

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Silvia Zamberlan Costa Beber

**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA,
MAPAS CONCEITUAIS E SABERES POPULARES:
REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO PARA O
ENSINO DE CONCEITOS QUÍMICOS¹**

Porto Alegre
2018

¹ Agência financiadora – Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CAPES.

SILVIA ZAMBERLAN COSTA BEBER

**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA,
MAPAS CONCEITUAIS E SABERES POPULARES:
REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO PARA O
ENSINO DE CONCEITOS QUÍMICOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Educação em Ciências, sob a orientação do Prof. Dr. José Claudio Del Pino.

Porto Alegre

2018

SILVIA ZAMBERLAN COSTA BEBER

**APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA,
MAPAS CONCEITUAIS E SABERES POPULARES:
REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO PARA O
ENSINO DE CONCEITOS QUÍMICOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Educação em Ciências, sob a orientação do Prof. Dr. José Claudio Del Pino.

Aprovada em 06 de março de 2018.

Prof. Dr. José Claudio Del Pino
Doutor em Engenharia de Biomassa - UFRGS

Prof. Dr. Marco Antonio Moreira
Doutor em Ensino de Ciências – IF-UFRGS

Profa. Dra. Tânia Denise Miskinis Salgado
Doutora em Ciências – UFRGS

Profa. Dra. Eniz Conceição Oliveira
Doutora em Química - UNIVATES

CIP - Catalogação na Publicação

Costa Beber, Silvia Zamberlan

Aprendizagem Significativa, Mapas Conceituais e Saberes Populares: referencial teórico e metodológico para o ensino de conceitos químicos / Silvia Zamberlan Costa Beber. -- 2018.

391 f.

Orientador: José Claudio Del Pino.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-RS, 2018.

1. Ensino e Aprendizagem em Química/Ciências. 2. Metodologia de Ensino. 3. Aprendizagem Significativa. 4. Saber Popular. 5. Mapa Conceitual. I. Del Pino, José Claudio, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Ao meu filho Arthur:

Com você, aprendo o significado do conceito Amor.

Ao meu marido Sandro:

Com você, aprendo o significado do conceito Dedicção.

Aos meus pais Etelvino e Judith:

Com vocês, aprendo o significado do conceito Confiança.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. José Claudio Del Pino, orientador desta tese, pela confiança na proposta de pesquisa e liberdade concedida na condução de cada etapa. Minha sincera gratidão.

Aos integrantes da banca de qualificação e defesa, professores Marco Antonio Moreira (UFRGS), Tânia Denise Miskinis Salgado (UFRGS) e Eniz Conceição Oliveira (UNIVATES), pelas significativas contribuições para a construção desta tese.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, por conceder-me a licença para os estudos de doutorado, em especial ao colegiado do Curso de Química, do qual faço parte, e às colegas da área de Educação Química.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, principalmente ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências – Química da Vida e Saúde, pelas aprendizagens.

À Capes - Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de estudo concedida.

À direção, funcionários e professores do Colégio Estadual Pato Bragado, pela oportunidade, acolhida e confiança no meu trabalho.

Meu agradecimento especial aos estudantes do Ensino Médio que participaram da pesquisa. Sem a colaboração de vocês este trabalho não teria ocorrido. Com vocês, aprendi muito.

À professora de Química Luciana Schuster, pelo protagonismo no desenvolvimento desta pesquisa, minha admiração por sua dedicação ao ensino de Ciências/Química.

À professora de Química Cristiane Weirich, por apresentar-me os saberes populares da comunidade de Pato Bragado, minha gratidão pelas experiências compartilhadas.

À comunidade de Pato Bragado, em especial às famílias detentoras dos Saberes Populares, pela oportunidade de aprender com vocês, pela disponibilidade em ensinar as gerações mais novas e contribuir com o processo de aprendizagem significativa deles.

À amizade construída a partir dos Encontros da Teoria da Aprendizagem Significativa com a Profa. Dra. Conceição Aparecida Soares Mendonça (Universidade Federal Rural de Pernambuco), Profa. Dra. Felipa Pacifico Ribeiro de Assis Silveira (Centro Universitário Metropolitano de São Paulo) e Profa. Dra. Thaís Rafaela Hilger (Universidade Federal do Paraná). Os diálogos, as experiências compartilhadas, os passeios e os momentos de descontração culminaram em aprendizagens significativas.

À colega e amiga Kathia Regina Kunzler, pelo aprendizado constante, pelas pesquisas que já realizamos e por aquelas que iremos realizar.

À Fisioterapeuta e Educadora Física Elisane Sartori, que além de exercer sua função profissional, também desempenhou o papel de psicóloga, ouvindo com paciência meus relatos de cada etapa da pesquisa, tornando-se uma querida amiga.

Aos familiares e amigos, pelo constante incentivo.

Ao meu filho Arthur, razão pela qual procuro ser uma pessoa melhor a cada dia.

Ao meu marido Sandro, pelo amor que nos une, pela dedicação com que cuida da nossa família, pela paciência nas minhas ausências, por acreditar no meu potencial e compartilhar comigo uma vida simples e feliz.

RESUMO

O processo que envolve o ensino e a aprendizagem de Ciências, em especial a Química, constitui o foco central desta pesquisa participante de abordagem qualitativa. Partimos do pressuposto defendido por Joseph Novak de que os aspectos cognitivos, afetivos e psicomotores exercem influência positiva ou negativa junto aos estudantes e professores envolvidos em situações de ensino e aprendizagem. Material potencialmente significativo, subsunçores estáveis e disponíveis na estrutura cognitiva dos estudantes e predisposição para aprender são pré-requisitos essenciais para promover a aprendizagem significativa, segundo Ausubel e seus colaboradores. A escola de educação básica reproduz currículos que são constituídos, geralmente, de um corpo de conhecimentos escolares, pautados em conhecimentos científicos e com pouca ou nenhuma relação com os saberes cotidianos presentes na vida dos estudantes, que, muitas vezes, não compreendem a razão que subjaz à aprendizagem desses conhecimentos. O objetivo deste estudo é investigar se uma metodologia de ensino que emprega saberes populares e mapas conceituais pode facilitar a aprendizagem significativa de conceitos químicos junto a estudantes do ensino médio de uma escola pública. Para tanto, uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), conforme modelo definido por Marco Antonio Moreira, foi elaborada e desenvolvida, tendo como fio condutor a realização de uma atividade prática com moradores da comunidade escolar, detentores do saber popular da produção de queijo. Durante o desenvolvimento da UEPS, foram coletados os dados na forma de questionário (pré-teste e pós-teste), atividades experimentais, avaliação individual escrita e mapas conceituais. A análise desses dados visou à identificação de possíveis indícios de aprendizagem significativa, considerando conjuntamente os conhecimentos escolares e os saberes populares, contemplando o modelo de ecologia de saberes proposto por Boaventura de Sousa Santos. A avaliação da aprendizagem ocorreu por meio da análise interpretativa qualitativa para verificar a ampliação dos subsunçores identificados na estrutura cognitiva, a evolução da compreensão dos conceitos estudados e a assimilação de novos conceitos. Os mapas conceituais foram analisados por meio de categorias relacionadas à estrutura do mapa conceitual e à categoria de conceitos de Cinética Química. Os estudantes, professoras e detentores do saber popular foram entrevistados para avaliar a metodologia de ensino adotada no desenvolvimento da pesquisa. A Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi foi adotada como metodologia de análise, temas e categorias a priori e emergentes foram estabelecidas a partir dos dados coletados. Os resultados indicam que os saberes populares e os mapas conceituais são eficazes para o processo de ensino e aprendizagem em Química. Os mapas conceituais são excelentes recursos para diagnosticar e acompanhar o processo de aprendizagem dos estudantes. Nesta pesquisa, mostrou ser eficiente para sistematizar os conhecimentos do saber popular sobre a produção de queijo e também para verificar a aprendizagem do corpo de conhecimentos estudados ao final do desenvolvimento da UEPS. O saber popular influenciou ainda na predisposição em aprender. Segundo os estudantes e a professora, os detentores desse saber sentiram-se valorizados pela comunidade escolar e pela universidade ao participarem da atividade, disseminando seus saberes. O modelo de pesquisa colaborativa atendeu aos objetivos de integrar escola, universidade e comunidade no processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: Teoria da Aprendizagem Significativa; Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica; Mapas Conceituais; Saber Popular; Ecologia de Saberes.

ABSTRACT

The process involving the teaching and learning of Sciences, especially Chemistry, is the central focus of this qualitative research. We start from the assumption made by Joseph Novak that cognitive, affective and psychomotor aspects exert a positive or a negative influence on students and teachers involved in teaching and learning situations. Potentially meaningful material, stable subsumption available in students' cognitive structure and willingness to learn are essential prerequisites for promoting meaningful learning, according to Ausubel and his colleagues. Elementary schools reproduce curricula that are generally composed of a body of school knowledge, based on scientific knowledge and with little or no relation to the everyday knowledge present in the students' lives, who often do not understand the reason why they are supposed to learn such content. This study aims to investigate whether a teaching methodology that employs popular knowledge and concept maps can facilitate the meaningful learning of chemical concepts among high school students of a public school. For this purpose, a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU), as defined by Marco Antonio Moreira, was elaborated and developed, having as its common thread a practical activity with residents of the school community who have the popular knowledge of cheese production. During the development of the PMTU, data were collected through a questionnaire (pre-test and post-test), experimental activities, an individual written evaluation and concept maps. By analysing these data, we intended to identify possible signs of meaningful learning, considering school knowledge and popular knowledge all together, contemplating the ecology of knowledges proposed by Boaventura de Sousa Santos. The evaluation of learning occurred through interpretive qualitative analysis in order to verify the expansion of the subsumption identified in the cognitive structure, the evolution of the understanding of the concepts studied and the assimilation of new concepts. The concept maps were analysed through categories related to the concept map structure and to the category of chemical kinetics concepts. Students, teachers and holders of popular knowledge were interviewed so that they could evaluate the teaching methodology used in the development of the research. Moraes and Galiazzi's Discursive Textual Analysis (DTA) was adopted as an analysis methodology, and *a priori* and emerging themes and categories were established based on the collected data. The results indicate that popular knowledge and concept maps are effective for the teaching and learning process in Chemistry. Concept maps are excellent resources for diagnosing and tracking the learning process of students. In this research, they proved to be an efficient way to systematise the knowledge of cheese production and also to verify the learning of the body of knowledge studied at the end of the PMTU development. Moreover, popular knowledge influenced the willingness to learn. According to the students and the teacher, the holders of this knowledge felt valued by the school community and the university as they participated in the activity, disseminating their knowledge. The collaborative research model met the objective of integrating school, university and community into the teaching and learning process.

Keywords: Theory of Meaningful Learning; Theory of Critical Meaningful Learning; Concept Maps; Popular Knowledge; Ecology of Knowledges.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADROS

Quadro 1 - Epistemologias do século XX.....	45
Quadro 2 - Diretrizes para auxiliar o planejamento de um currículo multicultural	56
Quadro 3 - Conjunto de Questões ignoradas pelas Epistemologias do Norte.....	75
Quadro 4 - Passos para elaboração de uma UEPS	83
Quadro 5 - Categorias para analisar os mapas conceituais	94
Quadro 6 - Etapas e objetivos da UEPS	102
Quadro 7 - Critérios de análise dos mapas conceituais	105
Quadro 8 - Critérios de análise dos mapas conceituais	149
Quadro 9 - Categorias de análise dos Mapas Conceituais B - MCB.....	252

FIGURAS

Figura 1 - Atividade prática de produção das conservas.....	108
Figura 2 - Estudantes degustando conservas produzidas	109
Figura 3 - Estudantes e professora elaborando mapa conceitual coletivo.....	115
Figura 4 - Mapa Conceitual (MC A).....	130
Figura 5 - Mapa Conceitual (MC B)	132
Figura 6 - Mapa Conceitual (MC C)	134
Figura 7 - Mapa Conceitual (MC D).....	136
Figura 8 - Mapa conceitual coletivo (MC Coletivo)	137
Figura 9 - Equipamentos e produtos	152
Figura 10 - Estudantes participando de uma das etapas.....	153
Figura 11 - Estudantes recebendo informações.....	153
Figura 12 - Estudantes socializando informações sobre produção de queijo.....	154
Figura 13 - Merendeiras temperando o queijo	155
Figura 14 - Estudantes participando da atividade do saber popular da produção de queijo	156
Figura 15 - Verificando a massa do queijo tipo frescal.....	156
Figura 16 - Etapa de pasteurização do leite.....	162

Figura 17 - Ponto de corte da coalhada	168
Figura 18 - Etapa de separação da coalhada com peneira	169
Figura 19 - MCA-E21	181
Figura 20 - MCA-E04	183
Figura 21 - MCA-E16	185
Figura 22 - MCA-E13	187
Figura 23 - MCA-E10	189
Figura 24 - MCA-E20	191
Figura 25 - MCA-E08	193
Figura 26 - MCA-E19	194
Figura 27 - Separação e identificação da caseína e da albumina – Atividade Experimental	216
Figura 28 - Separação da lactose e sais minerais – Atividade Experimental	216
Figura 29 - Teste de Identificação de Substâncias Estranhas no Leite – Atividade Experimental	219
Figura 30 - Estudantes Identificando Substâncias Estranhas no Leite	219
Figura 31 - Estudantes verificando Fatores que afetam a Velocidade das Reações Químicas ...	223
Figura 32 - Resultados - Fatores que afetam a Velocidade das Reações Químicas	224
Figura 33 - Estudantes socializando os resultados da primeira atividade experimental	227
Figura 34 - MCB-E01	255
Figura 35 - MCB-E19	257
Figura 36 - MCB-E23	259
Figura 37 - MCB-E17	261
Figura 38 - MCB-E06	262
Figura 39 - MCB-E14	265
Figura 40 - MCB-E10	266
Figura 41 - MCB-E09	269
Figura 42 - MCB-E24	271

TABELAS

Tabela 1 - Etapas de produção de queijo tipo frescal	160
--	-----

Tabela 2 - Relação de conceitos nos Mapas Conceituais.....	179
Tabela 3 - Respostas da Questão 1 - Questionário de Conhecimentos Prévios- Pré-teste.....	206
Tabela 4 - Respostas da Questão 2 – Questionário de Conhecimentos Prévios	206
Tabela 5 - Exemplos de Respostas Corretas da Questão 2 – Questionário de Conhecimentos Prévios.....	207
Tabela 6 - Algumas respostas da Questão 3 – Questionário de Conhecimentos Prévios	210
Tabela 7 - Algumas respostas da Questão 4 – Questionário de Conhecimentos Prévios	211
Tabela 8 - Algumas respostas da Questão 5 – Questionário de Conhecimentos Prévios	213
Tabela 9 - Resultados Atividade Experimental – Constituintes do Leite	217
Tabela 10 - Resultados – Identificando Substâncias Estranhas no Leite	220
Tabela 11 - Atividade experimental – Identificação de Substâncias Estranhas no Leite.....	221
Tabela 12 - Resultados e Exemplos de Respostas – Saber Popular da Produção de Queijo e Conceitos de Transformações Físicas e Químicas	236
Tabela 13 - Resultados e Exemplos de Respostas – Saber Popular da Produção de Queijo e Conceito Pasteurização	239
Tabela 14 - Resultados do Pré-teste e do Pós-teste.....	241
Tabela 15 - Respostas da Questão 2 – Pré-teste e Pós-teste.....	243
Tabela 16 - Exemplos de Respostas Corretas da Questão 2 – Pós-teste	244
Tabela 17 - Respostas da Questão 3 – Pré-teste e Pós-teste.....	245
Tabela 18 - Algumas respostas da Questão 3 – Pós-teste	246
Tabela 19 - Respostas da Questão 4 – Pré-teste e Pós-teste.....	247
Tabela 20 - Algumas respostas da Questão 4 – Pós-teste	247
Tabela 21 - Respostas da Questão 4 – Pré-teste e Pós-teste.....	248
Tabela 22 - Algumas respostas da Questão 5 – Pós-teste	249

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Dados da Avaliação Individual da Aprendizagem – Questão 1 a 5	228
Gráfico 2 - Dados da Avaliação Individual da Aprendizagem – Questão 6 e 7	233

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1	18
TEMA, JUSTIFICATIVA, PROBLEMA, OBJETIVOS, CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA E PARTICIPANTES	18
Tema e delimitação do tema.....	18
Justificativa e explicação da escolha do tema	18
Problema de pesquisa	20
Objetivos da pesquisa	21
Caracterização do local da pesquisa	22
Caracterização dos participantes da pesquisa.....	24
Referências	27
CAPÍTULO 2	28
REFERENCIAL TEÓRICO - PARTE I	28
A Teoria da Aprendizagem Significativa e os Mapas Conceituais	28
Introdução.....	28
Teoria da Aprendizagem Significativa	28
Tipos de Aprendizagem	29
Aprendizagem mecânica ou por memorização e aprendizagem significativa	30
Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa	33
Condições para a ocorrência da Aprendizagem Significativa	34
Contribuições de Novak para a Teoria da Aprendizagem Significativa	35
Mapas Conceituais	36
Contribuições de Moreira – Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica	37
Referências	40

CAPÍTULO 3	42
REFERENCIAL TEÓRICO – PARTE II	42
Do Conhecimento Científico à Ecologia de Saberes	42
Introdução.....	42
Ciência e Conhecimento Científico.....	43
Ensino e Currículo de Ciências/Química.....	47
Um fragmento da história do ensino e currículo de Ciências.....	47
Concepção de currículo e seleção de conteúdos a ensinar em Ciências.....	51
Universalismo e Multiculturalismo.....	54
Epistemologias do Sul.....	61
Definição Sul – Norte e Linhas Abissais.....	62
Pensamento Abissal.....	64
Pensamento Pós-Abissal.....	68
Epistemologias do Sul como Ecologias.....	70
Ecologia de Saberes.....	71
Referências.....	77
CAPÍTULO 4	81
DELINEAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA	81
Introdução.....	81
Pesquisa qualitativa.....	82
Delineamento metodológico para coleta de dados - UEPS.....	82
Considerações gerais.....	85
Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.....	86
Delineamento da metodologia para análise dos dados.....	91
Análise para identificar indícios de aprendizagem significativa.....	92
Análise para avaliar a metodologia de ensino empregada na pesquisa.....	94
Referências.....	98
CAPÍTULO 5	100
ESTUDO EXPLORATÓRIO - SABER POPULAR E MAPAS CONCEITUAIS COMO RECURSOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA	100

Introdução.....	100
Metodologia.....	101
Metodologia do desenvolvimento da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).....	101
Metodologia de análise dos dados	103
Apresentação e Discussão dos Dados.....	105
Análise das opiniões dos estudantes	105
Análise dos Mapas Conceituais	129
Considerações Finais	139
Referências	143
CAPÍTULO 6.....	147
SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE QUEIJO: SABERES POPULARES E MAPAS CONCEITUAIS.....	147
Introdução.....	147
Categorias de análise	149
Apresentação e discussão dos resultados.....	150
Considerações gerais.....	150
Sobre o queijo e sua produção	157
Análise da estrutura dos mapas conceituais.....	172
Análise do conhecimento sobre o processo de produção de queijo nos mapas conceituais e aprendizagem dos principais conceitos.....	177
Considerações Finais	195
Referências	198
CAPÍTULO 7.....	204
ANÁLISE DA APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DE CINÉTICA QUÍMICA	204
Introdução.....	204
Apresentação e discussão dos resultados.....	204
Identificação de Conhecimentos Prévios – Pré-teste	205
Aprendizagem referente às atividades experimentais no laboratório da escola	214
Aprendizagem dos conceitos coletadas na avaliação individual	227

Aprendizagem relacionando o saber popular da produção de queijo com os conceitos de Cinética Química	235
Comparação das respostas do pré-teste (conhecimentos prévios) com o pós-teste	241
Verificação da aprendizagem dos conceitos por meio dos mapas conceituais (MCB)	250
Considerações Finais	272
Referências	273
CAPÍTULO 8	275
AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA DE ENSINO QUE EMPREGOU MAPAS CONCEITUAIS E SABERES POPULARES NO ENSINO DE QUÍMICA	275
Introdução	275
Apresentação e discussão dos resultados.....	275
Avaliação dos estudantes sobre a metodologia de ensino	276
Avaliação do projeto de pesquisa na perspectiva das professoras e detentores do saber popular	295
Considerações Finais	313
Referências	315
CONSIDERAÇÕES FINAIS E POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES	316
APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido	319
APÊNDICE B - Questões para identificar conhecimentos prévios (pré e pós-teste).....	320
APÊNDICE C - ROTEIRO ATIVIDADE EXPERIMENTAL – Identificação dos constituintes do leite e Identificação de substâncias estranhas no leite.....	322
APÊNDICE D - ROTEIRO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL - Fatores que afetam a velocidade das reações químicas.....	324
APÊNDICE E - Questões para avaliar a aprendizagem nas atividades experimentais.....	326
APÊNDICE F - Questões para avaliar a aprendizagem relacionada à produção do queijo.....	328
APÊNDICE G - Questões para avaliar a aprendizagem dos conceitos de cinética química	329
APÊNDICE H - Roteiro da entrevista semi-estruturada com os estudantes.....	331
APÊNDICE I - Roteiro da entrevista semi-estruturada com os professores.....	332
APÊNDICE J - Trabalho apresentado no 6º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa – 6º ENAS- 2016 São Paulo/SP	333

APÊNDICE K - Trabalho apresentado no 6º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa – 6º ENAS- 2016 São Paulo/SP	343
APÊNDICE L - Trabalho apresentado no XI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – XI ENPEC – 2017 – Florianópolis/SC.....	355
APÊNDICE M - Artigo publicado - <i>Enseñanza de las Ciencias - Revista de Investigación y Experiencias Didácticas</i> . Vol. Extraordinário. set. p. 205-209, 2017.....	363
APÊNDICE N - Trabalho apresentado no 8º Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa – 8º EIAS – 2017 – Esquel – Província de Chubut/Argentina	369
APÊNDICE O - Trabalho apresentado no 8º Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa – 8º EIAS – 2017 – Esquel – Província de Chubut/Argentina	378
ANEXO A - Mapa conceitual elaborado por estudante no (capítulo 5 - estudo exploratório) ...	389
ANEXO B - MCA-E19 - Mapa conceitual elaborado por estudante (capítulo 6)	390
ANEXO C - MCB-E09 - Mapa conceitual elaborado por estudante (capítulo 7).....	391

CAPÍTULO 1

TEMA, JUSTIFICATIVA, PROBLEMA, OBJETIVOS, CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA E PARTICIPANTES

Tema e delimitação do tema

Tema: Ensino e Aprendizagem em Ciências.

Delimitação do tema: Aprendizagem significativa, mapas conceituais, saber popular, ensino e aprendizagem em Química, metodologia de ensino de Ciências.

Justificativa e explicação da escolha do tema

A comunidade de pesquisadores em Educação e Ensino de Ciências tem investigado uma série de temas que abordam questões teóricas, metodológicas e epistemológicas da área de Educação e Ensino de Ciências. Nas quatro últimas décadas, observamos uma crescente produção científica que evidencia a ampla diversidade de temas e linhas de pesquisa do campo de conhecimento em questão. Essa crescente produção científica pode ser verificada nos periódicos e anais dos eventos técnico-científicos e também na vasta produção dos Programas de Pós-Graduação em Ensino e Educação em Ciências.

Considerando a diversidade de temas abordados na pesquisa educacional em Ciências, elegemos para a nossa pesquisa a linha de investigação sobre o *Ensino e a Aprendizagem em Ciências*. A partir desta definição delimitamos nosso estudo focando *nos processos de ensino e aprendizagem de conceitos químicos que acontecem na escola de educação básica*. Investigações acerca do ensino e da aprendizagem de conceitos químicos fazem parte da nossa prática docente e de projetos de pesquisa e extensão que desenvolvemos com estudantes do ensino superior e ensino médio. Assim, situamos nossa justificativa pela escolha da linha de investigação e sua delimitação pela atuação profissional dos pesquisadores e sua relevância no contexto educacional e acadêmico.

Também nos motivou para a escolha dessa linha de investigação um estudo realizado sobre os processos de ensino e aprendizagem em Química, ocorrido entre os anos de 2012 e 2013 (WEIRICH, 2012; WEIRICH; COSTA BEBER; PERES, 2013). No estudo, empregamos saberes

populares da cultura local no processo de ensino e aprendizagem de conceitos químicos. Ao término daquela investigação, verificamos a existência de um campo extenso de possibilidades para novas pesquisas.

Justificadas as nossas escolhas, passamos a apresentar algumas questões que contribuirão para o entendimento do problema de pesquisa do nosso estudo. Essas questões foram elaboradas com base nas experiências docentes de sete anos na educação básica, ministrando aulas de Química, especificamente em turmas de ensino médio de escolas públicas no interior do Rio Grande do Sul (entre os anos de 2003 a 2010) e para um curso de Química Licenciatura em uma universidade pública no interior do estado do Paraná, ministrando aulas de Educação e Ensino durante sete anos (a partir de 2010 até o momento). Os anos de atividade docente nesses dois níveis de ensino proporcionaram à professora pesquisadora diversas experiências, que, no decorrer do tempo, foram transformando-se em potenciais questões de investigação, colaborando também com a compreensão geral da realidade educacional brasileira e, mais especificamente, da região do oeste do Paraná. Algumas das constatações e questões são explicitadas abaixo:

- ✓ A estrutura do sistema educacional brasileiro tem privilegiado o processo de aprendizagem mecânica, pautada basicamente na transmissão e recepção de conhecimentos e conceitos, contrariando o que consta em alguns documentos oficiais (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira LDB N° 9.396/1996; Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio PCNEM 1999; Diretrizes Curriculares Nacionais DCN 2013; entre outros), que preveem a construção do conhecimento e a participação ativa do estudante nesse processo;
- ✓ Os estudantes aprendem mecanicamente, geralmente não compreendem os conceitos ensinados, e, tão pouco, atribuem significados aos conceitos;
- ✓ Os conhecimentos prévios dos estudantes não são diagnosticados pelos professores no processo de ensino;
- ✓ Ao acompanhar estudantes do ensino médio em situações de ensino e aprendizagem, observamos que eles memorizam fórmulas, conceitos, expressões e gráficos apenas com o intuito de reproduzi-los nas avaliações exigidas;
- ✓ Os estudantes do ensino médio das escolas públicas muitas vezes são trabalhadores, permanecendo diariamente mais tempo no trabalho do que na escola;
- ✓ Os estudantes demonstram pouca disposição para aprender, construir conhecimentos e, em muitas situações, desejam apenas a aprovação para progredir de série ou concluir os estudos básicos;

- ✓ Os recursos didáticos mais utilizados pelos professores são: quadro e giz, livro didático e lista de exercícios;
- ✓ A metodologia de ensino adotada pela maioria dos professores de Química não considera espaços diversificados de construção do conhecimento e também diferentes saberes presentes nesses contextos;
- ✓ A diversidade cultural e as especificidades culturais dos estudantes são ignoradas pelo sistema educacional brasileiro;
- ✓ As propostas pedagógicas das escolas preveem um público de estudantes pertencentes a uma cultura comum;
- ✓ O saber popular e os conhecimentos transmitidos de geração para geração não são utilizados pela escola como meio de investigar conceitos escolares;
- ✓ O currículo escolar é organizado exclusivamente a partir dos conhecimentos científicos produzidos pela ciência moderna ocidental;
- ✓ Na organização de currículos e no planejamento anual dos professores, não são discutidos critérios para definir quais conteúdos devem ou não ser contemplados no componente curricular de Química.

