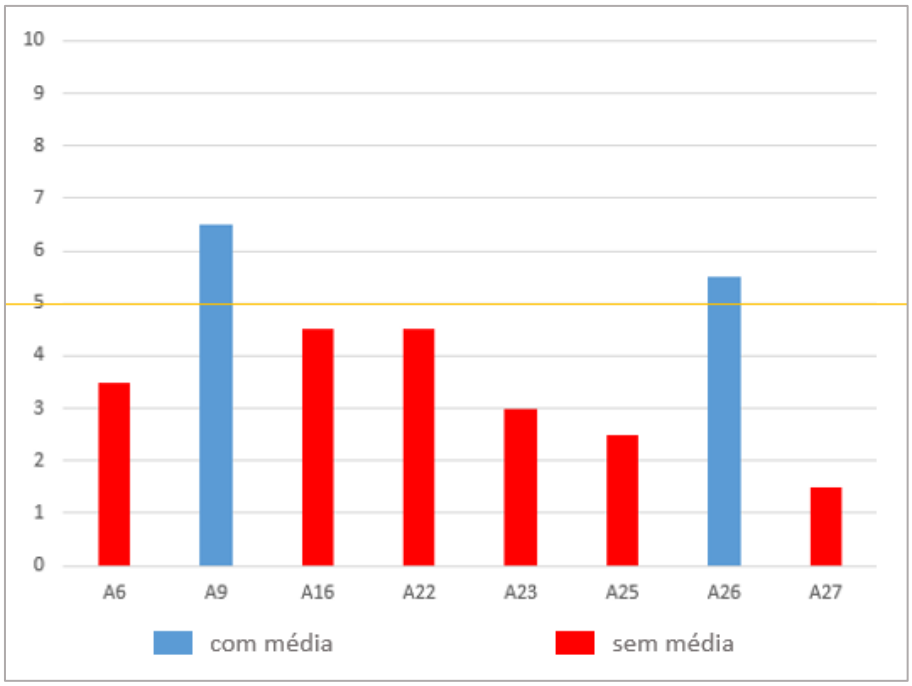


Figura 18 – Relação dos alunos com média e sem média na pontuação dos MCs sobre cinética química (Final).

Os mapas conceituais dos alunos A9 e A26 estão expostos, respectivamente, a seguir (Figura 19, Figura 20) para observação:

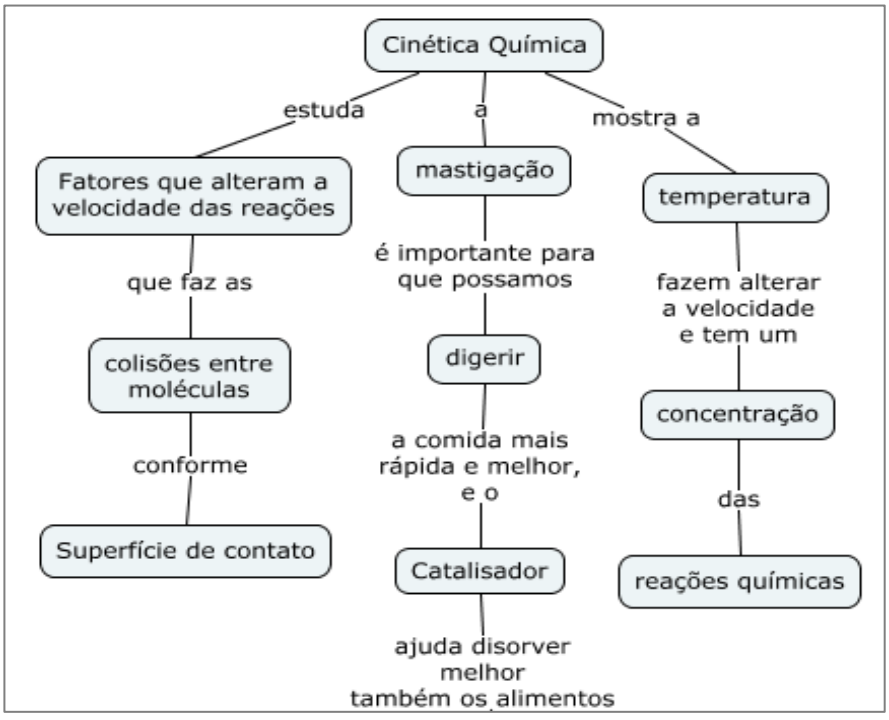


Figura 19 – Mapa conceitual (Final) do estudante A9 sobre cinética química.

O mapa conceitual do A9 (pontuação 6,5) teve a maior pontuação e foi um dos poucos que apresentaram variadas palavras de ligação, característica relevante dos mapas conceituais. Esse se diferencia em três ramos “fatores que alteram a velocidade das reações”, “mastigação” e “temperatura”, porém o ramo do meio se destaca por ter mais lógica e se aproximar mais do modelo consensual, como segue:

A9 – *“a mastigação é importante para que possamos digerir a comida mais rápida e melhor e o catalizador* (sic) *ajuda dissorver* (sic) *melhor também os alimentos”*

Foi possível também observar a reconciliação integrativa quando este relaciona implicitamente o conceito de superfície de contato com catalisador.

No mapa conceitual do A26 (pontuação 5,5) foi possível observar maior coerência de maneira geral nesse mapa (Figura 20), apesar da pouca estética.

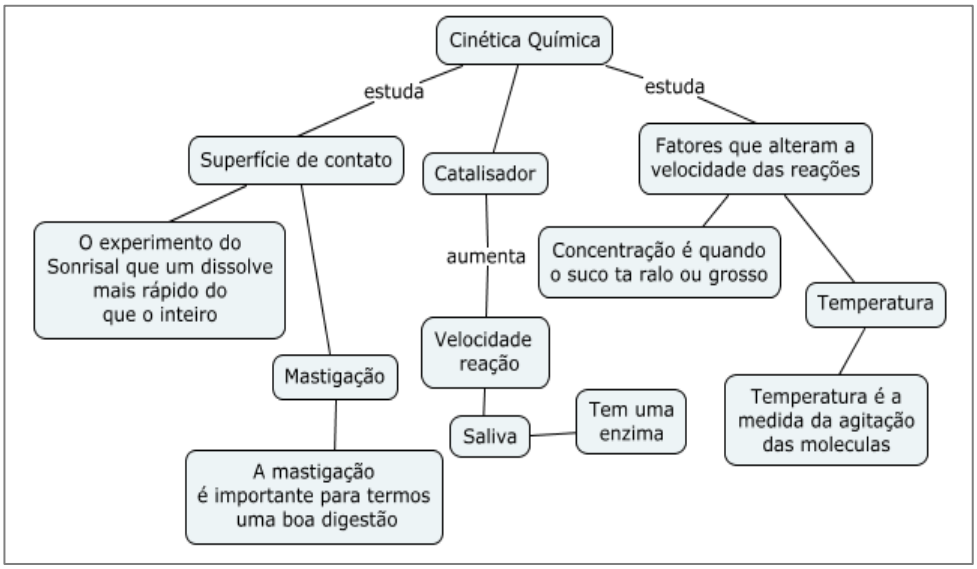


Figura 20 – Mapa conceitual (Final) do estudante A26 sobre cinética química.

A falta de palavras de ligação deixa esse mapa com características diferentes de mapas conceituais genuínos. Porém, quando se observa os segmentos de cada ramo, os conceitos e exemplos estão bem diferenciados e seguem uma lógica de acordo com o modelo consensual de cinética química. Por isso, no Quadro 4 estão

expostos, desse MC, cada conceito utilizado com sua referente proposição ou exemplo.

QUADRO 4 – Conceitos com suas respectivas proposições e/ou exemplos: MC do A26.

CONCEITO USADO	PROPOSIÇÃO E/OU EXEMPLO
Superfície de contato	**Exemplo:** *"O experimento do Sonrisal que um dissolve mais rápido do que o inteiro"* *"Mastigação"*
Mastigação	**Proposição:** *"A mastigação é importante para termos uma boa digestão"*
Fatores que alteram a velocidade das reações	**Exemplo:** *"Catalisador"* *"Concentração"* *"Temperatura"*
Catalisador	**Proposição:** *"Catalisador aumenta a velocidade da reação"*
	Exemplo: *"Saliva"*
Saliva	**Proposição:** *"Saliva tem uma enzima"*
Concentração	**Proposição:** *"Concentração é quando o suco ta* (sic) *ralo ou grosso"*
Temperatura	**Proposição:** *"Temperatura é a medida da agitação das moleculas* (sic) *"*

Ressalta-se que os primeiros mapas conceituais (encontro 2), que visaram a apresentação dos conceitos relacionados ao tema cinética química, nenhum obteve a média de pontuação aceitável (ver Tabela 8). Dessa forma, através desses últimos mapas, apesar da maioria não alcançar a pontuação média, foi observado o

desenvolvimento e ampliação do conhecimento de cinética química, ou seja, apresentou caraterísticas da diferenciação progressiva.

Destaca-se o bom rendimento das categorias 1, 3, 5 e 6 (atingiram 50% de rendimento), como pode ser observado na Tabela 13 anteriormente e na Figura 21.

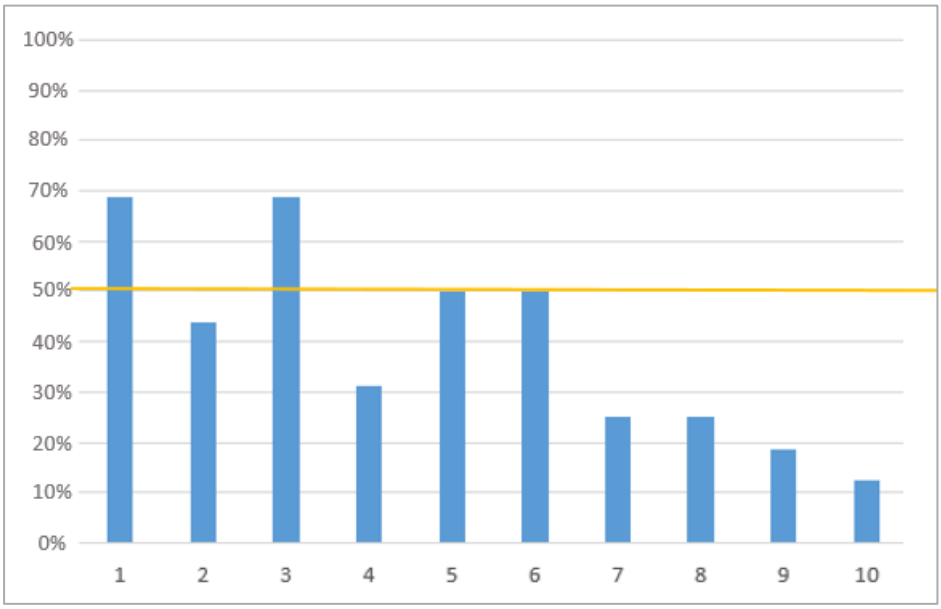


Figura 21 – Porcentagem de rendimento das categorias dos MCs (Final) de cinética química. Categorias:

1- Conceitos básicos
2- Conceitos novos
3- Ligações entre conceitos
4- Palavras de ligação
5- Exemplos
6- Clareza e estética do mapa
7- Proposições
8- Hierarquização
9- Diferenciação progressiva
10- Reconciliação integrativa

Foi possível também comparar, como mostra a Figura 22, o rendimento de cada categoria dos primeiros mapas (MC Inicial), construídos no encontro 2, e dos mapas construídos no encontro 8 (MC Final).

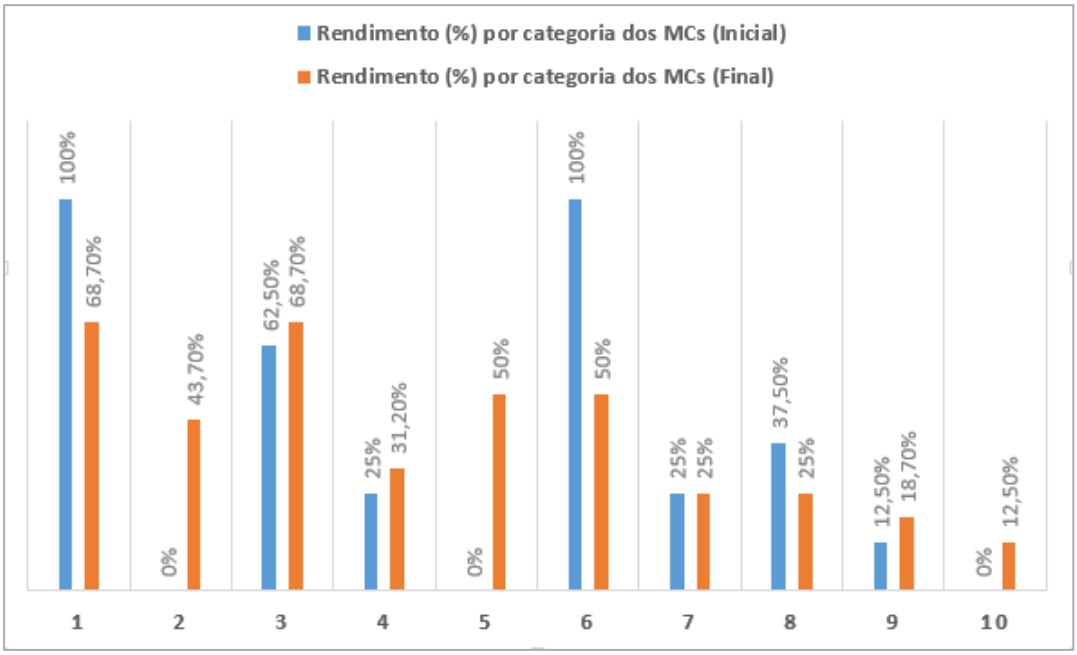


Figura 22 – Comparação das porcentagens de rendimento das categorias dos MCs (Inicial) e dos MCs (Final) de cinética química. Categorias:

1- Conceitos básicos
2- Conceitos novos
3- Ligações entre conceitos
4- Palavras de ligação
5- Exemplos
6- Clareza e estética do mapa
7- Proposições
8- Hierarquização
9- Diferenciação progressiva
10- Reconciliação integrativa

As categorias 1 e 6 dos primeiros mapas conceituais (Inicial) estão com esse rendimento (100%), pois foram favorecidos, como foi comentado nas observações do encontro 2. Nos últimos mapas conceituais (Final) foram observados a evolução conceitual e o aprimoramento do conhecimento sobre cinética química quando se comparam as categorias 2, 5 e 10 referentes, respectivamente, ao aparecimento de novos conceitos (43,7%), aos exemplos relacionados com assunto (50%), e a reconciliação integrativa dos conceitos (12,5%), que nos primeiros mapas estavam ausentes. As características ressaltadas nessas categorias (MC Final) evidenciam um aprendizado significativo, pois os novos conceitos se apresentam no vocabulário de conhecimento dos estudantes conciliados aos exemplos das aulas abordadas e do cotidiano deles, e reconciliados com os conceitos aparentemente diferenciados.

Mesmo com o aumento do rendimento das categorias 9 e 10 em detrimento das mesmas categorias nos primeiros mapas (MC Inicial), foi observada ainda pouca habilidade em se fazerem mapas conceituais ricos, que demonstrassem grandes aspectos da aprendizagem significativa, como a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Ainda assim, foi importante a utilização dos mapas conceituais como estratégia didática para o ensino e aprendizado de cinética química; também para observação e avaliação.

4.9 Encontro 9

4.9.1 Questionário Final

O encontro 9, que contou com a participação de 9 estudantes, finalizou a sequência didática e teve como objetivo a aplicação do Questionário Final (QF) (Apêndice K). As dez questões do questionário consistiam em diversos tipos de perguntas: duas fechadas (questões 1 e 6), três semiabertas (questões 7, 8 e 9), e cinco abertas (questões 2, 3, 4, 5, e 10). Estas se destinavam a obtenção de respostas, opiniões e sugestões do que os estudantes compreenderam e acharam dos assuntos e das aulas da SD. E nesse seguimento se tratou da análise das repostas dos estudantes quanto as questões que averiguavam o conhecimento sobre os assuntos de cinética química.

As questões que serão explanadas a seguir, 1 a 6, tiveram como finalidade a obtenção e análise as respostas dos estudantes quanto aos assuntos de cinética química abordados na SD.

A primeira questão do questionário final (**QF1**) consistiu na enumeração das imagens e representações de assuntos corriqueiros das aulas de químicas. Essa questão foi a mesma utilizada no Questionário de Conhecimentos Prévios (QCP). Dessa forma, foi possível comparar e observar as mudanças em relação aos conceitos também abordados na SD. Isso pode ser observado na Figura 23 a seguir, que mostra a porcentagem dos acertos dessa questão nos dois questionários.

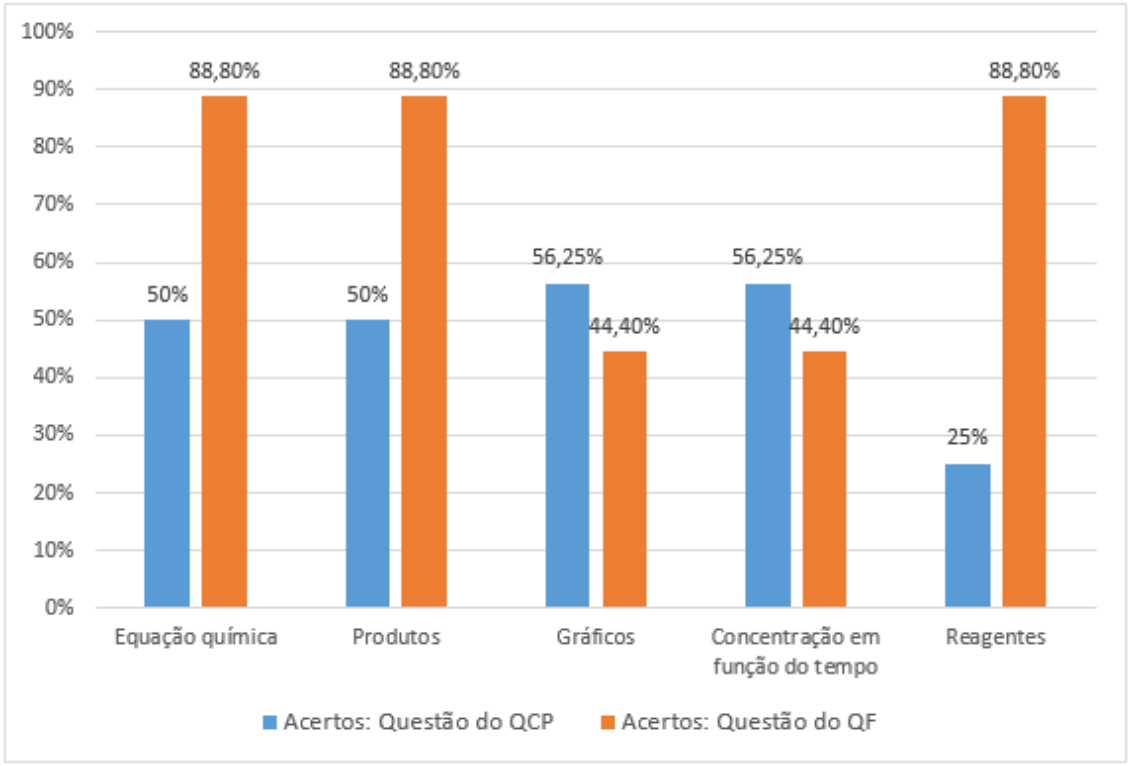


Figura 23 – Comparação das porcentagens de acertos da mesma questão, do QCP e QF sobre representações e imagens relacionados as aulas de química.