Além destas questões, a formação inicial e continuada de professores, as políticas públicas educacionais, o financiamento do sistema educacional e outras são questões que também fazem parte de nossas reflexões e que compõem nosso entendimento sobre o contexto educacional contemporâneo.

Diante do exposto acima, é possível afirmar que a aprendizagem mecânica é o modelo dominante do nosso sistema educacional. Esse modelo de aprendizagem segue o sentido contrário do referencial teórico e metodológico da *Aprendizagem Significativa*.

Problema de pesquisa

Conforme as questões apresentadas na justificativa e explicação do tema de pesquisa, passamos a definir e colocar nosso(s) problema(s), foco deste estudo.

A utilização de uma metodologia de ensino baseado nos saberes populares de uma comunidade facilita a aprendizagem significativa de conceitos químicos? A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel consegue amparar teoricamente e metodologicamente o desenvolvimento de conceitos químicos com estudantes do ensino médio? Mapa conceitual utilizado como recurso instrucional pode evidenciar a aprendizagem com significado e a

compreensão de conceitos químicos nos saberes populares investigados? Os saberes populares, enquanto constituintes de uma ecologia de saberes, podem influenciar na predisposição dos estudantes a aprender significativamente, por valorizar e resgatar os saberes produzidos localmente pela comunidade escolar, famílias e estudantes? A Teoria da Aprendizagem Significativa, a técnica de mapeamento conceitual e os saberes populares são referenciais teóricos e metodológicos capazes de dar suporte a um estudo que pretende verificar a aprendizagem de conceitos químicos?

A partir da colocação do(s) problema(s), espera-se a enunciação da(s) hipótese(s) de estudo. Entretanto, podemos adiantar que nossa pesquisa enquadra-se dentro da abordagem de pesquisa qualitativa em educação, conforme Bogdan e Biklen (1994), e, considerando esse referencial, não apresentaremos hipóteses fechadas. Iniciamos nossa pesquisa considerando que a utilização de uma metodologia de ensino que resgate e valorize os saberes populares pode facilitar a aprendizagem significativa de conceitos químicos.

Objetivos da pesquisa

Objetivo geral

Investigar se a utilização de uma metodologia de ensino que empregue saberes populares e mapas conceituais pode facilitar a aprendizagem significativa de conceitos químicos de estudantes do ensino médio de uma escola pública.

Objetivos específicos

- ✓ Elaborar e desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para investigar o processo de ensino e aprendizagem em Química no ensino médio, baseado em saberes populares da comunidade local;
- ✓ Utilizar a técnica de mapeamento conceitual para verificar aspectos de hierarquia conceitual, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Além de buscar evidências de aprendizagem significativa nos mapas conceituais elaborados pelos estudantes;
- ✓ Identificar os aspectos idiossincráticos presentes nos mapas conceituais, sua relação com os saberes populares estudados e a aprendizagem significativa de conceitos químicos;
- ✓ Confrontar os dados obtidos e analisados com os dados provenientes da observação realizada durante todo o desenvolvimento da pesquisa;

✓ Submeter o estudo à validação em eventos técnico-científicos da área em nível nacional e internacional, a fim de qualificar a investigação em diferentes momentos.

Caracterização do local da pesquisa

Esta pesquisa foi desenvolvida no município de Pato Bragado, localizado no extremo oeste do estado do Paraná, às margens do Lago Itaipu, fazendo limite com os municípios de Entre Rios do Oeste/PR, Marechal Cândido Rondon/PR e com a República do Paraguai. Distante 600 km da capital paranaense Curitiba, a população em 2014 foi estimada em 5.230 habitantes e com Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,747 em 2010 (IBGE, 2015).

A história do município de Pato Bragado assemelha-se aos demais municípios da região do extremo oeste do Paraná (Toledo, Marechal Cândido Rondon, Santa Helena, Palotina, Entre Rios do Oeste e outros). Pato Bragado foi colonizado, inicialmente, por famílias procedentes do estado do Rio Grande do Sul, descendentes, em grande parte, de alemães e italianos. Primeiramente, esses imigrantes fundaram, em 1946, a Companhia Madeireira Rio Paraná (MARIPÁ). O objetivo desses colonizadores centrou-se em explorar as riquezas naturais do território e utilizar a navegação fluvial do Rio Paraná para comercializar principalmente a extração de madeira e erva mate da região (NIEDERAUER, 2011). Naquele período, o contato dos brasileiros com alguns indígenas guaranis procedentes do Paraguai que atravessavam o Rio Paraná e permaneciam por períodos curtos em território brasileiro era esporádico (MEMORIAS e histórias..., 2004; NIEDERAUER, 2011; COSTA, 2009).

As famílias que ocuparam essa região do Paraná, vindas do estado do Rio Grande do Sul, trouxeram a vontade de prosperar e a cultura herdada de seus antepassados, provenientes da Itália e da Alemanha, e os costumes do povo gaúcho, que ocupava parte do Uruguai, da Argentina e do estado do Rio Grande do Sul. Da construção das primeiras casas até a formação de um vilarejo, passaram-se anos. Assim, o município de Pato Bragado foi constituindo-se culturalmente, preservando os costumes, valores, religiosidade e hábitos das primeiras famílias que na região estabeleceram-se e que foram multiplicando-se ao longo dos anos.

As primeiras famílias que se fixaram na região passaram também a cultivar milho, feijão, batata, mandioca e mantinham vacas de leite, galinhas e porcos para a própria subsistência. Com o crescimento do vilarejo e a prosperidade da região oeste do Paraná, as famílias passaram a produzir, principalmente, soja e milho, vindo a destacar-se na piscicultura, na suinocultura, na pecuária e pela bacia leiteira.

A atividade econômica do município de Pato Bragado baseia-se, atualmente, na agricultura, horticultura, fruticultura e pecuária. As propriedades rurais movimentam a economia pela comercialização da produção bruta em cooperativas, no beneficiamento dos produtos e comercialização na feira do produtor rural do município. O comércio ganhou destaque nas duas últimas décadas, junto com a criação de algumas indústrias. O governo municipal colabora com a economia local, fornecendo serviços de saúde, educação, agricultura, serviço social e demais áreas de atuação do poder público. A economia predominantemente agrícola do município tem se diversificado nas últimas duas décadas.

A educação escolar é de competência do município e do estado. A rede municipal atende a educação infantil e o ensino fundamental I, enquanto o governo estadual é responsável pelo ensino fundamental II e o ensino médio. Ao iniciar a pesquisa, em 2015, um único prédio era compartilhado pela rede de educação municipal e estadual. Em meados de 2016, a rede estadual de ensino ganhou sede própria do governo do estado do Paraná. Uma escola com instalações amplas e ambiente adequado ao processo de ensino e aprendizagem foi construída e entregue à comunidade pato bragadense. Reivindicação antiga que passou a ser realidade no município, oferecendo melhores condições para desenvolver as atividades educacionais do ensino fundamental II e do ensino médio.

A apresentação desse breve histórico da cidade de Pato Bragado justifica-se pela intenção de caracterizar a localidade para compreender as origens que sustentam os saberes populares produzidos e compartilhados pela comunidade. Buscamos evidenciar que existe um contexto cultural que ampara as práticas da vida cotidiana dos moradores do município e que mantém em circulação os saberes produzidos popularmente, saberes que, para nós, podem ser empregados em contexto formal de ensino para facilitar a aprendizagem de conceitos químicos.

Cabe ressaltar que a parceria estabelecida entre a doutoranda e as professoras de Química da Escola Estadual Pato Bragado iniciou quando uma delas era acadêmica do curso de Química Licenciatura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Instituição onde a doutoranda atua e onde a outra participava de um curso de formação continuada oferecido em conjunto pela Rede Estadual de Educação do Estado do Paraná em colaboração com a Secretaria de Ciência e Tecnologia, à qual estão vinculadas as universidades estaduais paranaenses.

Caracterização dos participantes da pesquisa

A pesquisa contou com a participação de estudantes do ensino médio, professoras de Química da educação básica, professores do ensino superior e comunidade local.

Os professores do ensino superior participantes são basicamente os proponentes do projeto, professora doutoranda e professor orientador do estudo. A professora pesquisadora contou com a colaboração de professores do ensino superior em etapas distintas do planejamento da pesquisa, como na validação do questionário de conhecimentos prévios, elaboração de questões referentes aos conceitos estudados e reflexões em reuniões de grupo de estudo.

As duas professoras participantes da pesquisa que atuam no ensino médio realizaram pesquisas anteriormente com a doutoranda, conforme mencionado. Ambas, após apresentação do projeto pela doutoranda, aceitaram participar, garantindo a parceria e o desenvolvimento da pesquisa. As professoras que atuam no ensino médio são formadas em Química Licenciatura.

O planejamento detalhado do projeto de pesquisa buscou atender às especificidades e orientações tanto da equipe pedagógica da escola como das professoras, sendo as últimas as responsáveis por conduzir o desenvolvimento da pesquisa em sala de aula, estando sempre acompanhadas da professora proponente do projeto de pesquisa.

Durante o primeiro semestre de desenvolvimento da pesquisa, uma das professoras de Química, atuante desse componente curricular, foi remanejada pelo Núcleo Estadual de Educação de Toledo, ao qual o Colégio Estadual Pato Bragado está vinculado, para lecionar o componente curricular de Física e Matemática devido à falta de professores para essas áreas. Saliento que a professora estava iniciando a Graduação em Física Licenciatura naquele período. Assim, a professora participou da pesquisa, auxiliando no planejamento e ficando a cargo da outra professora o desenvolvimento prático das atividades.

Quanto aos estudantes, nossa pesquisa contou inicialmente com a participação de 64 estudantes, todos matriculados, frequentando as aulas e divididos em três turmas da 2ª série do ensino médio, sendo 17 estudantes da turma matutina, 14 estudantes da turma vespertina e 33 estudantes do período noturno.

Os estudantes possuem idade entre 15 e 24 anos, residem na área urbana e rural do município, sendo que estes últimos dependem majoritariamente do transporte escolar fornecido pelo governo municipal para o deslocamento das residências até a escola.

A maioria dos estudantes são trabalhadores. Os que residem na área rural exercem atividades voltadas à agricultura, horticultura, fruticultura, gado de leite, suinocultura, piscicultura e a atividades de produção de derivados, como, por exemplo, do leite (queijo, ricota,

nata, iogurte), da carne (embutidos e defumados) e de frutas (geléias, doces, compotas, sucos). Além disso, há ainda os afazeres diários das propriedades, como o plantio, a colheita, o trato dos animais, o preparo das refeições para a família e colaboradores, limpeza e organização da casa, roupas, quintal e demais afazeres. Outros estudantes trabalhadores exercem funções em estabelecimentos comerciais e pequenas indústrias do município, como supermercado, lanchonete, restaurante e pequenos estabelecimentos de produtos agrícolas. Alguns estudantes realizam estágio em repartição pública do município, exercem atividade de babá de crianças e outros realizam atividades rotineiras em suas residências, que compreendem a limpeza e organização da casa, preparo das refeições, cuidado de irmãos menores etc.

Constatamos que os estudantes participantes da pesquisa possuem características que se assemelham a outros estudantes de escolas públicas, pois são, na grande maioria, estudantes trabalhadores. No entanto, percebemos algumas especificidades que são características da cultura do município, do modo de vida dos moradores e da divisão de trabalho estabelecida pelas famílias, que prevê a participação dos filhos em diferentes atividades, por exemplo. Do total de estudantes participantes da pesquisa, uma parcela muito pequena informou à pesquisadora que não exerce nenhum tipo de trabalho formal ou informal.

De um total de 64 estudantes, chegamos ao final com 48 estudantes participantes de todas as etapas do projeto. Na análise dos dados vamos considerar a totalidade de estudantes participantes, descartando a divisão deles nos turnos que frequentavam a escola, isso porque, durante a coleta de dados, alguns estudantes trocaram o turno de estudo. Assim, as equipes de estudantes organizadas no início do projeto não permaneceram as mesmas durante todo o processo.

A escolha dos moradores da comunidade, detentores dos saberes populares, foi definida pelas professoras de Química basicamente por dois motivos: primeiro porque as professoras são moradoras do município e conhecem a maioria das famílias dos estudantes, o que facilita o contato e a proximidade, e segundo porque após definição do período do ano letivo que a pesquisa seria desenvolvida, foram estabelecidos os conceitos químicos integrantes do projeto de pesquisa, assim, alguns saberes populares apresentavam maior propriedade para subsidiar o estudo do que outros. Dessa forma, foram escolhidos os conceitos referentes à *Cinética Química* e o *Saber Popular da Produção de Queijo*.

As professoras e a doutoranda sondaram algumas famílias pato bragadense, detentoras do saber popular da produção de queijo para participar da pesquisa, sendo que uma atendeu ao convite prontamente.

No capítulo em que descreveremos os caminhos metodológicos da pesquisa, as informações sobre o município, comunidade, escola, estudantes e detentores de saberes populares serão complementados com novas informações.

Referências

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Trad. Maria J. Alvarez; Sara B. dos Santos; Telmo M. Baptista. Porto/Portugal: Porto, 1994.

COSTA, L. A. M. *Calendário histórico de Toledo*. Toledo/PR: GFM Gráfica & Editora, 2009.
IBGE, *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=411845&search=parana|pato-bragado>> Acesso em: 01 mar. 2015.

PORTO BRITÂNIA memórias e histórias. [S.l]: Editora Germânica, 2004.

NIEDERAUER, O. H. *Toledo no Paraná: a história de um latifúndio improdutivo, sua reforma agrária, sua colonização e seu progresso*. 3. ed. rev. e ampl. Toledo/PR: Tolegraf, 2011.

WEIRICH, C. *Conhecimentos populares e escolares na cadeia produtiva do leite: uma aprendizagem significativa*. (Monografia de Graduação – Curso de Química Licenciatura – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Orientador: Profa. Ms. Silvia Zamberlan Costa Beber) 2012.

WEIRICH, C.; COSTA BEBER, S. Z.; PERES, O. M. R. Aprendizagem significativa e ensino de cinética química. In: *Primer Encuentro Latinoamericano de Aprendizaje Significativo – Escuela Naval Arturo Prat - Valparaiso – Chile*, 2013.

CAPÍTULO 2

REFERENCIAL TEÓRICO - PARTE I

A Teoria da Aprendizagem Significativa e os Mapas Conceituais

Introdução

O referencial teórico adotado em nossa pesquisa está organizado em dois capítulos. Neste capítulo, abordamos os principais fundamentos da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e as contribuições de Joseph Novak e Marco Antonio Moreira para o refinamento dela no contexto da pesquisa em educação em Ciências.

Os principais elementos da Teoria da Aprendizagem Significativa, da Teoria de Educação de Novak e da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira são explicitados neste capítulo e ao longo da apresentação dos resultados e da discussão sobre eles. Introduziremos aos poucos elementos importantes sobre os referenciais, buscando aprofundar a sua relação com o foco da nossa pesquisa. Os Mapas Conceituais propostos por Novak e Gowin são apresentados e complementam esta primeira parte do referencial utilizado na pesquisa, complementados do capítulo 3.

Teoria da Aprendizagem Significativa

David Paul Ausubel publicou, em 1963, *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* e, em 1968, *Educational Psychology: a cognitive view*. Essas duas obras apresentam as ideias básicas da “Teoria da Aprendizagem Significativa”, que, posteriormente, é revisada e publicada em co-autoria com Joseph D. Novak e Helen Hanesian (1980). Passadas mais de três décadas, no ano de 2000, Ausubel publica *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*, reafirmando a sua teoria inicial quase integralmente.

A Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel é cognitivista, segundo François “o objetivo principal das teorias cognitivistas é fazer inferências plausíveis e úteis sobre os processos mentais que intervêm entre *input* e *output* e sobre o que entendemos como *significado*” [grifo do autor] (2013, p. 223). Nesse sentido, as relações que o sujeito estabelece

com o mundo externo passam a ter significação e nesse processo dinâmico, os significados “são pontos de partida para a atribuição de outros significados [...] originando, então, a estrutura cognitiva” como explicam Moreira e Masini (2001, p. 13).

Os conceitos formados, geralmente até os seis anos, constituem a estrutura cognitiva dos sujeitos, que, por meio da aprendizagem, estão em constante transformação. As novas informações vão interagir ou não com o conteúdo da estrutura cognitiva do sujeito e essa interação pode resultar, por exemplo, na assimilação ou formação de novos conceitos. Vale dizer que a forma como ocorre essa interação é que vai determinar o tipo de aprendizagem (AUSUBEL, 2003; AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980; MOREIRA, 2011; MASINI, MOREIRA, 2008).

Tipos de Aprendizagem

Ausubel argumenta que existem dois tipos básicos de aprendizagem: a por recepção e a por descoberta (AUSUBEL, 2003). Em situações formais de ensino, esses dois tipos de aprendizagem podem vir a ocorrer, no entanto, a aprendizagem receptiva é a mais comum. A *aprendizagem receptiva* (automática ou significativa) ocorre quando o estudante internaliza um corpo de conhecimentos que lhe é apresentado sob a forma final, geralmente por exposição verbal. Na aprendizagem receptiva significativa “a tarefa ou matéria potencialmente significativa é compreendida ou tornada significativa durante o processo de internalização” enquanto que na aprendizagem receptiva automática “a tarefa de aprendizagem não é potencialmente significativa nem se torna significativa no processo de internalização” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 20).

Outro fato a considerar é que a aprendizagem receptiva não significa passividade do estudante no processo de aprendizagem, pelo contrário, ela requer muita atividade cognitiva para “relacionar, interativamente, os novos conhecimentos com aqueles já existentes na estrutura cognitiva, envolvendo processos de captação de significados, ancoragem, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa” (MOREIRA, 2011c, p. 33-34). A aprendizagem por recepção pode ocorrer por meio de recursos instrucionais, como livros didáticos, filmes, programas e modelagem computacional, um aula expositiva, uma atividade experimental ou qualquer outro recurso.

A *aprendizagem por descoberta* ocorre quando o conteúdo principal a ser aprendido não é explicitado para o estudante, cabe a ele descobrir, organizar, agrupar, integrar, transformar

e combinar as informações de tal forma que o processo o leve ao produto final desejado. O conteúdo da aprendizagem pode ser significativo tanto se a aprendizagem for receptiva como se for por descoberta. Nas escolas, a aprendizagem receptiva é muito mais frequente do que a por descoberta, segundo Ausubel (2003) e Moreira (2011c, 2014).

Aprendizagem mecânica ou por memorização e aprendizagem significativa

A *aprendizagem mecânica* ou por *memorização* ocorre quando não há interação entre conhecimentos relevantes da estrutura cognitiva com o novo conceito. Não ocorrendo essa interação, ou melhor, essa ancoragem, as informações apresentadas são armazenadas de maneira arbitrária na estrutura cognitiva e o estudante memoriza determinado corpo de conhecimento para reproduzir em espaço curto de tempo, isso porque o esquecimento acontece muito rapidamente.

A aprendizagem mecânica realiza-se quando os conceitos são armazenados de maneira arbitrária e não substantiva, nesse processo contínuo de memorização uma grande quantidade de informações circulam na estrutura cognitiva do estudante, mas como não há interação com nenhum conceito subsunçor relevante, o esquecimento acontece em um curto período de tempo. Em alguns casos, é possível observar que os estudantes não conseguem ter qualquer memória de um corpo de conhecimento estudado em poucos meses passados, esse tipo de aprendizagem está muito presente nas escolas de educação básica.

A *aprendizagem significativa* difere-se da aprendizagem mecânica, porque, segundo Moreira (2010, 2011c), aprender com significado é compreender o que se aprende, é ser capaz de aplicar, transferir e compartilhar os conhecimentos aprendidos em diferentes situações. Assim, “a aprendizagem é significativa quando o aprendiz vê sentido nas situações de aprendizagem e atribui significado a elas” (MASINI; MOREIRA, 2008, p. 9).

Os significados podem ser denotativos, aqueles compartilhados por participantes de certa comunidade, e também conotativos, são aqueles significados de caráter idiossincrático, resultado das experiências pessoais com o meio social. Ambos são fundamentais durante o processo de aprendizagem (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Mas como ocorre o processo de aprendizagem significativa?

Para Ausubel (2003), a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação, um conceito novo, relaciona-se de forma não arbitrária, e sim substantivamente, com um conceito relevante existente na estrutura cognitiva do aprendiz, como por exemplo,

“uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 34). A estrutura cognitiva do aprendiz configura-se como uma rede de conceitos organizada, e, em constante modificação. Desse modo, durante o processo de aprendizagem significativa, o subsunçor deverá ancorar o novo conceito.

O produto da aprendizagem significativa é o resultado entre a *interação* do subsunçor com o novo conceito, assim, o subsunçor sofre modificações, ficando mais elaborado e amplo. Um exemplo ilustrativo pode ser o conceito ‘substância’ utilizado em Química, ao considerar que o aprendiz tem em sua estrutura cognitiva esse conceito definido, com certo grau de estabilidade, ele poderá utilizá-lo não arbitrariamente como subsunçor para ancorar o conceito de substância inorgânica e orgânica, o produto dessa interação será um conceito de substância mais elaborado e refinado, que comporta o entendimento de que as substâncias podem ser classificadas como inorgânicas e orgânicas.

Moreira (2011c) chama atenção para o fato de que a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica não constituem uma dicotomia, ambas estão ao longo de um mesmo contínuo, entre elas há uma zona cinza. Um ensino potencialmente significativo pode favorecer a transição da aprendizagem mecânica para a significativa. Para isso, fatores como existência de subsunçores adequados, captação de significados e predisposição em aprender são indispensáveis.

A aprendizagem significativa ocorre de três tipos diferentes, conforme material a ser aprendido: 1) *representacional*: é a mais elementar, pois dela dependem os outros tipos, o significado de um símbolo passa a representar exatamente o que o seu referente significa para o aprendiz; 2) *conceitual*: esse tipo de aprendizagem ocorre quando são entendidos os atributos específicos de um conceito, existindo necessidade de generalização e abstração do referente; 3) *proposicional*: consiste em dar significado a novas ideias expressas na forma de uma proposição, a aprendizagem representacional e a conceitual são pré-requisitos para a proposicional. (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011c; HILGER, 2013).

Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem significativa acontece por meio da assimilação dos conceitos, esse processo é determinante para a aprendizagem. A assimilação ocorre quando um conceito ou proposição potencialmente significativo é relacionado e assimilado por um conceito subsunçor existente na estrutura cognitiva. O produto interacional é o subsunçor modificado. Ausubel e seus colaboradores representam a assimilação da seguinte maneira:

conceito novo **A** + subsunçor **a** → assimilação → **A'a'**

A nova informação ancora-se ao conceito subsunçor preexistente e o resultado desse processo é um subsunçor modificado. Como resultado dessa interação e assimilação é previsto três formas de aprendizagem: subordinada, superordenada e combinatória.

A aprendizagem significativa é *subordinada* quando o conhecimento novo é subordinado ao conceito subsunçor, os novos conhecimentos adquirem significados por um processo de ancoragem cognitiva. A aprendizagem significativa subordinada pode ser *derivativa*, quando o novo conhecimento é derivado de um já existente, ou *correlativa*, quando o novo material é uma reelaboração ou modificação de um conhecimento já existente, por exemplo, conceito de substância, substância simples e composta.

A aprendizagem significativa é *superordenada* quando um conceito já subordinado vai se modificando e ficando mais elaborado pelo processo de interação. Sua estrutura é capaz de servir como ancoradouro para novas aprendizagens, esse processo de aprendizagem superordenada exige abstração, indução e síntese. Utilizando o exemplo acima com relação à ‘substância’, esse pode servir de ancoradouro para a aprendizagem do conceito de substância orgânica e inorgânica, que compreendem um conjunto de especificidades, com grau de complexidade maior.

A aprendizagem significativa é *combinatória* quando a atribuição de significados a um novo conhecimento perpassa pela relação dele com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva. Podemos exemplificar a aprendizagem significativa combinatória, utilizando o conceito de substância orgânica e inorgânica com o conceito referente à ligação química, ou seja, para essas diferentes substâncias que ligações químicas são estabelecidas.

Independente da forma de aprendizagem significativa, o que não muda é o princípio de que o novo conhecimento interage com o subsunçor e o produto dessa assimilação é um conhecimento diferente daquele, estando disponíveis na estrutura cognitiva para participar de um novo processo de aprendizagem. Ausubel chamou essa fase de *retenção*, pois ocorreu a dissociação desses conhecimentos, mas as modificações permanecem. Hilger (2013, p. 27) representou o esquema que segue esse processo.

$$A + a \rightarrow \text{assimilação} \rightarrow A'a' \rightarrow \text{retenção} \rightarrow A' + a'$$

Conforme Hilger, “ao final deste processo tem-se apenas o subsunçor modificado a partir do conhecimento novo, A’, que constitui o *resíduo* do conteúdo, que permanece ligado na estrutura cognitiva e pronto para ser lembrado” (2013, p. 27). Durante algum tempo, o conceito novo está disponível para ser utilizado. Caso contrário, ele sofre um esquecimento residual e fica guardado para uma posterior reaprendizagem.

A etapa de retenção e de formação de um resíduo conceitual é denominada *obliteração*. Durante o processo, é impossível separar o que foi subsunçor do conhecimento novo, conforme esquema de Hilger (2013, p. 27).

$$A + a \rightarrow \text{assimilação} \rightarrow A'a' \rightarrow \text{obliteração} \rightarrow A'$$

Para Ausubel (2003), a obliteração é o processo de esquecimento da informação do conhecimento aprendido. Isso significa que o conhecimento quando não é requisitado tende a ser esquecido/obliterado. No entanto, ocorre que, se esse conhecimento novo foi resultado de uma aprendizagem significativa, ou seja, se o conceito interagiu com o subsunçor, foi assimilado, retido e obliterado, ao ser solicitado em algum momento o processo de reaprendizagem é possível e relativamente rápida, enquanto que na aprendizagem mecânica isso não é possível (HILGER, 2013, MOREIRA, 2011c).

Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integrativa

A aprendizagem significativa fundamenta-se no processo cognitivo de assimilação e em princípios programáticos. Dentre eles, os mais importantes são a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integrativa* (AUSUBEL, 2003).

A *diferenciação progressiva* resulta da progressiva modificação do subsunçor, que fica mais detalhado, específico e diferenciado. Como princípio organizacional do conteúdo, sua prática implica em sequenciar os conceitos de um corpo de conhecimentos para que as ideias mais inclusivas sejam apresentadas aos estudantes primeiramente e, progressivamente, sejam diferenciadas em termos de detalhe e especificidade. Na aprendizagem significativa, os conceitos que interagem com o novo conhecimento servem de base para a atribuição de novos significados que se modificam em função da interação, diferenciando-se progressivamente.

Na *reconciliação integrativa* ocorre a exploração das relações entre ideias, apontando similaridades e diferenças e reconciliando conceitos e proposições já existentes e estáveis na estrutura cognitiva do estudante (MOREIRA, 2010, p. 18). A reconciliação integrativa é “parte do processo de aprendizagem significativa que resulta em delineamento explícito de similaridades e diferenças entre ideias correlatas” (MOREIRA; MASINI, 2001, p. 107).

No processo de aprendizagem, quando verifica-se aspectos da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa pode-se considerar a ocorrência de aprendizagem significativa.

Condições para a ocorrência da Aprendizagem Significativa

Além dos aspectos cognitivos e os princípios programáticos já apresentados, Ausubel (2003) alicerça a sua teoria em três condições fundamentais que influenciam a aprendizagem significativa:

- 1) *Material potencialmente significativo*: o professor, ao desejar que a aprendizagem ocorra de forma significativa, deve organizar um material que potencialize essa aprendizagem. Para tanto, necessita identificar os conceitos mais inclusivos e os mais específicos do corpo de conhecimentos que pretende trabalhar. Na sequência, o material organizado deve ser apresentado priorizando essa ordem, dos conceitos mais gerais para os conceitos mais específicos, contemplando a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Moreira (2011a) propõe a organização do material de ensino em Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), seu detalhamento consta no capítulo 4 desta tese.
- 2) *Disponibilidade de conceito subsunçor adequado na estrutura cognitiva*: é necessário que o professor identifique os conhecimentos prévios dos estudantes antes de começar a trabalhar com o material potencialmente significativo. Nessa etapa, o objetivo é verificar se o subsunçor adequado integra a estrutura cognitiva, ou seja, se entre os conhecimentos prévios estão presentes os conceitos que denominamos como conceito subsunçor, que é fundamental para o processo de aprendizagem significativa. A identificação de subsunçores pode ocorrer por meio da utilização de algum recurso didático, como mapa mental, mapa conceitual, atividade experimental, situações problemas, saber popular ou aquele da preferência do professor. Às vezes, um diálogo entre professor e estudantes pode ser um ótimo recurso para identificar subsunçores. Para Ausubel (2003), esse é o fator isolado mais importante para a aprendizagem significativa do aprendiz, o foco principal de sua teoria “O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso seus ensinamentos” (s/p).
- 3) *Predisposição para aprender*: para que a aprendizagem significativa ocorra é necessário que o aprendiz manifeste intenção em querer aprender significativamente. Sem predisposição para aprender, o que geralmente ocorre é a aprendizagem mecânica. Nesse tipo de aprendizagem, o conceito novo não interage com os subsunçores presentes na estrutura cognitiva, o aprendiz memoriza um corpo de conceitos para reproduzir em um curto espaço de tempo e não consegue explicar, transferir ou aplicar esse conhecimento em outra situação porque não ocorreu compreensão, apenas memorização. Moreira (2011a) afirma que tanto a universidade como a escola têm favorecido apenas a aprendizagem mecânica.

Das três condições para ocorrência da aprendizagem significativa, duas partem, principalmente, da ação do professor e uma do estudante. Não podemos, é claro, demarcar rigorosamente os limites, porque na ação do professor temos, por exemplo, os elementos do currículo e da sua formação, para a ação de intencionalidade do estudante em aprender, temos elementos psicológicos e afetivos, material didático e também o professor como influência. Podemos chegar à compreensão de que essas condições devem ser consideradas como um conjunto, que atuam decisivamente na aprendizagem do estudante.

Contribuições de Novak para a Teoria da Aprendizagem Significativa

Joseph D. Novak teve, na década de 1960, o primeiro contato com a Teoria da Assimilação Cognitiva proposta por Ausubel. Ao final daquela mesma década, inicia o seu trabalho na Universidade de Cornell com base na obra *Educational Psychology: a cognitive view*, de Ausubel. A parceria de Novak e Ausubel avança nos anos que se seguem e, em 1978, ambos publicam a 2ª edição dessa mesma obra com contribuições de Helen Hanesian. Joseph Novak e Marco Antonio Moreira (ex-orientando de doutorado de Novak) tornam-se, com o passar dos anos, os principais divulgadores da Teoria da Aprendizagem Significativa. Os dois têm refinado e acrescido importantes contribuições às ideias que compõem a teoria.

Novak é um cognitivista e humanista “e vê o aprendiz primordialmente como pessoa, focalizando sua atenção no crescimento pessoal e na autorrealização. Em sua ampla proposta, ele vê a educação como um conjunto de experiências cognitivas, afetivas e psicomotoras que contribuem para o aprimoramento do indivíduo” (MENDONÇA, 2012, p. 56). Pensamentos, sentimentos e ações devem estar integrados para promover o empoderamento (*empowerment*) do ser humano. Mas como isso pode se efetivar no contexto escolar, principalmente nas situações de aprendizagem? A possibilidade está em considerar não apenas os aspectos cognitivos envolvidos no processo de aprendizagem, mas também os aspectos afetivos. Com essa ideia, temos o reforço de elementos humanistas para a teoria cognitivista da aprendizagem significativa.

Novak (2010) explica na sua Teoria da Educação que a “aprendizagem por memorização é ineficaz para a retenção em longo prazo e para a aplicação dos conhecimentos, e, porque a aprendizagem significativa é eficaz e necessária para o pensamento criativo” (NOVAK, 2010, p. 8). Sua teoria é um conjunto que engloba uma teoria da aprendizagem, uma teoria de conhecimento e uma teoria de ensino. Para Novak, os eventos educativos devem capacitar os estudantes para a responsabilidade com a própria construção de significados, que envolve o

pensamento, o sentimento e a ação.

Os constituintes básicos de grande parte de diferentes eventos educativos são: aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação. Assim, em um evento educativo tem alguém que aprende algum conhecimento interagindo com alguém em um contexto e, dessa forma, o evento educativo promove uma ação para trocar significados e sentimentos, porque “os significados trocados são conhecimentos contextualmente aceitos, espera-se que os estudantes captem e incorporem à sua estrutura cognitiva estes significados cientificamente aceitos, ou contextualmente compartilhados”. (MOREIRA, 2011b, p. 176-178). A troca de sentimentos colabora com a aprendizagem significativa, principalmente na predisposição do estudante a aprender.

A aprendizagem significativa é o conceito-chave da teoria educacional de Novak. O seu trabalho centra-se nos princípios que facilitem a aprendizagem significativa por meio de estratégias educacionais, cuja principal denomina-se mapa conceitual.

Mapas Conceituais

A ideia de Mapa conceitual foi criada por Novak e Gowin (1984) como forma de instrumentalizar a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2003). O Mapa Conceitual fundamenta-se nesses princípios teóricos que consideram a necessidade de conhecer as ideias prévias e a estrutura de significados dos sujeitos com o propósito de estabelecer aprendizagens inter-relacionadas (NOVAK; GOWIN, 1984).

Mapa Conceitual é uma técnica pedagógica de representação gráfica, onde se fazem relações entre conceitos com palavras de ligação a outro conceito, formando proposições com significado lógico. Representa uma estrutura que vai desde os conceitos mais gerais e inclusivos até os mais específicos e menos inclusivos. (NOVAK; GOWIN, 1984, NOVAK, 2010; MOREIRA, 2010, 2011b, 2011c).

São utilizados para auxiliar a ordenação e a sequência hierarquizada dos conteúdos de ensino, abrangendo atuação crítica e ética comprometida com o aprender significativo.

Cada mapa conceitual deve ser sempre visto como “um mapa conceitual” e não como “o mapa conceitual” de certo conjunto de conceitos, ou seja, deve ser visto como apenas uma das possíveis representações de certa estrutura conceitual. Trata-se, então, de um instrumento muito flexível e, como tal, pode ser usado em uma variedade de situações com diferentes finalidades (MOREIRA, 2010).

Na organização e na análise do conteúdo, mapas conceituais podem ser traçados para uma aula ou parte dela, para uma unidade de estudo ou para um curso inteiro. São úteis para focalizar a atenção de quem organiza o conteúdo na abordagem de conceitos e no planejamento de atividades instrucionais destinadas a promover a aprendizagem. Mais importante do que modelos ou regras de construção, é evitar que esse fique muito complexo (pela inclusão de muitos conceitos e muitas ligações entre eles) ou que pareça algo definitivo que o aluno deva memorizar.

Mapas conceituais não são autossuficientes, é sempre necessário que sejam explicados por quem os faz, seja o professor ou o estudante. Uma maneira de diminuir um pouco a necessidade de explicações é escrever sobre as linhas que unem os conceitos uma ou duas palavras de enlace que explicitem a relação simbolizada por elas. (MOREIRA, 2010, 2011c).

A aprendizagem por meio de mapas conceituais leva os alunos a estabelecerem relações entre os novos conteúdos e seus conhecimentos prévios, criando maiores possibilidades de interconexões conceituais. Esse processo cria condições para novos ciclos de aprendizagem, autonomia do aluno e possibilita o controle sobre seu próprio processo de aprendizagem que, ao mesmo tempo, constitui uma importante retroalimentação para o professor, subsidiando seu trabalho docente (ONTORIA, 2005). O exercício da capacidade de conceitualização requer o desenvolvimento de habilidades que envolvem funções de atenção, memória, abstração, comparação e diferenciação para selecionar conteúdos considerados significativos, estabelecendo relações entre eles e com os conhecimentos prévios, ao elaborar uma síntese gráfica das proposições. (RUIZ-MORENO et al., 2007).

Trata-se, então, de um instrumento muito flexível e, como tal, pode ser usado em uma variedade de situações com diferentes finalidades.

Contribuições de Moreira – Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica

As contribuições de Moreira para o aprimoramento da Teoria da Aprendizagem Significativa são inúmeras. Como principal divulgador dessa teoria em toda América Latina, em países da América Central e Europa, seu contributo foi de extrema importância porque conseguiu efetivamente chegar às escolas por meio dos cursos de graduação e pós-graduação e a partir da sua produção científica, que sempre priorizou o contexto escolar e os processos de ensino, defendendo a ideia de aprendizagem com significado.

Moreira manteve o foco na Teoria da Aprendizagem Significativa e, a partir dela, propôs a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC).

Sua contribuição à Teoria da Aprendizagem Significativa teve como base a obra de Postman e Weingartner intitulada *Teaching as a subversive activity*, publicada em 1969. Na obra, os autores advertem que a educação deveria estar voltada para o preparo do estudante para viver em uma sociedade caracterizada pela mudança, que atingia vários setores da vida pública e privada. No entanto, esses autores afirmavam que a escola continuava a ensinar conceitos fora de foco, voltados para a perpetuação de verdades absolutas, certezas, transmissão de conhecimentos acabados, respostas certas e erradas, diferenças em formas unicamente paralelas etc. Para esses autores, a escola deveria promover uma educação que levasse os estudantes a construir significados e conceitos de relatividade, probabilidade, incerteza, sistema, função, representações, modelos e outros. Conceitos necessários para que a vida em sociedade estivesse respaldada em ações conscientes e posicionamento crítico.

Para Moreira (2011b), além desses conceitos fora de foco, a educação tem agregado novos conceitos, também fora de foco, que podem ser acrescidos à lista de Postman e Weingartner. São eles:

1. O conceito de informação como algo necessário e bom; quanto mais informação, melhor, estamos em plena era da informação.
2. O conceito de idolatria tecnológica; a tecnologia é boa para o homem e está necessariamente associada ao progresso e à qualidade de vida.
3. O conceito de consumidor cômico de seus direitos; quanto mais consumir melhor, quanto mais objetos desnecessários comprar melhor, mas deve fazer valer seus direitos de consumidor.
4. O conceito de globalização da economia como algo necessário e inevitável; o livre comércio sem restrições é bom para todos.
5. O conceito de que o “mercado dá conta”; por exemplo, a educação é uma mercadoria que pode ser vendida por qualquer instituição, “o mercado se encarrega” da oferta, da procura, da qualidade. (MOREIRA, 2011b, p. 224-225)

A escola tem, sistematicamente, reforçado os conceitos fora de foco citados por Postman e Weingartner. Os conceitos de informação, tecnologia, consumo, globalização e mercado, explicitados por Moreira, ganham cada vez mais espaço no contexto escolar. Na contramão desse sistema, Moreira propõe a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica como uma estratégia para enfrentar e sobreviver na sociedade contemporânea.

A “aprendizagem significativa crítica é aquela perspectiva que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela”. (MOREIRA, 2011b, p. 226). Permitirá ao sujeito apropriar-se da tecnologia e da informação sem sentir-se impotente perante esses

adventos, viver no mundo globalizado sem perder a identidade local, regional e cultural, mudar sem ter medo da mudança. A Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica pretende habilitar o estudante para que ele saiba lidar com as incertezas, probabilidade, causalidade e relatividade.

Para tanto, tal como os princípios programáticos de facilitação da aprendizagem significativa propostos por Ausubel e Novak, Moreira também estabelece nove princípios que são viáveis para o emprego em sala de aula e potencialmente críticos:

1. Princípio da interação social e do questionamento.

Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas.

2. Princípio da não centralidade do livro texto. Do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos. Da diversidade de materiais instrucionais.

Aprender a partir de distintos materiais educativos.

3. Princípio do aprendiz como perceptor/representador.

Percepção. Aprender que as pessoas são perceptoras e representadoras do mundo

4. Princípio do conhecimento como linguagem.

Aprender que a linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas as tentativas de perceber a realidade.

5. Princípio da consciência semântica.

Aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras.

6. Princípio da aprendizagem pelo erro.

Aprender que aprendemos corrigindo os erros.

7. Princípio da desaprendizagem.

Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para a sobrevivência.

8. Princípio da incerteza do conhecimento.

Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar.

9. Princípio da não utilização do quadro de giz. Da participação ativa do aluno. Da diversidade de estratégias de ensino.

Aprender a partir de distintas estratégias de ensino.

Esses princípios que norteiam a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica possibilitam uma educação escolar responsável com o mundo de hoje e o do futuro.

Referências

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Trad. Lígia Teopisto. Lisboa/Portugal: Plátano Edições Técnicas, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. 2. ed. Trad. Eva Nick, Heliana de B. C. Rodrigues, Luciana Peotta, Maria A. Fontes, Maria da Glória R. Maron. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

HILGER, T. R. *Representações sociais de conceitos de física moderna contemporânea*. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Orientador Prof. Dr. Marco Antonio Moreira, Porto Alegre, 2013.

LEFRANÇOIS, G. R. *Teorias da aprendizagem*. 5. ed. Trad. Vera Magyar. rev. José F. B. Lomônaco. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

MASINI, E. F. S., MOREIRA, M. A. (col.). *Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor, 2008.

MENDONÇA, C. A. S. *O uso do mapa conceitual progressivo como recurso facilitador da aprendizagem significativa em Ciências Naturais e Biologia*. Tese. (Programa Internacional de Doctorado Enseñanza de las Ciencias - Departamento de Didácticas Específicas – Univerdad de Burgos - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Orientador Prof. Dr. Marco Antonio Moreira, Burgos/Espanha, 2012.

MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro, 2010.

_____. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011a.

_____. *Teorias de Aprendizagem*. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011b.

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

_____. *Aprendizagem Significativa em Mapas Conceituais. Série Textos de Apoio ao Professor de Física*. PPGEnFis/IF-UFRGS, v. 24, n. 6, 2013.

_____. *Qué hacer para producir verdadero aprendizaje significativo? Multidiversidad Management*. México dez/jan., p. 38-47, 2014

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa – A teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Learning how to learn*. Cambridge U. Press. 1984.

_____. *Aprender a aprender*. Trad. Carla Valadares. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

NOVAK, J. D. *Learning, creating and using knowledge*. 2. ed. New York: Routledge, 2010.

NOVAK, J. D., CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*, v. 5 n. 1, p. 9-29, 2010.

ONTORIA, A. P. et al.. *Mapas conceituais: uma técnica para aprender*. Tradução: Maria J. Rosado-Nunes e Thiago Gambi. São Paulo: Edições Loyola, 2005.

POSTMAN, N.; WEINGARTNER, C. *Teaching as a subversive activity*. New York: Dell Publishing Co., 1969.

RUIZ-MORENO, L. et al. Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 3, p. 453-463, 2007.

CAPÍTULO 3

REFERENCIAL TEÓRICO – PARTE II **Do Conhecimento Científico à Ecologia de Saberes**

Introdução

Neste capítulo, apresentamos a segunda parte do referencial teórico adotado no desenvolvimento da pesquisa. Seguimos uma linha de pensamento que aborda questões referentes à ciência e ao conhecimento científico; ensino e currículo de Ciências; universalismo e multiculturalismo; epistemologias do sul e ecologia de saberes.

A delimitação dessa sequência pretende demonstrar a compreensão da pesquisadora acerca dos dois processos que constituem esta tese: a prática educativa e a investigação da prática educativa, ambas ocorrendo simultaneamente.

Considerando que a pesquisa trata do processo de ensino e aprendizagem em Química com estudantes do ensino médio, além da Teoria da Aprendizagem Significativa e das contribuições de Novak e Moreira no aprimoramento desta teoria, julgamos necessário iniciar este capítulo abordando questões referentes à Ciência e ao Conhecimento Científico. Isso porque a Química integra o quadro das Ciências Naturais e o Conhecimento Científico, fruto da produção da Ciência, constitui os currículos de Ciências, em especial a Química. Dessa forma, parece-nos importante apresentar, mesmo que resumidamente, as principais ideias sobre a história da Ciência Moderna Ocidental e sua influência nas instituições de ensino, principalmente nos currículos de Ciência na Europa, América do Norte e em nosso sistema educacional.

A concepção de currículo e a problemática tarefa de estabelecer os conteúdos que devem ou não integrar os currículos de Ciência também são apresentadas neste capítulo, isso porque nossa pesquisa estrutura-se buscando dialogar com essas questões e com o surgimento do multiculturalismo como uma vertente que se opõe ao universalismo epistemológico, característico da Ciência Moderna Ocidental.

Para sustentar nossa proposta acerca da utilização de saberes populares no processo de ensino e aprendizagem em Química, adotamos o conjunto de ideias denominados por Boaventura de Sousa Santos como as Epistemologias do Sul. Nesse conjunto de ideias, destacamos o

conceito de Ecologia de Saberes, que consideramos fazer parte os conhecimentos científicos advindos da ciência moderna ocidental, os conhecimentos escolares produzidos para e na escola e os saberes populares produzidos pela comunidade.

Ciência e Conhecimento Científico

Por este estudo tratar de uma investigação sobre os processos de ensino e aprendizagem em Química, elegeu-se os temas *ciência* e *conhecimento científico* como ponto de partida. Os temas serão apresentados a seguir em teor introdutório e em linhas gerais, de modo que o aprofundamento dos temas constará em outras seções do referencial teórico, como também durante a apresentação e discussão dos resultados.

Ao iniciar o século XVI, temos o findar do período denominado de idade média e o alvorecer de um novo período denominado modernidade². No decorrer daquele século e início do XVII, desponta, nos territórios europeus, uma nova forma de buscar a compreensão da natureza, um novo tipo de conhecimento denominado de *Ciência*. Esse conhecimento pauta-se em premissas diferentes dos conhecimentos da Filosofia e Teologia, considerados legítimos naquele período, principalmente porque o método de produção do conhecimento considerava a separação total entre sujeito e objeto (SANTOS, 1987, 2002, 2010c).

As concepções sobre conhecimento científico são divergentes entre os filósofos da ciência, no entanto, a influência das concepções de René Descartes (1596-1650), Galileu Galilei (1564-1642) e Francis Bacon (1561-1626) (BORGES, 1996), do início da modernidade, constituem a base dos programas de pesquisa e de grande parte da produção do conhecimento.

A concepção de Francis Bacon sobre a natureza do conhecimento científico está sintetizada nos passos do método científico tradicional, e é caracterizado pelo empirismo e pela indução – empirismo indutivista – na qual, as teorias e leis são elaboradas da observação do particular para o geral, a coleta de dados quantitativos sobre os fenômenos e sua organização leva a busca de regularidades para determinar leis (BORGES, 1996, p. 23).

O século XVIII, também conhecido como o *Século das Luzes*, testemunhou grandes descobertas, segundo Chassot “é realmente no século XVIII que ocorre a emancipação da ciência. Até então, os naturalistas que estudavam a Terra deviam levar em conta a Sagrada Escritura, sob pena de sofrerem sanções da Igreja” (2004, p. 167). É nesse século que a Química

² No decorrer do texto, no item relativo às Epistemologias do Sul, trataremos dos temas referentes à Modernidade e à Ciência.

passa a integrar o quadro da ciência natural, principalmente pelos estudos de Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794) e pela publicação, em 1789, do seu livro *Traité élémentaire de chimie*. Muitas pesquisas realizadas nesse século contribuíram significativamente para a consolidação da ciência no século XIX (CHASSOT, 2004, p. 172).

No século XIX, a forte influência do empirismo e da indução alicerçou os pilares do positivismo, cujo principal nome foi Augusto Comte (1798-1857). Para a Ciência Positiva “a base segura de todo conhecimento seria o *dado positivo* (sensivelmente perceptível), do qual se destacaria o que sempre é igual e se repete (formulação da *lei*), tornando possível a *previsão* dos fenômenos de seu *controle*: ciência, previsão, ação” (MARTINS FILHO, 2004, p. 257, grifo do autor). Segundo os positivistas, cabe a ciência instituir as leis, sendo impossível reconhecer as causas e razões dos fenômenos, considerando as Ciências Sociais semelhantes às Ciências Naturais “todas elas neutras e livres de juízo de valor” (BORGES, 1996, p. 24). Na segunda década do século XX, um grupo de estudiosos fundou o Círculo de Viena, esse grupo desenvolveu uma doutrina denominada positivismo lógico, que segundo Chalmers (1993),

[...] foi uma forma extrema de empirismo, segundo o qual as teorias não apenas devem ser justificadas, na medida em que podem ser verificadas mediante um apelo aos fatos adquiridos por meio da observação, mas também são considerados tendo *significado* apenas até onde elas possam ser assim derivadas. (CHALMERS, 1993, p. 19, grifo do autor).

O positivismo lógico ainda exerce forte influência no trabalho das comunidades científicas, no entanto, a concepção de ciência a-histórica, descontextualizada e idealizada é criticada, principalmente, pelos construtivistas.

Contrariamente aos idealistas, que acreditam que o conhecimento encontra-se armazenado em nós, sendo necessário descobri-lo por introspecção, e dos empiristas, que acreditam que o conhecimento encontra-se fora de nós, o conhecimento segundo os construtivistas é construído progressivamente pelos sujeitos, na interação sujeito/sujeito e sujeito/meio (BORGES, 1996, p. 17). Para os construtivistas, a ciência e o conhecimento científico são processos históricos, dinâmicos e em constante evolução.

Nessa vertente do construtivismo, destacam-se alguns filósofos da ciência que desempenham importante papel no debate sobre ciência e conhecimento científico, tais como: Karl Popper (racionalismo crítico), Gaston Bachelard (racionalismo dialético), Thomas Kuhn (contextualismo), Paul Feyerabend (anarquismo epistemológico) e outros.

Resumidamente, o quadro 1 apresenta os fundamentos dos filósofos da ciência destacados acima. Sua elaboração tem como principal base os textos, mapas conceituais e diagrama V que constituem a obra “Epistemologias do século XX” de Moreira e Massoni (2011).

Quadro 1 - Epistemologias do século XX

Filósofo da Ciência	Principais fundamentos epistemológicos
Karl Popper (1902-1994)	<p>O <i>Progresso Científico</i> do conhecimento científico se dá por meio da racionalidade refletida no exame crítico de conjecturas – teorias que são construções humanas – controladas por refutações.</p> <p>As <i>conjecturas</i> são tentativas de soluções de problemas científicos, controladas pelas <i>refutações</i>. Busca de verdade objetiva.</p> <p>O que caracteriza a ciência é o <i>racionalismo crítico</i> que envolve refutações e supõe conjecturas.</p> <p>É impossível provar que uma teoria é verdadeira a partir de dados experimentais, mas é possível provar que ela é falsa - <i>testabilidade e refutabilidade</i> das teorias científicas.</p> <p>Critério de <i>demarcação</i> para distinguir entre <i>ciência e não-ciência</i>.</p>
Gaston Bachelard (1884-1962)	<p>O desenvolvimento das Ciências não acontece pelo acúmulo de conhecimentos, mas por rupturas e reorganização do saber - <i>descontinuidade</i>.</p> <p><i>Espectro epistemológico e perfil epistemológico</i> são duas ferramentas de análise indicadas por Bachelard.</p> <p>As resistências a mudanças em teorias e métodos são <i>obstáculos epistemológicos</i> ao progresso.</p> <p>Defende a relação dialética entre <i>racionalismo e realismo</i>.</p> <p>Defende que não existem ideias simples e claras, apenas <i>complexidades</i>.</p>
Thomas Kuhn (1922-1996)	<p><i>Paradigmas</i> são realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções exemplares para uma comunidade de praticantes de uma ciência (KUHN, 2001, p. 30 apud MOREIRA; MASSONI).</p> <p>A comunidade científica é conservadora e resistente a mudanças – <i>consenso entre cientistas</i>.</p> <p>O <i>progresso científico</i> pode ser representado por um esquema aberto do tipo pré-ciência → ciência normal (dentro de um paradigma) → crise → revolução científica (mudança).</p> <p>A nova ciência normal é <i>incomensurável</i> com aquela que precedeu.</p>
Paul Feyerabend (1924-1994)	<p>Negou a existência do método defendendo um <i>pluralismo metodológico</i>.</p> <p>Não aceitou o conteúdo empírico como critério para decidir entre teorias e defendeu um <i>pluralismo teórico</i>.</p> <p>A única metodologia capaz de não inibir o progresso científico é do <i>vale tudo</i>.</p> <p><i>Anarquismo epistemológico</i> - pluralismo libertário, metodológico, filosófico e teórico.</p>

Fonte: Epistemologias do século XX – Moreira; Massoni (2011)³

³ Esta foi a principal obra utilizada para elaborar o quadro. Entretanto, obras originais dos filósofos da ciência apresentados foram consultadas.