Destaca-se o bom desempenho em relação a representação da equação química e seus componentes. Já em relação aos gráficos, não houve um bom resultado. Esse mau desempenho em relação aos gráficos nessa questão, supostamente se deve as poucas atividades que foram desenvolvidas se utilizando de gráficos. Vale ressaltar que somente 44,4% dos estudantes que responderam a esse questionário (QF) estavam no primeiro (QCP). Porém, não houve significativa diferença nos resultados em relação a todos os que responderam aos questionários.

A segunda questão (**QF2**) teve o objetivo de observar nas respostas dos estudantes o que estes, ao final da sequência didática, compreendiam sobre a temperatura. Assim, foi apresentado o questionamento:

"*Numa reação química em que se aumentou a temperatura, foi observado que essa reação ficou também mais rápida. Qual sua explicação para isso?* ".

As respostas dos 8 estudantes (o estudante A25 não respondeu) puderam ser agrupadas em duas categorias, que estão na Tabela 14:

TABELA 14 – Categorias, descrição das categorias e frequência das respostas QF2

Categorias	Descrição das categorias	Frequência
Coerente	Repostas coerentes, que estão de acordo com o modelo consensual científico	05
Pouco coerente	Repostas com pouca coerência; relatam informações corretas, mas com pouca relevância para o que se pedia	03

O relato do estudante A26 representa a categoria “Coerente” quando afirma:

A26 – *“Quando as moléculas recebem energia elas se chocam e as moléculas ficam mais rápidas”*

Observa-se a mudança conceitual em relação ao assunto temperatura para esses estudantes. Pois, no QCP no primeiro encontro, 81,25% dos estudantes marcaram a alternativa errada sobre temperatura. Dessa forma, foi observado que as aulas contextualizadas e o ensino com analogias favoreceram o aprendizado significativo desses conceitos de cinética química.

O estudante A9 respondeu a essa questão:

A9 – *“a reação enquanto já estava em processo, teve a ajuda do ‘catalizador’, que ajuda a ser mais rápida a reação”*

Esse relato revela o conhecimento desse estudante em relação aos catalisadores, que aumentam a velocidade das reações químicas, porém a questão ressaltava a temperatura como o fator que alterava a reação. Por isso, esse relato entra na categoria “Pouco coerente”, assim como os outros que não possuíam características da categoria “Coerente”.

A terceira questão (**QF3**) tinha como finalidade observar qual era a percepção de velocidade de reações químicas através de exemplos. E foi pedido: “*Dê 3 exemplos*

de reações químicas que suas velocidades podem ser observadas, mas indique-as em ordem das mais lentas para as mais rápidas. ”

Os relatos dos exemplos concedidos pelos 6 estudantes (os alunos A15, A25 e A27 não responderam) estão descritos no Quadro 5, juntamente com as categorias definidas. As categorias foram definidas de acordo com a coerência dos exemplos: coerente, quando os três exemplos estão em ordem crescente e estão em consenso com o modelo científico; parcialmente coerente, quando não todos os exemplos estão de acordo com o que era pedido e o modelo científico.

QUADRO 5 – Categorias e exemplos das respostas sobre velocidade das reações

Alunos	Exemplos de reações químicas e suas velocidades em ordem crescente (V1, V2 e V3)	Categoria
A6	**V1** – *“Se coloca um tronco de uma árvore para queima* (sic) *”*	Coerente
	V2 – *“Se corta um pedaço de madeira ele queimar* (sic) *”*	
	V3 – *“Se coloca apenas pedaços muitos pequenos de madeira queimara* (sic) *”*	
A9	**V1** – *“Quando comemos a noite e já for deitar para dormir”*	Coerente
	V2 – *“Sem a ajuda da enzima”*	
	V3 – *“Com a ajuda da enzima”*	
A16	**V1** – *“Digestão”*	Coerente
	V2 – *“O experimento do sonrisal inteiro* (sic) *”*	
	V3 – *“O experimento do sonrisa picado* (sic) *”*	
A22	**V1** – *“Ferrugem”*	Parcialmente coerente
	V2 – *“Evaporizarão da água”*	
	V3 – *“Fogo (incêndio) ”*	
A23	**V1** – *“Experimento com batata água morna”*	Parcialmente coerente
	V2 – *“Experimento Sorrisal* (sic) *diluído em água fria”*	
	V3 – *“Experimento suco com água sanitária* (sic) *”*	
A26	**V1** – *“Ferrugem”*	Coerente
	V2 – *“A seringa menos concentrada* (sic) *”*	
	V3 – *“A seringa é a mais concentrada* (sic) *”*	

Foi possível observar que a maioria dos exemplos demonstraram o processo de diferenciação progressiva das velocidades das reações química. Foi observado também que a maioria dos relatos foram influenciados pelas atividades da SD. Os exemplos dos dois estudantes que foram postos na categoria parcialmente coerente relataram em um de seus exemplos fenômenos físicos, em vez de químicos, como o exemplo do A22, “Evaporizarão da água”. Esse acontecimento (a não diferenciação de processos físicos e químicos) pode ser observado, segundo Pozo e Crespo (2009), no cenário da educação básica.

Na quarta questão (**QF4**), que tinha como objetivo a obtenção de respostas relacionadas ao entendimento sobre a superfície de contato como fator que altera a velocidade das reações químicas, foi apresentado o questionamento: “*No almoço, quando comemos um pedaço de bife. Por que quanto mais ele for mastigado na boca mais rápida será sua digestão no estômago?* ”

Foi possível categorizar dois tipos de respostas que estão expostos, juntamente com as características da categoria e frequência, na Tabela 15:

TABELA 15 – Categorias, características e frequência das repostas relacionadas a superfície de contato da QF4.

Categorias	Características	Frequência
Substantiva-científica	Respostas que demonstraram características de substantividade e se utilizaram de raciocínio e linguagem científica	02
Substantiva	Respostam que demonstraram coerência e características de substantividade	03

As características do relato do estudante A26 se aplicam a categoria “Substantiva-científica”:

A26 – *“porque a superfície de contato com o ácido é maior”*

Foram observadas características de aprendizagem significativa proposicional e o processo de reconciliação integrativa, pois o estudante compreende que, se a superfície de contato for maior nos reagentes, nesse caso o bife, a reação química ficará mais rápida, ou seja, o ácido que se tem no estômago poderá digerir mais rápido o bife, pois esse se encontra em forma mais favorável. Além disso, observa-se uma linguagem mais rebuscada, com termos científicos.

A categoria “Substantiva” sugere um aprendizado significativo coerente, como a explicação do estudante A16:

A16 – *“Porque os pedaços vão ser menor e a digestão vai ficar mais fácil”*

Apesar de não se utilizar de termos mais científico, as afirmações dessa categoria sugerem características de aprendizagem significativa coerente, pois expressam não-literalidade, como ocorre nessa aprendizagem.

Os estudantes A6, A25 e A27 não responderam e ficaram sem análise na QF4.

A resposta do estudante A22 foi separada pois apresenta características distintas. Essa resposta mais se aproxima da categoria “Substantiva-científica”, porém foi dado atenção num erro:

A22 – *“Pois o processo no estomago se torna mais rápido, com a superfície de contato menor no bife”*

Entende-se que a expressão “superfície de contato” estava sendo confundida com o tamanho que se encontrava o reagente quando esse era diminuído, como no caso da mastigação do alimento. Pois o relato desse estudante “a superfície de contato menor do bife” sugere que seria o “bife” que mudava de tamanho e favorecia a rapidez da digestão. O mesmo ocorreu na descrição do grupo Gr1 na sua segunda hipótese no encontro 5, pois afirmava que o comprimido efervescente “que está com um contato menor que seria o triturado teria uma reação mais rápida”.

O objetivo da quinta questão (**QF5**) seria a obtenção de respostas relacionadas ao fenômeno causado pela mudança na concentração de um reagente na velocidade de uma reação química:

"*A diluição de uma solução ácida fará com que a atuação do ácido fique mais fraca. No estômago, temos uma enzima chamada pepsina. Essa enzima atua quebrando as proteínas dos alimentos que comemos, mas ela só fará isso quando está no ambiente bem ácido.* ***Cite um hábito na hora do almoço que pode fazer com que demore a digestão de alimentos como a carne e diga o porquê***".

Apesar do objetivo dessa questão, respostas relacionadas ao fator concentração e a velocidade das reações químicas, 44,4% dos estudantes, supostamente, não leram o enunciado antes do enunciado principal, pois houveram respostas coerentes, mas que não se harmonizavam com a indução proposta.

Na Tabela 16 estão descritos os três tipos de respostas da QF5 baseadas no fator que determinou a mudança da velocidade da reação química, segundo os estudantes, (que inclui o tipo de resposta conveniente à questão, a concentração) juntamente com um exemplo e a frequência. A estudante A27 não respondeu.

TABELA 16 – Tipo de respostas da QF5 de acordo com o fator que influenciou o aumento da velocidade da reação, os exemplos e frequência de cada.

Fator de influência	Exemplo	Frequência
Concentração	A21 – *"quando comemos algo e bebemos água ou algum ou tipo de líquido (ou seja, encher a barriga de água) isso fara* (sic) *com que a nossa digestão demore e fara* (sic) *também com o que o acido* (sic) *fique mas* (sic) *fraco"*	04
Superfície de contato	A2 – *"A falta de mastigação do alimento coretamente* (sic) *"*	03
Temperatura	A22 – *"A água gelada, pois ela faz com que esfrie mais nosso estômago que torna o processo demore* (sic) *"*	01

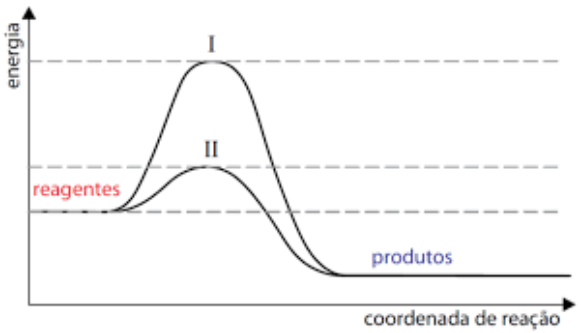
Foi possível observar nessas respostas a reconciliação integrativa em cada argumento para responder à questão como se havia entendido. Nas respostas que se enfatizaram a mudança na concentração através do hábito de tomar água durante as refeições, levaram em consideração o enunciado que informava sobre os diferentes

níveis de acidez nas soluções do estômago. Assim, reconciliaram esses conceitos e integraram ao mesmo conhecimento, revelando-se uma aprendizagem combinatória.

Os estudantes que usaram em suas respostas a superfície de contato como fator determinante para a mudança na velocidade das reações nessa questão, supostamente, como não tinham lido o enunciado, somente usaram a relação da questão anterior (QF4) para responderem. Entretanto, são coerentes e significativas.

O estudante A22 relacionou uma explicação que foi feita nas aulas anteriores (temperatura adequada para a ação de enzimas no estômago) a essa questão. Essa explicação (aulas anteriores) nem foi muito enfatizada em aula, mas somente como comentário, porém foi relevante para esse estudante.

A sexta questão (**QF6**) consistia em que os estudantes marcassem as alternativas que compreendiam ser verdadeiras ou falsas analisando uma imagem que continha um gráfico que demonstrava uma reação, mas com diferentes energias de ativação, uma com a presença de catalisador e outra sem catalisador:



Nessa questão, 77,7% dos estudantes responderam de forma correta. Vale enfatizar que, na QF1, menos da metade da quantidade desses estudantes responderam corretamente sobre os gráficos mostrados.

4.10 Avaliação e análise da Sequência Didática e estratégias didáticas

Na Tabela 17, têm-se as pontuações atribuídas aos estudantes quanto ao seu desempenho nas atividades realizadas na SD.

Essas pontuações são as referentes aos assuntos de cinética química abordados: (1) Questionário de Conhecimentos Prévios – QCP (Cinética Química); (2) Mapa Conceitual Inicial – MCI (Cinética Química); (3) Experimentação Investigativa 1 – EI1 (Concentração); (4) Analogia 1 – AN1 (Concentração); (5) Experimentação Investigativa 2 – EI2 (Superfície de contato); (6) Contextualização – CON1 (Superfície de contato); (7) Contextualização – CON2 (Temperatura); (8) Analogia 2 – AN2 (Temperatura); (9) Mapa Conceitual Final – MCF (Cinética Química); (10) Questionário Final – QF (Cinética Química). No (Apêndice N) se tem a pontuação de cada atividade por aluno de uma outra perspectiva.

TABELA 27 – Pontuações dos estudantes nas atividades da SD relacionadas à cinética química.

	QCP	MCI	EI1	AN1	EI2	CON1	CON2	AN2	MCF	QF	PFPA	PT	MPT
A4	3	4,5	3	2	6	10					60%	28,5	4,5
A5	3	3	6			5		10			50%	27	5,4
A6	5,5	4,5	3	10	3	10	2,5	4	3,5	3,5	100%	49,5	4,95
A9	2,5	4,5	3	2	6	5	7,5	10	6,5	7	100%	54	5,4
A10	6		3	10	3			6			50%	28	5,6
A15	1	4	1	10	4	10	2,5	1		7	90%	40,5	4,5
A16	5,5			5	4			10	4	9	60%	37,5	6,25
A17		4	3	10	3		10	10			60%	40	6,6
A21			6	0	6		5	3			50%	20	4
A22			1		4	10	10		4,5	6	60%	35,5	5,9
A23			1	10	4	10	10	10	3	4,5	80%	52,5	6,5
A24				5	4	5	5	6			50%	25	5
A26				2	4	5	5	6	5,5	10	70%	32	4,5
PTPA	26,5	24,5	30	66	51	70	57,5	76	27	47			
PPAT	37,8%	40,8%	30,0%	60,0%	42,5%	77,7%	63,8%	69,0%	45,0%	67,1%			

As frequências de participação dos estudantes nas atividades da SD foram diferenciadas por cores (50% – azul; 60% – amarela; 70% – laranja; 80% – vermelha; 90% – cinza; 100% – verde).

Esta tabela está dividida em cinco blocos principais (vertical). No primeiro estão os estudantes com seus pseudônimos. No segundo bloco estão as dez atividades da SD. No terceiro, em porcentagem, estão as frequências de participação dos estudantes nas atividades (PFPA), (estão diferenciadas por cores). No quarto bloco está a pontuação total de cada estudante (PT). No quinto bloco está a média da pontuação total de cada estudante (MPT). Nas duas últimas linhas da tabela estão, na penúltima, a pontuação total das atividades (PTPA), e na última, a porcentagem total por atividade realizada (PPAT).

Através da Tabela 17, pôde-se observar que somente 2 estudantes (A6, A9) tiveram 100% de frequência nessa SD. Observa-se também que somente 2 estudantes (A9, A23) conseguiram mais de 50% da pontuação total. Na última linha (PPAT) foi possível observar o rendimento de cada atividade, como a das estratégias didáticas utilizadas. Com a Figura 24, pode-se observar num gráfico, a porcentagem de rendimento em cada atividade no decorrer da SD.

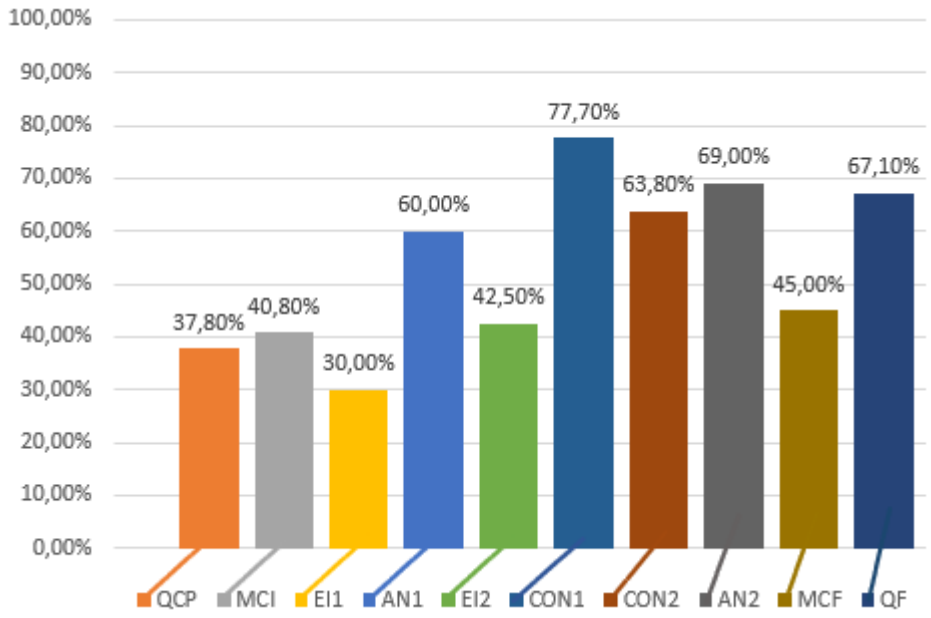


Figura 24 – Gráfico das porcentagens de rendimento de cada atividade realizada no decorrer da SD relacionadas com cinética química de acordo com as pontuações atribuídas na Tabela 17.

Observa-se um progresso em cada atividade e estratégia didática realizadas, das iniciais às últimas. Por exemplo, o rendimento da experimentação investigativa 1 (EI1 - 30%), aumenta na experimentação investigativa 2 (EI2 - 42%); a atividade analogia 1 (AN1 - 60%), aumenta para 69% na analogia 2 (AN2).

As questões 7, 8, 9 e 10, do Questionário Final, tinham como finalidade a obtenção das respostas dos estudantes sobre as suas visões quanto às aulas abordadas sobre cinética química, suas percepções quanto as estratégias didáticas e a sequência didática como um todo.

Na sétima questão (**QF7**), visava-se obter, através dos relatos dos estudantes, a percepção destes em relação as aulas da SD: "*Você gostou das aulas de Química que tivemos? Por que?* "

As respostas foram moduladas a três tipos "*Sim*", "*Não*", ou "*Mais ou menos*". As frequências das respostas estão na Figura 25:

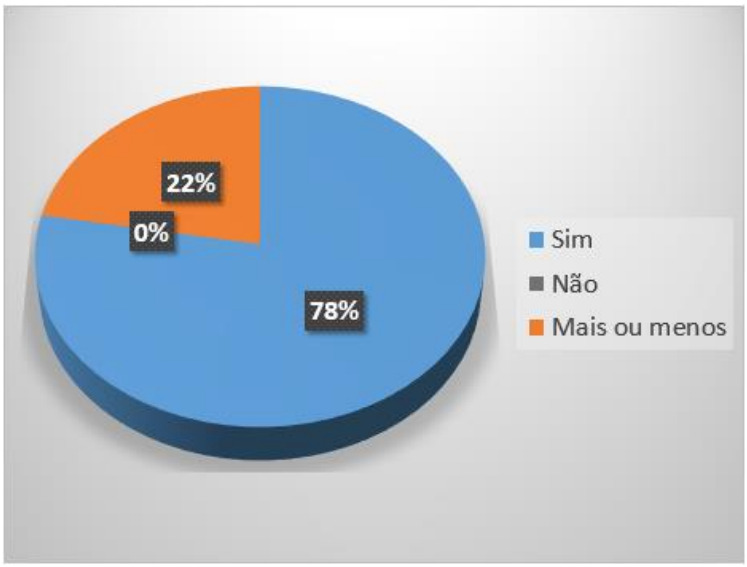


Figura 25 – Porcentagens das respostas da QF7.

Dessa análise, observa-se que a maioria (07) dos estudantes tiveram percepções positivas das aulas da SD. Somente dois estudantes reconheceram que gostaram "mais ou menos" das atividades. E nenhum se posicionou em não ter

gostado das atividades realizadas. Das justificativas das respostas “Sim” surgiram algumas categorias (Tabela 18):

TABELA 18 – Categorias das justificativas das respostas “sim” da QF7, suas descrições, exemplos e frequências.

Categorias	**Descrição das categorias** **Exemplo**	**Frequência**
Aprendizagem dos assuntos	Respostas positivas em relação a aprendizagem dos assuntos	02
	A6 – *“Por que* (sic) *apredemos* (sic) *mais sobre o que é cinética química”*	
Assuntos diferenciados	Respostas positivas em relação aos assuntos diferenciados	02
	A22 – *“Não entendia esse assunto muito bem, ele trabalha com coisas relacionadas no dia-dia* (sic) *”*	
Tipos de aulas	Respostas positivas devido ao tipo de aula (experimentação)	02
	A26 – *“É bom, tivemos vários experimentos”*	

Deu-se atenção a um relato dos que objetaram “Sim”, mas não entrou em nenhuma categoria, pois aparentemente, entende-se que a estudante apreciou as aulas, mas justifica:

A15 – *“Mas não entendo nada de química”*

Entende-se que existe motivação ou interesse no aprendizado de química, porém essa estudante, supostamente, não compreende os processos da cognição e retenção das informações aprendidas devido estar familiarizada com aulas decorrentes do ensino que fomenta aprendizagem mecânica.

Muitos estudantes caminham nesse “mundo” do aprendizado mecânico. Porém, quando entram em contato com abordagens mais ativas, frustram-se deixando o desânimo os desencorajar a aprender. Ressalta-se que o aprendizado significativo

é sinônimo de aprendizado ativo, que desafia o aprendiz a ser construtor do seu conhecimento.

As objeções que representaram “Mais ou menos” foram duas. A justificativa da A23 foi exposta, a seguir:

A23 – *“Pq* (sic) *a pandemia atrapalhou os nossos estudos, e não aprendemos quase nada. Mais* (sic) *tirando isso as aulas foram boas”*

Nesse caso, a estudante relaciona sua resposta, não as aulas, mas as situações externas que dificultaram as aulas presenciais nessa escola. E, apesar de relatar que não aprenderam “quase nada”, foi uma dos únicos que conseguiram ultrapassar 50% na pontuação total (52,5), e com 80% de frequência na SD

A justificativa do estudante A25, que está entre os que responderam “Mais ou menos” foi expressa:

A25 – *“Sem muitos assuntos coletados”*

Essa justificativa não pôde ser interpretada por não conter características relevantes capazes de sugerirem uma codificação coerente.

A décima questão se objetivava na obtenção das respostas dos estudantes quanto a importância da sequência das atividades. Todos os estudantes afirmaram de modo positivo “*sim*” sobre a importância dessas atividades. As suas justificativas somente corroboraram (ou foram repetidas) o que já se havia respondido por eles na QF7. Assim, não foi necessário a criação de uma nova análise.

Na oitava questão (**QF8**) foi perguntado: “*Achou os assuntos difíceis? Justifique*”. As respostas foram direcionadas em “Sim”, “Não” e “Mais ou menos”. E estão sistematizadas na Figura 26:

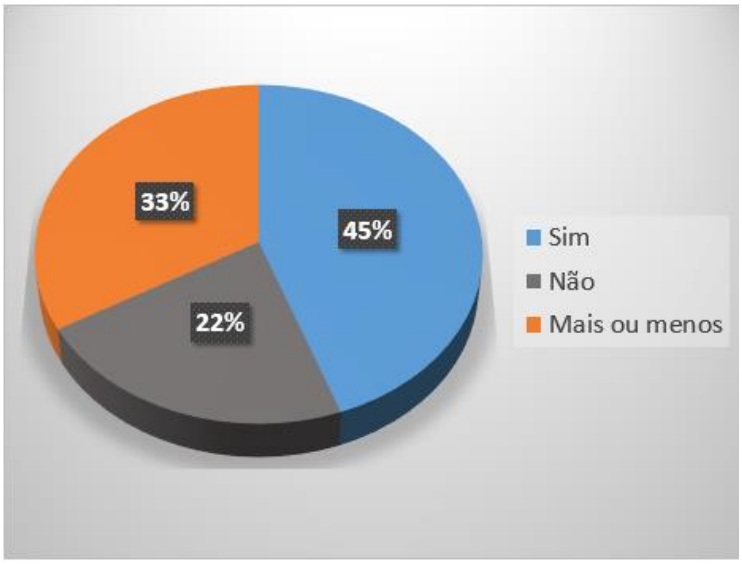


Figura 26 – Porcentagens das respostas da QF8.

As justificativas de cada tipo de resposta continham peculiaridades que se puderam fazer inferências. Como a das respostas “Sim” (45%), onde 3 das 4 referiram como justificativa para acharem as aulas difíceis, as dificuldades no aprendizado. A estudante A15 relata:

A15 – *“eu esqueço de como foram feitas em 3 segundos”*

A dificuldade dessa estudante, aparentemente, decorre das tentativas de se aprender mecanicamente, pois, segundo o relato, entende-se não haver retenção do conhecimento novo em sua mente após as aulas.

A quarta justificativa das respostas “Sim” do A25, *“sem muito assunto de reações”*, aparentemente, demonstra afinidade do estudante por atividades que necessitem de resoluções com base matemática.

As duas (2) justificativas das respostas que alegaram não serem difíceis os assuntos (22%) enfatizaram a importância do professor como facilitador, como o relato, *“o professor explicou bem”*, do estudante A22.

As três (3) justificativas das respostas “Mais ou menos” (33%) demonstraram, duas (2) delas, modéstia, pois foram marcadas na resposta intermediária quanto a dificuldade dos assuntos. Porém, como o relato da A23, *“Sou um pouco boa em química, algumas coisas aprendo rápido”*, demonstraram que tiveram facilidade

quanto aos assuntos abordados na SD, corroborados quando se observa sua pontuação na Tabela 17. Já no relato da A6, *"um pouco porque tem que lembra* (sic) *muitas coisas"*, entende-se que o aprendizado majoritário dessa estudante seria o mecânico, pois se observa, aparentemente no seu relato, a memorização como um dos meios principais de armazenamento dos assuntos de química. Ressalta-se que essa estudante teve 100% de frequência nas atividades, porém teve um rendimento aparentemente baixo, como se observa no decorrer das atividades através das suas pontuações e sua média (4,95), mostradas na Tabela 17.

A nona questão (**QF9**) teve como intuito a observação de como os estudantes avaliaram cada estratégia didática (analogias, experimentações investigativas, contextualizações e mapas conceituais), que foi abordada nas aulas da SD. As respostas primárias foram modeladas de acordo com o quanto se aprendeu dos assuntos ("*Nada*", "*Pouco*", "*Mais ou menos*" ou "*Muito*") através das estratégias didáticas desenvolvidas. E, a seguir, em cada estratégia didática avaliada pelos alunos, as porcentagens são apresentadas nas figuras e, logo após, é apresentado em outro gráfico, a pontuação de cada estudante nas atividades com a mesma estratégia didática (a linha horizontal vermelha enfatiza a pontuação 5, a pontuação média).

A avaliação dos estudantes quanto as **analogias** se encontra na Figura 27:

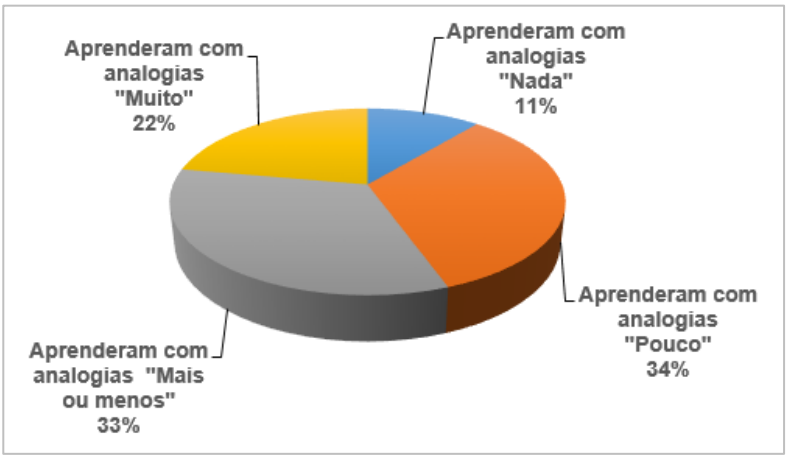


Figura 27 – Porcentagens das respostas dos alunos sobre o quanto aprenderam pelas analogias.

A avaliação dos estudantes quanto as analogias na influência do seu aprendizado nos assuntos abordados de química resultaram em respostas dispersas, como se observa na Figura 27.

Para se observar melhor a avaliação dos estudantes, se estavam em coerência com seu desempenho e suas pontuações, foi criado um gráfico das pontuações das atividades e respostas ao QF9 quanto as analogias (Figura 28).

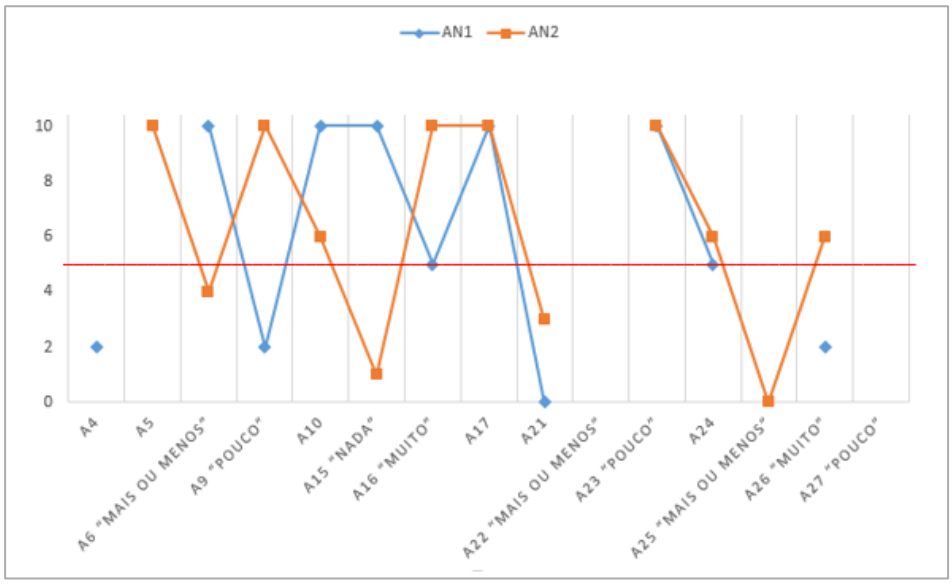


Figura 28 – Gráfico das pontuações e as respostas (QF9) dos alunos referentes as aulas com analogia (Analogia 1 e Analogia 2).

Observa-se que a maioria dos estudantes, através das pontuações, tiveram bom desempenho, pois ultrapassaram a média (5) da pontuação máxima (10), 13 estudantes alcançaram a média, e 7 não alcançaram.

As pontuações dos estudantes A9, A16, A21, A24 e A26 demonstraram desenvolvimento no desempenho nas atividades com analogias. As pontuações dos estudantes A17 e A23 se mantiveram com a máxima. Vale ressaltar que, entende-se que houve incoerência na resposta da estudante A23, pois, mesmo com máxima pontuação nas duas atividades, respondeu que aprendeu “Pouco” através das analogias.

Nas pontuações dos estudantes A6 e A15, observou-se diminuição no desempenho quanto às atividades com analogias. Dessa forma, vê-se como as analogias favorecem o aprendizado em química. Porém, como afirma a estudante A6, justificando sua escolha de resposta, "Mais ou menos", "*é bom mais* (sic) *nem sempre fica fácil de entender*".

Com essas observações, entende-se que os estudantes foram um tanto modestos em relação ao seu aprendizado por analogias.

As atividades em que se apresentaram experimentos, como foram as aulas com **experimentação investigativa**, mostraram-se aceitáveis para os estudantes, como se observa na Figura 29, em que 67% deles responderam que aprenderam "Muito" com as atividades experimentais investigativas.

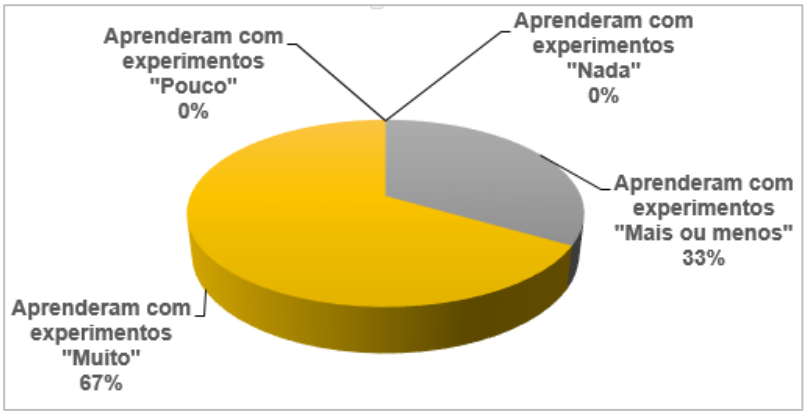


Figura 29 – Porcentagens das respostas dos alunos sobre o quanto aprenderam pela experimentação investigativa.

As respostas dos estudantes quanto as experimentações reforçam as afirmações de Souza *et al*. (2013), de que essas atividades são bem aceitas, pois os alunos gostam de ver os fenômenos químicos, como se observa na justificativa, "*mais fácil de observa* (sic) *a reação química e de aprender*", da estudante A6, em relação a sua resposta em aprender "Muito" com essa metodologia. Porém, ao se observar a Figura 30, entende-se que as respostas positivas, quanto as atividades experimentais investigativas, mascaram o pouco rendimento nas pontuações nessas atividades.

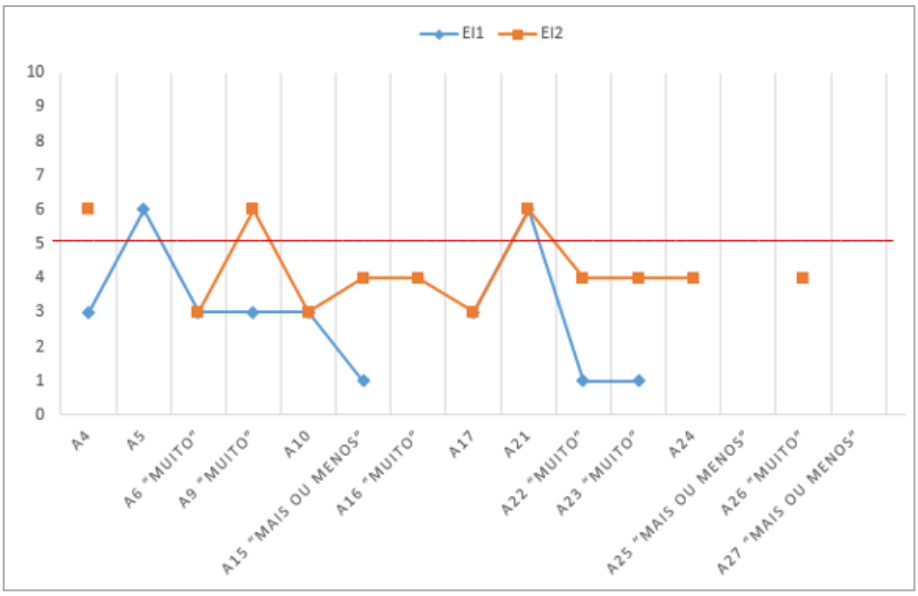


Figura 30 – Gráfico das pontuações dos alunos referentes as aulas com experimentação investigativa, 1 e 2 (EI1 e EI2).

Apesar da baixa pontuação nessas atividades, observou-se que a maioria dos estudantes tiveram aumento nas suas capacidades e familiarização com a estratégia didática, pois em detrimento à primeira atividade realizada, dessa natureza, a segunda obteve maiores pontuações.

As atividades investigativas permeiam a aprendizagem significativa em favorecer habilidades ativas. Diferente de atividades como as que se teve com analogias em que existe aprendizagem significativa receptiva, as de cunho investigativo fomentam a aprendizagem significativa por descoberta. Nessa última o aprendiz busca por si os subsunçores mais adequados, ao seu ver, para responder ou solucionar as situações-problema. Assim, pode-se afirmar também que houve aprendizagem significativa nessas atividades, apesar das baixas pontuações.

As porcentagens dos tipos de respostas que os alunos responderam sobre o quanto aprenderam pelas aulas com **contextualização** estão expressos no gráfico da Figura 31.