As divergências entre as concepções de ciência e conhecimento científico entre estes e outros representantes da filosofia da ciência (não menos importantes, mas não apresentados neste texto como Imre Lakatos, Stephen Toulmin, Humberto Maturana, Mario Bunge, Ilya Prigogine e outros) demonstram uma diversidade de compreensões, concepções e visões muitas vezes contraditórias - e por isso importante - que se complementam, formando um pensamento que coloca toda “superioridade epistemológica do conhecimento científico” (EL-HANI; SEPÚLVEDA, 2011, p. 162) em questionamento. Isso porque, passa a considerar o sujeito como integrante do processo de pesquisa, contrário ao método científico presente na comunidade científica.

Segundo o pensamento de Feyerabend (2011), a ciência deteve um *status* de superioridade em relação a outros conhecimentos porque a Europa antiga a consagrou como uma religião moderna, como evidencia Chalmers:

De acordo com a visão mais extrema dos escritos de Feyerabend, a ciência não tem características especiais que a tornem intrinsecamente superior a outros ramos do conhecimento tais como mitos antigos ou vodu. A ciência deve parte de sua alta estima ao fato de ser vista como a religião moderna, desempenhando um papel similar ao que desempenhou o cristianismo na Europa em eras antigas. (CHALMERS, 1993, p. 19).

Se para os filósofos da ciência essa superioridade estava posta em questionamento, uma concepção de senso comum da ciência amplamente aceita nos tempos modernos é a de que

Conhecimento científico é conhecimento provado. As teorias científicas são derivadas de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimento. A ciência é baseada no que podemos ver, ouvir, tocar etc. opiniões ou preferências pessoais e suposições especulativas não têm lugar na ciência. A ciência é objetiva. O conhecimento científico é conhecimento confiável porque é conhecimento provado objetivamente. (CHALMERS, 1993, p. 22).

A concepção popular de conhecimento científico citada, segundo Chalmers, é uma “explicação indutivista ingênua da ciência [...] pode ser vista como uma tentativa de formalizar essa imagem popular da ciência” (1993, p. 23).

Nas duas últimas décadas do século XX, emergiram várias críticas ao paradigma dominante da epistemologia positivista. Uma dessas críticas é proferida por Boaventura de Sousa Santos, em 1987 e sob o título *Um discurso sobre as Ciências*. Nessa obra, Santos (2010b, 7 ed.) chama a atenção para os sinais da crise do paradigma científico dominante, defendendo que “todo o conhecimento científico é socialmente construído, que o seu rigor tem limites

inultrapassáveis e que a sua objetividade não implica a sua neutralidade” (SANTOS, 2010b, p. 9). Além da crítica ao paradigma dominante, o autor identifica os traços principais do que vem a designar de paradigma emergente, em que “atribuo às ciências sociais antipositivistas uma nova centralidade, e defendo que a ciência, em geral, depois de ter rompido com o senso comum, deve transformar-se num novo e mais esclarecido senso comum” (SANTOS, 2010b, p. 9).

As ideias contidas na obra de Santos são ampliadas e aprofundadas posteriormente em obras como *Conhecimento Prudente para uma vida decente: um discurso sobre as ciências revisitado* (Porto: Edições Afrontamento, 2000), *Introdução a uma ciência pós-moderna* (Porto: Edições Afrontamento, 2002, 6 ed.), *Para um novo senso comum: a ciência, o direito e a política na transição paradigmática. V. 1 A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência* (São Paulo: Cortez, 2011, 8. ed.), *Pela mão de Alice: o social e o político na pós-modernidade*. São Paulo: Cortez, 2013, 14. ed.) etc.

Durante esse mesmo período, inicia-se, na América do Norte, um movimento de educadores em Ciências que defendem um ensino de Ciências multicultural, sendo os principais representantes desse movimento Derek Hodson, Gloria Snively, John Corsiglia, William W. Cobern, Cathleen C. Loving, William B. Stanley, Nancy W. Brickhouse, Masakata Ogawa, Deborah Pomeroy, Glen S. Aikenhead, entre outros. Sob o universalismo epistemológico recaía a principal crítica dos multiculturalistas. O debate sobre o currículo de Ciências tomou grande notoriedade por meio da publicação de uma série de artigos a partir de 1993 na revista *Science Education*.

Após o próximo item, que tratará sobre o ensino e o currículo de Ciências, o tema ‘multiculturalismo e o universalismo’ será aprofundado.

Ensino e Currículo de Ciências/Química

Um fragmento da história do ensino e currículo de Ciências

Em meados do século XX, atribuía-se grande importância à Ciência e ao conhecimento científico, isso devido, principalmente, ao desenvolvimento industrial do sistema produtivo e aos avanços tecnológicos e científicos. Assim, os cientistas “que ocupavam uma posição de prestígio, viam no campo educacional uma importante área potencial de influência” (KRASILCHIK, 1987, p. 6), buscando disseminar esses conhecimentos.

Entre as décadas de 1950 e 1960 daquele século, tanto nos Estados Unidos da América do Norte como em alguns países europeus, as disciplinas científicas e os projetos curriculares sofreram alterações, influenciando posteriormente as propostas curriculares de outras regiões e países, devido, principalmente, à autoridade cultural dominante destes. As sociedades científicas de Química, Matemática e Biologia passaram, com incentivo governamental, a coordenar os estudos das novas propostas curriculares do cenário internacional. As reformas propostas pretendiam formar pequenos cientistas e “aprender ciências, sua história, filosofia ou contexto social, foi uma consideração menor” segundo Matthews (1988, p. 67).

Nesse mesmo período no Brasil, o Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova (1932) fundamentava a discussão do projeto que originaria a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB Nº 4.024 de 1961) (KRASILCHIK, 1987, p. 6-7), que, segundo Baptista, definia a obrigatoriedade do ensino de Ciências (2010, p. 683). Defendia-se que o ensino de Ciências do sistema educacional brasileiro deveria passar por uma reformulação, tanto no nível ginásial como no colegial, para atender às novas demandas sociais.

Nas escolas brasileiras, o ensino de Ciências no período citado era “teórico, livresco, memorístico, estimulando a passividade” (KRASILCHIK, 1987, p. 7) e pretendia-se que as metodologias de ensino tradicionais dessem lugar a uma metodologia ativa. A pretensão da melhoria do ensino de Ciências no Brasil ocorreu por meio de programas oficiais do governo e por iniciativa de grupos de professores universitários, mas as linhas teóricas, metodológicas e epistemológicas desses proponentes não seguiam a mesma direção.

Resumidamente, o objetivo do ensino centrava-se em formar a elite e a renovação do ensino de Ciências centrava-se na ideia de transmitir informações atualizadas. A Ciência como atividade neutra era a visão apresentada no currículo e, como metodologia de ensino, sugeria-se o laboratório.

O ensino de Ciências da década de 1960 e 1970 passou a incorporar nos projetos curriculares a vivência do método científico como mais um objetivo (KRASILCHIK, 1987, p. 11), sustentava-se a ideia de que um ensino de Ciências baseado nesse método deveria constar nos currículos para que todos os cidadãos, inclusive homens comuns que não seguiriam carreiras científicas, mas que ocupariam diferentes postos em setores profissionais, soubessem tomar decisões e resolver situações diárias de forma racional, lógica e eficiente, colocando em prática a objetividade defendida pela ciência na esfera social e profissional.

Cabe destacar que o processo de elaboração e reelaboração de propostas curriculares não consistiam em uma tarefa simples. Segundo Krasilchik:

Para a realização dos trabalhos iniciais, formaram-se grupos temporários de cientistas e professores secundários que, sediados geralmente em Universidades ou Institutos de Pesquisa, preparavam um conjunto de materiais, visando à melhoria do ensino das tradicionais disciplinas científicas: Matemática, Física, Química e Biologia. Paulatinamente foi sendo constatada a necessidade da formação de equipes heterogêneas, demandando competências bastante diversificadas. (KRASILCHIK, 1987, p. 10-11).

As competências de profissionais especialistas, principalmente da área da Pedagogia e da Psicologia, contribuiriam com as questões referentes aos processos de aprendizagem, de avaliação e formação de professores. Logo após as primeiras experiências de implantação desses novos projetos curriculares, verificou-se que a avaliação, reelaboração, leitura crítica e reflexão dos projetos tornavam-se fundamental para sustentar e validar todo o processo, ou seja, não bastava propor projetos sem o devido acompanhamento dos resultados, isso deveria ser constante para sua eficácia e realizado por uma equipe permanente.

Para atender à demanda, foram criados *Centros de Ciências* para dar continuidade aos trabalhos. Uma nova comunidade acadêmica formou-se nesse período, os educadores em Ciências, estabelecida na área de limite entre a Ciência e a Educação, impulsionando a elaboração de diferentes materiais didáticos, a reformulação de cursos de graduação e proposição de cursos de pós-graduação em educação em Ciências, além da organização de publicações regulares da produção do conhecimento da nova área, a promoção de eventos técnicos e a oferta de cursos de aperfeiçoamento e treinamento de professores de Ciências (KRASILCHIK, 1987).

Ainda nesse período, o aumento do prestígio da psicologia comportamental passou a ser combatido por grupos que desejavam a supressão da influência tecnicista no ensino de Ciências, buscando a ascensão da psicologia cognitiva (KRASILCHIK, 1987, p.13).

No cenário mundial, despontava a crise energética e, posteriormente, vieram os problemas ambientais. Enquanto isso, o Brasil passou de um período de industrialização e democratização para um período de ditadura (KRASILCHIK, 1987, p. 22).

Entre as décadas de 1980 e 1990, as grandes potências econômicas competiam tecnologicamente, enquanto o Brasil passava por um período de transição política. O objetivo do ensino ultrapassava a premissa de preparar o *trabalhador* para formar o *cidadão-trabalhador*, pretendendo que ele fosse capaz de analisar as implicações sociais advindas do desenvolvimento científico e tecnológico (KRASILCHIK, 1987, p. 22). Estimava-se um ensino que contemplasse a tríade Ciência – Tecnologia – Sociedade, difundindo-se a inclusão da informática educativa como metodologia (FRACALANZA, 2002, p. 95).

Nesse período, surgiu a teoria construtivista da aprendizagem sob influência dos estudos de Jean Piaget, “no qual se passou a aceitar a ideia de que a participação, de forma mecânica, por parte dos estudantes, não garantia a aprendizagem das ciências” (BAPTISTA, 2010, p. 684). O construtivismo passou a ser a grande tendência do ensino de Ciências. Nesse modelo, a construção do conhecimento passaria pela interpretação dos conhecimentos prévios dos estudantes, ou seja, aprender a partir do que já se sabe (AUSUBEL, 2003; EL-HANI; SEPÚLVEDA, 2011).

A educação brasileira é marcada, na década de 1990, pela promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB Nº 9.394 de 1996). Como afirma Baptista, somente com essa lei “proposições concretas por parte das políticas públicas da educação no Brasil indicaram a consideração dos saberes culturais dos estudantes no espaço escolar” (2010, p. 684). Entretanto, as disciplinas escolares clássicas eram incapazes de tratar temas referentes à realidade vivida pelos estudantes (MACEDO, 2013).

A solução encontrada pelo governo foi incluir temas transversais nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), sendo que o último deveria servir como um guia de ensino, primeiro para o ensino fundamental em 1997, depois uma versão para o ensino médio em 1999. Os temas transversais sugeridos pelos PCN abordavam questões voltadas à cidadania, que deveriam compor o currículo e não constavam das disciplinas tradicionais, tais como: ética, saúde, meio ambiente, orientação sexual, trabalho e consumo e pluralidade cultural (BRASIL, 1997).

A ideia apresentada propunha que os temas transversais perpassassem o conjunto das disciplinas, entretanto, sugeria-se que certos temas tinham mais afinidade com determinadas disciplinas, como *meio ambiente* em Ciências, Química e Biologia e *ética* poderia ser trabalhado ao mesmo tempo em Língua Portuguesa e Matemática (MACEDO, 2013, p. 45).

No decorrer da primeira década do século XXI, os debates sobre os PCN e os temas transversais continuaram a ocupar um lugar de destaque, algumas das principais questões que não apresentam solução ou resposta são as seguintes:

Como integrar os temas transversais com as diferentes disciplinas [...]? Como fazer para que temas transversais e disciplinas ocupem o “mesmo lugar de importância” no currículo se a lógica que preside a estruturação curricular continuará sendo a estabelecida pelas diferentes disciplinas? [...] que sentido fazem as disciplinas se os temas candentes da vida em sociedade são tratados como temas transversais? (MACEDO, 2013, p. 45).

Observa-se que as questões suscitadas com os temas transversais colocaram outros temas em debate, como por exemplo, a organização do currículo por disciplina, a legitimação das disciplinas tradicionais e a ausência de outras grandes áreas do conhecimento. Para os educadores em Ciência, a questão da relação entre educação científica e cultura ganhava mais adeptos, uma vez que em países como Estados Unidos da América, Canadá, Austrália, Nova Zelândia e Moçambique o debate já estava acirrado. Esse assunto terá continuidade no tópico intitulado *Universalismo e Multiculturalismo*.

Concepção de currículo e seleção de conteúdos a ensinar em Ciências

Os documentos oficiais (leis, diretrizes, orientações curriculares, pareceres, entre outros), as propostas curriculares de países norte-americanos e europeus e a comunidade disciplinar de ensino de Ciências, por meio de sua produção, influenciam a elaboração de políticas curriculares dentro do contexto educacional brasileiro (ABREU; LOPES, 2012, LOPES, 2013; CANDAU, 2013) juntamente com a intervenção de outros segmentos da esfera social, política e econômica.

Partimos da compreensão que o currículo é uma forma de ação política e social, como afirmam Moreira e Tadeu:

O currículo não é um elemento inocente e neutro de transmissão desinteressada do conhecimento social. O currículo está implicado em relações de poder, o currículo transmite visões sociais particulares e interessadas, o currículo produz identidades individuais e sociais particulares. O currículo não é um elemento transcendente e atemporal – ele tem uma história, vinculada as formas específicas e contingentes de organização da sociedade e da educação (MOREIRA; TADEU, 2011, p. 14).

Ao concordar com esses autores, assumimos que o currículo constitui um instrumento de intervenção não só no campo educacional, mas também na sociedade como um todo, estando sujeito a diferentes leituras e interpretações.

Para Apple, o currículo “nunca é apenas um conjunto neutro de conhecimentos, que de algum modo aparece nos textos e nas salas de aula de uma nação” (2011, p. 71), uma vez que os conhecimentos selecionados para compor uma determinada proposta curricular passam por uma seleção intencional.

Candau (2013), ao discutir sobre reformas educacionais na América Latina, argumenta que a ‘reforma curricular’ constitui um elemento importante para a melhora da qualidade

educacional, entretanto, as reformas pelas quais passam diferentes países “têm sido desenhadas, em geral, de modo centralizado e vertical, privilegiando o papel dos especialistas e consultores internacionais, com conteúdos definidos de forma homogênea e prescritiva para toda a nação” (CANDAU, 2013, p. 38).

Para a autora, o Banco Mundial é o organismo internacional que atualmente tem influenciado e desempenhado um papel que outrora competia à UNESCO⁴, passando de financiador de projetos educacionais a consultor, apoiador e assessor técnico. A proposta educacional do Banco Mundial para a América Latina está articulada como um grande pacote, que desconsidera as características culturais, históricas e identitárias de cada um dos países latino-americanos. Nesse sentido, questiona-se sobre a condução de reformas educacionais e curriculares e seus reais objetivos.

Além das considerações de Apple (2011) e Candau (2013), sabemos que os conhecimentos que constituem os currículos de Ciências são basicamente aqueles legitimados pela Ciência Moderna Ocidental, sendo que “outras formas de conhecimento vinculadas à cultura de diferentes povos” são ignorados e suprimidos, ficando de fora dos currículos oficiais (EL-HANI; SEPÚLVEDA, 2011, p. 162).

Ao valorizar o conhecimento científico e desvalorizar outros tipos de conhecimentos, como aqueles advindos do saber popular, nativo, indígena, ancestral, camponês, entre outros e os conhecimentos prévios dos estudantes, a escola perde a oportunidade de influenciar positivamente na predisposição do estudante a aprender (AUSUBEL, 2003), reforçando o distanciamento dele com relação ao conhecimento que pretende ensinar.

A docência em disciplinas de componente da área de formação de professores de um curso de Licenciatura em Química e a experiência com o ensino de Química na educação básica têm nos colocado, frequentemente, diante da problemática da seleção e organização do material de ensino de Química.

Quando professora do ensino médio, um momento sempre crítico dava-se nas reuniões pedagógicas da área, ocasião em que, com os demais professores, deliberávamos sobre a seleção dos conteúdos que deveriam compor o planejamento anual da área. Enquanto alguns professores defendiam a ideia de que o ideal era cumprir o que a lei, diretrizes e orientações curriculares sugeriam, outro grupo argumentava que a seleção deveria passar pelo debate acerca dos critérios que deveríamos eleger para a escolha dos conhecimentos que comporiam a prática em sala de aula.

⁴ Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

Atualmente, ao orientar os estudantes de Licenciatura em Química, principalmente em atividades de estágio supervisionado, acabamos vivenciando muitas situações problemáticas quando os estudantes precisam definir, com seus professores supervisores da escola, o planejamento de atividades de ensino enquanto estagiários.

Os estudantes estagiários têm exposto que grande parte dos professores utiliza como guia na escolha do que deve ser ensinado o livro didático adotado pela escola, isso porque, segundo eles, os conteúdos já estão organizados em sequência, facilitando o trabalho do professor. Dessa forma, não é necessário a preocupação quanto a esse tema. Percebe-se que o próprio currículo não é o documento oficial responsável por orientar os professores, mas o livro didático. Além disso, fatores culturais, locais e sociais não são considerados.

Nesse sentido, a compreensão das dimensões teóricas, epistemológicas e práticas de currículo devem ser discutidas durante a formação inicial desses futuros profissionais, para que atitudes descompromissadas não os guiem quando o assunto em pauta for currículo.

Entendemos que a escolha do que deve ou não ser ensinado não é uma tarefa fácil, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) também sugerem atenção quanto a este tema por meio das seguintes questões:

Qual conhecimento científico pertinente e relevante deve ser ensinado para nossos jovens?

Quais critérios devem balizar a exclusão dos conhecimentos que *não serão* abordados na educação escolar, quer porque poderão estar ultrapassados quer porque a dinâmica de produção é tal que impossibilita, em virtude da limitação temporal dos anos de escolaridade, incluí-los no currículo?

Há conhecimentos que inevitavelmente serão selecionados para *não constarem* do currículo! Nesses casos, como o processo escolar pode formar o aluno para suprir a lacuna informativa? (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 66, grifo do autor).

As questões levantadas pelos autores suscitam também o debate acerca do universalismo epistemológico e o currículo de Ciências. Ampliamos esse debate incluindo o tema do multiculturalismo e de outras formas de conhecimento que não constam oficialmente nos currículos, tais como os conhecimentos ecológicos tradicionais (SNIVELY; CORSIGLIA, 2001), os conhecimentos indígenas (OGAWA, 1995), os conhecimentos nativos (COBERN; LOVING, 2001), saber local (GEERTZ, 2014), saberes populares (CHASSOT, 2011; PINHEIRO, 2007; VENQUIARUTO, 2012) e outros.

Na discussão que envolve o currículo de Ciências, além do debate acerca do que deve ou não ser ensinado, é importante e necessário considerar sobre as questões culturais e a diversidade de conhecimentos existentes. Passamos a tratar sobre esse assunto a seguir.

Universalismo e Multiculturalismo

Entendemos que ao tratar das questões culturais e sua relação com o processo de ensino e aprendizagem em Ciências, estamos nos aproximando de uma perspectiva multicultural de educação, no entanto, os currículos de Ciências dos países ocidentais estão muito mais próximos da perspectiva do universalismo epistemológico do que da perspectiva do multiculturalismo.

Na última década do século XX até os dias atuais, o debate entre pesquisadores que advogam a favor ou contra o universalismo e o multiculturalismo têm crescido.

Forquin (2000) discute a questão do relativismo e do universalismo no currículo de Ciências, para o autor enquanto os relativistas defendem o questionamento da validade do que se ensina aos estudantes, os universalistas defendem a ideia que “há saberes *públicos* aos quais todos devem ter acesso e que apresentam valor independentemente de circunstâncias” (FORQUIN, 2000, p. 47, grifo do autor).

Essa discussão, que engloba natureza e validade do que deve ser ensinado na escola, tem se mostrado problemática não somente para os professores, mas para a sociedade, que espera que a escola contemple o ensino de conhecimentos atuais, principalmente aqueles voltados à tecnologia. Candau (2000) criticou Forquin (2000) alegando que:

[...] em nenhum momento do seu texto são explicitados os critérios de construção destes saberes universais. Não é esta uma construção histórica? Quem define estes “saberes públicos”? Através de que processos? Não será que o que muitas vezes consideramos “universal” constitui a universalização de saberes particulares, construídos a partir de bases etnocêntricas que se consideram portadoras de universalidade? Não será o universalismo um princípio referencial que deve ser continuamente questionado, repensado, ter dilatadas suas fronteiras sob pena de se cristalizar e se tornar anacrônico? (CANDAU, 2000, p. 81, grifo do autor).

Advogar a favor de saberes universais sem explicitar critérios que os justificam mereceu críticas de Candau (2000), principalmente porque no período da publicação do texto de Forquin, discutiam-se amplamente, no cenário brasileiro, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que propunha a inclusão de temas transversais na educação básica, com destaque para o tema da pluralidade cultural. Observa-se uma divergência entre o universalismo e seus saberes públicos, que Forquin (2000) parece tão naturalmente aceitar, e a inclusão de temas que tratam da pluralidade cultural nos PCNs⁵.

⁵ Algumas críticas sobre a proposta de ensino dos PCNs podem ser conferidas nas pesquisas de: CANEN, 2000; CANEN; OLIVEIRA, 2002; LOPES, 2013; MACEDO, 2013.

O embate privilegiava o entendimento de que a escola não poderia negar nos processos educativos o contexto cultural e a diversidade da sociedade brasileira. Dessa forma, os conhecimentos escolares de cunho universal estavam colocados em discussão devido à compreensão de que temas latentes da nossa sociedade, principalmente aqueles relacionados à pluralidade cultural, deveriam fazer parte do currículo escolar.

A proposta de uma educação científica multicultural divergia em muito com a do universalismo epistemológico, fato que acarretou um grande debate na comunidade científica de educadores em Ciências.

A publicação do artigo de Derek Hodson denominado *In search of a rationale for multicultural science education*, na principal revista da área *Science Education* (v. 77, n. 6, p. 685-711, nov. 1993), impulsionou esse debate, gerando uma série de outros artigos.

Hodson sugeriu “(1) tornar a educação científica mais orientada para a sociedade e (2) tornar a educação científica mais centrada no aluno” (1993, p. 685) como ênfases curriculares prioritárias para uma educação científica multicultural.

O autor argumentou que essa perspectiva contempla a promoção da cidadania responsável e ativa, considera o interesse das diferentes sociedades, seu valor e a inter-relação entre elas, direciona ações a grupos culturais minoritários não negando sua existência etc.

Hodson considerou que existem diferenças marcantes entre países, no interior de um mesmo país e também em regiões próximas. Por isso, as diferenças culturais, étnicas, sociais, religiosas, entre outras, não podem ser desconsideradas no plano da educação em Ciências (1993, p. 685). Segue o mesmo autor afirmando que a ciência enquanto fenômeno cultural deve olhar para outras sociedades nas decisões sobre a ciência, não se restringindo apenas às percepções ocidentais da ciência, sua influência política e econômica (1993, p. 686).

Para Hodson, o ensino de Ciências para crianças deve considerar suas experiências e conhecimentos. No entanto, pesquisas centradas em diferentes perspectivas e experiências de crianças de diferentes grupos culturais são incipientes até a publicação de seu artigo.

O autor também relata que o currículo de Ciências dominante não favorece o interesse em Ciências das crianças de “grupos minoritários étnicos e é visto por muitos como irrelevante para suas experiências, necessidade, interesses e aspirações” (1993, p. 687), sendo que as causas estão relacionadas com:

- O conteúdo do currículo da ciência é exclusivamente ocidental em orientação.
- Muitos materiais curriculares são secretamente racistas, assim como muitos ainda são secretamente sexistas.
- Os métodos de ensino e aprendizagem às vezes são inadequados às tradições culturais das minorias.
- A imagem do cientista como controlador, manipulador e explorador do meio ambiente está em conflito com os valores culturais de algumas crianças. (HODSON, 1993, p. 687).

As observações apresentadas por Hodson no contexto da educação em Ciências norte-americana estão presentes na educação brasileira. A finalidade do texto do autor é explorar algumas formas possíveis de corrigir o que ele chamou de *deficiências* para a criança “adquirir conhecimentos científicos, interesses, habilidade e formas de pensar sem violentar suas crenças e experiências culturais específicas” (1993, p. 687). Hodson apresenta uma perspectiva de educação multicultural para depois esboçar uma aproximação dessa com a educação científica.

No quadro 2, constam diretrizes para auxiliar o planejamento de um currículo de Ciências, com vistas a atingir uma educação multicultural e aproximar com a educação científica, segundo a proposta de Hodson.

Quadro 2 - Diretrizes para auxiliar o planejamento de um currículo multicultural

<p>I. Educação científica em um ambiente multicultural</p> <p>1. Devemos adaptar nosso uso de linguagem escrita e falada para evitar desvantagens para aqueles com dificuldades de linguagem, especialmente aqueles para quem o inglês é uma segunda língua. Também devemos prestar atenção à "linguagem da educação científica" e proporcionar mais oportunidades para que os alunos usem a linguagem para explorar e desenvolver a compreensão.</p> <p>2. Devemos empregar conteúdos que reconheçam e utilizem o conhecimento, crenças e experiências culturais dos estudantes. Ao estabelecer a ciência dentro de um "contexto humano", devemos garantir que os exemplos que utilizamos sejam relevantes para todos os grupos culturais.</p> <p>3. Devemos adotar experiências de aprendizagem que são culturalmente mais apropriadas para aqueles que ensinamos, levando em conta diferenças nas crenças religiosas, costumes e estilos de interação humana.</p>
<p>II. Educação de Ciência Antirracista</p> <p>1. Devemos revisar livros didáticos, planilhas e outros materiais curriculares com a finalidade de identificar e substituir todo o conteúdo ofensivo e racialmente estereotipado.</p> <p>2. Devemos estabelecer procedimentos organizacionais escolares mais democráticos, com métodos de aprendizagem educacionais mais interativos, orientados para participação dos estudantes na escolha dos conteúdos curriculares e métodos de avaliação.</p> <p>3. Devemos chamar atenção para a apresentação das informações científicas e pela forma como essas são, por vezes, mal utilizadas, levando a apoiar atitudes racistas e a discriminação contra as minorias.</p>

III. Perspectivas multiculturais para a educação científica (Uma Visão Global)

1. Devemos conceber materiais curriculares que usem exemplares de uma variedade de culturas e países, proporcionando assim uma "visão global" de ciência e tecnologia.
2. Devemos garantir que as contribuições dos cientistas não ocidentais e pré-renascentistas sejam reconhecidas para o nosso patrimônio cultural ocidental.
3. Devemos enfatizar a natureza culturalmente específica da prática científica e tecnológica.
4. Devemos desafiar os pontos de vista convencionais de que a ciência possui um método bem definido, infalível e poderoso e que os cientistas são desinteressados e sem valor em sua abordagem.
5. Devemos reconhecer que algumas mudanças científicas e o desenvolvimento tecnológico enriquecem a vida de alguns, enquanto empobrecem a vida de outros. Devemos reconhecer que questões de justiça, igualdade e liberdade são inseparáveis da discussão apropriada da prática científica e tecnológica.