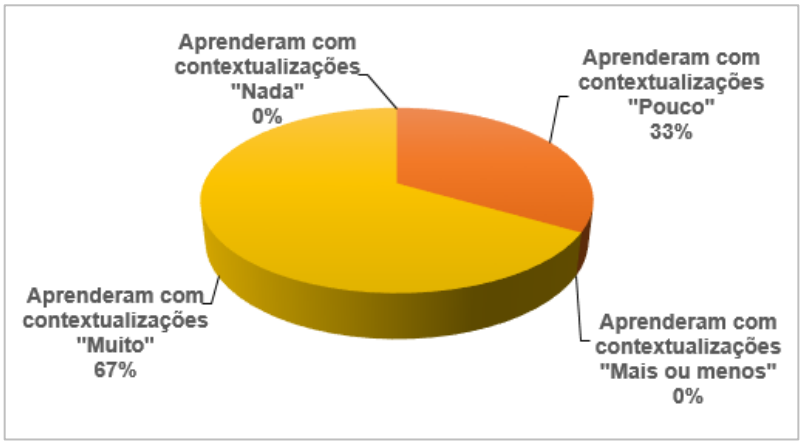


Figura 31 – Porcentagens das respostas dos alunos sobre o quanto aprenderam pelas contextualizações.

Para a maioria dos estudantes, as abordagens contextualizadas favoreceram o entendimento dos assuntos de química dessa SD, pois 67% deles responderam que com essa estratégia didática aprenderam “Muito”.

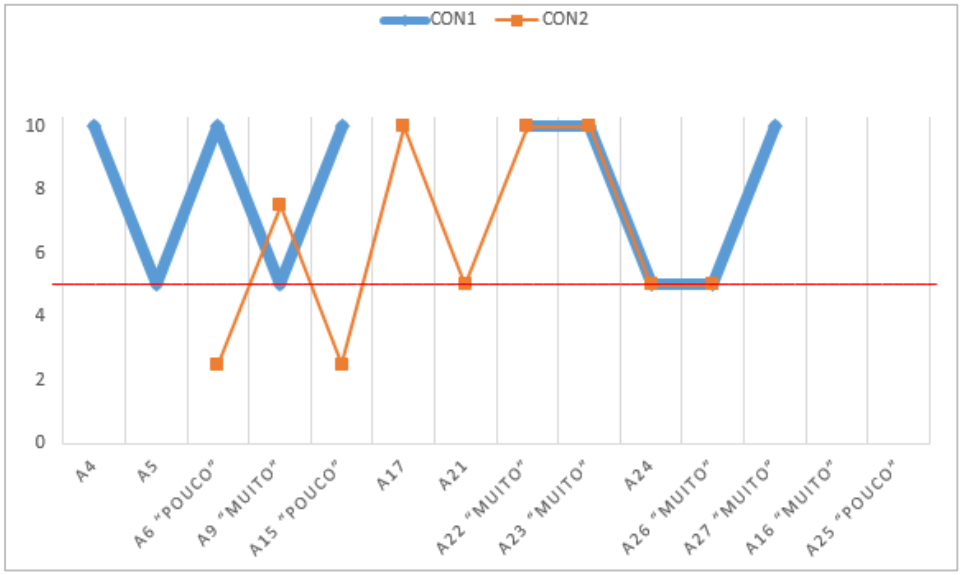


Figura 32 – Gráfico das pontuações dos alunos referentes as aulas com contextualização, 1 e 2 (CON1 e CON2).

A Figura 32 demonstra que a percepção dos estudantes quanto ao seu aprendizado por contextualização estava coerente, pois 86,6% das atividades realizadas, dessa natureza, estavam na média de pontuação. Porém, observa-se que,

somente um (1) estudante (A9), dos sete (7), que realizaram as duas atividades de mesma natureza (contextualização), teve aumento na pontuação da segunda atividade em detrimento da primeira. Os estudantes A6 e A15 tiveram diminuição nas pontuações, da primeira atividade para a segunda. Já o restante, se manteve com as mesmas pontuações.

As respostas da avaliação dos estudantes quanto a importância dos **mapas conceituais** para o aprendizado dos assuntos de química abordados na SD se apresentam em porcentagens, na Figura 33.

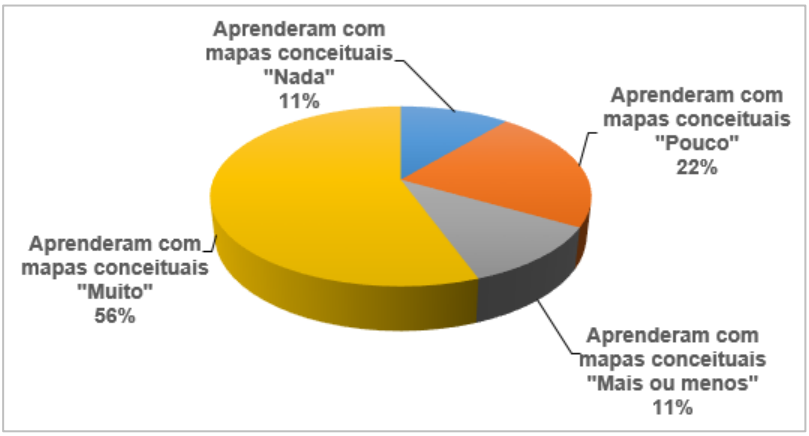


Figura 33 – Porcentagens das respostas dos alunos sobre o quanto aprenderam pelos Mapas conceituais.

Apesar das respostas dispersas, a maioria dos estudantes (56%), reconheceu que a utilização de mapas conceituais favoreceu o aprendizado dos assuntos de cinética química. Porém, ao se observar a Figura 34, vê-se a baixa pontuação da maioria dos mapas conceituais analisados.

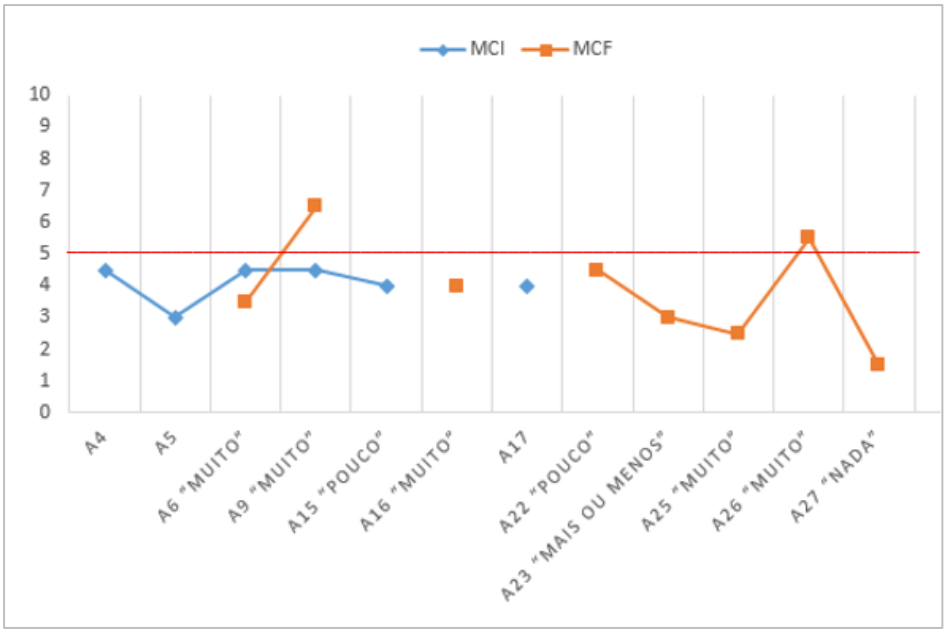


Figura 34 – Gráfico das pontuações dos alunos referentes as aulas com mapas conceituais sobre cinética química, Mapa Conceitual Inicial e Mapa Conceitual Final (MCI e MCF).

A pouca frequência dos alunos nessas atividades dificultou o acompanhamento do rendimento dessa estratégia didática, pois houveram três atividades com mapas conceituais, participaram das três somente um (A9), e das duas atividades relacionadas com os assuntos de cinética química, somente dois alunos (A6 e A9) participaram. Apesar disso, pôde-se observar que dois mapas alcançaram a média de mapas conceituais coerentes. E como foi observado na análise e discussão dessa atividade do encontro 8, houve desenvolvimento de aspectos conceituais e procedimentais em algumas categorias analisadas nos últimos mapas conceituais construídos.

Vale ressaltar que algumas das respostas seguem de acordo com as pontuações dos últimos mapas, como as respostas do A9 (6,5) e do A26 (5,5), que tiveram as maiores pontuações, e responderam que aprenderam “Muito” através dos mapas; as respostas da A23 (3,0) e da A27 (1,5), responderam, respectivamente, que aprenderam “Mais ou menos” e “Nada”. Enfatiza-se também que as respostas seguem coerência quanto à pontuação desses últimos mapas em relação à média de pontuação total das atividades realizadas na SD, ou seja, entende-se que eles

compreenderam que foram “mal” ou “bem” na atividade com MCs, julgando-a de acordo o desempenho nas outras atividades.

A justificativa, “*é muito bom porque fez a gente raciocinar*”, da resposta do aluno A26 (respondeu que aprendeu “Muito”), mostra-se um tanto coerente, quando se analisa o papel dos mapas conceituais em relação a uma aprendizagem menos passiva, pois exige esforço cognitivo, como afirma Dutra (2006). E de acordo com a premissa da aprendizagem significativa, o aprendiz só irá aprender se este fizer um esforço mental, em “manipular” sua estrutura cognitiva visando a melhor significação para a situação de aprendizado. Assim estratégias didáticas como os MCs, podem ter certa dificuldade, porém quando são “decifrados”, agilizam e colaboram para o aprendizado significativo. Esse processo pode ser observado na justificativa do A16, pois afirmou “*muito bom, no começo era difícil e no final mais fácil*”.

Assim, entende-se que a percepção desses estudantes foi coerente quanto ao seu aprendizado por mapas conceituais, levando em consideração que muitos desses estudantes tiveram contato com essa estratégia didática apenas uma vez na SD.

Foi possível, interinamente, observar espectros do favorecimento das estratégias didáticas enfatizadas no aprendizado de cada estudante enfatizado na pesquisa, criados a partir dos resultados das análises anteriores.

O Quadro 6, a seguir, expõe as estratégias didáticas analogias, experimentação investigativa (Exp. Investigativa), contextualização e mapas conceituais em relação ao seu favorecimento no desempenho do aprendizado dos alunos em cinética química. As estratégias didáticas que alcançaram pontuação média (5,0) foram destacadas pela cor azul e nomeadas como “Favorável”, referente ao favorável subsídio desta em relação ao aprendizado dos assuntos abordados de cinética química. As estratégias didáticas que tiveram pontuação na média abaixo de 5,0 (até 3,0), foram destacadas pela cor amarela e nomeadas como “Parcial favorável”, referente ao desempenho parcialmente baixo, mas ainda favorável (supostamente podia melhorar), que tiveram em relação ao favorecimento do aprendizado dos assuntos abordados de cinética química. As estratégias didáticas que tiveram baixa pontuação na média (abaixo de 3,0) foram destacadas pela cor vermelha e nomeadas como “Pouco favorável”, referente, supostamente, à baixa

contribuição no aprendizado dos assuntos da cinética química. Algumas estratégias didáticas, na sequência didática, foram realizadas parcialmente (realizaram uma, pois foram realizadas duas atividades por estratégia didática na SD), por isso foram distinguidas também por um sinal (*), e apresentaram pontuação inteira, não média. As estratégias didáticas que se fizeram ausentes, pela não participação do estudante nas atividades, estão em branco.

Quadro 6 – Quadro criado apontando o favorecimento das estratégias didáticas para o aprendizado de Cinética Química de acordo com o desempenho de cada aluno analisado na SD.

Alunos	**Estratégias didáticas**			
	Analogias	**Exp. Investigativa**	**Contextualização**	**Mapas Conceituais**
A4	Pouco favorável *	Parcial favorável	Favorável *	Parcial favorável *
A5	Favorável *	Parcial favorável *	Parcial favorável *	Parcial favorável *
A6	Favorável	Parcial favorável	Favorável	Parcial favorável
A9	Favorável	Parcial favorável	Favorável	Favorável
A10	Favorável	Parcial favorável		
A15	Favorável	Pouco favorável	Favorável	Parcial favorável *
A16	Favorável	Pouco favorável *		Parcial favorável *
A17	Favorável	Parcial favorável	Favorável *	Parcial favorável *
A21	Pouco favorável	Favorável	Favorável *	
A22		Pouco favorável	Favorável	Parcial favorável *
A23	Favorável	Pouco favorável	Favorável	Parcial favorável *
A24	Favorável	Parcial favorável *	Favorável	
A26	Parcial favorável	Parcial favorável *	Favorável	Favorável *

* atividade realizada parcialmente (eram duas atividades dessa natureza, foi realizada somente uma)

Observa-se claramente que as estratégias didáticas analogias e contextualização se destacaram, em sua maioria (realçando mais ainda a contextualização, pois não apresentou indicação de “Pouco favorável” em seu espectro), no suposto favorecimento do desempenho dos estudantes em aprender os assuntos de cinética química abordados na SD. Já a experimentação investigativa, ao contrário das duas ressaltadas anteriormente, destacou-se pelo pouco favorecimento no desempenho do aprendizado dos assuntos de Química explorados na SD, em relação as outras estratégias didáticas. Nos mapas conceituais, além da maior parte apontar o parcial favorecimento, observa-se que a maioria dos estudantes realizaram somente uma atividade dessa natureza.

Nesse contexto, observa-se também que, para alguns estudantes, certas estratégias didáticas favoreceram o aprendizado de cinética química, enquanto que outras não favoreceram expressivamente esse aprendizado. Já nas mesmas estratégias didáticas que para alguns estudantes favoreceram o aprendizado, para outros, não foi observado. Essas situações foram observadas quando a estratégia didática analogia se apresenta “Pouco favorável” para a estudante A21, porém “Favorável” para a estudante A15. E, quando a experimentação investigativa se apresenta para a A21 como “Favorável”, a mesma se apresenta como “Pouco favorável” para a A15. Assim, essas situações se repetem com outros alunos, também com as outras estratégias didáticas.

5 CONCLUSÃO

5.1 Conclusões

Essa pesquisa através da sequência didática desenvolvida forneceu e favoreceu um caminho para promover a aprendizagem significativa, que, ao menos em curto prazo, foi reconhecida. Além disso, possibilitou a tentativa de se entender os processos do contexto escolar analisado, decorrentes da relação dessa aprendizagem com as estratégias didáticas utilizadas.

Entendeu-se que a tentativa de distinguir os conhecimentos prévios dos estudantes antes das atividades que foram realizadas foi de extrema importância, pois foi a partir dessas informações que se pôde, com maior segurança, estruturar os caminhos (a sequência didática) para se abordar cada atividade.

As atividades realizadas que tinham como estratégia didática a **experimentação investigativa** se mostraram pouco relevantes, em sua maioria, para o aprendizado dos conceitos químicos. Em aspectos procedimentais, os estudantes poucas vezes apresentaram estratégias coerentes para responder, de acordo com o modelo consensual-científico, suas conclusões; além de não se atentarem em fazer os experimentos de forma zelosa, pois se observava, em seus relatos, procedimentos inconsistentes com o que se pedia. Por outro lado, em aspectos atitudinais, essas atividades em grupo reforçaram as relações entre os estudantes, pois foram observadas suas interações amistosas, além do que, cada componente do grupo tinha uma responsabilidade. Observou-se também, nas últimas atividades em detrimento às primeiras atividades dessa natureza, um leve progresso nas habilidades em relação aos procedimentos e na introdução de conceitos coerentes em suas hipóteses.

Entende-se que a aprendizagem significativa através da estratégia didática experimentação investigativa se desenvolve de forma mais lenta, pois se mostra como aprendizagem por descoberta. Na aprendizagem por descoberta o conteúdo a ser significativamente aprendido deve primeiro ser descoberto pelo aprendiz, o que pode supostamente gerar uma desvantagem; pode ser também não vantajosa no momento

em que se questiona: “será que, nas mesmas condições, os estudantes vão concluir a mesma coisa que a comunidade científica concluiu sobre um dado fenômeno? ”

As avaliações dos estudantes quanto as experimentações investigativas no aprendizado dos assuntos se mostraram, em sua maioria, positivas, porém, essas refletiam, aparentemente, somente o gostar dos estudantes em ver as reações químicas visíveis acontecerem, como se observou nas suas hipóteses para explicar os fenômenos químicos (as respostas somente retratavam aquilo que, visivelmente, tinham observado). Essa situação pode estar relacionada com a forma de obstáculo epistemológico denunciada por Bachelard (1996), a experiência primeira, onde a ilusão através da observação dos fenômenos a partir dos sentidos cria uma condição do saber simples, rígido e fácil; e ofusca do observador um posicionamento de indagador na procura de questionamentos, que implementam a formação do espírito científico.

Em relação a aprendizagem por **analogias**, o método TWA de Glynn *et al*. (1994), mostrou-se eficiente para o aprendizado de conceitos de cinética química, pois através dos passos foi possível escoltar e diferenciar, na maioria das vezes, os atributos conceituais científicos em detrimento às características provisórias do conceito-análogo. Por outro lado, entendeu-se que, para uma parte da turma, o ensino através das analogias não foi suficiente para transpor a insistente tentativa de se aprender mecanicamente; outros estudantes não se atentaram tanto às limitações das analogias, e acabaram interpretando elas como intrínsecas aos conceitos-alvo ou saiam contextualmente fora de até onde iria a compatibilidade do análogo com o alvo.

A estratégia didática analogia utilizada nessa pesquisa se mostrou (apesar das dispersas respostas dos estudantes do quanto aprenderam por ela) eficiente em possibilitar o favorecimento da aprendizagem significativa, no reconciliar conceitos aparentemente diferenciados e na capacidade de se explorar uma linguagem mais científica. Dessa forma, entendeu-se que essa estratégia didática, explorada através do modelo de sistematização do ensino com analogias, “TWA”, fomentou as aprendizagens significativas representacional, conceitual e proposicional.

Quanto a estratégia didática **contextualização**, que nessa pesquisa se ateve à temática relacionada com a alimentação, houve majoritariamente, aceitação dos

alunos, e foi observado bom desempenho nas atividades realizadas. O aprendizado de conceitos científicos foi facilitado pela aproximação de um tema que estava em consonância com o cotidiano desses alunos. Através dessa aproximação foi observado o interesse dos estudantes nessas aulas mostrando que essa estratégia didática promove motivação. Com isso, foram ressaltados aspectos de aprendizagem significativa como a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, quando incorporavam conceitos novos e compreendiam a relação de assuntos ligeiramente diferenciados, integrando-os às informações preexistentes de suas estruturas cognitivas.