Fonte: Hodson (1993, p. 690). (Tradução da autora)

Como diz o título do artigo de Hodson, *Em busca de um fundamento para a educação científica multicultural*, tais fundamentos foram severamente rejeitados pelos universalistas epistemológicos Williams (1994), Siegel (1997, 2002) e Matthews (1994) porque, para eles, não é possível ensinar Ciências em termos multiculturais devido ao próprio corpo de conhecimento dessa e seu caráter universal.

Williams (1994, p. 516) adverte que Hodson propõe redefinir o que entendemos por ciência e conhecimento científico para acomodar um número muito maior de conhecimentos e crenças sobre a rubrica da ciência, para que dessa forma eles possam ser contemplados nos currículos e aulas de Ciências. Para tanto, isso implicaria uma violência contra a própria ciência, segundo o autor.

Enquanto Hodson (1993) apresenta a ideia de não violentar as crenças, conhecimentos e experiências de minorias étnicas e culturais por imposição de uma ciência ocidental, que desconsidera os conhecimentos produzidos por culturas não ocidentais e fora da academia, Williams (1994) reage porque entende que a educação científica multicultural proposta por Hodson coloca em evidência um racismo intelectual, considerando que as minorias étnicas e culturais são menos capazes. Williams afirma que “não há justificativa moral para proteger aqueles que optam por deixar sua cultura e se mudarem para uma nova cultura de ideias” (1994, p. 516) e que a própria história da ciência ocidental está cheia de episódios de extremo conflito de pensadores/cientistas com a igreja, por exemplo, no século XVII com a Inquisição.

Williams (1994, p. 517) manifesta-se contrariamente à proposição de educação científica antirracista de Hodson (1993) porque ela impulsionaria atitudes negativas de

estudantes de minorias étnicas e culturais em relação à ciência, de forma que sua proposta vai contra ao que ele (Hodson) mesmo condena os outros por não fazer.

Hodson (1994) responde as críticas de Williams (1994), afirmando que a estrutura de sua proposta e pensamento está muito bem enraizada na “noção de pensamento crítico e ação sociopolítica dos alunos que se relacionam com questões científicas, tecnológicas e ambientais” (HODSON, 1994, p. 521). O autor ainda esclarece que grande parte de seu trabalho, que está publicado e acessível a todos, apresenta seu entendimento sobre ciência e conhecimento científico, sendo que a acusação de Williams *sobre sua violência à ciência* está infundada, além de Hodson afirmar que uma leitura mais atenta de seu artigo revelará que ele não considera todo “conhecimento de fenômenos naturais como conhecimento científico” (HODSON, 1994, p. 521). O autor afirma que seu interesse está em oportunizar aos seus alunos experiências com questões conflitantes referente à demarcação entre ciência e não ciência.

Hodson (1994) demonstra preocupação com a impaciência de Williams em relação a outros modos de compreensão da natureza além das oriundas da ciência ocidental, a sua intolerância quanto a outras concepções de ensino e aprendizagem em Ciências, a suposta neutralidade da ciência, entre outros.

Nesse debate entre Hodson e Williams podemos perceber que o *paternalismo* sugerido por ambos transita em uma via de sentido duplo, seja na defesa da educação científica multicultural ou pela não aceitação de outras formas de conhecimento além do científico.

Siegel endossou o debate defendendo que “os educadores de ciência devem abraçar uma concepção universalista do multiculturalismo (por motivos morais) e uma concepção universalista da ciência (por motivos epistêmicos)” (1997, p. 97), essa seria a melhor maneira de entender e defender o multiculturalismo (EL-HANI; SEPÚLVEDA, 2011, p. 165). A postura de Siegel (1997) deixa transparecer que a ciência ocidental e o conhecimento científico produzido por ela estão acima de qualquer outro conhecimento produzido fora do seu domínio.

Como exposto inicialmente, o artigo de Hodson, publicado no volume 77 da edição número 6 da *Science Education* de 1993, produziu um debate que envolveu não somente opositores das ideias de Hodson para a educação em Ciências, mas também defensores da educação científica multicultural por parte de multiculturalistas como Ogawa (1995), Pomeroy (1994), Snively e Corsiglia (2001), Stanley e Brickhouse (1994, 2001) e outros.

O tema multiculturalismo mostrou-se prioritário naquele momento, o que levou o periódico *Science Education* a dedicar três volumes para o debate no ano de 1994 (volume 78), em 1999 (volume 83) e em 2011 (volume 85). Não esgotando as manifestações em relação ao

tema, outras publicações em defesa ou não de uma educação multicultural também ocuparam lugar no debate e outros periódicos publicaram artigos sobre o tema.

Stanley e Brickhouse (1994), no artigo intitulado *Multiculturalism, Universalism, and Science Education*, apresentam algumas ideias considerando que o currículo de ciência deve incluir o ensino sobre a natureza da ciência segundo uma perspectiva multicultural do conhecimento científico (p. 387), os autores pretendiam que essas ideias fossem amplamente debatidas em prol da tentativa de reformar a educação científica na América do Norte.

Para esses autores, a “tradição universalista foi desafiada por multiculturalistas quando apontaram que as abordagens não ocidentais para a ciência não estão incluídas no atual currículo de ciências” (STANLEY; BRICKHOUSE, 1994, p. 388). Os universalistas reconhecem as contribuições das diferentes culturas para a ciência ocidental, mas negam que conhecimentos produzidos fora dos parâmetros da ciência moderna ocidental venham a ser incluídos e considerados como conhecimento científico, produto da ciência. O que conta como ciência configurava o ponto principal da reforma curricular em curso. Nesse artigo, os autores trataram basicamente sobre os problemas e consequências de manter uma posição universalista do conhecimento, a relevância do multiculturalismo para a educação científica e algumas implicações da posição dos autores para a reforma curricular em andamento (STANLEY; BRICKHOUSE, 1994, p. 390).

Não faltaram críticas ao artigo de Stanley e Brickhouse (1994), entre eles Loving (1995) concordou com os autores quando eles dizem “que o que conta como ciência é o cerne do debate sobre a reforma curricular” (mas, que algumas questões são preocupantes, uma refere-se) “a descrição dessa visão universalista da ciência; falta de distinção entre abordagens multicultural e critérios pluralistas para o conhecimento científico; tipo de ciência que estão promovendo” (LOVING, 1995, p. 341).

Good (1995), Stanley e Brickhouse (1994) escolhem alguns bons exemplos de ciência de outras culturas para mostrar que é possível expandir a compreensão do que é ciência, além de afirmar que o contexto que envolve a produção do conhecimento, principalmente em áreas da Química, Biologia e Geologia, é constituído por uma ampla gama de culturas.

Brickhouse e Stanley (1995) respondem às críticas de Good (1995), esclarecendo vários pontos que, segundo os autores, não foram corretamente interpretado por Good (1995) em relação à questão da ciência ser uma atividade internacional e, por isso, agregar uma grande diversidade cultural não justifica, para Brickhouse e Stanley (1995), que culturas e conhecimentos diferentes da visão ocidental sejam reconhecidos porque todos os participantes, independente da cultura, aceitam as regras do jogo da ciência ocidental.

O debate sobre o artigo de Stanley e Brickhouse (1994) continuou a receber contribuições, como de Ahlgren (1996) com várias considerações convergentes com a dos autores e outras divergentes. Irzik (2001), por exemplo, divergiu das ideias de Stanley e Brickhouse (1994, 2001) no artigo já indicado e em outro publicado em 2001, que reforçava a ideia de que a visão universalista da ciência não é compatível com a abordagem multicultural, reafirmando a defesa da educação científica multicultural.

Stanley e Brickhouse (2001, p. 36) argumentam que Matthews (1994) e Siegel (1997) advogam a favor da visão universal da ciência e que Snively e Corsiglia (2001) tanto quanto eles têm “uma visão mais relativista, contextual e historicista da ciência”.

Snively e Corsiglia (2001) foram criticados ao propor o TEK (*Traditional Ecological Knowledge*), conhecimento ecológico tradicional dos povos indígenas no Canadá, como sendo ciência, sugerindo sua inclusão nas salas de aula de ciência (PINHEIRO, 2007, p. 163-164). Snively e Corsiglia “discutem a opinião que a ciência ocidental ou moderna é apenas uma de muitas ciências que precisam ser endereçadas na sala de aula da ciência [...] apresentando estratégias instrucionais que podem ajudar todos os estudantes de ciência a negociar o cruzamento de fronteiras entre a ciência moderna ocidental e a ciência indígena” (2001, p. 6). Suas ideias foram contestadas por Cobern e Loving (2001) e Carter (2004).

Aikenhead (1997) define que a ciência é uma subcultura da cultura ocidental e seu aprendizado requer que os estudantes não pertencentes a essa cultura atravessem “uma fronteira cultural de seu mundo cotidiano para a subcultura da ciência” (p. 217). Para cruzar essa fronteira, Aikenhead defende uma educação científica intercultural, atribuindo ao professor o papel de guiar os estudantes nessa tarefa. Entre algumas orientações para a educação intercultural destaca-se a ideia de reconceituar o ensino de ciência como transmissão cultural, atender os objetivos dos estudantes e promover um currículo multicultural de ciência e tecnologia “baseados em vários tipos de conhecimento de conteúdo (senso comum, tecnologia e ciência) com a finalidade de ações práticas, como desenvolvimento econômico, responsabilidade ambiental e sobrevivência cultural”. (AIKENHEAD, 1997, p. 217).

Outro artigo que contribuiu com o debate foi o de Pomeroy (1994). A autora identifica questões e tensões que têm impulsionado o movimento multicultural na educação científica. Pomeroy apresenta nove agendas e crenças para tratar da relação entre educação científica e diversidade cultural. A tese de Pinheiro (2007) apresenta um quadro contendo agendas e crenças de forma resumida, as nove agendas são:

1. Oferecer sistemas de suporte para a participação de grupos sub-representados no mundo da ciência;
2. Situar o currículo de ciência em um contexto;
3. Desenvolver estratégias de ensino apropriadas para os diversos aprendizes;
4. Incluir a contribuição daqueles que são geralmente omitidos;
5. Estudar as histórias reais da descoberta científica Ocidental;
6. Tornar a ciência acessível aos alunos de língua minoritária;
7. Estudar a ciência presente no “conhecimento popular” ou nas “tecnologias nativas”;
8. Construir uma ponte entre a visão de mundo dos alunos e a visão de mundo da ciência Ocidental;
9. Explorar as crenças, métodos, critérios de validade e sistemas de racionalidade sobre os quais os conhecimentos de outras culturas são construídos. (PINHEIRO, 2007, p. 178-179).

Cada uma das nove agendas é acompanhada de crenças, objetivos, metodologia e discussão. A crença de número sete é a que mais se aproxima da nossa pesquisa, porque trata do conhecimento popular e das tecnologias nativas para estudar a ciência, tal como nossa proposta, que admite o emprego de saberes populares da comunidade escolar e dos estudantes para compreender conceitos químicos.

Outros artigos não citados inflamaram o discurso a favor de uma educação científica multicultural. Certamente, a contribuição de vários pesquisadores permitiu o debate sobre esse tema, que por tanto tempo não existiu. O fato de tornar os conhecimentos produzidos por culturas não ocidentais visíveis, permitiu ampliar as possibilidades de ensinar Ciências.

Na sequência do texto, vamos apresentar e trabalhar com as ideias de Boaventura de Sousa Santos sobre o tema denominado de Epistemologias do Sul.

Epistemologias do Sul

Há aproximadamente uma década, o sociólogo português Boaventura de Sousa Santos trabalha com um conjunto de ideias que denominou *Epistemologias do Sul* (ES). Para Santos (2010a), as ES constituem um conjunto de procedimentos que visam legitimar os conhecimentos produzidos por aqueles que têm sistematicamente sofrido as injustiças, a opressão e a dominação do colonialismo, do capitalismo e do patriarcado.

As ES estão fundamentadas na extensa produção intelectual de Boaventura de Sousa Santos, proveniente de suas investigações em temas da sociologia, sociologia do direito, democracia, direitos humanos, globalização, epistemologia, universidade, educação popular, entre outros (SANTOS, 1987, 2002, 2010a, 2010b, 2010c 2011, 2013, 2016, 2017b).

O conjunto de pesquisas realizadas pelo autor, que circulam e são produzidas em diferentes países, principalmente no continente europeu, americano e africano, estão amparados por inúmeras parcerias estabelecidas com universidades, centros de pesquisas, organizações e movimentos populares, pesquisadores, professores, estudantes, gestores públicos e comunidades de países como Moçambique, África do Sul, Colômbia, Equador, Brasil, além de tantos outros. O conhecimento produzido por Santos e seus colaboradores constituem hoje parte das ES.

Apresentamos abaixo algumas definições necessárias para compreender o que são as ES, qual propósito delas e que relação pretende-se estabelecer entre elas e o ensino de Ciências/Química.

Definição Sul – Norte e Linhas Abissais

O conceito de Sul adotado por Santos nas ES não se refere a um Sul geográfico, mas a um Sul geopolítico. No entanto, subjaz o que se define como sul geopolítico a demarcação entre Norte e Sul imposto pelo processo de expansão colonial do século XV e XVI, regido pelas navegações marítimas ibéricas lideradas principalmente por Portugal e Espanha, situados geograficamente no norte global das linhas cartográficas (SANTOS, 2010a, 2016).

Conforme Santos, “a primeira linha global moderna foi, provavelmente, o Tratado de Tordesilhas, assinado entre Portugal e Espanha (1494)” (2010a, p. 35), ambos disputavam a hegemonia marítima, buscando estabelecer o maior número possível de colônias no Novo Mundo. A conquista e a posse dessas terras possibilitaram a demarcação de linhas cartográficas entre os territórios coloniais, além da concessão de poder, vantagens e privilégios desses países em relação àqueles que buscavam também ascensão. As colônias ocupavam predominantemente o sul global enquanto o Velho Mundo o norte global.

Assim, em paralelo às linhas cartográficas globais, surgem linhas abissais (SANTOS, 2010a, 2016, 2017b) que, mesmo invisíveis, vão dividir o Velho do Novo Mundo em duas realidades sociais radicais e distintas, ou seja, “o universo ‘deste lado da linha’ e o universo ‘do outro lado da linha’” (SANTOS, 2010a, p. 32.). Deriva dessa linha abissal o fundamento proposto pelo autor do Sul como uma metáfora, constituído pelo conjunto de países, nações, grupos sociais, movimentos, organizações e representações que sofreram ou sofrem sistematicamente a opressão e a exclusão dos sistemas dominantes, tal como povos indígenas, afrodescendentes, minorias étnicas, povos ribeirinhos, quilombolas, camponeses, e, nas últimas

décadas, movimentos feministas, ambientalistas, dos sem-teto e sem-terra, LGBT⁶, dos imigrantes, dos refugiados e outros.

O Sul e o Norte geopolítico estão presentes tanto no Sul como no Norte geográfico, assim, Portugal, Espanha e Grécia constituem, atualmente, o Sul geopolítico para países como Inglaterra, Alemanha, Estados Unidos e Canadá, considerados o Norte geopolítico e geográfico para nós. Enquanto que a Austrália integra o Norte geopolítico e localiza-se no Sul global, dentro de suas próprias linhas cartográficas, povos indígenas australianos compartilham experiências de vida e produzem conhecimentos compatíveis com o modelo das ES. Verifica-se, assim, que o sul geopolítico tem suas representações no norte geopolítico, tal como o norte encontra-se representado no sul geopolítico (informação verbal)⁷.

A distinção entre sul e norte, sustentado pelo projeto de colonização europeia, vai demarcar a sociedade metropolitana pertencente a este lado da linha, dos territórios coloniais pertencentes ao outro lado da linha, sustentado pelo que Santos (2010a) denominou de “pensamento abissal”. A sociedade metropolitana e os territórios coloniais vão seguir suas trajetórias dentro desse sistema nos séculos posteriores. A independência política de muitos países nos séculos XIX e XX e a lógica colonizador-colonizado prevaleceu e prevalece sobre vários aspectos, principalmente no que tange aos assuntos econômicos, dominados pelo sistema globalizado do capitalismo neoliberal.

Além da expansão das colônias europeias ocorrido principalmente entre o século XVI e XVII, durante esse período tem-se o início da modernidade⁸ e o nascimento de um paradigma sustentado pela ideia de que existe um único conhecimento rigoroso, e, sendo rigoroso, é o único válido e capaz de disputar a hegemonia do conhecimento legitimado apenas à Filosofia e à Teologia, esse conhecimento denominou-se “Ciência”.

A Ciência vai distinguir-se da Filosofia e da Teologia porque seus fundamentos estão sustentados na separação total entre sujeito e objeto, opondo-se, assim, às premissas das duas outras formas de conhecimento. Sustentada por um procedimento que vai substituir a experiência do mundo pela experimentação do mundo e guiada pelo rigor do método científico, principalmente pela observação de regularidades e formulação de leis, tem-se a separação total

⁶ Lésbicas, Gays, Bissexuais, Travestis, Transexuais e Transgêneros.

⁷ Boaventura de Sousa Santos. Aulas Magistrais - [Porquê as Epistemologias do Sul?](https://www.youtube.com/watch?v=svprXT8AjPw) 14 de Março 2014 - Faculdade de Economia, Universidade de Coimbra Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=svprXT8AjPw> Acesso em: 29 de jun. de 2017.

⁸ Para diferentes autores, a gênese da modernidade não é compartilhada igualmente, o artigo de Enrique Dussel (p. 341 – 395) da obra *Epistemologias do Sul* (2010) discute sobre essa questão, colocando em debate não apenas uma suposta data para o início da modernidade, mas também sua origem.

entre homem e natureza (SANTOS, 2010a). O conjunto de conhecimento produzido pela Ciência Moderna Ocidental ao longo dos séculos é denominado de *Epistemologias do Norte* (EN) por Santos (2010a).

A modernidade, a ciência e as grandes navegações colocaram alguns países europeus em destaque em relação a países não europeus, acarretando uma imposição cultural, religiosa, econômica e de conhecimento não somente em suas colônias, mas também em outros países, ampliando as linhas abissais e promovendo o pensamento abissal.

Pensamento Abissal

O pensamento abissal caracteriza-se pela “impossibilidade da copresença dos dois lados da linha” (SANTOS, 2010a, p. 32), a divisão é tal que o outro lado da linha é invisível, sendo inexistente para este lado da linha:

Inexistência significa não existir sob qualquer forma de ser relevante ou compreensível. Tudo aquilo que é produzido como inexistente é excluído de forma radical porque permanece exterior ao universo que a própria concepção aceite de inclusão considera como sendo o Outro (SANTOS, 2010a, p. 32).

O *pensamento moderno ocidental* configura-se, assim, como um *pensamento abissal* (SANTOS, 2010a; 2016, 2017b). Esse pensamento abissal equivale a um sistema de distinções visíveis e invisíveis, que impede que o lado do Norte geopolítico reconheça o Sul geopolítico. Diante desse não reconhecimento, experiências de vida humana são desperdiçadas, porque dadas como inexistentes⁹. “Os saberes e as práticas do outro lado da linha desaparecem ao espelho do cânone monocultural definido do lado de cá” (SANTOS; ARAÚJO; BAUMGARTEN, 2016, p. 16).

Santos argumenta que, deste lado da linha, temos a tensão regulação/emancipação e do outro lado da linha, a tensão apropriação/violência, cada qual próprio do seu lado da linha, sendo inimaginável aplicar, por exemplo, a dicotomia regulação/emancipação do lado de lá da linha, porque não se regula ou emancipa o inexistente. No entanto, mesmo o outro lado da linha não sendo reconhecido e não sujeito ao paradigma regulação/emancipação, não se verifica o

⁹ Com relação a esse assunto, Santos cunhou o termo Sociologia das Ausências. Para maiores detalhes e aprofundamento consultar a sua obra *Para um novo senso comum: a ciência, o direito e a política na transição paradigmática*. V. 1 e *A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência*, São Paulo: Cortez, 2011.

comprometimento da sua universalidade, “o pensamento abissal moderno salienta-se pela sua capacidade de produzir e radicalizar distinções” (2010a, p. 33).

O pensamento abissal pode ser representado na prática, tanto pelo ‘conhecimento’ como pelo ‘direito moderno’. Nessas duas instâncias, as distinções visíveis e invisíveis são latentes e “representam as manifestações mais bem conseguidas do pensamento abissal” (SANTOS, 2010a, p. 32). Em relação ao conhecimento, Santos afirma que:

No campo do conhecimento, o pensamento abissal consiste na concessão à ciência moderna do monopólio da distinção universal entre o verdadeiro e o falso, em detrimento de dois conhecimentos alternativos: a filosofia e a teologia. O caráter exclusivo deste monopólio está no cerne da disputa epistemológica moderna entre as formas científicas e não-científicas de verdade. Sendo certo que a validade universal da verdade científica é, reconhecidamente, sempre muito relativa, dado o fato de poder ser estabelecida apenas em relação a certos tipos de objetos em determinadas circunstâncias e segundo determinados métodos, como é que ela se relaciona com outras verdades possíveis que podem exclusivamente reclamar um estatuto superior, mas não podem ser estabelecidas de acordo com o método científico, como é o caso da razão como verdade filosófica e da fé como verdade religiosa? (SANTOS, 2010a, p. 33).

As disputas e conflitos entre Filosofia, Teologia e Ciência ocorreram deste lado da linha, o lado visível, sua visibilidade ampara-se na invisibilidade de formas de conhecimentos externas a essas, como por exemplo, os conhecimentos leigos, populares, camponeses, indígenas, tradicionais, nativos e tantos outros produzidos do outro lado da linha. Tais conhecimentos, não atendendo aos critérios de verdade e falsidade característico da Ciência e aos conhecimentos da Filosofia e Teologia, são designados como conhecimentos não reais. Assim, do outro lado da linha não existem conhecimentos, “existem crenças, opiniões, magia, idolatria, entendimentos intuitivos ou subjetivos” (SANTOS, 2010a, p. 34). Deste lado da linha, temos a Ciência e o conhecimento científico, enquanto que do outro lado da linha, temos o conhecimento não científico.

Em relação ao Direito moderno, apenas para dar um exemplo, temos deste lado da linha o que conta como legal ou ilegal, conforme o Direito do estado, ou o Direito internacional, estando o sistema regido dentro do território da lei. Para além, temos o território sem lei, fora da lei, onde não se aplica o princípio da legalidade ou da ilegalidade, porque este compreende o outro lado da linha. Direito e não direito ocupam lados opostos da linha abissal, tal como o conhecimento científico e o conhecimento não científico (SANTOS, 2010a, p. 34).

Tanto nos domínios do conhecimento como no do Direito evidencia-se a negação da copresença dos dois universos da linha abissal, de modo que “tudo o que não pudesse ser

pensado em termos de verdadeiro ou falso, de legal ou ilegal, ocorria na zona colonial” (SANTOS, 2010a, p. 35). Para o colonial, o Direito moderno vai atuar rigorosamente ao excluí-lo da sociedade civil, conforme previa a teoria do contrato social dos séculos XVII e XVIII. Em relação ao conhecimento moderno, as práticas do colonial não levavam à produção de conhecimento, porque emergiam de crenças e práticas não compreensíveis (SANTOS, 2010a, p. 37).

Durante os dois primeiros séculos da modernidade, coube ao Direito sustentar juridicamente a invasão e ocupação dos territórios indígenas, isso ocorreu por meio da aplicação da tensão apropriação/violência, entre as quais emergem as práticas de tráfico de escravos e trabalho forçado, extração de recursos naturais, guerras, deslocamento de populações inteiras, tratados desiguais, imposição de cultura, delimitação de territórios e cerceamento de liberdade das populações nativas etc.

Para a dimensão do conhecimento, a apropriação envolvia, principalmente, a pilhagem de conhecimentos diversos dos povos nativos, cooptação e assimilação de habilidades e conhecimento de topografia, clima, relevo, hidrografia, fauna, flora etc., enquanto exercia-se a violência “através da proibição do uso das línguas próprias em espaços públicos, da adoção forçada de nomes cristãos, da conversão e destruição de símbolos e lugares de cultos, e de todas as formas de discriminação cultural e racial” (SANTOS, 2010a, p. 38).

As linhas abissais globais não permaneceram fixas durante o período da modernidade, vindo a sofrer um deslocamento sempre que este lado da linha sentia necessidade de reafirmar a regulação, mantendo a dominação em todas as esferas. No entanto, Santos pondera que, no início do século XX, as linhas abissais sofreram forte abalo com o movimento de lutas anticoloniais e processos de independência das antigas colônias, proporcionando a sensação de que este lado e o outro lado da linha convergiam a uma ascendente aproximação (SANTOS, 2010a, p. 40-41).

Nos últimos cinquenta anos, novamente outro movimento parece abalar as linhas abissais, no sentido de que o outro lado da linha parece expandir à medida que este está a encolher. Esses dois movimentos são descritos por Santos (2010a) como um movimento de ‘regresso do colonial e do colonizador’ e um contramovimento denominado ‘cosmopolitismo subalterno’. Para o regresso do colonial:

[...] o colonial é uma metáfora daqueles que entendem as suas experiências de vida como ocorrendo do outro lado da linha e se rebelam contra isso. O regresso do colonial é a resposta abissal ao que é percebido como uma intromissão ameaçadora do colonial nas sociedades metropolitanas. (SANTOS, 2010a, p. 42).

Sob o ponto de vista de Santos, o regresso do colonial admite três formas: o terrorista, o imigrante indocumentado e o refugiado (2010a, p. 42). O regresso do colonial não está necessariamente associado a sua presença física nas cidades metropolitanas, sua presença se faz notar por meio de sua ligação com o lado metropolitano, que ocorre hoje com muita facilidade por meio da rede mundial de computadores e diferentes tecnologias.

O colonial que regressa é um novo colonial, carrega tipos diferentes de exclusão sofrida. No entanto, é um novo colonial, diferente daquele colonial clássico, porque ao retornar consegue adentrar na sociedade metropolitana, situação inimaginável em grande parte do período colonial. Esse regresso provoca a remarcação das linhas abissais (SANTOS, 2010a, p. 34), porque diante da presença do colonial, o metropolitano vai buscar abrigo seguro nas novas delimitações igualmente abissais.

Com o retorno do colonial, suscita-se também o regresso do colonizador e do governo colonial, sob forma de “governo indireto”. A emergência desse tipo de governo ocorre “em muitas situações quando o Estado se retira da regulação social e os serviços públicos são privatizados” (SANTOS, 2010a, p. 45), como tem ocorrido sistematicamente no Brasil nas últimas décadas, com a venda de empresas públicas de água, luz, transporte terrestre e aéreo, sistema de telefonia, saúde e educação para grandes estatais.

Na prática, essas empresas, além de ditar as normas e regras relativas aos serviços que supostamente prestam, acabam por impor na vida dos cidadãos a regulação associada à tensão apropriação/violência. Santos descreve essa situação de regresso do colonizador como uma ascensão do “fascismo social”, uma vez que se trata de “um regime social de relações de poder extremamente desiguais” (SANTOS, 2010a, p. 45) que submete ao mais fraco a força do mais forte, passando a ditar as normas da sociedade e da vida dos cidadãos, que desamparados da proteção que o Estado deveria prover, acabam por aceitar as regras do jogo. Destacam-se: *fascismo do apartheid social*, divisão clássica das grandes cidades, separando as zonas selvagens (guetos, favelas, ocupações de sem-teto) das zonas civilizadas (condomínios fechados, segurança privada, muros); *fascismo contratual*, evidencia-se quando o poder de uma das partes que respondem pelo contrato (civil, de trabalho, de serviço, de bens) é muito mais forte que a outra; *fascismo territorial*, que efetiva-se quando possuidores de grande capital territorial passam a controlar territórios a ponto de neutralizar a ação do Estado e dos habitantes (SANTOS, 2010a, p. 46-48).

O colonizador contemporâneo, protagonista do governo indireto, exerce todo seu poder com a finalidade de sustentar o fascismo social e perpetuar o pensamento abissal. No entanto, para Santos, nas últimas três décadas, alguns representantes do outro lado da linha abissal têm

compartilhado a ideia de um contramovimento do pensamento abissal, fundamentado no cosmopolitismo subalterno, defendendo o pensamento pós-abissal (SANTOS, 2010a, p.52).

Pensamento Pós-Abissal

O cosmopolitismo subalterno que emerge como pensamento pós-abissal “manifesta-se através das iniciativas e movimentos que constituem a globalização contra-hegemônica” (SANTOS, 2010a, p.52). Esse contramovimento do pensamento abissal, por mais embrionário que se apresente, tem reunido um conjunto de organizações e movimentos que lutam “contra a exclusão econômica, social, política e cultural gerada”, principalmente pelo capitalismo global (SANTOS, 2010a, p. 50-51). A luta pelos direitos fundamentais humanos e pela redistribuição dos recursos materiais, econômicos e culturais com base na igualdade e no princípio do reconhecimento da diferença são alguns dos princípios que fundamentam o pensamento pós-abissal.

Compõe o pensamento pós-abissal a ideia de incompletude, a compreensão de que o mundo ocidental integra um sistema global muito maior, diverso e múltiplo, que vai além dos limites abissais delimitados pelo que conhecemos do mundo ocidental. Assim, o próprio conceito de globalização, tão familiar ao mundo ocidental, esvazia-se, pois está alicerçado em um global não global, excludente com relação à grande parte da humanidade.

A incompletude pode ser minimizada quando o mundo ocidental e não ocidental passarem a ser compreendidos como partes de um todo, quando reconhecidas populações, conhecimentos, culturas e vidas humanas, ultrapassando a linha abissal que tem separado o existente do inexistente, pensando no global como um mosaico a expandir-se, colocando-se contra o padrão ‘mono’, característico da nossa sociedade metropolitana e das suas regras. Para complementar “o pensamento pós-abissal parte da ideia de que a diversidade do mundo é inesgotável e que esta diversidade continua desprovida de uma epistemologia adequada. Por outras palavras, a diversidade epistemológica do mundo continua por construir” (SANTOS, 2010a, p. 51).

O reconhecimento da ‘persistência’ do pensamento abissal pode levar a iniciativas de resistir às suas imposições e, dessa forma, agir para além dele, na direção do pensamento pós-abissal, que propõe romper radicalmente com as formas ocidentais modernas de agir, pensar e relacionar-se com o mundo.

O pensamento pós-abissal surge da perspectiva daqueles que estão do outro lado da linha, ocupantes do Sul global e geopolítico, detentores de experiências de vida marcadas pela opressão do colonialismo e do capitalismo global que acompanha a história moderna e atual em que vivemos (SANTOS, 2010a, 2016, 2017b). Emerge, então, a ideia de Santos de que o pensamento pós-abissal “pode ser sumariado como um aprender com o Sul usando uma epistemologia do Sul” (2010a, p. 53), ou seja, reconhecer e não desperdiçar o conhecimento produzido pelo outro lado da linha abissal, fazendo ultrapassar seus próprios muros de produção para mostrar sua capacidade epistemológica e para ajudar a resolver os problemas diversos da vida prática cotidiana.

Com o pensamento pós-abissal, resgatamos o conceito de ‘copresença’. A copresença radical significa “que práticas e agentes de ambos os lados da linha são contemporâneos em termos iguais” (SANTOS, 2010a, p. 53), concebendo simultaneidade como contemporaneidade. A copresença entendida como ‘ser’ e ‘estar’ precisa ultrapassar os limites radicais delineados na história mais recente da humanidade, buscando abolir a pior manifestação da copresença humana, ‘a guerra’, sustentada intensamente sobre diferentes tipos de intolerância (SANTOS, 2010a, p. 54), sendo as mais visíveis na atualidade a intolerância étnica, cultural, social, religiosa, política, de gênero, econômica e outras espalhadas por todos os continentes.

Para citar apenas um exemplo, voltemos nossos olhos para a centena de milhares de refugiados da Síria, que há quase sete anos sofrem com a guerra. Resta hoje um país devastado em todos os aspectos, diante de todas as consequências causadas pela guerra e pela intolerância. Os países vizinhos, principalmente alguns do continente europeu, buscam criar leis para se proteger e afastar de suas metrópoles o perigoso refugiado invasor, faminto, doente e atormentado por não saber se seu flagelado corpo conseguirá sobreviver a mais uma noite. O pensamento abissal tem se mostrado em plena forma, isso não podemos negar.

Boaventura de Sousa Santos apresenta uma proposta que prevê a superação das ‘inexistências’, conforme os pressupostos da Sociologia das Ausências. Na prática, isso tem ocorrido há algum tempo com o abalo das linhas abissais, como já referimos anteriormente. A emergência de um pensamento alternativo pode ser um caminho possível para o atual período de crise global, uma vez que o Norte global tem demonstrado “incapacidade de enfrentar os desafios deste século” (SANTOS; ARAÚJO; BAUMGARTEN, 2016, p. 15).

Epistemologias do Sul como Ecologias

Para superar a produção de invisibilidades assegurada pelas cinco monoculturas do pensamento moderno, que são:

[...] a *monocultura do saber* e do rigor do saber cria o ignorante, a *monocultura do tempo linear* determina o residual, a *monocultura da naturalização das diferenças* legitima a classificação do inferior, a *monocultura do universalismo abstrato* demarca o que é local e estabelece sua irrelevância e a *monocultura dos critérios de produtividade* capitalista decreta o improdutivo (SANTOS; ARAÚJO; BAUMGARTEN, 2016, p. 16, grifo nosso).

A proposta de Santos (2010a, 2016) sugere a substituição das monoculturas por Ecologias. Assim,

[...] a *ecologia dos saberes* substitui a monocultura do saber e do rigor científicos, confrontando-a com outros saberes e outros critérios de rigor; a *ecologia das temporalidades* mostra que a lógica do tempo linear é uma entre múltiplas concessões de tempo possíveis e reivindica a copresença radical; a *ecologia dos reconhecimentos* submete à crítica a sobreposição entre diferença e desigualdade, bem como os critérios que definem diferença, e cria novas exigências de inteligibilidade recíproca; a *ecologia das trans-escalas* denuncia o falso universalismo e a despromoção do local, mostrando que o universalismo existe como pluralidade de explorações universais alternativas, parciais e competitivas, todas elas ancoradas em contextos particulares; e a *ecologia das produtividades* recupera os sistemas alternativos de produção que o capitalismo ocultou ou descredibilizou (SANTOS; ARAÚJO; BAUMGARTEN, 2016, p. 17, grifo nosso).

A proposta epistemológica de Santos, que propõe substituir as monoculturas por ecologias, apoia-se na premissa de que todos os saberes são incompletos, inclusive a Ciência (SANTOS; ARAÚJO; BAUMGARTEN, 2016). Essa substituição, no entanto, não se caracteriza como um processo vertical, de construção de cima para baixo ou de baixo para cima, mas sim por um processo de criação de relações não hierárquicas (SANTOS, 2010a).

Entre as cinco ecologias propostas por Santos, a que mais tem ganhado atenção em seu trabalho é a Ecologia de Saberes. O autor justifica que isso não ocorreu devido a questões de hierarquia ou de sequência lógica. A ecologia é supostamente mais importante que as outras, porque, na sua concepção, aprender a pensar é necessário, pois o pensamento hegemônico não está a nos ajudar a solucionar muitos dos principais problemas atuais que nos afligem. Assim, a necessidade de pensar associa-se a um movimento de despensar o pensamento das EN e abrir espaço para outros pensamentos, como a Ecologia de Saberes.

As cinco ecologias propostas por Santos foram pensadas para que pudessem ocupar o mesmo terreno e isso acabou não acontecendo. Dessa forma, muitas pessoas associam as ES apenas à Ecologia de Saberes, quando o certo seria pensar em todas como um conjunto (informação verbal)¹⁰. Em nossa pesquisa, utilizaremos a Ecologia de Saberes em detrimento das outras, porque discutiremos o emprego de saberes populares dentro da visão de ecologia de saberes no processo de ensino e aprendizagem de conceitos químicos com estudantes do ensino médio.

Ecologia de Saberes

O termo ‘Ecologia de Saberes’ traduz a ideia de que “são infinitos os saberes existentes no mundo” (SANTOS, 2017a, p. s/n), portanto, é “uma ecologia, porque se baseia no reconhecimento da pluralidade de conhecimentos heterogêneos (sendo um deles a ciência moderna) e em interações sustentáveis e dinâmicas entre eles sem comprometer sua autonomia” (SANTOS, 2010a, p. 53). Vem dessa compreensão de diversidade e pluralidade a base da ecologia de saberes.

Os conhecimentos produzidos por integrantes de diferentes culturas e contextos, validados na e pela prática cotidiana, transmitidos pela oralidade no decurso de gerações, produzidos fora dos parâmetros da metodologia reconhecida pela ciência moderna ocidental e que recebem várias denominações, entre elas destacam-se conhecimentos não científicos, saberes populares, nativos, tradicionais, ancestrais, leigos e senso comuns, constituem, ao lado dos conhecimentos científicos o que Boaventura de Sousa Santos nominou por Ecologia de Saberes, a perspectiva de diversidade epistemológica, que fundamenta as Epistemologias do Sul contrapondo-se à monocultura do conhecimento (SANTOS, 2010a, 2016, 2017b).

Para Santos (2010a), o conhecimento científico como produto da ciência moderna ocidental ganhou relativo destaque diante das outras formas de conhecimento, garantindo-lhe um grau de superioridade em relação a todos os outros tipos de conhecimentos ao longo da história da modernidade e em especial a partir do século XIX e XX, quando efetivamente passou a integrar a vida social, prática e econômica da sociedade por meio de seu emprego em diversos equipamentos tecnológicos na indústria e na produção dos mais variados bens de consumo. “Ninguém questiona hoje o valor geral das intervenções no real tornadas possíveis pela ciência

¹⁰ Boaventura de Sousa Santos. *Ecologías y Emancipación Social*. Publicado em 22 de dez. de 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=RqGoK1bLYQw>> Acesso em: 07 de out. de 2017.

moderna através de sua produtividade tecnológica” (SANTOS, 2010a, p. 58). No entanto, essa superioridade tornou a Ciência o único conhecimento confiável e verdadeiro para toda a sociedade científica e para a população em geral, e é sob esse aspecto que recai a grande crítica de Santos (1987, 2002, 2010a, 2010b, 2010c, 2011, 2016, 2017a, 2017b).

Efetivamente, nos dois últimos séculos que antecedem o atual, o conhecimento científico foi protagonista de muitos avanços tecnológicos em diferentes áreas, possibilitando melhorias significativas em aspectos básicos da vida humana, no entanto, os limites que separam o conhecimento da ignorância são extremamente próximos, e, em muitos casos, o conhecimento ultrapassa os limites éticos, legais e humanos, deixando-se dominar pela ignorância.

Um exemplo sobre o limite entre conhecimento e ignorância que marcou a história da humanidade foi a utilização do conhecimento científico da estrutura da matéria para desenvolver a bomba atômica. Conhecimento utilizado contra a própria humanidade, exercício de ignorância. O “conhecimento científico tem limites intrínsecos em relação ao tipo de intervenção que promove no mundo real” (SANTOS, 2010a, p. 57), essa intervenção marcou toda uma geração, que sofreu as consequências da destruição causada pela bomba atômica. Atualmente, vivemos sob a sombra de que a ignorância, a serviço do conhecimento e do poder, nos atinja novamente com o uso de armas nucleares.

Na perspectiva da ecologia de saberes “todos os conhecimentos têm limites internos e externos” (SANTOS, 2010a, p. 57), sendo que os internos dizem respeito aos limites de intervenção no mundo real e os externos derivam das intervenções alternativas tornadas possíveis por outras formas de conhecimento. Nesse sentido, defende-se a ideia de que o tipo de conhecimento a ser utilizado dependerá do objetivo de seu emprego. Santos (2010a, 2015, 2016) utiliza um exemplo ilustrativo quando afirma que: se o objetivo é ir para a Lua, o conhecimento científico é o mais apropriado; enquanto que: se o objetivo é aprender sobre a biodiversidade da Amazônia, o conhecimento popular dos povos indígenas, ribeirinhos e demais nativos da Amazônia serão muito mais úteis em vários aspectos. Além disso, defende-se que diferentes conhecimentos podem auxiliar uma melhor compreensão de um determinado fenômeno, quando utilizados de forma conjunta. Defende-se que:

Na ecologia de saberes, enquanto epistemologia pós-abissal, a busca de credibilidade para os conhecimentos não científicos não implica o descrédito do conhecimento científico. Implica, simplesmente, a sua utilização contra-hegemônica. Trata-se de um lado, de explorar a pluralidade interna da ciência, isto é, as práticas científicas alternativas que se têm tornado visíveis através das epistemologias feministas e pós-coloniais e, por outro lado, de promover a interação e a interdependência entre saberes científicos e outros saberes, não científicos (SANTOS, 2010a, p. 57).

Nesse sentido, a proposição é da ciência moderna como parte integrante de uma ecologia de saberes, que não nega saberes distintos dos seus e não é negada por saberes produzidos fora de sua validação. Além das epistemologias feministas e pós-coloniais, podemos citar os saberes produzidos por *indígenas*, relacionados à utilização de plantas nativas das florestas para o tratamento de enfermidades; *camponeses*, relacionados ao cultivo sustentável de alimentos; *afrodescendentes*, relacionados a técnicas de curtimento e outros saberes produzidos e compartilhados por modelos diferentes da ciência moderna ocidental. “A ciência moderna é tanto mais preciosa quanto mais se dispuser a dialogar com outros conhecimentos. O seu potencial é tanto maior quanto mais consciente estiver dos seus limites” (SANTOS, 2017a, p. s/n).

A perspectiva da ecologia de saberes “assenta na ideia pragmática de que é necessária uma reavaliação das intervenções e relações concretas na sociedade e na natureza que os diferentes conhecimentos proporcionam” (SANTOS, 2010a, p. 60). Nesse sentido, defende-se que, ante uma hierarquia única para permear as relações entre os saberes, é essencial uma hierarquia dependente dos contextos e dos resultados que se espera alcançar pelo emprego de diferentes formas de saber.

As intervenções no real devem ser pensadas sobre a perspectiva da complementaridade ou contradição, de modo que o princípio da precaução deve balizar as intervenções. No contexto da ecologia de saberes, pretende-se que “deve dar-se preferência às formas de conhecimento que garantam a maior participação dos grupos sociais envolvidos na concepção, na execução, no controle e na fruição da intervenção” (SANTOS, 2010a, p. 60).

Alguns exemplos de temas importantes que podem dialogar para contribuir mutuamente para a prática da ecologia de saberes:

A preocupação da *preservação da biodiversidade* pode levar a uma ecologia entre o saber científico e o saber camponês ou indígena. A preocupação *da luta contra a discriminação* pode conduzir a uma ecologia entre saberes produzidos por diferentes movimentos sociais: feministas, antirracistas, de orientação sexual, de direitos humanos, indígenas, afrodescendentes etc. A preocupação com a *dimensão espiritual da transformação social* pode levar a ecologias entre saberes religiosos e seculares, entre ciência e misticismo, entre teologia da libertação (feministas, pós-coloniais) e filosofias ocidentais, orientais, indígenas, africanas etc. A preocupação com a *dimensão ética e artística da transformação social* pode incluir todos esses saberes e ainda as humanidades, no seu conjunto, a literatura e as artes (SANTOS, 2010b, p. 546, grifo nosso).

A ecologia de saberes defronta-se com outras questões, uma referente a aspectos de incomensurabilidade, incompatibilidade e ininteligibilidade e outra à tradução intercultural.

No primeiro caso, os diferentes saberes produzidos alinham-se com metodologias próprias de cada tradição, assim, o camponês, por exemplo, vai utilizar seus saberes sobre “Prevenção contra insetos”, utilizando o “controle biológico dos insetos com predadores ou com o uso de certas flores de cheiro que afastam insetos” (CHASSOT, 2011, p. 233). Saber aprendido por um sistema oral de disseminação do conhecimento, enquanto que a tradição da ciência moderna ocidental produziu conhecimento científico sobre o controle de insetos e transformou-o em produto acessível ao camponês e ao não camponês em lojas específicas. Em ambos os casos, a produção de conhecimento vai satisfazer objetivos similares, no entanto, não há como aplicar os aspectos de incomensurabilidade, incompatibilidade e ininteligibilidade, porque em cada situação foram determinadas categorias que corroboraram para legitimar os conhecimentos produzidos.

No segundo caso, a tradução intercultural passa pela tarefa de traduzir os saberes produzidos em contextos e por culturas diferentes, esse traduzir defronta-se com vários problemas, sendo que os principais referem-se à linguagem e às próprias práticas culturais. Em alguns casos, palavras e expressões empregadas em determinado contexto não possuem tradução literal se aplicadas em contextos diferentes do original, dessa forma, como comparar saberes dada a diferença epistemológica?

Não há nenhuma epistemologia geral que possa dar conta de toda diversidade epistemológica existente, por isso, “despensar” é necessário para que um pensamento pós-hegemônico possa emergir. As Epistemologias do Sul são necessárias enquanto existirem Epistemologias do Norte, a evolução de um pensamento abissal para um pós-abissal tem potencial para transformar ambos em apenas “epistemologias” e essa é a ideia de Santos (2010a, 2015).

Três conjuntos de questões merecem atenção, segundo Santos, pois têm sido ignoradas pelas Epistemologias do Norte, conforme quadro 3:

Quadro 3 - Conjunto de Questões ignoradas pelas Epistemologias do Norte

<p>Identificação de Saberes</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sob qual perspectiva poderemos identificar diferentes conhecimentos? ✓ Como podemos distinguir o conhecimento científico do conhecimento não científico? ✓ Como distinguir entre os vários conhecimentos não científicos? ✓ Como se distingue o conhecimento não ocidental do conhecimento ocidental? ✓ Se existem vários conhecimentos ocidentais e vários conhecimentos não ocidentais como destingi-los entre si? ✓ Qual a configuração dos conhecimentos híbridos que agregam componentes ocidentais e não ocidentais?
<p>Procedimentos que possibilitam relacionar os saberes</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Que tipo de relacionamento é possível entre os diferentes conhecimentos? ✓ Como distinguir incomensurabilidade, contradição, incompatibilidade e complementaridade? ✓ Onde provém a vontade de traduzir? ✓ Quem são os tradutores? ✓ Como escolher os parceiros e tópicos de tradução? ✓ Como tomar decisões partilhadas e distingui-las das impostas? ✓ Como assegurar que a tradução intercultural não se transforma em uma versão renovada do pensamento abissal, em uma versão ‘suavizada’ de imperialismo e colonialismo?
<p>Natureza e avaliação das intervenções no mundo real</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Como podemos traduzir esta perspectiva em práticas de conhecimento? ✓ Na busca de alternativas à dominação e à opressão, como distinguir entre alternativas ao sistema de opressão e dominação e alternativas dentro do sistema ou, mais especificamente, como distinguir alternativas ao capitalismo de alternativas dentro do capitalismo? ✓ Como combater as linhas abissais usando instrumentos conceptuais e políticos que as não reproduzam? <p>E finalmente, uma questão com especial interesse para <i>educadores</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Qual seria o impacto de uma concepção pós-abissal de conhecimento (como ecologia de saberes) sobre as instituições educativas e centro de investigação?

Fonte: Santos (2010a, p.65)

Segundo o autor, nenhuma das perguntas têm resposta definitiva.

A ecologia de saberes enquanto Epistemologias do Sul apresenta variados campos de desenvolvimento e, entre eles, elegemos o campo educacional para aplicação prática.

A partir do campo educacional, delimitamos o ensino de Ciências no ensino médio como espaço para exercitar a ecologia de saberes, traduzida como “Saber Popular”. Em nossa pesquisa, vamos empregar o saber popular da produção de queijo para trabalhar conceitos referentes à “Cinética Química”.

Segundo nosso trabalho, os saberes populares da comunidade escolar podem agir como facilitadores do processo de aprendizagem significativa quando empregados em conjunto com conhecimentos escolares e conhecimentos científicos, constituindo o que entendemos como ecologia de saberes.

Referências

- AHLGREN, A. Comment on “Multiculturalism, Universalism, and Science Education”. *Science Education*. v. 80, n. 3, p. 361–363, jun. 1996.
- AIKENHEAD, G. S. Toward a first nations cross-cultural science and technology curriculum. *Science Education*. v. 81, n. 2, p. 217–238, abr. 1997.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Trad. Lígia Teopisto. The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view (2000) Kluwer Academic Publishers. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- ABREU, R. G. de; LOPES, A. C. A comunidade disciplinar de ensino de química na produção de políticas de currículo. In.: ROSA, M. I. P.; ROSSI, A. V. *Educação química no Brasil: memórias, políticas e tendências*. (org.) 2. ed. rev. Campinas, SP: Átomo, 2012.
- APPLE, M. W. *Educação e poder*. Trad. Maria C. Monteiro. Porto Alegre: Artes Médicas, 1989.
- _____. *Ideologia e currículo*. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2006.
- _____. A política do conhecimento oficial: faz sentido a ideia de um currículo nacional? In.: MOREIRA, A. F. B., TADEU, T. (orgs.) *Currículo, cultura e sociedade*. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- BAPTISTA, G. C. S. Importância da demarcação de saberes no ensino de ciência para sociedades tradicionais. *Ciência & Educação*, v. 16, n. 3, p. 679-694, 2010.
- BORGES, R. M. R. *Em debate: cientificidade e educação em ciências*. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.
- BRICKHOUSE, N. W.; STANLEY, W. B. Response to Good. *Science Education*, v. 79, n. 3, p. 337–339, jun. 1995.
- CANDAU, V. M. O currículo entre o relativismo e o universalismo: Dialogando com Jean-Claude Forquin. *Educação & Sociedade*. Ano XXI, n. 73, p. 79-83, 2000.
- CANDAU, V. M. Reformas educacionais hoje na América Latina. In.: MOREIRA, A. F. B. (org.) *Currículo: políticas e práticas*. 13. ed. Campinas, SP: Papyrus, 2013.
- CANEN, A. Educação multicultural, identidade nacional e pluralidade cultural: tensões e implicações curriculares. *Cadernos de Pesquisa*, n. 111, p. 135-149, dez. 2000.
- CANEN, A.; OLIVEIRA, A. M. A. Multiculturalismo e currículo em ação: um estudo de caso. *Revista Brasileira de Educação*, n. 21, p. 61-74, set./out./nov./dez. 2002.
- CARTER, L. Thinking differently about cultural diversity: using postcolonial theory to (re)read science education. *Science Education*, v. 88, n. 6, p. 819–836, nov. 2004.
- CHALMERS, A. F. *O que é ciência afinal?* Trad. Raul Fiker. São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHASSOT, A. *A ciência através dos tempos*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

_____. *Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação*. 5. ed. Ijuí: Unijuí, 2011.

COBERN, W. W.; LOVING, C. C. Defining “science” in a multicultural world: implications for science education. *Science Education*, v. 85, n. 1, p. 50–67, jan. 2001.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DUSSEL, E. Meditações anticartesianas sobre a origem do antidiscurso filosófico da modernidade. In: SANTOS, B. de S.; MENESES, M. P. (org.) *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Cortez, 2010.

EL-HANI, C. N.; SEPÚLVEDA C. Referenciais teóricos e subsídios metodológicos para a pesquisa sobre as relações entre educação científica e cultura. In.: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias*. 2. ed. rev. Ijuí: Unijuí, 2011.

FEYERABEND, P. K. *Contra o método*. Trad. Cezar a. Mortari. 2. ed. São Paulo: Unesp, 2011.

FORQUIN, J-C. O currículo entre o relativismo e o universalismo. *Educação & Sociedade*. Ano XXI, n. 73, p. 47-70, 2000.

FRACALANZA, H. A prática do professor e o ensino das ciências. *Ensino em Re-vista*, v. 10, n. 1, jul 01/jul 02, p. 93-104, 2002.

GEERTZ, C. *O saber local: novos ensaios em antropologia interpretativa*. Trad. Vera Joscelyne. 14. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

GOOD, R. Comments on Multicultural Science Education. *Science Education*, v. 79, n. 3, p. 335–336, jun. 1995.

HODSON, D. In search of a rationale for multicultural science education. *Science Education*, v. 77, n. 6, p. 685–711, nov. 1993.

IRZIK, G. Universalism, Multiculturalism, and Science Education. *Science Education*, v. 85, n. 1, p. 71–73, jan. 2001.

KRASILCHIK, M. *O professor e o currículo de ciências*. São Paulo: E.P.U, 1987.

LOPES, A. R. C. Reflexões sobre o currículo: as relações entre senso comum, saber popular e saber escolar. *Em Aberto*. Brasília. Ano 12 n. 58 abr/jun, p. 15-22, 1993.

_____. Conhecimento escolar em química: processo de mediação didática da ciência. *Química Nova*, v. 20, n. 5, p. 563-568, 1997.