Outros aspectos se sobressaíram nos estudantes através das atividades contextualizadas, que foram os aspectos atitudinais, no desenvolvimento e aprimoramento da conscientização e na concretização de valores e atitudes positivas. Esses aspectos foram notados também pelo desenvolvimento de habilidades e competências através da observação crítica, em interpretar, discutir, concluir sobre as problemáticas apresentadas.

A estratégia didática através de **mapas conceituais** se mostrou aceitável à maioria dos alunos, porém foi observado baixo desempenho através da média de pontuação a partir das categorias ressaltadas pelo modelo de avaliação de mapas conceituais utilizado (somente dois estudantes alcançaram a média na pontuação). Apesar da baixa pontuação média, foram observados, mesmo que com manifestações escassas, a evolução conceitual, e as aprendizagens significativas representacional, conceitual e proposicional sobre os assuntos pertinentes à cinética química, abordados na sequência didática. As categorias 2, 5, 9 e 10, referentes, respectivamente, aos novos conceitos emergidos, os exemplos de acordo com o assunto, a diferenciação progressiva, e a reconciliação integrativa, dos últimos mapas construídos, corroboram essas informações, pois se sobressaíram em detrimento às mesmas categorias nos primeiros mapas relacionados à cinética química.

A partir da observação do desempenho dos estudantes nas atividades da sequência didática, foram observados, supostos espectros de favorecimento das diferentes estratégias didáticas no aprendizado de cinética química de maneira diversificada nos alunos.

5.2 Considerações finais e perspectivas

A sequência de atividades se estendeu por mais tempo por certos motivos, principalmente pelas consequências da paralização das aulas presenciais e seu retorno segmentado decorrentes da contenção do avanço da pandemia de COVID-19, no ano de 2020. Resultado dessa situação foi o decaimento na participação e frequência dos alunos às aulas, decorrentes também das mudanças de certos alunos para outras turmas e a significativa ausência ou evasão dos alunos às aulas.

A proposta de se trabalhar com as estratégias didáticas enfatizadas em uma sequência didática tendo como princípio norteador a aprendizagem significativa abriu uma série de horizontes para se trabalhar essa relação em outras perspectivas, como em outros assuntos, por exemplo.

Enfatiza-se que essa sequência, para se verificar e se ter maior clareza nos resultados, deveria se estender em relação a mais atividades com essas estratégias didáticas; seria mais significativo que essas abordagens, para melhor análise, fossem realizadas com um maior número de alunos e de turmas. Lembramos também que certos acompanhamentos importantes para o conhecimento da cinética química não foram feitos como: atividades significativas com gráficos e com questões de base matemática.

As estratégias didáticas, como foi na experimentação investigativa, somente foram trabalhadas em grupo, ou somente de forma individual, como nas analogias, deixando questionamentos em relação ao desempenho dos alunos nessas estratégias. Ressalta-se também que as atividades com experimentação investigativa foram desenvolvidas somente em nível 1 de investigação, e assim propõe-se seu desenvolvimento em outros níveis de investigação apresentados por Borges (2002).

Por outro lado, foi possível ter expectativas provisórias quanto ao aprendizado significativo a partir dessas estratégias didáticas, pelo menos para esses estudantes, em outros assuntos ou em diferentes disciplinas, por exemplo.

Os supostos espectros apresentados de acordo com o favorecimento do aprendizado, através das estratégias didáticas enfatizadas nessa pesquisa, corroboraram com a ideia de que: um suposto método de ensino pode não ser suficiente para o aprendizado significativo na diversidade encontrada na sala de aula. Porém, ressalta-se a boa abrangência, segundo indicado no espectro sugerido, da estratégia didática contextualização para o aprendizado de assuntos de cinética química.

Através dessa pesquisa, foi observado e se entende que o ensino de química ainda precisa progredir e se adaptar em novas propostas de ensino, como a que foi realizada nessa pesquisa, de se propor a utilização de múltiplas estratégias didáticas com a finalidade em aprendizagem significativa.

Assim, entende-se que seria necessária uma continuação desse tipo de pesquisa (observando as ressalvas expostas anteriormente). Por exemplo, através do desenvolvimento de sequências didáticas com esse assunto, cinética química (ou com outro), e depois com outros assuntos explorando as estratégias didáticas que mais favoreçam o aprendizado nos estudantes e assim poderiam ser observados, nessas novas perspectivas, os seus desempenhos.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, M. T. (Org). *Ser protagonista*: Química, 2º ano, ensino médio. 2 ed. São Paulo: SM, 2013.

ARAÚJO, J. N. *Aprendizagem Significativa de Botânica em Laboratórios Vivos*. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Mato Grosso, Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Cuiabá, 2014.

ARAÚJO, R. S., MALHEIRO, J. M. S.; TEIXEIRA, O. P. B*. Uma Análise das Analogias e Metáforas Utilizadas por um Professor de Química Durante uma Aula de Isomeria Óptica*. Química nova escola. São Paulo. Vol. 37, N° 1, p. 19-26, fev. 2015.

ATKINS, P. W.; JONES, L. *Princípios de Química*: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimento:* uma perspectiva cognitiva. Plátano edições técnicas: Lisboa, 2003.

AZEVEDO, M. C. P. S. *Ensino por investigação*: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P. (Org). Ensino de Ciências – Unindo a pesquisa e a prática. Thomson, 2004.

BACHELARD, G. *A Formação do Espírito Científico*: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 2006.

BARBIER, R. *A pesquisa-ação*. Trad. Lucie Didio. Brasilia: Liber Livro Editora, 2007. 159 p.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo* (L. De A. Rego & A. Pinheiro, Trads.). Lisboa: Edições 70, 1979. (Obra original publicada em 1977).

BENDITO, D. V. *Considerações acerca da Aprendizagem Significativa e dos Mapas Conceituais*. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 5 (3), p. 29-41, 2015.

BORGES, A. T*. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002.

BRASIL. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC) - Secretaria de Educação Média e tecnologia (Semtec). PCN+ Ensino médio: *orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*– Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC) - Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). *Parâmetros Curriculares Nacionais*: Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000.

BRASIL. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEB, 2006.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. *Química, a Ciência Central*. 9 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CACHAPUZ, A*. Linguagem Metafórica e o Ensino das Ciências*. Revista Portuguesa de Educação, v. 2, n.3, p.117-129. 1989.

CARVALHO, P. A.; BERTONI D. *O Uso de Analogias em Biologia*: uma experiência de prática pedagógica no processo de formação docente. In: Paraná. Secretaria de Estado. Superintendência de Educação. (Caderno PDE). Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE. Curitiba, v. 1, 2014.

CHAGAS, J. J. T.; SOVIERZOSKI, H. H. *Um Diálogo Sobre Aprendizagem Significativa, Conhecimento Prévio e Ensino de Ciências*. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 4(3), 2014.

COSTA, T. S. C.; ORNELAS, D.L.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. *A corrosão na abordagem de Cinética Química*. Química Nova na Escola. n 22, novembro, 2005.

CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa*: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução Luciana de Oliveira da Rocha. - 2. ed. - Porto Alegre: Artmed,2007.

CUNHA, F. D. S. et al. *Produção de Material Didático em Ensino de Química no Brasil*: Um Estudo a partir da Análise das Linhas de Pesquisa Capes e CNPq. HOLOS, Natal, RN, v. 3, n. 31, p. 182-192, jul. 2015.

DIAS, J. J. C. T. *O Ensino Experimental em Química*. In: PORTUGAL, Ministério da Educação, Departamento de Ensino Secundário. Comunicar Ciência. 1998.

DUARTE, M. C. *Analogias na educação em Ciências*: contributos e desafios. Investigações em Ensino de Ciências. Porto Alegre: v. 10, n. 1, 2005.

DUIT, R. *On the role of analogies and metaphors in learning science*. Science Education, v. 75, p. 649-672, 1991.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. *Ensino de Biologia e Contextualização do Conteúdo*: Quais temas o aluno de Ensino Médio relaciona com o seu cotidiano? Experiências em Ensino de Ciências v.13, n.1, 2018.

DUTRA, I. M. *Mapas conceituais no acompanhamento dos processos de conceituação*. 128f. Tese (Doutorado em Informática Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2006.

ESTEVES, R. F.; FISCARELLI, S. H.; SOUZA, C. B. G. *A Lousa Digital Interativa Como Instrumento de Melhoria da Qualidade da Educação* – Um Panorama Geral. Revista Online de Política e Gestão Educacional, São Paulo, v. 1, n. 15, p. 186–197, 2013.

FABIÃO, L. S.; DUARTE, M. C. *Dificuldades de produção e exploração de analogias*: um estudo no tema equilíbrio químico com alunos/futuros professores de ciências. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. v. 4, n. 1. 2005.

FARIAS, G. B. *Contextualização, Práticas Educativas e o Livro Didático no Ensino de Química*. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade federal do Amazonas, Manaus, 2018.

FERNANDES, M. M., SILVA, M. H. S. *O trabalho Experimental de Investigação*: das Expectativas dos Alunos às Potencialidades no Desenvolvimento de Competências. In: II Encontro Iberoamericano sobre Investigação Básica em Ciências. Burgos, Espanha. 2004.

FERRAZ, D; TERRAZZAN, E. *'Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias*: que relação?'. In: Ciência & Educação*,* v. 9, n. 2, p. 213-227, 2003.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. *Analogias e Situações Problematizadoras em Aulas de Ciências*. São Carlos: Pedro & João editores, 2010.

FRANCO, M. A. S. *Pedagogia da pesquisa-ação*. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483-502, 2005.

FRASSON, F., LABURÚ, C. E., & ZOMPERO, A. F. *Aprendizagem Significativa Conceitual, Procedimental e Atitudinal*: uma releitura da teoria ausubeliana. Revista Contexto & Amp; Educação, *34*(108), 303–318, 2019.

FREITAS, L. P. S. R. *O Uso de Analogias no Ensino de Química*: uma análise das concepções de licenciandos do curso de química da UFRPE. (Dissertação de mestrado) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Educação. 2011.

FREITAS ZOMPERO, A.; LABURÚ, C. E*. As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa*. Revista Electrónica de Investigación em Educación em Ciencias, v. 5, n. 2, p. 12-19, 2010.

GALAGOVSKY, L. Y.; ADÚRIZ-BRAVO, A. *Modelos y analogias em la enseñanza de las ciências naturales*: el concepto de modelo didáctico analógico. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, ICE, p. 231- 242, 2001.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. *A natureza pedagógica da experimentação*. Química Nova, 27 (2), p. 326-331, 2004.

GAMELEIRA, S. T. *Aprendizagem Significativa de Ausubel por situações problemas*: uma abordagem sobre os métodos de separação de misturas para o ensino de química. Dissertação (Mestrado em Ensino), Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Pau dos Ferros, 2017.

GARCEZ, E. S. C. *O Lúdico em Ensino de Química*: um estudo do estado da arte. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, 2014.

GLYNN, S. M. *Explaning science concepts*. A teaching with analogies (TWA) model. In S. Glynn, R. Yeany& B. Britton (Eds), The psychology of learning science. Hillsdale: NJ. Erbaum. p. 219- 240. 1991.

GLYNN, S. M. *et al*. *Teaching science with analogies: a resource for teachers and textbook authors*. Washington: National Reading Research Center, 1994. Disponível em <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED378554.pdf> Acesso: 17 jan. 2019.

GITAHY, R. R. C.; SILVA, J. P.; TERÇARIOL, A. A. L. *O Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação Aplicadas Como Tecnologia Assistiva na Construção do Conhecimento dos Alunos com Deficiência Visual que Frequentam as Salas de Recursos Multifuncionais*. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, São Paulo, v. 11, n. 7, p. 111–130, 2016.

GURGEL, J. P. L. *Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Aprendizagem de Conceitos Químicos por meio de Oficinas Temáticas*. Dissertação (mestrado – Ensino de ciências e Matemática). Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. *Science analogies*: avoid misconceptions with the systematic approach. The Science Teacher, v. 61, n. 4, 1994.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. *Teaching with analogies*: A case study in Grade-10 optics. Journal of Research in Science Teaching, v. 30, n. 10, p. 1291-1307, 1993.

HARTJE, R. G. A. *Coletânea de analogias utilizadas no ensino de Física em turmas de Ensino Médio*. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Fortaleza, 2017.

JESUS, L. G.; RAZERA, J. C. C. *Ausubel em trabalhos publicados na área de educação em ciências do Brasil*: um perfil cienciométrico. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 3(3), 2013.

JUSTI, R. *Models in the teaching of chemical kinetics*. Tese de doutorado não publicada. Reading (Inglaterra): Universidade de Reading, 1997.

JUSTI, R. S.; RUAS, R. M. *Aprendizagem de química*: reprodução de pedaços isolados de conhecimento? Química Nova na Escola, n. 5, maio de 1997, p. 24-27.

KASSEBOEHMER, A. C. *O método investigativo em aulas teóricas de Química*: estudo das condições da formação do espírito científico. Tese (Doutorado em Ciências), São Carlos: UFSCar, 2011.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S*. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências*. *Ciência & Educação*, 17, n. 1, 2011. p. 35-50.

LEMOS, E. S. *A Aprendizagem Significativa*: Estratégias Facilitadoras e Avaliação. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1(1), 2011.

LEMOS, E. S. *(Re)situando a Teoria de Aprendizagem Significativa na prática docente, na formação de professores e nas investigações educativas*. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, *5* (3), 2005, p. 38-51.

LIBÂNEO, J. C. *Didática.* Coleção Magistério 2º grau. Série formação do professor. São Paulo: Cortez, 1994.

LIMA, A. A.; NÚÑEZ, I. B*. Aprendizagem por modelos*: utilizando modelos e analogias. In: NÚÑEZ; I. B.; RAMALHO, B. L. (Orgs.). Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio. Porto Alegre: Sulina, p. 245-264, 2004.

LIMA, J. O. G. *Perspectivas de Novas Metodologias no Ensino de Química*. Revista espaço acadêmico, v. 12, n. 136, 2012.

LOPES, A. R. C. *Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo*: o caso do conceito de contextualização. *Educação & Sociedade*, Campinas, 23, n. 80, p. 386-400, 2002.

MACHADO, N. J. *Educação*: projetos e valores. 5. ed. São Paulo: Escrituras, 2004.

MACHADO, N. J. *Interdisciplinaridade e contextuação*. In: Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)*: fundamentação teórico-metodológica. Brasília: MEC; INEP, 2005. p. 41-53.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos da metodologia científica*. In: Fundamentos da metodologia científica. Atlas, 2010.

MARIALVA, T. C. *Assimilação do conceito de estequiometria a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa* – UEPS. Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

MARINE, P. F.; OLIVEIRA, T. A. L.; SÁ, M. B. Z. *Concepções sobre cinética química*: a influência da temperatura e da superfície de contato. ACTIO, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 321-341, jan./jul. 2017.

MARTINS, A. F. P. *Ensino de ciências*: Desafios à formação de professores. Revista Educação em questão, Natal, RN, v. 23, n. 9, p. 53-65, 2005.

MARTORANO, S. A. A*. A transição progressiva dos modelos de ensino sobre cinética química a partir do desenvolvimento histórico do tema*. Tese (Doutorado) – Instituto de Química, Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MARTORANO, S. A. A.; CARMO, M. P.; MARCONDES, M. E. R. *A História da Ciência no Ensino de Química*: O ensino e aprendizagem do tema cinética química. História da Ciência e Ensino/construindo interfaces. v. 9, p. 19-35, 2014. Disponível em: < https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/download/19421/14394 > Acesso: 27 maio 2019.

MARTORANO, S. A. A.; MARCONDES, M. E. R. Análise da compreensão dos professores de química, do ensino médio, sobre representações gráficas da velocidade de uma reação química. In: Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, São Paulo, 2013.

MENDES, M. P. L. *O Conceito de Reação Química no Ensino Médio*: história, transposição didática e ensino. 213p. Dissertação (Mestrado em Ensino, filosofia e história das ciências), Universidade Federal da Bahia, Universidade Federal de Feira de Santana, Salvador, 2011.

MENESES, F. M. G.; NUÑEZ, I. B. *Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo*. *Ciênc. Educ.,* Bauru, v. 24, n. 1, p. 175-190, 2018.

MENEZES, J. M. S. *Atividades Experimentais Investigativas no ensino de Propriedades Coligativas*: possibilidades para aprender significativamente. Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

MONTEIRO, I.V.; JUSTI, R*. Analogias em livros didáticos de Química destinados ao ensino médio*. Investigações em ensino de ciências, v. 5, n. 2, p. 67-91, 2000.

MORAES, R. *Análise de conteúdo*. Revista Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOREIRA, M. A. *Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa.* 1. ed. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas.* Material de Apoio para o curso Aprendizagem Significativa no Ensino Superior: Teorias e Estratégias Facilitadoras: PUCPR, 2012, 2013.

MOREIRA, M. A. *Mapas Conceituais e Teorias de Aprendizagem*. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 3 (3), p. 29-40, 2013a.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. *Aprendizagem Significativa*: A Teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

MOREIRA, M. A. *O que é afinal Aprendizagem significativa?* Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, Qurriculum, La Laguna, Espanha, 2012.

MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. 2. ed. amp. São Paulo: E.P.U., 2017.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. *Calor e temperatura no ensino de termoquímica*. Química Nova na Escola. n° 7, maio, 1998.

MORTIMER, E. F.; CHAGAS, A. N.; ALVARENGA, V. T*. Linguagem Científica Versus Linguagem Comum nas Respostas Escritas de Vestibulandos*. Investigações em Ensino de Ciências*,* Belo Horizonte, v. 1, n. 3, p.7-19, 1998.

MORTIMER, E. F. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2000.

NAGEM, R. L.; CARVALHAES, D. O.; DIAS, J. A.Y. T. *Uma proposta de metodologia de ensino com analogias*. Revista Portuguesa de Educação, v. 14, n. 1, p. 197-213. 2001.

NAGEM, R L. et al. *Analogias e metáforas no cotidiano do professor*. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 26, 2003, Poços de Caldas/MG, 2003.

NASCIMENTO, I. C. *Conteúdos de química e contextualização*: articulações realizadas por alunos do ensino médio. 2017. 255p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) –Instituto de Química, Instituto de Física, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

NOVAK, J. D. *Aprendiendo a aprender.* Barcelona: Marínez Roca, 1988.