_____ Discursos curriculares na disciplina escolar química. *Ciência & Educação*, v. 11, n.2, p. 263-278, 2005.

_____ *Políticas de integração curricular*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2008.

_____ Pluralismo cultural em políticas de currículo nacional. In.: MOREIRA, A. F. B. (org.) *Currículo: políticas e práticas* (org.) 13. ed. Campinas, SP: Papirus, 2013.

LOVING, C. C. Comment on “Multiculturalism, Universalism, and Science Education”. *Science Education*, v. 79, n. 3, p. 341–348, jun. 1995.

MACEDO, E. F. Parâmetros curriculares nacionais: a falácia de seus temas transversais. In.: MOREIRA, A. F. B. *Currículo: políticas e práticas* (org.) 13. ed. Campinas, SP: Papirus, 2013.

MARTINS FILHO, I. G. *Manual esquemático de história da filosofia*. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: LTr, 2004.

MATTHEWS, M. R. A role for history and philosophy in science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, v. 20, n. 2, p. 67-81, 1988.

_____ *A role for history and philosophy in science teaching*. New York: Routledge, 1994.

MOREIRA, A. F. B., TADEU, T. (orgs.) *Currículo, cultura e sociedade*. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MOREIRA, A. F. B.; TADEU, T. Sociologia e teoria crítica no currículo: uma introdução. In.: MOREIRA, A. F. B.; TADEU, T. (org.) *Currículo, cultura e sociologia*. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. *Epistemologias do século XX*. São Paulo: E.P.U, 2011.

OGAWA, M. Science education in a multiscience perspective. *Science Education*, v. 79, n. 5, p. 583–593, set. 1995.

PINHEIRO, P. C. *A interação de uma sala de aula de química de nível médio com o hipermídia etnográfico sobre o sabão de cinzas vista através de uma abordagem sócio(trans) cultural de pesquisa*. 2007. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. 868 f.

POMEROY, D. Science education and cultural diversity: mapping the field. *Studies in Science Education*. v. 24, n. 1, p. 49-73, 1994.

SANTOS, B. de S. *Um discurso sobre as ciências*. Porto: Edições Afrontamento, 1987.

_____ *Conhecimento Prudente para uma vida decente: um discurso sobre as ciências revisitado* Porto: Edições Afrontamento, 2000.

_____ *Introdução a uma ciência pós-moderna*. 6. ed. Porto: Edições Afrontamento, 2002.

_____ Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. In: SANTOS, B. de S.; MENESES, M. P. (org.) *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Cortez, 2010a.

_____ Um ocidente não ocidentalista? A filosofia a venda, à douta ignorância e a aposta de Pascal. In: SANTOS, B. de S.; MENESES, M. P. (org.) *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Cortez, 2010b.

_____ *Um discurso sobre as ciências*. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2010c.

_____ *Para um novo senso comum: a ciência, o direito e a política na transição paradigmática*. V. 1 *A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência*. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

_____ *Pela mão de Alice: o social e o político na pós-modernidade*. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

_____ Para uma nova visão da Europa: aprender com o sul. *Sociologias*. Porto Alegre, ano 18, n. 43, p. 24-56, set./dez. 2016.

_____ Para uma sociologia das emergências. *Jornal de Letras, Artes e Ideias*. Lisboa, Ano 27, n. 1216, 10 a 23 maio de 2017a.

_____ The resilience of abyssal exclusions in our societies: toward a post-abyssal law. Montesquieu Lecture. *Tilburg Law Review*, n. 22, p. 237-258, 2017b.

SANTOS, B. de S.; ARAÚJO, S.; BAUMGARTEN, M. As epistemologias do sul num mundo fora do mapa. *Sociologias*. Porto Alegre, ano 18, n. 43, p. 14-23, set./dez. 2016.

SIEGEL, H. Science Education: multicultural and universal. *Interchange*, v. 28, n. 2 e 3, p. 97-108, 1997.

_____ Multiculturalism, universalism, and science education: in search of common ground. *Science Education*, v. 86, n. 6, p. 803–820, nov. 2002.

SNIVELY, G; CORSIGLIA, J. Discovering indigenous science: implications for science education. *Science Education*, v. 85, n. 1, p. 6–34, jan. 2001.

STANLEY, W. B.; BRICKHOUSE, N. W. Multiculturalism, universalism, and science education. *Science Education*, v. 78, n. 4, p. 387–398, jul. 1994.

_____ Teaching sciences: the multicultural question revisited. *Science Education*, v. 85, n. 1, p. 35–49, jan. 2001.

VENQUIARUTO, L. D. *O pão, o vinho e a caça: um estudo envolvendo os saberes populares na região do Alto Uruguai*. 2012. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde – Programa de Pós Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre/RS, 2012, 117 f.

WILLIAMS, H. A critique of Hodson’s “In search of a rationale for multicultural science education”. *Science Education*, v. 78, n. 5, p. 515–519, set. 1994.

CAPÍTULO 4

DELINEAMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Introdução

O principal objetivo deste estudo é investigar se a utilização de uma metodologia de ensino que emprega saberes populares e mapas conceituais pode facilitar a aprendizagem significativa de conceitos químicos em situação formal de ensino com estudantes do ensino médio de uma escola pública do oeste do Paraná/Brasil.

Para atingir o objetivo proposto, delimitamos os principais referenciais teóricos para embasar nossa investigação. Para tratar dos aspectos referentes ao processo de ensino e aprendizagem em Química optamos pela Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel e colaboradores, por ser esta uma teoria cognitivista. Como o processo de aprendizagem é uma construção social, complementamos nosso referencial incluindo a Teoria Educacional de Novak e Gowin, que se caracteriza tanto por considerar o aspecto cognitivo, como o aspecto motor, afetivo e humano para o sucesso de um evento educativo. As contribuições da Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira (2011b) representam, para o nosso estudo, a interlocução entre teoria e prática.

Em relação ao referencial teórico sobre os saberes populares, optamos por amparar nossa investigação nos fundamentos das Epistemologias do Sul, sobretudo no conceito de Ecologia de Saberes de Boaventura de Sousa Santos.

Após a apresentação dos capítulos da fundamentação teórica, passamos a abordar o delineamento metodológico da nossa pesquisa. Para o bom desenvolvimento de toda e qualquer pesquisa científica deve-se, prioritariamente, adequar o referencial teórico ao metodológico, possibilitando a comunhão e a complementação entre ambos.

Pesquisa qualitativa

Esta pesquisa aborda o processo de ensino e aprendizagem em Química e caracteriza-se como uma investigação de abordagem *qualitativa* (BOGDAN; BIKLEN, 1994; LÜDKE; ANDRÉ, 1986; OLIVEIRA, 2010). A abordagem qualitativa “envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 13). Os dados obtidos nesta pesquisa foram produzidos em diferentes situações de ensino e aprendizagem promovidas no desenvolvimento de uma UEPS - Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (MOREIRA, 2011a) sobre conceitos de Cinética Química. As entrevistas, o questionário de opinião, as notas de observação registradas em diário de campo e os diálogos registrados em vídeo e áudio das aulas, das atividades experimentais e da prática do saber popular da produção de queijo constituem nossos dados e serão utilizados para avaliar a metodologia de ensino empregada nesta pesquisa, como também para a análise de aprendizagem.

Segundo Lüdke e André (1986), “analisar os dados qualitativos significa *trabalhar* todo o material obtido durante a pesquisa [sejam eles] os relatos de observações, as transcrições de entrevistas, as análises de documentos e as demais informações disponíveis” (p. 45), na busca por compreender o fenômeno em estudo.

A pesquisa qualitativa permite aos investigadores o contato direto com o problema de pesquisa, e esse aspecto torna única a descrição, a interpretação e a argumentação do fenômeno estudado. Para Moraes e Galiuzzi (2011, p. 11), a pesquisa qualitativa possibilita a compreensão e o aprofundamento dos fenômenos investigados pela análise rigorosa das informações.

A pesquisa qualitativa permite a utilização de diferentes instrumentos para a coleta de dados, de modo que cada um deles contribuirá para melhor compreensão sobre determinado aspecto que se investiga. Assim, aprofundar o entendimento das partes contribui significativamente para a compreensão do todo. Apresentamos a seguir a proposta de intervenção didática organizada metodologicamente de acordo com os princípios da UEPS, juntamente com a descrição dos instrumentos utilizados para coleta de dados.

Delineamento metodológico para coleta de dados - UEPS

Para contemplar o referencial da TAS em termos metodológicos, optamos por elaborar e desenvolver uma unidade de ensino para favorecer a aprendizagem significativa. Moreira (2011a) propôs uma sequência didática para tal fim e denominou-a de Unidade de Ensino

Potencialmente Significativa – UEPS. Além dos pressupostos da TAS, a teoria educacional de Novak, as situações-problema de Vergnaud, a interação social e a linguagem de Vygotsky e a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, de sua própria autoria, são teorias que embasam e também contribuíram para a proposição das UEPS.

O ensino de um conjunto de conhecimentos organizados metodologicamente a partir das etapas previstas pela UEPS apresenta potencial para favorecer a aprendizagem significativa, porque segue uma lógica sequencial de apresentação dos conceitos mais inclusivos, gerais, para os menos inclusivos e com maior grau de especificidade, fundamento teórico importante da TAS.

Moreira (2011a) destaca alguns princípios que devem nortear os passos para a elaboração de uma UEPS, e eles versam basicamente sobre: conhecimento prévio, predisposição para aprender, organizadores prévios, situações-problemas, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, avaliação (buscando evidências de aprendizagem significativa), avaliação formativa e somativa, professor, aprendizagem significativa crítica em contraposição à aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2011a, p. 2-3) e outros.

Os passos para a elaboração de uma UEPS estão descritos no quadro 4.

Quadro 4 - Passos para elaboração de uma UEPS

Passo	Descrição
1. Definir conteúdo	Determinar o conteúdo a ser explorado, delimitando sua complexidade conforme nível de ensino.
2. Criar/propor situações - externalização	Identificar o conhecimento prévio relevante da estrutura cognitiva dos estudantes, por meio de sua externalização. Isto pode ocorrer usando questionário, mapa mental, mapa conceitual, resolução de atividades, discussão etc.
3. Propor situações-problema em nível introdutório	Observando o conhecimento prévio dos estudantes são propostas situações introdutórias de apresentação do conteúdo de ensino, podendo ter a função de organizador prévio. A situação-problema pode envolver o tópico em questão, não sendo necessário que inicie seu ensino. A ideia é preparar o estudante para receber os novos conceitos que serão trabalhados. As situações-problema introdutórias podem ser propostas por atividades experimentais, demonstrações, vídeos, problemas ou situações do cotidiano, problemas clássicos da matéria de ensino, entre outras, mas sempre de modo acessível para o estudante.
4. Aprofundar o conhecimento	Explorados os níveis introdutórios, os novos conhecimentos são apresentados aos estudantes, observando os aspectos da diferenciação progressiva. Primeiro os conceitos mais gerais são trabalhados, com a finalidade de dar uma noção global do conteúdo, avançando logo para os conhecimentos menos inclusivos diretamente ligados aos mais gerais. Para contemplar esse passo, pode ser realizada uma exposição oral seguida de uma atividade colaborativa em pequenos grupos com posterior exposição ao grande grupo etc.

5. Novas situações	Retomar os aspectos mais gerais do conteúdo buscando, progressivamente, aprofundar os níveis de especificidade e dificuldade, dando novos exemplos e promovendo a reconciliação integrativa dos conceitos. Um texto ou um vídeo são exemplos de estratégias que podem ser utilizadas para esse fim ou até mesmo uma exposição oral com maior nível de complexidade. Essas novas situações de ensino devem ser apresentadas, buscando evidenciar semelhanças e diferenças relativas às situações trabalhadas. Nesse passo, podem ser realizadas atividades experimentais no laboratório, resolução de problemas ou qualquer situação que envolva a negociação de significados mediada pelo professor.
6. Concluir a unidade	Seguir com o processo de diferenciação progressiva, retomando os aspectos mais importantes do conteúdo em uma perspectiva integradora. As estratégias empregadas devem priorizar a diferenciação e a reconciliação dos conceitos, podendo ser a leitura de um texto, uso de algum recurso computacional ou mesmo uma breve exposição oral. Nessa terceira etapa em que o conteúdo é apresentado, novas situações problemas devem ser propostas para os estudantes em nível mais elevado de complexidade, priorizando a resolução de atividades de forma colaborativa para a posterior apresentação e discussão do grande grupo com a mediação do professor.
7. Avaliação de desempenho	A avaliação de desempenho do estudante deve ocorrer ao longo do desenvolvimento da UEPS. No entanto, ao final, devem ser propostas atividades, como resolução de problemas de avaliação somativa, para verificar a compreensão de significados e a capacidade do estudante de transferir o conhecimento para novas situações.
8. Avaliação da UEPS	A avaliação da UEPS como exitosa só ocorrerá se houverem indícios de aprendizagem significativa dos estudantes.

Fonte: Moreira (2011a)

Moreira (2011a) considera que as atividades que compõem uma UEPS devem ser adequadas pelo professor para atender às necessidades dos estudantes e sua própria realidade. Além disso, não podem ser ignorados os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, a proposição de atividades diversificadas, discussões sobre o conteúdo permitindo ao estudante expor suas dúvidas, dificuldades e conhecimentos, relação do conteúdo com situações do cotidiano, a proposição de novas situações-problema em nível de complexidade mais elevada em cada etapa e o retorno aos conceitos mais gerais e importantes do corpo de conhecimento que está sendo trabalhado para, posteriormente, elevar o nível de dificuldade das situações-problema apresentadas.

A participação dos estudantes na realização das atividades deve ser incentivada constantemente pelo professor, de forma a provocar a predisposição em aprender. A recursividade favorece o processo de aprendizagem e pode demonstrar ao estudante sua responsabilidade no processo educativo, o trabalho colaborativo em equipe, a externalização dos significados ao grande grupo e a mediação docente também contribui para o êxito de uma UEPS.

Considerações gerais

A implantação da UEPS é apenas uma das etapas desenvolvidas nessa pesquisa. Antes da elaboração da versão final da UEPS foram realizadas reuniões entre a professora doutoranda e as professoras de Química da escola (sendo que uma ficou responsável em realizar todas as atividades práticas previstas na UEPS). Essa investigação caracteriza-se como uma Pesquisa Colaborativa (COSTA BEBER; DEL PINO, 2017), pois todas as etapas da pesquisa são planejadas de forma que os investigadores estão envolvidos igualmente no processo, não havendo uma hierarquia rígida. Todos são responsáveis e contribuem plenamente para o sucesso da pesquisa.

Durante o período inicial, estabelecemos contato com a equipe pedagógica da escola, com os professores, funcionários e equipe administrativa. As primeiras reuniões ocorreram em fevereiro de 2015 e nelas foram sendo delimitados todos os detalhes da pesquisa. O projeto de pesquisa foi finalizado e encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, para avaliação e aprovação. Logo que recebemos a aprovação do Comitê de Ética, foram encaminhados aos pais dos estudantes o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, para leitura e assinatura dos responsáveis dos estudantes, caso esses estivessem de acordo com a participação dos filhos menores na pesquisa. Os estudantes receberam informações gerais e detalhadas do projeto e repassaram essas informações aos responsáveis para que não restassem dúvidas em relação ao mesmo.

Após retorno de todos os TCLE, iniciamos o período de observação direta no campo de estudo. A professora doutoranda acompanhou os estudantes das turmas da 2ª série durante dois meses. Preferencialmente, as observações ocorreram nas aulas de Química, Física, Biologia e Matemática, no entanto, também foram observadas aulas do componente curricular de História, Filosofia e Geografia. A quantidade de aulas observadas e a permissão dos outros professores com relação ao acompanhamento dos estudantes nas suas disciplinas permitiram melhor compreensão dos processos educativos da escola e reconhecimento da realidade escolar. Esse período possibilitou uma aproximação com os estudantes participantes do projeto, professores, equipe pedagógica, administrativa, merendeiras, funcionárias de diferentes setores, famílias e comunidade escolar em geral.

Durante o período de observações, registramos todos os aspectos importantes vivenciados na escola em um diário de campo. Esse documento amparou a tomada de decisão sobre a organização da UEPS.

Durante dois meses – meados de abril a meados de junho de 2015 – os professores da rede estadual de educação do Paraná permaneceram em greve. Dessa forma, as atividades na escola foram interrompidas, não sendo possível o desenvolvimento da pesquisa durante aquele período. Essa situação influenciou na escolha do conteúdo de ensino destinado à UEPS, como também no saber popular adequado para atender a proposta do projeto.

O planejamento das atividades ocorreu conjuntamente entre as professoras, ficando a cargo da professora doutoranda a responsabilidade de elaborar todos os materiais didáticos previstos na UEPS. Conforme as reuniões semanais ocorriam entre as professoras participantes do projeto, novas decisões eram tomadas e materiais elaborados, buscando sempre atender às orientações da professora de Química da escola, os objetivos do projeto de pesquisa e as orientações e as recomendações da equipe pedagógica.

A escolha do conteúdo de Cinética Química ocorreu devido à importância atribuída pela professora de Química aos conceitos que podem ser trabalhados e pela relação desses com outros conceitos já estudados durante os anos anteriores. Dessa forma, o conteúdo em si não foi o delimitado para a realização da pesquisa, a escolha deu-se com base na sua importância em relação a muitos outros conteúdos e a possibilidade de aproximá-lo com os saberes populares de produção de queijo. Foram identificados alguns moradores que possuem o saber popular da produção de queijo, eles foram contatados e acabamos estabelecendo parceria com a família que se dispôs a colaborar com a pesquisa imediatamente após o convite, estando os demais moradores de acordo.

O esclarecimento das motivações e decisões tomadas em relação à elaboração da UEPS e da delimitação da pesquisa favorece o entendimento posterior da análise dos dados.

Diante dessas considerações, apresentamos a UEPS elaborada para a presente pesquisa.

Unidade de Ensino Potencialmente Significativa

ESTUDO DA CINÉTICA QUÍMICA A PARTIR DA PRODUÇÃO DE QUEIJO

Sequência:

1. **Situação inicial:** os estudantes foram convidados a responder individualmente um questionário para que o professor pudesse identificar os conhecimentos prévios relevantes para ancorar os novos conhecimentos. Essa situação é característica do passo 2, onde ocorre a externalização de subsunçores. Buscou-se identificar os conceitos

fundamentais para ancorar os conceitos de Cinética Química, que são: transformação física e química da matéria, reação química, reagente e produto, equação química e variáveis que afetam a velocidade de uma reação química (temperatura, concentração, superfície de contato e catalisador). As questões apresentaram situações cotidianas que envolvem transformações físicas, como amassar uma lata e observar o processo de condensação da água, e transformações químicas, como o apodrecimento de frutas em uma tirinha da Turma da Monica, disponível em http://cineticaemquimica.blogspot.com.br/p/blog-page_26.html, a reação de combustão e situações-problema que envolve reações químicas e fatores que afetam a velocidade de uma reação química. Etapa desenvolvida em 1 aula.

2. **Situações-problema iniciais:** três moradores da comunidade que detêm o saber popular da produção de queijo realizaram uma demonstração dessa prática na escola com o auxílio dos estudantes, professores e merendeiras. Essa situação-problema pretendeu atingir diferentes objetivos, sendo os principais: disseminar os saberes populares e promover a troca de saberes entre comunidade, estudantes e professores; estimular a participação dos estudantes na atividade; influenciar na predisposição do estudante a aprender; despertar a curiosidade dos estudantes acerca da relação dos saberes populares com os conhecimentos escolares do conteúdo de estudo; discutir sobre as etapas de produção do queijo e as possíveis relações delas com conteúdos já estudados em Química, entre outros. A sistematização das etapas de produção de queijo ocorreu pela elaboração de mapas conceituais em duplas de estudantes. Os estudantes puderam discutir sobre o processo de produção de queijo e fazer comparações com as técnicas sobre as quais têm conhecimento (isso porque muitas famílias da comunidade são detentores deste tipo de saber popular). Alguns estudantes apresentaram seus mapas conceituais para o grande grupo. A partir da mediação da professora foram discutidas questões referentes ao saber popular, ao conhecimento escolar e aos fatores gerais e específicos do processo de produção do queijo. O desenvolvimento dessa atividade ocorreu em 6 aulas, 3 para a parte prática e 3 para a elaboração dos mapas conceituais e discussão dos mesmos.
3. **Aprofundando o conhecimento 1:** para essa etapa foram programadas duas situações diferentes, em uma a professora propôs uma série de atividades demonstrativas em sala de aula para que os estudantes pudessem discutir sobre as diferenças entre transformações físicas e químicas (mergulhar uma esponja de aço em uma solução de sulfato de cobre, queimar um pedaço de papel e amassar outro e liberar o gás de uma

garrafa de água). Essa atividade caracterizou-se como um organizador prévio, porque objetivou sanar as dúvidas explicitadas nas respostas do questionário de identificação de conhecimentos prévios, na atividade prática da produção de queijo e elaboração do mapa conceitual. A discussão e a participação dos estudantes guiaram essa etapa do trabalho para que os novos conhecimentos pudessem ser ensinados. Na outra situação, a professora organizou uma exposição oral com a ajuda de um multimídia para apresentar conceitos sobre cinética química em nível mais aprofundado, privilegiando a diferenciação progressiva, a partir dos conceitos mais inclusivos e gerais, evoluindo para tratar dos conceitos com grau menor de inclusividade, como, por exemplo, a velocidade das reações espontâneas, a representação de uma reação química, exemplos de diferentes reações químicas, velocidade média das reações químicas, teoria das colisões, geometria favorável e energia suficiente e energia de ativação. Utilizou exemplos provenientes da atividade prática de produção de queijo para ilustrar os novos conhecimentos trabalhados. Propôs a resolução de atividades de aprendizagem colaborativa e posterior discussão da resolução. Foram utilizadas 4 aulas para o desenvolvimento das atividades mencionadas.

4. **Nova situação:** leitura de dois textos, um sobre Composição e Propriedades do Leite (Adaptado de Silva, 1997, Química Nova na Escola) e o outro sobre Tipos de Leite e Derivados do Leite (WEIRICH, 2012). Após a leitura dos textos, a professora conduziu uma discussão no sentido de demonstrar aos estudantes a relação entre diferentes conteúdos (reconciliação integrativa) que a princípio foi desencadeada pela produção de queijo, cuja matéria prima é o leite. Por meio da retomada das etapas do processo de produção de queijo, alguns dos constituintes do leite foram identificados, como também suas propriedades (conteúdos de separação de misturas, estado de agregação das substâncias, ponto de fusão e ebulição, entre outros). Uma nova situação de ensino foi proposta aos estudantes no laboratório de Ciências da escola, os estudantes organizados em grupos realizaram dois procedimentos: em um deles, os estudantes receberam uma amostra de leite e investigaram os constituintes, isolando cada um para posterior identificação; no outro procedimento, visaram verificar em diferentes amostras de leite (cada grupo recebeu uma amostra, todas diferentes) a existência de substâncias estranhas. Para as duas atividades foram fornecidos roteiros para ajudar a guiar a atividade prática porque a ideia não perpassou a construção do conhecimento por descoberta, mas sim a promoção de um espaço de discussão entre os estudantes em seus grupos e, posteriormente, no grande grupo. Nessa etapa, o professor agiu como mediador para que novos significados fossem compartilhados durante o desenvolvimento da atividade. Uma

tabela extraída do artigo “Experiências Lácteas” (LISBÔA; BOSSOLANI, 1997) contendo informações sobre a constatação de fraude em amostras de leite foi disponibilizada aos estudantes como material de apoio. Todas as observações foram registradas pelos estudantes e algumas questões dissertativas presentes no roteiro foram respondidas por cada grupo. Tempo utilizado de 4 aulas.

5. **Aprofundando o conhecimento 2:** essa aula iniciou-se com uma revisão geral dos conceitos trabalhados na UEPS até a aula anterior por meio de uma exposição oral. A professora questionou os estudantes no sentido de promover a diferenciação dos conceitos estudados e demonstrar que os novos conhecimentos estavam sendo ancorados sucessivamente nos conhecimentos aprendidos anteriormente, ressaltando a relação entre tópicos diferentes de Química que também foram abordados durante as atividades desenvolvidas. A professora incentivou os estudantes a externalizar os novos conhecimentos e também evidenciar as situações de ensino e sua relação com situações diversas do cotidiano. Para aprofundar os conhecimentos referentes à cinética química, a proposta avançou no sentido de especificar que existem fatores que afetam a velocidade das reações químicas. Os fatores foram discutidos, resgatando aspectos da atividade de produção de queijo e complementando as ideias dos estudantes com o desenvolvimento de outra atividade experimental. Moreira (2011a) recomenda que as atividades de ensino sejam diversificadas para atender os estudantes que possuem preferências distintas de recursos e metodologias de ensino. A opção de realizar novamente uma atividade experimental justifica-se pela predisposição dos estudantes em realizar atividades práticas e por esse conteúdo possibilitar o desenvolvimento de práticas de ensino voltadas à experimentação, o que não ocorre com determinados conteúdos, cujo desenvolvimento limita-se a atividades teóricas com mais frequência do que as práticas, principalmente quando é necessário equipamentos e reagentes dificilmente encontrados em laboratórios escolares de ensino médio. Durante o desenvolvimento de um estudo exploratório envolvendo saber popular, mapas conceituais e recursos didáticos (capítulo 5), os estudantes responderam a um questionário de opinião em que ficou evidente a importância que os mesmos atribuem às atividades experimentais para o processo de aprendizagem. Os estudantes organizaram-se em equipes para realizar alguns procedimentos a fim de verificar os fatores que afetam a velocidade das reações químicas nos sistemas, contendo: comprimido efervescente e água, sulfato de cobre e prego de ferro, batata e peróxido de hidrogênio, leite e ácido acético. Um roteiro foi distribuído para facilitar a execução das atividades, contendo também várias questões discursivas

para serem respondidas durante o desenvolvimento das atividades. Após a conclusão dessas duas etapas, os conceitos referentes aos fatores que afetam a velocidade das reações químicas foram discutidos considerando a atividade experimental, as respostas fornecidas às questões contidas no roteiro, além de serem evidenciados os fatores que influenciaram as reações ocorridas na produção do queijo. Para complementar a etapa, foram resolvidas situações-problemas envolvendo todos os conceitos do conteúdo de Cinética Química trabalhado, essa atividade foi realizada coletivamente com o auxílio da professora. Um texto contendo todo o conteúdo, com exemplos, gráficos, figuras e diversas informações foi disponibilizado aos estudantes como material de apoio. A correção da resolução das situações-problemas foi realizada coletivamente para encerrar a etapa. Tempo utilizado de 6 aulas para realização de todas as atividades.