NOVAK, J. D. GOWIN, D. B. *Aprender a aprender*. Tradução ao português, de Carla Valadares, do original Learning how to learn. 2 ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

NUNES, P. P. *Contextualização e abordagem de conceitos químicos por meio da química forense*: uma sequência Didática para o Ensino Médio no Ensino da Química. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2017.

NUNES, R. R. *O uso de analogias estruturadas como recurso didático no ensino médio de química e a formação continuada de professores*. Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências. Universidade Federal do mato grosso do sul. Campo grande, 2010.

OLIVEIRA, M. M. *Como fazer pesquisa qualitativa*. 5 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

OLIVEIRA, N. *Atividades de Experimentação Investigativas Lúdicas no Ensino de Química*: Um estudo de caso. 2009. 147 f. Tese (Doutorado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

OLIVEIRA, R. L. *O Uso De Analogias e Modelos no Ensino do Equilíbrio Químico.* Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2006.

ONTORIA PEÑA, A., et al. *Mapas conceituais*: uma técnica para aprender. São Paulo: Loyola, 2005.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. *Química na abordagem do cotidiano*. 3ª ed. São Paulo: Editora Moderna, v. 2, 2003.

PORTO, M. G. C.; *Jogo, TIC e Ensino de Química*: uma proposta pedagógica. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2015.

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

RAMO, L. B. *Avaliação de uma Proposta de Ensino a partir da utilização de recursos Tecnológicos no Ensino de Química*. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC - Licenciatura em Química), Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

RIGOLON, R. G., OBARA, A. T. *Analogias na Ciência e no ensino de Ciência*. Anais do II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa, PR, 2010.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. *O ensino de Ciências por investigação*: Reconstrução histórica. In: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Curitiba, 2008.

RODRIGUES, D. A. M.; SÁ CARNEIRO, C. C. B.; ALVES, F. R. V. *Introdução ao uso da análise de conteúdo na pesquisa qualitativa em ensino de ciências*. In: Metodologias emergentes na pesquisa em ensino de ciências [recurso eletrônico] / Raphael Alves Feitosa; Solonildo Almeida da Silva (Orgs.) - Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2018.

SANDOVAL, W. A. *Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry*. Science Education, v. 89, n.4, p. 634-656, 2005.

SANTANA, I. C. H. *Ensino de biologia por analogias*: possibilidades desde a formação de formadores. Tese (Doutorado - Pós-Graduação em Educação Brasileira), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

SANTANA JÚNIOR, J. B. P. *Estudo do perfil motivacional de um grupo de estudantes do Ensino Médio a partir da utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação*. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

SANTOS, F. A.; FEITOSA, E. M.; SANTANA, I. C. H. *Elaborando Analogias*: Uma Experiência na Formação de Professores. Congresso Nacional de Educação. Editora Realize, 2016.

SANTOS, G. G. *Aprendizagem Significativa no Ensino de Química*: experimentação e problematização na abordagem do conteúdo polímeros. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

SANTOS, S. C. S.; TÉRAN, A. F. *aprendizagem significativa, modelos mentais e analogias no contexto construtivista: uma aproximação possível para a educação em ciências.* Educação em Ciências na Amazônia: Múltiplos Olhares, 2011.

SANTOS, W. L. P. *Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica*. Ciência & Ensino, vol. 1, número especial, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Coords.). *Química Cidadã*: 2ª série, ensino médio. 3. ed. São Paulo: AJS, vol. 2, 2016.

SCHNETZLER, R.P.*A pesquisa em ensino de Química no Brasil*: Conquistas e perspectivas. Química Nova, supl. 1, p. 14-24, 2002.

SCHNETLZER, R. P*. Apontamentos sobre a História do Ensino de Química no Brasil*. In: SANTOS, W.L.P.; MALDANER, O.A (Orgs). Ensino de Química em Foco. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2010.

SILVA, D. P. *Questões propostas no planejamento de atividades experimentais de natureza investigativa no ensino de química*: reflexões de um grupo de professores. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – área Ensino de Química) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. *Contextualização no Ensino de Ciências*: Significados e Epistemologia. *In:* SANTANA, E. M.; SILVA, E. L. (Orgs). Tópicos em Ensino de Química. São Carlos: Pedro & João Editores, 2014.

SILVA JÚNIOR, O. J.; DANTAS, D. S.; FARIAS, R. F*. Ensino de Química*: o uso de analogias. Campinas, SP: Editora Átomo, 2017.

SILVA, V. O.; SÁ, M. B. Z. *A Construção de Significados no Ensino de Química por meio de Compostos Químicos Presentes nos Chás*. In: Paraná. Secretaria de Estado. Superintendência de Educação. (Caderno PDE). Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE. Curitiba, v. 1, 2016.

SPRONKEN-SMITH, R.; ANGELO, T.; MATTHEWS, H.; O'STEEN, B.; ROBERTSON, J*. How Effective is Inquiry-Based Learning in Linking Teaching and*

Research? In: An International Colloquium on International policies and Practices for Academic Enquiry, Marwell, Winchester, UK, April, 19-21, 2007.

SOFFA, M. M.; TORRES, P. L. *O Processo Ensino-Aprendizagem Mediado pelas Tecnologias da Informação e Comunicação na Formação de Professores on-line*. PUCPR, 2009.

SOUZA, F. L. et al*. Atividades experimentais investigativas no ensino de química*. São Paulo: CETEC, 2013.

SOUZA JUNIOR, D. R.; COELHO, G. R. *Ensino por investigação*: problematizando as aprendizagens em uma atividade sobre condutividade elétrica. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC, SP - Águas de Lindóia, 2013.

SOUZA, S. R. *Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o estudo de Química Orgânica*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Fundação Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2015.

SUART, R. C. *A experimentação no ensino de Química*: conhecimentos e caminhos. In: SANTANA, E.; SILVA, E. (Org.). Tópicos em Ensino de Química. São Carlos: Pedro & João Editores, 2014.

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

SUART, R.; MARCONDES, M. E. R. *As habilidades Cognitivas desenvolvidas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa.* In. VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis. Caderno de Resumos VI ENPEC. Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R.; LAMAS, M. F. P*. A estratégia "Laboratório Aberto" para a construção do conceito de temperatura de ebulição e a manifestação de habilidades cognitivas*. Química Nova na Escola, v. 32, n. 3, p. 200-207, 2010.

TREAGUST, D. *et al*. *Science Teachers' Use of Analogies*: Observations from Classroom Practice. International Journal of Science Education,1992.

TRINDADE, J. O. *Ensino e Aprendizagem Significativa do Conceito de Ligação Química por meio de Mapas Conceituais*. (Dissertação). São Carlos: UFSCar, 2011.

TRINDADE, J. O.; HARTWIG, D. R. *Uso Combinado de Mapas Conceituais e Estratégias Diversificadas de Ensino*: uma análise inicial das Ligações Químicas. Química Nova na Escola (Impresso), v. 34, p. 83 – 91, 2012.

UNESCO. *Como promover el interes por la cultura científica?* Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jovenes de 15 a 18 años. Década de la Educación para el Desarrolo Sostenible. Santiago: Andro Impresores, 2005.

USBERCO, J. & SALVADOR, E. *Química*: Físico-Química. 12. ed. Reform – São Paulo: Editora Saraiva, 2009.

VIEIRA, F. A. C. *Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica*: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências da Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho", Bauru, 2012.

WARTHA, E.J.; SILVA, E.L.; BEJARANO, N.R.R. *Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química*. Química Nova na Escola v. 35, n. 2, p. 84-91, maio, 2013.

WARTHA, E. J.; LEMOS, M. M. *Abordagens investigativas no ensino de Química*: limites e possibilidades. Revista de Educação em Ciências e Matemática, v. 12, p.05-13, 2016.

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

ZAPPE, J. A.; SAUERWEIN, I. P. S. *O Ensino de Cinética Química nos periódicos nacionais*. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis, SC, 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Anuência da Escola

Termo de Anuência

O Gestor(a) **Alcino Lomas Alves** está ciente e autoriza o Pesquisador **Rayner Silva de Oliveira dos Santos** a aplicar o projeto de pesquisa **CINÉTICA QUÍMICA: ENSINO COM VISTAS A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA,** na Escola Estadual Inspetora Dulcineia Valera Moura.

Manaus, 10 de junho de 2019

Alcino Lomas Alves

APÊNDICE B – Questionário de Conhecimentos Prévios

1) Enumere os nomes de acordo com as imagens indicadas pelos números.

( ) Equação química

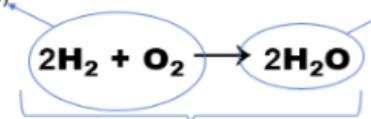
( ) Produtos

( ) Gráficos

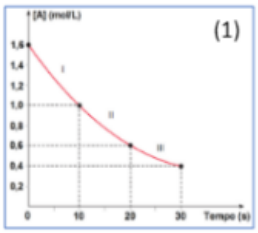
( ) Concentração de substância em função do tempo

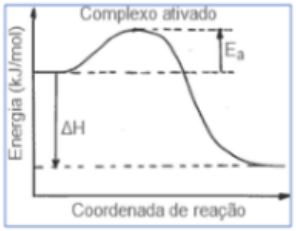
( ) Reagentes

(3) (4)



(5)





(2)

2) Para você o que é a temperatura?

a) É a energia em trânsito.
b) É a medida de calor.
c) Tem o mesmo significado que energia.
d) É a medida de agitação das partículas.
e) Não sei.

3) Numere de 1 a 3, as reações químicas que ocorrem mais rápido, ou seja, 1 será a mais rápida e 3 a mais lenta.







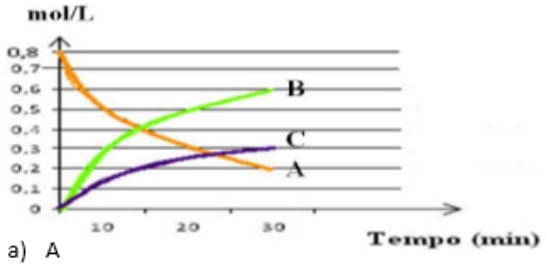
( ) explosão **( ) formação do petróleo** **( ) ferrugem**

4) Alimentos como a batata cozinham mais rápido quando estão cortados ou inteiros? Explique sua resposta.



_____
_____
_____
_____
_____
_____

5) De acordo com o gráfico abaixo, qual reação se processa mais rápido em função do tempo?



a) A
b) B
c) C
d) A e B são iguais
e) Não sei

6) Você acha que é possível relacionar a velocidade das reações químicas com assuntos do cotidiano? Justifique e dê exemplos.

7) Como você explicaria o que é velocidade?

APÊNDICE C – Resolução de questões

RESOLVENDO AS QUESTOES SOBRE VELOCIDADE MEDIA

(Mostre através de seus cálculos como que chega ao resultado)

Na Física

1). O rio Amazonas tem, aproximadamente, 6.400 km de comprimento, desde sua nascente, até chegar no oceano Atlântico. A sua velocidade média neste percurso é cerca de 7,2 km/h.

Quantos dias, aproximadamente, o rio Amazonas demora para fazer esse percurso?

Ajuda: lembre-se que na fórmula da velocidade média, Vm = $\frac{\Delta s}{\Delta t}$, qualquer dos componentes podem ser evidenciados. E que as horas podem ser convertidas em dia, 24h = 1dia.

a) 27
b) 10
c) 33
d) 37
e) 25

Na Química

2). (Mack). Na reação X + 2Y → Z, observou-se a variação da concentração de X em função do tempo, segundo a tabela:

Tempo (s)	0	120	240	360	720
[X] mol/L	0,225	0,220	0,200	0,190	0,100

No intervalo de 4 a 6 minutos, a velocidade média da reação, em mol.L^{-1}/min, é:

Ajuda: A fórmula da velocidade média nas reações é Vm = $\frac{quantidad\ final - quantidad\ inicial}{t\ final - t\ inicial}$. E os segundos podem ser convertidos em minutos, 60s = 1 min.

a) 0,010
b) 0,255
c) 0,005
d) 0,100
e) 0,200

3). (PUC-RS). Numa experiência, a reação de formação de amônia (NH_3), a partir do N_2 e do H_2, está ocorrendo com um consumo de 12 mols de nitrogênio (N_2) a cada 120 segundos. **Nesse caso, a velocidade de consumo de hidrogênio (H_2) é:**

Ajuda: Observe na equação química balanceada dessa reação, se o número de mol está de acordo a experiência. E os segundos podem ser convertidos em minutos, 60s = 1min.

a) 6 mols por minuto.

b) 12 mols por minuto.

c) 18 mols por minuto.

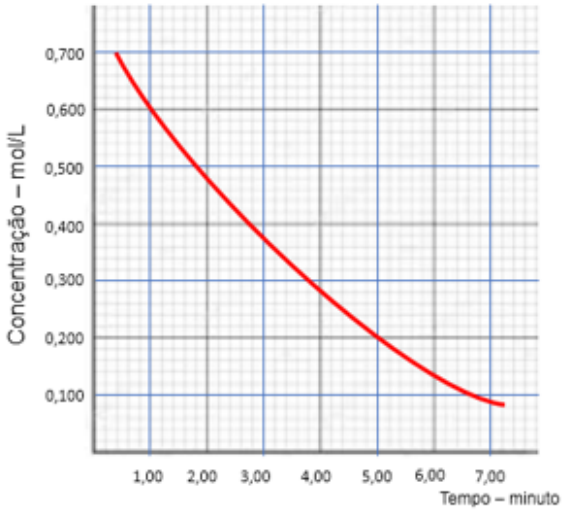
d) 24 mols por minuto.

e) 36 mols por minuto.

4). Analise o gráfico em que está representada a variação da concentração de um reagente em função do tempo em uma reação química:

Qual a velocidade média do consumo deste reagente no intervalo entre 1 e 5 minutos?

a) 0,1 mol.L^{-1}/min
b) 0,15 mol.L^{-1}/min
c) 0,3 mol.L^{-1}/min
d) 0,12 mol.L^{-1}/min
e) 0,08 mol.L^{-1}/min



Ajuda: A fórmula da velocidade média nas reações é $Vm = \frac{quantidad\ final - quantidad\ inicial}{t\ final - t\ inicial}$

APÊNDICE D – Experimentação investigativa 1

Experimentação investigativa 1:



Na cidade onde vivemos é quente, a temperatura é alta favorecendo a desidratação e assim contribuindo para doenças nos rins, por exemplo. Sucos são importantes para essas situações refrescando e hidratando o corpo.

Na Química, no laboratório ou em casa, alguns procedimentos podem deixar certas soluções mais concentradas ou menos concentradas, por exemplo, quando fazemos um refresco. **Será que a concentração pode interferir nas reações químicas?** Vamos fazer e observar o experimento.

Materiais

- Refresco em pó
- 2 béqueres de 100 ml
- 2 seringas (10 ml)
- Água
- Água sanitária
- Bastão de vidro

Procedimento

1) Misture água e o refresco em um béquer.
2) Divida a solução em partes iguais nos dois béqueres.
3) Aspire com as seringas água sanitária (3 ml em uma, e 1 ml em outra), complete com água até 5 ml cada.
4) Insira ao mesmo tempo as soluções das seringas em cada béquer.
5) Observe atentamente e anote.

Análise dos dados

1) Descreva o que observaram.

Para a questão 2:
Lembrem da explicação do professor e busquem entre os colegas do próprio grupo a resposta da segunda questão na hipótese 1.
Depois, para a hipótese 2, com os colegas nos outros grupos, busquem a melhor hipótese para responder questão.

2) Como vocês explicam o que observaram? **(Hipótese)**

Hipótese 1:_____

_____

_____

_____

Hipótese 2: _____

_____

_____

3) De que forma esse fator aumenta ou diminui a rapidez da reação?

_____

_____

_____

APÊNDICE E – Analogia 1

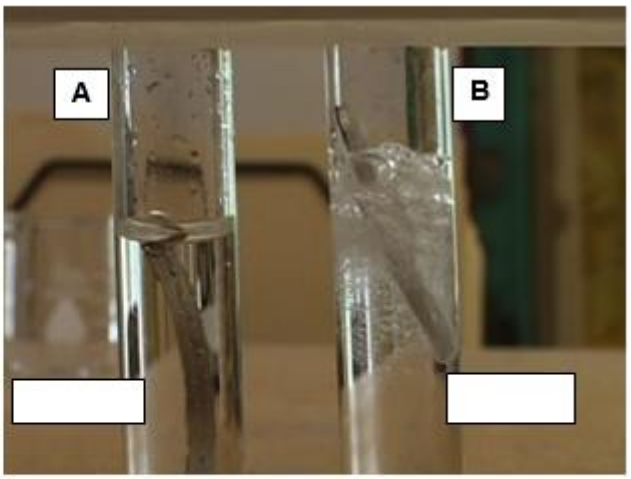
Ensino Com Analogia: muitas e poucas pessoas no ônibus



1. **Conceito-alvo:** fator que altera a rapidez de uma reação – concentração.
   - ✓ Quanto maior for a concentração de reagentes, maior será a rapidez da reação química.
   - ✓ Quanto menor concentração de reagentes, menor a rapidez da reação.
2. **Conceito-análogo:** um ônibus com muitas pessoas e depois com poucas pessoas, qual probabilidade de as pessoas se encostarem umas nas outras?
3. Num ônibus com muitas pessoas seria mais provável que os passageiros entrem em contato físico, entretanto em um ônibus que tenha poucas pessoas dificilmente haverá esse contato.
4. Segundo a teoria das colisões é necessário haver contato/choques entre as partículas dos reagentes para ocorrer as reações químicas. Então, quanto mais reagentes no sistema, maior probabilidade de haver essas colisões.
5. A analogia não é algo realista, está fora de proporção, as partículas dos reagentes em uma reação estão em constante movimentos aleatórios, diferentes dos passageiros, a analogia só trata da probabilidade de ocorrerem as colisões.
6. **Conclusão:**

Observe na figura ao lado a interação do metal zinco, colocado em dois tubos de ensaio, com soluções de ácido sulfúrico de concentrações:

3 mols/L e 0,1 mol/L. É possível ver que a reação no tubo B é mais rápida.



Qual tubo contém as concentrações que foram ditas anteriormente? Escreva as concentrações nos quadros na figura.

Explique, de acordo com a teoria das colisões, a relação entre a analogia do ônibus e a reação química que ocorreu no tudo de ensaio B.

_____

_____

_____

APÊNDICE F – Experimentação investigativa 2

Experimentação investigativa 2:



As práticas saudáveis na alimentação podem prevenir certos incômodos na hora ou depois das refeições. A azia, por exemplo, é causada pelo refluxo de ácido gástrico (responsável pela digestão dos alimentos): ele segue do estômago para o esôfago, podendo inclusive chegar à boca. Os sintomas da azia são mal-estar, queimação na região do peito e garganta.

Alimentos gordurosos, frutas ácidas (incluindo tomate), condimentos, embutidos, bebidas gasosas, e o comer muito, podem causar azia. Como a causa é a passagem do ácido do estomago para o esôfago, utiliza-se os antiácidos para amenizar os sintomas. Os antiácidos sãos substâncias contrárias aos ácidos, ou seja, são básicos. A reação que ocorre entre ácidos e bases é chamada de neutralização, nessa reação são produzidos sais e água.

Se estou com uma azia "muito forte", como poderia tomar um antiácido de maneira que amenizasse mais rápido essa azia?

Resposta (responda no final):

Materiais

- 1 comprimido efervescente
- 2 béqueres de 100 ml
- Água em temperatura ambiente
- Almofariz e pistilo

Procedimento

1) Divida o comprimido efervescente em duas partes iguais.
2) Triture uma das partes no almofariz, transformando-a em um pó.
3) Coloque a mesma quantidade de água dos dois béqueres.
4) Simultaneamente, adicione em um béquer parte do comprimido que foi triturado e, em outro béquer, a parte sem estar triturado.
5) Observe e anote.

Análise dos dados

1) Descreva o que observaram

_____

_____

_____

Para a questão 2:
Lembrem da explicação do professor e busquem entre os colegas do próprio grupo a resposta da segunda questão na hipótese 1.
Depois, para a hipótese 2, com os colegas nos outros grupos, busquem a melhor hipótese para responder à questão.

2) Como vocês explicam o que observaram? **(Hipótese)**

Hipótese 1:_____

_____

_____

Hipótese 2: _____

_____

_____

3) Como chamariam o fator que influenciou a rapidez da reação?

_____

4) De que forma esse fator aumenta ou diminui a rapidez da reação?

_____

_____

APÊNDICE G – Texto sobre mastigação

Por que a mastigação é tão importante para manutenção de uma boa saúde?



Há uma recomendação na área de saúde para que se triturem muito bem os alimentos antes de ingeri-los, ou seja, eles devem ser mastigados muitas vezes. Essa pratica aumenta a rapidez da reação, facilitando a digestão.

- ✓ Você conhece alguém que não mastiga corretamente os alimentos?
- ✓ Conhece alguém que já foi prejudicado por não mastigar os alimentos de forma correta?
- ✓ Qual fator afeta a rapidez das reações e está relacionado com a mastigação de alimentos?

- ❖ Responda à pergunta do título de acordo com o que você sabe, com o que comentamos e estudamos em química até aqui.

_____

_____

_____

APÊNDICE H – Texto sobre a temperatura

Conservação dos alimentos



Dados epidemiológicos do Ministério da Saúde indicam que mais de 45% das doenças transmitidas por alimento ocorrem nas residências. A principal forma de contaminação desses produtos dentro do lar dos brasileiros está relacionada ao manuseio incorreto e a conservação inadequada de alimentos.

No que diz respeito à higienização, é preciso lavar as mãos antes de iniciar a preparação dos alimentos e, frequentemente, durante todo o processo. Os equipamentos, superfícies e utensílios, como facas ou tábuas de corte, também devem estar limpos.

Outra preocupação é a temperatura em que os alimentos são armazenados. Quando as condições do alimento são ideais para os micróbios, uma única bactéria pode se multiplicar muitas vezes em pouco tempo. Mantendo a temperatura abaixo dos 5 ºC e acima dos 60 ºC, sua multiplicação é retardada ou mesmo evitada. Por isso, é importante não deixar alimentos cozidos por mais de 2 horas à temperatura ambiente. Os alimentos perecíveis devem ser refrigerados, preferencialmente abaixo de 5° C, e os cozidos quentes (acima de 60° C) até o momento de serem servidos.

O efeito da temperatura é de fácil compreensão, se lembrarmos que as partículas, em líquidos e gases, estão em constante movimentos, devido à energia cinética. A energia cinética está relacionada diretamente à temperatura.

De forma geral, um aumento de temperatura gera aumento na rapidez das reações químicas, enquanto o abaixamento da temperatura reduz a rapidez destas. Isso ocorre porque quando a temperatura é mais alta, a movimentação das moléculas também é maior, o que eleva a quantidade de colisões entre partículas, aumentando também a quantidade de colisões efetivas do sistema.

Você conserva os alimentos de forma correta em sua casa?

Se a resposta for “sim”, escreva o porquê. Alguma informação foi acrescentada que você não sabia, qual?	Se a resposta for “não” ... O que foi falado e assistido aqui fizeram você ter mais interesse em tomar cuidado em casa? Escreva o porquê.

_____

_____

_____

Conhece algum supermercado ou restaurante/lanchonete onde não são feitas as devidas formas de armazenamento de alimentos? Comente o que tem de errado, e o que pode ser mudado para o bem dos consumidores.

_____

_____

APÊNDICE I – Analogia 2

Ensino com analogia:

Sala de aula quente, e fria X temperatura na velocidade das reações químicas

1. **Conceito-alvo:** fator que altera a rapidez de uma reação – temperatura.



- ✓ Quanto maior for a temperatura, maior será a rapidez da reação química.
- ✓ Quanto menor for a temperatura, menor a rapidez da reação.

2. **Conceito-análogo:** reação dos alunos em uma sala de aula quente, e depois em uma sala fria.
3. Se os alunos estão em uma sala de aula sem ventilação, em alta temperatura, com o tempo eles irão ficar inquietos. Enquanto que se estiverem em uma sala onde a temperatura é baixa (fria), com o tempo eles iriam ficar mais quietos, mais comprimidos, outros iriam querer dormir.
4. Quando aumentamos a temperatura de um sistema, consequentemente aumentamos também a energia cinética, ou seja, as moléculas irão se movimentar mais, e então maior será o número de colisões, e mais rápida será a reação. Porém se diminuirmos essa energia, as moléculas irão vibrar menos, e o número de colisões para as reações diminuirá também.
5. A analogia não é algo realista, está fora de proporção, as moléculas de uma reação estão em constante movimentos aleatórios (todas as direções), diferentes dos alunos. A analogia não comporta a teoria das colisões, só servirá para mostrar que existe maior movimento quando é aumentado a temperatura, ou o contrário.
6. **Conclusão:**

Foi feito um experimento em três copos, como mostra a figura ao lado. Foi colocado, ao mesmo tempo, um comprimido efervescente em cada copo em diferentes temperaturas.



Observamos que o comprimido da água mais fria demorou mais para ser dissolvido, e o da água mais quente foi mais rápido.

Como você explica essa diferença na rapidez, sendo que é a mesma reação (água + comprimido)?

_____

_____

_____

Descreva o que ocorreria da sala de aula na analogia, de acordo com os três experimentos e a agitação das moléculas na reação nas diferentes temperaturas.

_____

APÊNDICE J – Texto sobre enzima

Colocar a colher no doce depois de pôr na boca azeda?



Sabe aquela famosa bronca de mãe, que sempre nos impediu de roubar algumas colheradas da sobremesa que mal esfriou? Bem, ela estava certa. Voltar a mesma colher para o doce pode estragá-lo, e a explicação é bastante simples.

A saliva é composta por várias enzimas, entre elas a ptialina. Também conhecida como amilase salivar, a substância inicia a digestão logo na boca, quebrando as moléculas de amido do alimento.

A mastigação forma o bolo alimentar, e a ação das enzimas acaba azedando o estado natural da comida para que ela siga para o estômago.

Assim, o menor contato da ptialina com o alimento é suficiente para azedá-lo. Como a colher fica impregnada com saliva, ao retorná-la para o recipiente do doce, a substância "contamina" o resto.

Vale lembrar que alimentos doces são ricos em amido, composto de moléculas de glicose, o delicioso açúcar. O sabor azedo fica bem mais acentuado pela ação da ptialina.

A dica é a de usar outra colher, higienizada, para comer o doce direto do pote, ou separar uma porção em outro recipiente.

Texto retirado de: < https://www.vix.com/pt/bbr/ciencia/4453/colocar-a-colher-no-doce-depois-de-colocar-na-boca-azeda >

Questões para discussão:

- Você fez alguma vez isso e aconteceu a situação de azedar o alimento?
- Você já tinha imaginado ou estudado a causa dessa situação? Como foi saber o que realmente acontece nessa situação?

APÊNDICE K – Questionário Final

QUESTIONARIO FINAL

Prezado estudante, estamos encerrando nossa sequência didática, porém preciso ter algumas informações. Solicito novamente sua colaboração, respondendo as questões:

1) Enumere os conceitos de acordo as imagens e seus números indicados.

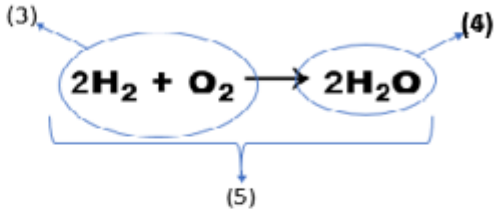
( ) Equação química

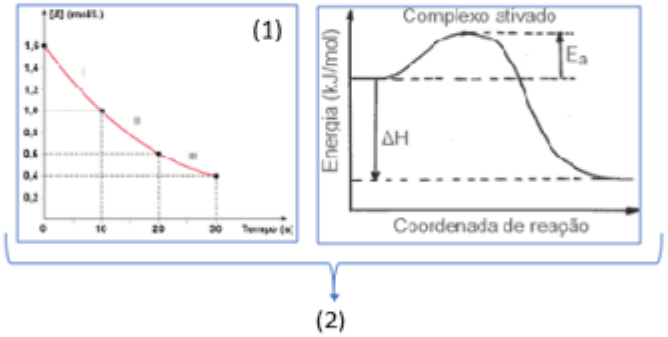
( ) Produtos

( ) Gráficos

( ) Concentração de substância em função do tempo

( ) Reagentes





2) Numa reação química em que se aumentou a temperatura, foi observado que essa reação ficou também mais rápida. Qual sua explicação para isso?

.....

.....

.....

3) Dê 3 exemplos de reações químicas que suas velocidades podem ser observadas, mas indique-as em ordem das mais lentas para as mais rápidas.

Exemplo 1 – reação química **lenta** → .....

.....

Exemplo 2 – reação química **mais ou menos rápida** → .....

.....

Exemplo 3 – reação química **mais rápida** → .....

.....

4) No almoço, quando comemos um pedaço de bife. Por que quanto mais ele for mastigado na boca mais rápida será sua digestão no estômago?

.....

.....

.....

5) *A diluição de uma solução ácida fará com que a atuação do ácido fique mais fraca.*

No nosso estômago, temos uma enzima chamada pepsina. Essa enzina atua quebrando as proteínas dos alimentos que comemos, mas ela só fará isso quando está no ambiente bem ácido.

Cite um hábito na hora do almoço que pode fazer com que demore a digestão de alimentos como a carne e diga o porquê.

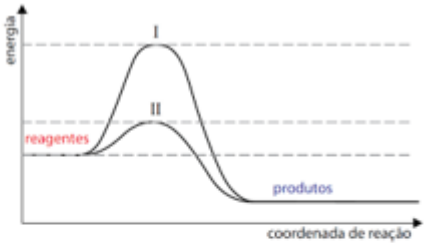
.....

.....

.....

.....

6) Marque (V) para verdadeiro e (F) para falso nas afirmativas sobre o gráfico a seguir,



( ) A reação I é mais rápida que a reação II
( ) A reação II tem energia de ativação maior que a reação I
( ) O gráfico demonstra a reação II com catalisador e a reação I sem catalisador

7) Você gostou das aulas de Química que tivemos? Por que?

( ) Sim, _____

( ) Não, _____

( ) Mais ou menos, _____

8) Achou os assuntos difíceis? Justifique.

( ) Sim, _____

( ) Não, _____

( ) Mais ou menos, _____

9) Dê sua nota e comente cada tipo de aula, se fez com que você aprendesse química.

Na escala de 1 a 4, sendo: com esse tipo de aula entendi do assunto - (1 nada), (2 pouco), (3 mais ou menos), (4 muito):

( ) aulas com analogia, ...
.....

( ) aulas com experimentos, ...
.....

( ) aulas contextualizadas sobre a alimentação, ...
.....

( ) fazer mapas conceituais, ...
.....

10) Foi importante pra você essa sequência de atividades? Comente. Dê sugestões, se quiser.

.....
.....

APÊNDICE L – Aulas (Auxílio PowerPoint)

ENCONTRO 3
(PARTE 1)

ALIMENTAÇÃO

E A

QUÍMICA

Que relação tem as aulas de química e aspectos da nossa alimentação?

A alimentação é uma necessidade essencial para nossa sobrevivência. Nos alimentos se encontram as substâncias importantes que irão nutrir o nosso corpo.



No corpo humano ocorrem reações químicas que transformam substâncias em outras. Esse processo ocorre inicialmente na digestão; e no decorrer de todo um processo...



- Nas reações químicas encontramos os reagentes (podem ser átomos, moléculas ou íons), que irão interagir para formar os produtos. Ou seja, os reagentes interagem e se transformam em outra substância, os produtos.



Na nossa alimentação, por exemplo, quando comemos pão, na digestão, não quer dizer que ele desaparece, apenas sofre uma reação química que transforma o amido em partículas menores de açúcares.



As reações químicas podem ser simbolizadas mostrando-as de forma mais simplificada.

- Isso é feito em uma equação química.

Exemplo: Formação da água

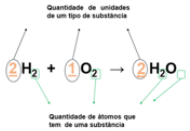
$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$

Reagentes — produtos

Mas sempre os mesmos números de átomos que se tem nos reagentes devem estar nos produtos.

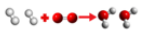
$2\,H_2 + 1\,O_2 \rightarrow 2\,H_2O$

$2\,H_2 + O_2 \rightarrow 2\,H_2O$



Normalmente não se coloca o número 1
Então fica...

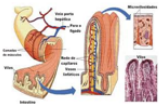
$2\,H_2 + O_2 \rightarrow 2\,H_2O$



Então, como disse Lavoisier:

Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.

Como falamos, ocorrem reações químicas que transformam os alimentos para serem absorvidos no intestino, e dele para o sangue, e assim para as células, e nelas irão ocorrer mais reações químicas.



Como sabemos, quando nos alimentamos ingerimos vários tipos de alimentos, quando sai...

A maioria do alimento não está mais e a aparência não é a mesma da hora em que comemos.



ENCONTRO 3
(PARTE2)

VELOCIDADE

Na física pode ser considerada a grandeza que mede o quão rápido um corpo se desloca.

m/s (metro por segundo);
km/h (quilômetro por hora).



Velocidade média

Indica o quão rápido um objeto se desloca em um intervalo de tempo médio e é dada pela seguinte razão:

$Vm = \frac{\Delta s}{\Delta t} \leftrightarrow Vm = \frac{S\,final - S\,inicial}{T\,final - T\,inicial}$

Questão pra resolver:

Um carro sai do T2 13:00h e chega 17:00h no Município de Presidente Figueiredo. Em que velocidade média esse carro foi? Sabemos que esse percurso tem cerca de 140 km.

NA QUÍMICA TAMBÉM TEMOS VELOCIDADE NAS REAÇÕES



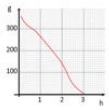




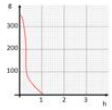


DIGESTÃO

Carne



Fruta



Por que seria melhor não comer comidas "pesadas", como a carne vermelha, antes de dormir?



De acordo com a Dra. Kelly Glazer Baron, neurologista e especialista em sono da Escola de Medicina da Universidade Northwestern, nos Estados Unidos,

Se estiver tarde e você ainda precisa comer antes de dormir, procure outras opções e prefira não ingerir carne vermelha. Isso porque a grande quantidade de proteína presente no alimento vai dificultar sua digestão, já que se trata de uma substância mais difícil de ser quebrada do que outros nutrientes. "Seu corpo não foi feito para digerir comida quando você está dormindo"



https://www.megacurioso.com.br/corpo-humano/42754-confira-alguns-alimentos-que-voce-nao-deve-comer-antes-de-dormir.htm

A área da Química que estuda a rapidez ou a velocidade das reações e os fatores que as influenciam, é chamada de Cinética. Então, chamada...

Cinética Química

Cinética, do grego *kinetiké*, significa Movimento

VELOCIDADE MÉDIA de uma reação química pode ser obtida medindo-se a quantidade consumida dos reagentes (ou o aparecimento dos produtos) em um determinado tempo.

$$Vm = \frac{\Delta\ quantidade}{\Delta tempo} \leftrightarrow Vm = \frac{\text{quantidade}_{final} - \text{quantidade}_{inicial}}{t_{final} - t_{inicial}}$$

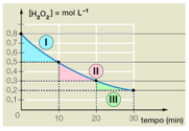
A quantidade de reagentes e produtos podem ser expressas em:
- massa → g, kg
- Volume → L, m³
- Número de mol
- Concentração em mol/L

O tempo pode ser expresso em:
- Hora → h
- Minuto → min
- Segundo → s

Decomposição da água oxigenada

$2\ H_2O_{2\ (aq)} \rightarrow 2\ H_2O_{(l)} + O_{2\ (g)}$

O gráfico mostra dados obtidos experimentalmente



Determine a VELOCIDADE MÉDIA dos três momentos I, II e III.
mol.L⁻¹/ min

$$Vm = \frac{\text{quantidade}_{final} - \text{quantidade}_{inicial}}{t_{final} - t_{inicial}}$$

Como será que as reações químicas ocorrem?

...

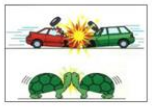
Temos uma explicação para isso!



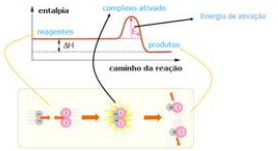


As partículas (átomos, moléculas ou íons) das substâncias possuem uma determinada energia cinética que faz com que elas se movimentem e, portanto, colidam entre si.

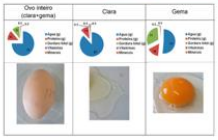
Uma analogia para analisarmos:



Energia de ativação e Complexo ativado



O ovo é considerado um dos alimentos mais nutritivos de baixo custo no mundo.



http://vozdocampo.pt/2018/03/12/composicao-quimica-dos-ovos-de-galinhas-de-racas-autoctones/

- ✓ Porém, para ser consumido deve passar por altas temperaturas, ou seja, deve ser cozido (sem estarem moles clara ou gema).
- ✓ Cozinhar bem pode prevenir possíveis intoxicações, por exemplo, a da bactéria Salmonella, ela vive no intestinos dos animais ou em outros lugares e pode se alojar dentro do ovo.





Por isso é também aconselhado o bom armazenamento do ovo, e na compra verificar a validade e procedência; não consumir ovos que estejam com a casca quebrada.



http://www.ovosbrasil.com.br/site/seguranca-alimentar/

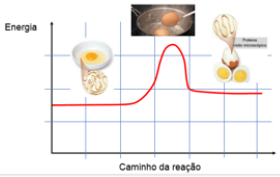
Quando cozinhamos o ovo, ele passa por uma transformação química conhecida como desnaturação, que o deixa de outra forma.
Para essa mudança é preciso certa quantidade de energia, senão não ocorrerá mudança.



O que você acha que vai acontecer então, se colocarmos o ovo apenas na panela com água, sem acendermos o fogo?

novaescola.org.br/conteudo/2076/as-transformacoes-quimicas-dos-alimentos

Gráfico mostrando a possível energia de ativação no ovo



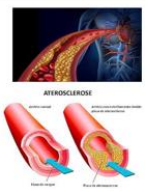
ENCONTRO 7

CATALISADORES

Uma das maiores causas de mortes no mundo são provenientes de doenças do coração, como o infarto.



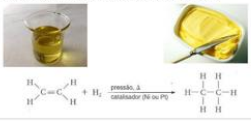
A maioria das vezes, a causa do entupimento desses vasos sanguíneos são as gorduras que se acumulam lá, a isso chama-se aterosclerose.



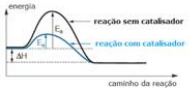
O consumo exagerado de alimentos como a margarina levam a essa doença.
Por isso é importante ter uma alimentação que não tenha muita gordura (lipideos saturados).



A margarina é produzida a partir do óleo vegetal que sofre uma reação química conhecida como hidrogenação, que seria: colocar mais hidrogênio nesse óleo deixando-o pastoso. Esse processo seria muito demorado, senão fosse o uso de catalisadores.



Esse aumento na rapidez da reação química é porque essas substancias tem outros mecanismos, que levam pra outro caminho a energia de ativação deixando-a mais baixa.





APÊNDICE M – Critérios e pontuações para as Atividades realizadas na SD relacionadas à Cinética Química

Categorias de critério e as pontuações definidas para as respostas ao Questionário de Conhecimentos Prévios (QCP)

Questionário de Conhecimentos Prévios			
Questões assuntos	**Categoria de critérios e pontuação**		**Pontuação parcial**
Q2 Temperatura	**Acerto da questão objetiva**		**2,5**
Q3 Velocidades das reações químicas	**Acertos nos tipos de velocidades de reação química**	**Pontuações**	**2,5**
	1 acerto	**0,5**	
	2 acertos	**1,0**	
	3 acertos	**2,5**	
Q4 Superfície de contato	**Tipos de respostas**	**Pontuações**	**2,5**
	Pouco suficientes	**1,0**	
	Suficientes	**2,5**	
Q6 Relação (cotidiano-velocidade de reações químicas)	**Tipos de respostas**	**Pontuações**	**2,5**
	Respostas coerentes	**2,5**	
	Respostas pouco coerentes	**1,0**	
	Respostas incoerentes	**0,0**	
			Pontuação Total
			10,0

Categorias de critério e as pontuações definidas para as respostas às atividades com experimentação investigativa

Atividades	**Categoria de critérios e pontuação**		**Pontuação parcial**
Experimentação investigativa (1 e 2)	**Descreveram os dados**	**Pontuações**	**1,0**
	Sim	**1,0**	
	Não	**0,0**	
	Quais hipóteses fizeram	**Pontuações**	**3,0**
	Primeira	**2,0**	
	Segunda	**1,0**	
	Tipos de hipóteses	**Pontuações**	**6,0**
	Coerentes	**4,0**	
	Parcialmente coerentes	**2,0**	
			Pontuação Total
			10,0

Categorias de critério e as pontuações definidas para as respostas à atividade Analogia 1

Analogia 1	
Categorias	**Pontuação**
Coerente com analogia	**10,0**
Coerente sem analogia	**5,0**
Pouco coerente com analogia	**2,0**
Pouco coerente sem analogia	**0,0**
Pontuação máxima	**10,0**

Categorias de critério e as pontuações definidas para as respostas à atividade contextualização 1

Contextualização 1		
Categorias	**Pontuação**	**Presença da unidade de registro “superfície de contato”**
		Pontuação
Rapidez da digestão	**5,0**	**5,0**
Melhora a digestão	**5,0**	
Facilita a ingestão	**5,0**	
Pontuação total		**10,0**

Categorias de critério e as pontuações definidas para as respostas à atividade Contextualização 2

Contextualização 2		
Observação de Valores e Atitudes	**Pontuação**	**Pontuação parcial**
Desenvolveu	**5,0**	**5,0**
Aprimorou	**5,0**	
Pouco desenvolveu ou aprimorou	**2,0**	
Resposta incoerente	**0,0**	
Demonstração de observação crítica	**Pontuação**	**5,0**
Coerente	**5,0**	
Pouco coerente	**2,5**	
Incoerente	**0,0**	
		Pontuação total
		10,0

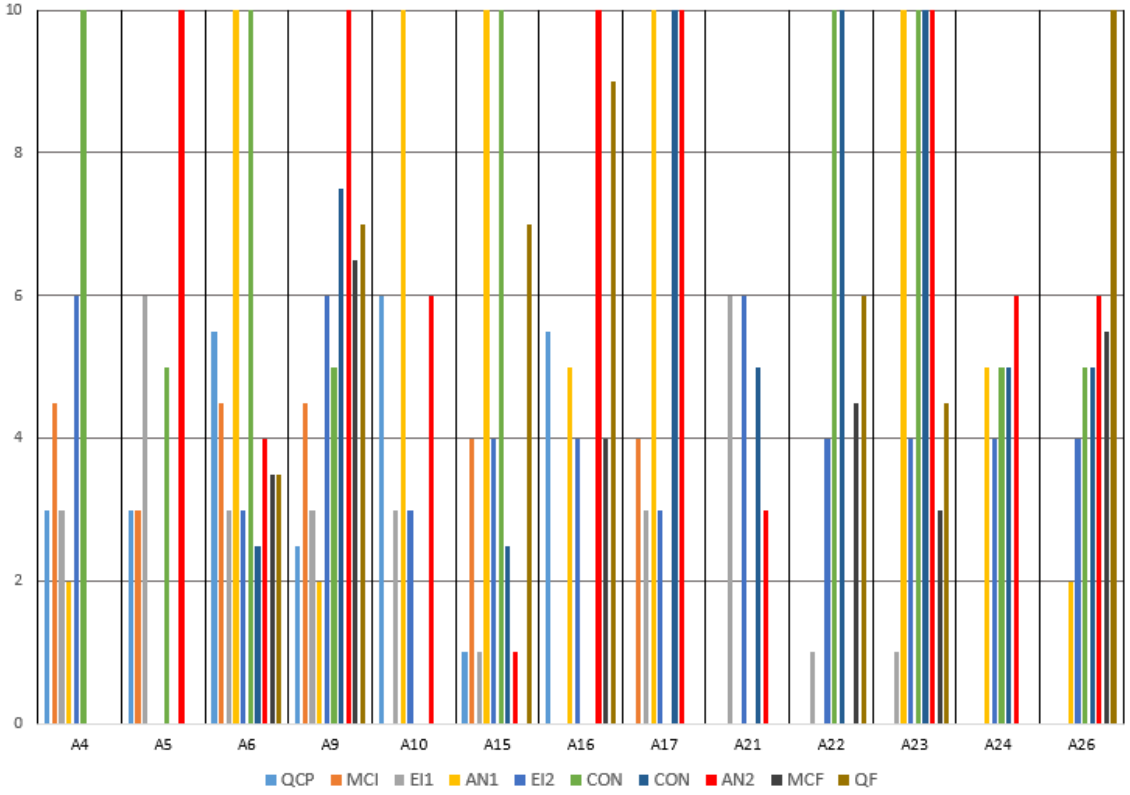
Categorias de critério e as pontuações definidas para as respostas à atividade Analogia 2

Analogia 2			
Categorias	**Pontuação**	**Categorias**	**Pontuação**
Hipótese coerente-substantiva	**5,0**	Coerente com analogia	**5,0**
Hipótese coerente-literal	**3,0**	Coerente sem analogia	**3,0**
Hipótese coerente-observada	**2,0**	Pouco coerente com analogia	**2,0**
Hipótese pouco coerente	**0,0**	Pouco coerente sem analogia	**0,0**
Pontuação total			
10,0			

Categorias de critério e as pontuações definidas para as respostas ao Questionário Final (QF)

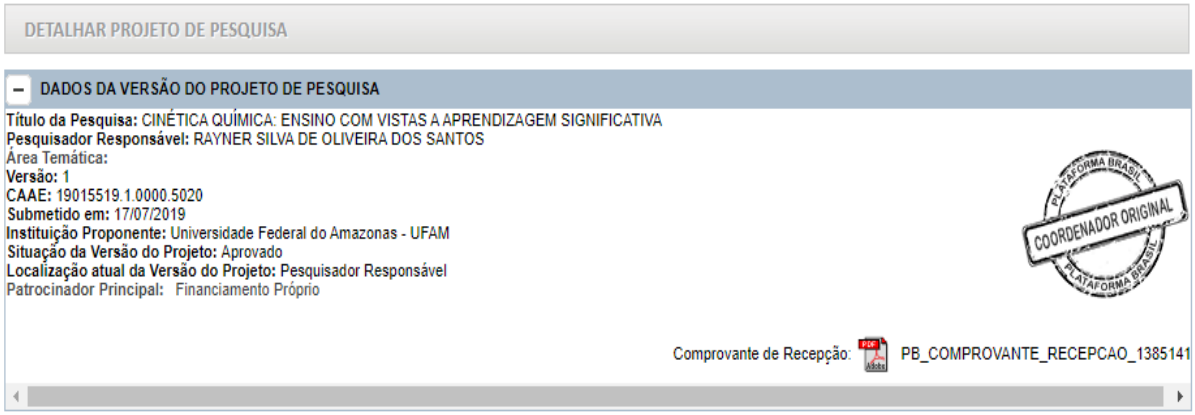
Questionário Final			
Questões assuntos	**Categoria de critérios e pontuações**		**Pontuação parcial**
QF2 Temperatura	**Categorias**	**Pontuação**	**2,0**
	Coerente	**2,0**	
	Pouco coerente	**1,0**	
QF3 Velocidades das reações químicas	**Exemplos de velocidades de reações químicas coerentes**	**Pontuação**	**2,0**
	3 exemplos coerentes	**2,0**	
	2 exemplos coerentes	**1,0**	
QF4 Superfície de contato	**Categorias**	**Pontuação**	**2,0**
	Substantiva-científica	**2,0**	
	Substantiva	**1,0**	
QF5 Concentração	**Fator de influência**	**Pontuação**	**2,0**
	Concentração	**2,0**	
	Superfície de contato	**1,0**	
	Temperatura	**1,0**	
QF6 Catalisador	**Respostas certas**	**Pontuação**	**2,0**
	3 respostas certas	**2,0**	
	2 respostas certas	**1,0**	
	1 resposta certa	**0,5**	
			Pontuação Total
			10,0

APÊNDICE N – Gráfico das pontuações dos alunos analisados, de acordo com as Atividades da SD relacionadas à cinética química



ANEXOS

ANEXO A – Aprovação do CEP



DETALHAR PROJETO DE PESQUISA

DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: CINÉTICA QUÍMICA: ENSINO COM VISTAS A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
Pesquisador Responsável: RAYNER SILVA DE OLIVEIRA DOS SANTOS
Área Temática:
Versão: 1
CAAE: 19015519.1.0000.5020
Submetido em: 17/07/2019
Instituição Proponente: Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Situação da Versão do Projeto: Aprovado
Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

Comprovante de Recepção: PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_1385141

ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caros pais ou responsáveis,

Seu filho (a) está sendo convidado (a) a participar, da pesquisa **"CINÉTICA QUÍMICA: ENSINO COM VISTAS A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA"**, sob a responsabilidade do pesquisador(a) Rayner Silva de Oliveira dos Santos, a qual pretende investigar a partir de uma sequência didática, as evidências de aprendizagem significativa do conhecimento matemático, conceitual e de aplicação da cinética química.

A participação nessa pesquisa se dará por meio de uma sequência didática relacionada ao conteúdo químico Cinética Química envolvendo atividades como debates, aulas dialogadas, questionários, contextualização e atividades investigativas e elaboração de mapas conceituais, com registros escritos e audiovisuais.

A participação é voluntária, não recebendo nenhuma vantagem financeira e não tendo nenhum custo, mas caso haja alguma despesa para seu filho relativo a esta pesquisa com algum material, necessário para a mesma, o mesmo será ressarcido. Seu filho (a) será esclarecido (a) em qualquer situação que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O (a) Senhor (a) poderá retirar o consentimento ou interromper a participação do seu filho (a) em qualquer momento da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo ou penalidade.

A atividade será realizada na própria Escola_____, no horário disponibilizado pela escola, utilizando a lousa, data show, folhas de atividade e materiais cotidianos escolares dos alunos, como caderno, lápis e livro didático.

Os riscos e desconfortos previstos decorrentes da participação podem ser advindos do constrangimento devido a não compreensão do objetivo e etapas das atividades da pesquisa, ou ainda em dificuldades de aprendizagem dos conteúdos matemáticos, em que não sejam expostas, no entanto o pesquisador ficará atento para evitar a ocorrência de tais situações. As atividades não envolverão manipulação de substâncias químicas tóxicas ou que possam comprometer a integridade física dos participantes, mas caso ocorra alguma situação que necessite atendimento, os primeiros socorros serão garantidos, bem como o encaminhamento ao socorro médico mais próximo, assim como qualquer

situação de gasto ou acidente decorrente das atividades do projeto haverá o ressarcimento ou indenização devida e assegurada como direito legal.

A participação na pesquisa contribuirá para entendermos e refletirmos quais as contribuições promovidas no ensino e aprendizagem significativa de cinética química com alunos do Ensino Médio regular, a partir da participação nas etapas da sequência didática e se há evidências de aprendizagem mediante as atividades, bem como a detecção dos entraves a aprendizagem, além do caráter crítico e responsabilidade social, o benefício será a apresentação do conhecimento químico mais voltado para realidade do aluno, a formação do ponto de vista atitudinal uma vez que discute tanto os problemas do dia-a-dia quanto o comportamento do indivíduo perante a sociedade e nas atividades colaborativas e procedimentais. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo.

Para qualquer informação, o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com o pesquisador Rayner Silva de Oliveira dos Santos - Pós-Graduando – PPGQ/UFAM (92-992647216), Departamento de Química (ICE/UFAM), Katiuscia dos Santos de Souza, Departamento de Química (ICE/UFAM), (92) 98182-0283 e-mail katy_souza@yahoo.com.br,ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFAM, na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, Manaus-AM, telefone (92) 3305-5130.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais: sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida ao responsável.

Eu, ..., li as informações acima, recebi explicações sobre a natureza, riscos e benefícios do projeto. Autorizo a participação do meu filho (a) uma vez que este é menor de 18 anos de idade e compreendo que posso retirar o consentimento e interrompê-lo a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos. Uma via deste termo me foi dada.

Manaus, ____de _____de 2019.

Nome Do(A) Filho(A): _____

Assinatura Do(A) Responsável:_____

Assinatura do Pesquisador responsável_____

ANEXO C - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa **"CINÉTICA QUÍMICA: ENSINO COM VISTAS A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA"**, sob a responsabilidade do pesquisador(a) Rayner Silva de Oliveira dos Santos, a qual pretende investigar a partir de uma sequência didática, as evidências de aprendizagem significativa do conhecimento matemático, conceitual e de aplicação da cinética química.

A participação nessa pesquisa se dará por meio de uma sequência didática relacionada ao conteúdo químico Cinética Química envolvendo atividades como debates, aulas dialogadas, questionários, contextualização e atividades investigativas e elaboração de mapas conceituais, com registros escritos e audiovisuais.

A participação é voluntária, entretanto o responsável por você deverá autorizar e assinar o termo de consentimento. Você não receberá nenhuma vantagem financeira e não terá nenhum custo. Você será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O seu responsável poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação em qualquer momento da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo ou penalidade. Toda e qualquer atividade em sala de aula e nas dependências da escola, acontecerá com orientação e proteção devida, sem utilização de substâncias tóxicas ou de alto risco.

A atividade será realizada na própria Escola _____ no horário disponibilizado pela escola, utilizando a lousa, data show, folhas de atividade e materiais cotidianos escolares dos alunos, como caderno, lápis e livro didático.

Os riscos e desconfortos previstos decorrentes da participação podem ser advindos do constrangimento devido a não compreensão do objetivo e etapas das atividades da pesquisa, ou ainda em dificuldades de aprendizagem dos conteúdos matemáticos, em que não sejam expostas, no entanto o pesquisador ficará atento para evitar a ocorrência de tais situações. As atividades não envolverão manipulação de substâncias químicas tóxicas ou que possam comprometer a integridade física dos

participantes, mas caso ocorra alguma situação que necessite atendimento, os primeiros socorros serão garantidos, bem como o encaminhamento ao socorro médico mais próximo, assim como qualquer situação de gasto ou acidente decorrente das atividades do projeto haverá o ressarcimento ou indenização devida e assegurada como direito legal.

Sua participação na pesquisa contribuirá para entendermos e refletirmos quais as contribuições promovidas no ensino e aprendizagem significativa de cinética química com alunos do Ensino Médio regular, a partir da participação nas etapas da sequência didática e se há evidências de aprendizagem mediante as atividades, bem como a detecção dos entraves a aprendizagem, além do caráter crítico e responsabilidade social, o benefício será a apresentação do conhecimento químico mais voltado para realidade do aluno, a formação do ponto de vista atitudinal uma vez que discute tanto os problemas do dia-a-dia quanto o comportamento do indivíduo perante a sociedade e nas atividades colaborativas e procedimentais. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo.

Para qualquer informação, o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com o pesquisador Rayner Silva de Oliveira dos Santos - Pós-Graduando – PPGQ/UFAM (92-992647216), Departamento de Química (ICE/UFAM), Katiuscia dos Santos de Souza, Departamento de Química (ICE/UFAM), (92) 98182-0283 e-mail katy_souza@yahoo.com.br,ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFAM, na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, Manaus-AM, telefone (92) 3305-5130.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais: sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida ao responsável.

Eu, ..., fui informado (a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar dessa pesquisa, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Recebi uma cópia deste termo e esclareci todas as minhas dúvidas.

Manaus, ____de _____de _____.

_____ _____

Assinatura do menor Assinatura do pesquisador