6. **Elaborando mapas conceituais:** os estudantes elaboraram mapas conceituais (em dupla ou trio) sobre o conteúdo estudado considerando as seguintes questões: 1) O que é necessário para que ocorra uma reação química? 2) Qual a proposição da teoria das colisões para justificar a ocorrência ou não de uma reação química? 3) Quais fatores afetam a velocidade de uma reação química? Os estudantes foram orientados a fazer uma lista de conceitos inicialmente e a partir dela organizar esses conceitos, formando proposições que evidenciassem a relação entre os conceitos e o conhecimento construído durante o desenvolvimento da UEPS. Essa atividade foi desenvolvida em 2 aulas.
7. **Avaliação individual somativa:** os estudantes responderam a uma avaliação de forma individual sobre os conteúdos estudados na UEPS. As questões propostas foram objetivas, dissertativas e interpretativas, utilizando gráficos, tabelas e resolução de problemas. Tempo utilizado de 2 aulas.
8. **Aula integradora final:** essa aula foi destinada a retomar todo o conteúdo trabalhado, procurando demonstrar as relações entre os conceitos e a integração deles. Destacamos os fatores necessários para a ocorrência de uma reação química e os fatores que podem ou não influenciar a velocidade das reações. Relacionamos a atividade de produção de queijo com as atividades experimentais desenvolvidas. Relacionamos os saberes populares dos moradores, que são utilizados para explicar os fenômenos observados durante a produção de queijo e comparamos com os conhecimentos escolares e científicos trabalhados durante o desenvolvimento da UEPS. Destacamos a importância de compartilhar diferentes saberes e conhecimentos, valorizando e resgatando os saberes populares da comunidade e utilizando-os para facilitar o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Química do currículo escolar. Essa aula foi desenvolvida

no pátio da escola, que apresenta um espaço agradável para uma exposição menos formal, proporcionando uma reflexão conjunta sobre o processo de ensino e aprendizagem em Química. Tempo de 1 aula.

9. **Avaliação final da UEPS realizada pelos estudantes e moradores:** os estudantes foram convidados a expor suas opiniões sobre o desenvolvimento da UEPS por meio de um diálogo espontâneo, sendo provocados a discursar sobre os aspectos referentes à metodologia de ensino empregada na pesquisa e ao processo de aprendizagem. Essa etapa ocorreu coletivamente durante uma aula. Posteriormente, alguns estudantes foram convidados a participar de uma entrevista realizada pela doutoranda para avaliar individualmente a UEPS. A entrevista ocorreu no laboratório da escola, de forma individual e priorizando a confidencialidade das perguntas realizadas para não haver interferência nas respostas entre os estudantes. Um roteiro de questões semiestruturado foi utilizado como guia e a entrevista foi registrada em áudio e vídeo com a autorização dos estudantes, ocorrendo em horário paralelo à aula de Química. Uma conversa informal foi realizada com os moradores que participaram da atividade do saber popular da produção de queijo para registrar suas opiniões sobre a atividade realizada.
10. **Avaliação da UEPS:** a professora avaliou qualitativamente o desenvolvimento da UEPS buscando evidências de aprendizagem significativa em relação aos conteúdos trabalhados. Nessa avaliação, foram considerados os resultados das avaliações individuais, a observação constante da pesquisadora de todas as etapas e atividades realizadas, a opinião dos estudantes e a opinião dos moradores que participaram da atividade de produção de queijo. Professora e doutoranda avaliaram o desenvolvimento da UEPS de forma geral.

Tempo total utilizado: 27 aulas

Delineamento da metodologia para análise dos dados

A diversidade de instrumentos de coletas de dados empregados durante a pesquisa permitiu aos pesquisadores uma gama de fonte de dados diferentes, compreendemos que se trata de um fator positivo na pesquisa qualitativa em educação.

A análise dos dados buscou atender dois objetivos, o de identificar indícios de ocorrência de aprendizagem significativa e o de avaliar a metodologia de ensino. Para tanto, as análises seguiram dois caminhos.

Análise para identificar indícios de aprendizagem significativa

Os dados analisados foram produzidos no período de observação, durante e após o desenvolvimento da UEPS, quando foram realizadas as entrevistas com os estudantes, professoras e moradores detentores do saber popular.

No capítulo 6, apresentamos a análise dos mapas conceituais elaborados pelos estudantes após a atividade da produção de queijo, realizada com a participação dos detentores desse saber popular. Foram produzidos 24 mapas conceituais, os mapas estão identificados como Mapa Conceitual A (MCA), sendo que cada dupla ou trio de estudantes estão identificados como E1, E2, E3, E4..., sucessivamente. A análise evidenciou dois aspectos: 1) Se os mapas conceituais possuem estrutura condizente com o modelo sugerido por Novak e Gowin (1996, p. 52), tal como foi utilizado na análise dos mapas conceituais do capítulo 5 (estudo exploratório) e 2) Se os estudantes compreenderam as distintas etapas de produção de queijo. No capítulo 6, também foram utilizados trechos dos diálogos dos estudantes, professores, moradores e funcionários da escola, coletados por meio da gravação em áudio e vídeo, que participaram do desenvolvimento da atividade para complementar a análise e buscar um melhor nível de compreensão dos resultados, pois nos diálogos obtemos informações que não estão presentes nos mapas conceituais.

No capítulo 7, analisamos os resultados obtidos no questionário para verificar os conhecimentos prévios, identificado nessa etapa como pré-teste. Os resultados foram comparados com os do pós-teste, mesmo questionário usado no final do desenvolvimento da UEPS. Esse instrumento é composto de cinco questões, que buscam verificar o conhecimento dos estudantes sobre os conceitos de transformação física e química, reação química lenta e rápida, fatores que afetam na velocidade das reações químicas, identificação de reagentes e produtos em um gráfico representando uma reação química. O objetivo da análise do pré-teste e do pós-teste foi verificar se houve ou não melhora na compreensão dos conceitos após desenvolvimento da UEPS, sendo os resultados possíveis indicativos de evidência de aprendizagem significativa junto com os resultados obtidos nos outros instrumentos de coleta de dados utilizados.

No capítulo 7, também apresentamos os resultados obtidos nas atividades experimentais realizadas na UEPS. Foram propostas quatro questões para verificar a aprendizagem, essas abordam: os constituintes do leite; identificação de substâncias estranhas no leite; e fatores que afetam a velocidade das reações químicas. As questões foram propostas aos estudantes para comparar com as respostas fornecidas pelos mesmos no roteiro das atividades experimentais. As

respostas foram obtidas aproximadamente 45 dias após a realização das atividades experimentais. Os resultados compõem nossa análise final, contribuindo com o objetivo de identificar possíveis indícios de ocorrência de aprendizagem significativa.

A avaliação individual dos estudantes também consta neste capítulo. Sete questões sobre os conteúdos de Cinética Química apresentam diferentes situações-problema sobre o conteúdo em níveis diferentes de dificuldade. As questões objetivas são classificadas como: corretas (C) e incorretas (I); as questões parcialmente objetivas são classificadas como: todas corretas (TC), parcialmente corretas (PC) e incorretas (I). Além das sete questões, duas questões discursivas relacionando a produção de queijo com o conteúdo de Cinética Química foram avaliadas por meio da classificação: correta (C), parcialmente correta (PC) e incorreta (I).

Para finalizar, 24 mapas conceituais elaborados pelos estudantes na etapa final do desenvolvimento da UEPS foram analisados, esses mapas são identificados como Mapa Conceitual B (MCB), sendo que cada dupla ou trio de estudantes estão identificados como E1, E2, E3, E4..., sucessivamente.

A análise qualitativa dos mapas conceituais tem como objetivo verificar a organização da estrutura cognitiva dos estudantes em relação aos conceitos de Cinética Química, após o desenvolvimento da UEPS. Os conceitos subsunçores identificados no questionário de conhecimentos prévios serão adotados como parâmetro para indicar melhora na compreensão daqueles conceitos e assimilação dos novos conceitos sobre Cinética Química. A utilização do mapa conceitual no encerramento da UEPS tem como propósito a verificação de possíveis indícios de ocorrência de aprendizagem significativa, isso porque o corpo de conhecimentos já foi trabalhado e, portanto, espera-se que os conceitos estejam disponíveis na estrutura cognitiva dos estudantes. A ideia é verificar como todos esses conceitos estão organizados pela estrutura apresentada nos mapas conceituais.

Por meio dos mapas conceituais buscamos verificar se a prática do saber popular da produção do queijo foi significativa para o processo de aprendizagem dos estudantes. Presumimos que se a prática foi significativa, existem possibilidades reais dos estudantes fazerem referência a essa atividade nos mapas conceituais elaborados, e que a atividade tenha influenciado positivamente na predisposição dos estudantes a aprender.

Para analisar os mapas conceituais, utilizamos o modelo de categoria “Conceito” estabelecida por Costa Beber, Kunzler e Del Pino (2016), adaptando para os conhecimentos trabalhados na UEPS (Cinética Química). Foram incluídas as categorias “Saber Popular”, “Diferenciação Progressiva” e “Reconciliação Integrativa”, conforme consta no quadro 5:

Quadro 5 - Categorias para analisar os mapas conceituais

CATEGORIA		DESCRIÇÃO
1	Dados gerais Hierarquia Diferenciação progressiva Reconciliação integrativa	Aspectos gerais da análise dos mapas conceituais. Aspectos referentes à hierarquia conceitual: conceitos dispostos em níveis hierárquicos de acordo com o grau de inclusividade, dos mais inclusivos no topo do mapa para os menos inclusivos em níveis hierárquicos inferiores. Diferenciação progressiva: organização dos conceitos, evidenciando a progressiva relação entre os conceitos por meio das proposições. Reconciliação integrativa: presença de ligações cruzadas, indicando ligações entre segmentos diferentes do mapa.
2	Conceitos	Identificação dos principais conceitos desenvolvidos durante a UEPS.
	2.1 Reação Química e Cinética Química	Conceitos e formação de proposições sobre reagente, produto, reação química, velocidade das reações químicas e variação da velocidade (velocidade média).
	2.2 Teoria das Colisões	Conceitos e formação de proposições que indiquem as condições necessárias para a formação de produto, segundo a teoria das colisões – geometria favorável, colisão eficaz e não eficaz, energia de ativação e complexo ativado.
	2.3 Fatores que afetam a Velocidade das Reações Químicas	Conceitos e formação de proposições que indiquem os principais fatores que afetam a velocidade de uma reação química: temperatura, concentração, superfície de contato e catalisador.
3	Saber Popular	Inclusão do saber popular da produção de queijo no mapa conceitual, relacionando com conceitos estudados na UEPS ou indicando exemplo de reações químicas ou velocidade das reações químicas.

Fonte: Autora

No início de cada análise são detalhados os aspectos que envolvem o instrumento utilizado para coletar os dados, como também os fatores considerados para realizar a análise.

Todos os resultados obtidos e analisados têm como objetivo evidenciar progresso ou não na compreensão dos conceitos e apontar indícios da ocorrência de aprendizagem significativa.

Análise para avaliar a metodologia de ensino empregada na pesquisa

Para contemplar o objetivo de verificar a opinião dos estudantes, professoras e detentores do saber popular quanto à metodologia de ensino empregada na pesquisa, utilizamos

os dados coletados na entrevista realizada no final da pesquisa, no registro das notas de campo da roda de conversa.

Os resultados constam no capítulo 8 e estão divididos em duas partes:

Primeiro: Avaliação dos estudantes sobre a metodologia de ensino.

Segundo: Avaliação do projeto de pesquisa na perspectiva das professoras e dos detentores do saber popular

Para a primeira parte da análise, a entrevista semiestruturada foi organizada com o objetivo de coletar informações dos estudantes sobre quatro temas contemplados na pesquisa, conforme consta na sequência onde apresentamos a unidades de sentido e as categorias. As entrevistas foram realizadas individualmente, no laboratório da escola, sendo gravadas em vídeo e áudio, com duração que variou entre 25 e 35 minutos. Para análise, as entrevistas foram transcritas e a Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi (2011) foi escolhida como metodologia para tratar os dados.

Conforme Moraes e Galiazzi (2011), análises textuais têm sido utilizadas cada vez com mais frequência em pesquisa qualitativa, sendo constituída de um ciclo organizado em quatro focos, sendo:

- 1) Desmontagem dos textos – desconstrução e unitarização: exame detalhado, buscando alcançar unidades constituintes relativas ao fenômeno investigado;
- 2) Estabelecimento de relações – processo de categorização: das unidades, buscam-se relações para definir o sistema de categorias;
- 3) Captando o novo emergente – expressando as compreensões atingidas: emerge uma nova compreensão do todo a partir dos processos anteriores, resultando em um metatexto expressando a compreensão sobre o fenômeno estudado;
- 4) Um processo auto-organizado – um processo de aprendizagem viva: fechamento do ciclo de análise, perpassando pela desconstrução - emergência – comunicação (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 11-12).

As entrevistas foram transcritas na íntegra, utilizando como referência as orientações de Thompson (2002). Em seguida, realizamos a leitura de cada entrevista, buscando os elementos constituintes do primeiro ciclo, a desconstrução e a unitarização. Desse processo foi possível estabelecer unidades de sentido e suas categorias.

Algumas dessas categorias foram construídas a partir do método dedutivo, ou seja, foram estabelecidas a partir do referencial adotado, antes mesmo da análise do corpus da

pesquisa. As categorias a priori, por exemplo, estão intimamente relacionadas às perguntas integrantes do roteiro da entrevista semiestruturada e também estão de acordo com as categorias do tema 1 e 2 do estudo exploratório (capítulo 5). As categorias estabelecidas a partir do método indutivo são denominadas categorias emergentes.

Na sequência apresentamos as unidades de sentido produzidas juntamente com as categorias a priori e emergentes, adotadas para analisar o corpus.

Tema 1: Saber Popular no Processo de Ensino e Aprendizagem em Química

Categoria a priori 1.1: Conhecimento do saber popular da produção de queijo

Categoria a priori 1.2: Resgate e valorização dos saberes populares da comunidade

Categoria a priori 1.3: Saber popular como facilitador do processo de ensino e aprendizagem

Categoria emergente 1.4: Relação entre saber popular da produção de queijo e Cinética Química

Categoria emergente 1.5: Influência do emprego de saberes populares na predisposição em aprender

Tema 2: Mapas Conceituais no Processo de Ensino e Aprendizagem em Química

Categoria a priori 2.1: Emprego da técnica de mapeamento conceitual no contexto de sala de aula para ensinar e aprender

Categoria a priori 2.2: Elaboração de mapas conceituais como estratégia para auxiliar a compreensão dos conceitos estudados

Categoria a priori 2.3: Mapa conceitual e avaliação da aprendizagem

Tema 3: Recursos didáticos no Processo de Ensino e Aprendizagem em Química

Categoria a priori 3.1: Utilização de diferentes recursos didáticos

Categoria emergente 3.2: Potencialidade de diferentes recursos didáticos para atender a necessidades distintas de aprendizagem

Tema 4: Considerações Gerais sobre o Projeto - Ensino e Aprendizagem em Química

Categoria a priori 4.1: Avaliação das atividades

Categoria emergente 4.2: Avaliação da aprendizagem

Para análise das entrevistas realizadas com as professoras, também foi adotada a ATD, foram determinadas as seguintes unidades de sentido e categorias (a priori e emergente).

Tema 1: Concepção de currículo**Categoria emergente 1.1:** Definição de currículo**Categoria emergente 1.2:** Critérios para definir o que deve ou não ser ensinado**Tema 2: Metodologia de Ensino e Recursos Didáticos****Categoria emergente 2.1:** Referenciais teóricos e metodologia**Categoria a priori 2.2:** Critérios para definir metodologia de ensino e recursos didáticos**Tema 3: Emprego de Saberes Populares no processo de Ensino e Aprendizagem de Química****Categoria a priori 3.1:** Opinião sobre o emprego de saberes populares**Categoria a priori 3.2:** Avaliação do emprego do saber popular da produção de queijo**Tema 4: Emprego de Mapas Conceituais no processo de Ensino e Aprendizagem de Química****Categoria a priori 4.1:** Opinião sobre o emprego de mapas conceituais**Categoria emergente 4.2:** Mapas conceituais e avaliação da aprendizagem**Tema 5: Projeto e Prática Docente****Categoria a priori 5.1:** Considerações gerais**Categoria emergente 5.2:** Pesquisa colaborativa e Prática Docente

Na última parte do capítulo 8, apresentamos as considerações dos integrantes da família detentora do saber popular sobre o projeto de pesquisa, por meio de quatro questões.

Questão 1: Opinião sobre a participação da família no projeto por meio da produção de queijo.**Questão 2:** Aspectos positivos e negativos em relação à difusão dos saberes populares para estudantes da educação básica.**Questão 3:** Opinião sobre o modelo de ensino que promove a integração entre escola, universidade e comunidade.**Questão 4:** Considerações finais e possíveis parcerias.

Referências

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Trad. Lígia Teopisto. Lisboa/Portugal: Plátano Edições Técnicas, 2003.

AUSUBEL, D P.; NOVAK J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. 2. ed. Trad. Eva Nick, Heliana de B. C. Rodrigues, Luciana Peotta, Maria A. Fontes, Maria da Glória R. Maron. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Trad. Maria J. Alvarez, Sara B. dos Santos e Telmo M. Baptista. Porto – Portugal: Porto, 1994.

COSTA BEBER, S. Z.; DEL PINO, J. C. Pesquisa Colaborativa e Prática Docente: os saberes populares no processo de facilitação do ensino de Química. *Enseñanza de las ciencias – Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, n. extraordinário, p. 205-209, 2017.

COSTA BEBER, S. Z., KUNZLER, K. R., DEL PINO, J. C. Unidade de ensino para o desenvolvimento de conceitos químicos baseada nos pressupostos da teoria da aprendizagem significativa. *Anais do 6º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa*. SP, 2016.

LISBÔA, J. C. F.; BOSSOLANI, M. Experiências Lácteas. *Química Nova na Escola*. n. 6, nov. 1997.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MORAES, R.; GALIAZZI, M do C. *Análise textual discursiva*. 2. ed. rev. Ijuí: Editora Unijuí, 2011.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011a.

_____. *Teorias de Aprendizagem*. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011b.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Learning how to learn*. Cambridge U. Press. 1984.

_____. *Aprender a aprender*. Trad. Carla Valadares. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

NOVAK, J. D. *Learning, creating and using knowledge*. 2. ed. New York: Routledge, 2010.

OLIVEIRA, M. M.. *Como fazer pesquisa qualitativa*. 3. ed. rev. e ampl. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

SANTOS, B. de S. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. In: SANTOS, B. de S.; MENESES, M. P. (org.) *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Cortez, 2010.

SANTOS, B. de S.; MENESES, M. P. (org.) *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Cortez, 2010.

SILVA, P. H. F. Leite: Aspecto de composição e propriedades. *Química Nova na Escola*, n. 6, nov., 1997

THOMPSON, P. *A voz do passado: história oral*. São Paulo: Paz e Terra, 2002.

WEIRICH, C. *Conhecimentos populares e escolares na cadeia produtiva do leite: uma aprendizagem significativa*. (Monografia de Graduação – Curso de Química Licenciatura – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Orientadora Profa. Msc. Silvia Zamberlan Costa Beber) 2012.

CAPÍTULO 5

ESTUDO EXPLORATÓRIO - SABER POPULAR E MAPAS CONCEITUAIS COMO RECURSOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Introdução

O estudo da Química não é preferência entre os estudantes e resulta, frequentemente, no insucesso da aprendizagem e baixo rendimento nas avaliações escolares. Os estudantes apresentam dificuldade em compreender os conceitos e relacioná-los, porque geralmente eles são apresentados de forma descontextualizada e distante de suas vivências cotidianas (MARCONDES; PEIXOTO, 2007). A memorização de conceitos, fórmulas e nomenclaturas marcam frequentemente a aprendizagem, distanciando nossos jovens do interesse em aprender Química.

Diferentes estratégias, metodologias e recursos didáticos são investigados para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem da Química e promover uma aprendizagem com significado. No entanto, os resultados das pesquisas realizadas, principalmente pela academia, chegam muito lentamente ou às vezes nem chegam até a escola de educação básica. Esse distanciamento entre pesquisa e prática docente é um dos grandes problemas enfrentados pela pesquisa em Educação em Ciências no Brasil (COSTA BEBER; DEL PINO, 2017).

Para mudar essa situação, são necessários muitos investimentos na formação inicial e continuada de professores, melhorias na estrutura física, políticas de ingresso e permanência de estudantes na escola, reformulação curricular, entre outros. Essas mudanças passam pelo empenho dos setores públicos governamentais, da iniciativa privada, da sociedade e famílias. Diante desses problemas, buscamos, por meio de nossa pesquisa, propor práticas educacionais que minimizem as dificuldades de aprendizagem em Química, utilizando metodologias que valorizem o ambiente cultural e a vida cotidiana dos estudantes. Para tanto, utilizamos saber popular da comunidade em que a escola está situada.

Esta investigação denominada estudo exploratório, constitui a primeira de uma série de etapas de uma pesquisa de doutorado em Educação em Ciências. O objetivo deste estudo é obter a opinião de uma amostra de estudantes participantes da investigação sobre o emprego de saber

popular e mapas conceituais no processo de ensino e aprendizagem de Química. Os dados foram coletados durante o desenvolvimento de uma UEPS, elaborada com base nos fundamentos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) (AUSUBEL, 2003; AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; MOREIRA, 2010, 2011, 2012) e utilizando-se o saber popular da produção de Conservas de Alimentos. Os resultados obtidos e analisados auxiliarão os pesquisadores a evidenciar as fragilidades da proposta, bem como reorganizar metodologicamente o projeto principal antes de seu desenvolvimento, sendo ainda integrados aos demais resultados das próximas etapas.

Cabe esclarecer que não apresentaremos a análise referente à aprendizagem dos estudantes sobre os conteúdos abordados na UEPS, pois esse não é nosso objetivo.

Metodologia

O estudo exploratório contou com a participação de uma das turmas de estudantes da segunda série do ensino médio da escola pública, situada no oeste do estado do Paraná/Brasil. Essa turma é constituída por 17 estudantes, que estão sob orientação da professora de Química da escola e da professora doutoranda.

Para facilitar a compreensão dos resultados, dividimos a metodologia em duas partes, sendo: 1) metodologia do desenvolvimento da unidade de ensino – apresentamos resumidamente as etapas que compõem o trabalho de sala de aula para que seja possível compreender melhor os resultados que serão apresentados, pois mesmo já indicando que os resultados de aprendizagem dos estudantes não serão considerados, evidencia-se importante apresentar os aspectos gerais para compreender melhor as questões mais específicas. O quadro 1 apresenta as 8 etapas desenvolvidas; 2) metodologia de análise dos dados – na segunda parte, apresentamos os referenciais adotados para análise dos dados, cada um definido para analisar corpos diferentes de dados coletados.

Metodologia do desenvolvimento da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

A elaboração da UEPS baseou-se nos fundamentos teóricos e metodológicos da TAS e na técnica de mapeamento conceitual. No total, 14 aulas de 50 minutos foram utilizadas para o desenvolvimento de toda a proposta, conforme quadro 6.

Quadro 6 - Etapas e objetivos da UEPS

Etapa	Objetivo
I. Questões/Organizador Prévio	Propor a resolução de questões para identificar conceitos subsunçores; Identificar quais são os conceitos que os estudantes apresentam maior grau de dificuldade de compreensão ao realizar a correção das questões de forma coletiva; Utilizar a resolução das questões como organizador prévio.
II. Atividade Experimental Demonstrativa	Realizar em sala de aula alguns experimentos demonstrativos para retomar os conceitos trabalhados na etapa I; Apresentar novos conceitos.
III. Atividades de Aprendizagem	Propor a resolução de atividades e situações problemas para verificar se os estudantes conseguiram ancorar os novos conceitos trabalhados nos conceitos subsunçores presentes na estrutura cognitiva.
IV. Atividade Prática de Produção de Conserva	Produzir com os estudantes conservas de pepino, chuchu, cenoura, batata e maçã a partir do saber popular da comunidade; Observar se os estudantes possuem saberes populares relativos à produção de conserva de alimentos; Propor um diálogo sobre o saber popular em questão para registrar a opinião dos estudantes sobre essa atividade e posterior análise.
V. Atividade Mapa Conceitual Coletivo	Solicitar aos estudantes a leitura de um texto sobre o conteúdo de “Propriedades Coligativas”; Solicitar que os estudantes destaquem nesse texto os principais conceitos; Listar no quadro os conceitos destacados e considerados mais significativos pelos estudantes; Elaborar um mapa conceitual coletivo.
VI. Avaliação da Aprendizagem	Verificar a aprendizagem dos estudantes sobre os conceitos trabalhados por meio da resolução de 18 questões objetivas, dissertativas e resolução de problemas.
VII. Atividade Mapa Conceitual	Elaborar mapa conceitual sobre os conceitos de “Propriedades Coligativas”; Observar o comportamento dos estudantes diante do desenvolvimento dessa atividade; Verificar se os estudantes apresentam ou não dificuldade com a técnica de mapeamento conceitual.
VIII. Questionário	Coletar a opinião dos estudantes sobre três assuntos: a) saber popular no processo de ensino e aprendizagem em Química; b) mapas conceituais no processo de ensino e aprendizagem em Química; c) recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem em Química.

Fonte: Autora

Metodologia de análise dos dados

Nossa pesquisa está situada dentro da abordagem qualitativa em educação (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Nesse tipo de investigação, os pesquisadores buscam compreender o fenômeno em seu ambiente natural, nesse caso, a escola.

A partir dessa abordagem, os pesquisadores não direcionam a investigação com o intuito de testar hipóteses previamente delineadas, refutando-as ou comprovando-as, ao contrário, é por meio da análise detalhada dos dados coletados em ambiente natural, que os fenômenos são compreendidos, sendo o processo de investigação valorizado integralmente, não recaindo sua importância apenas no resultado do produto final, tal como afirmam Moraes e Galiuzzi (2011), Bogdan e Biklen (1994), Laville e Dionne (1999), Lüdke e André (1986).

Considerando os objetivos desta pesquisa, definimos dois caminhos para análise dos dados, ambos seguem a perspectiva qualitativa.

Os questionários e as notas de campo serão analisados por meio da Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Conforme Moraes e Galiuzzi (2011), análises textuais têm sido utilizada cada vez com mais frequência em pesquisa qualitativa, sendo constituída de um ciclo organizado em quatro focos, sendo: 1) desmontagem dos textos – desconstrução e unitarização: exame detalhado, buscando alcançar unidades constituintes relativas ao fenômeno investigado; 2) estabelecimento de relações – processo de categorização: das unidades buscam-se relações para definir o sistema de categorias; 3) captando o novo emergente – expressando as compreensões atingidas: emerge uma nova compreensão do todo a partir dos processos anteriores, resultando em um metatexto e expressando a compreensão sobre o fenômeno estudado; 4) um processo auto-organizado – um processo de aprendizagem viva: fechamento do ciclo de análise, perpassando pela desconstrução - emergência – comunicação (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 11-12).

Inicialmente, realizamos uma primeira leitura das notas de campo produzidas/registradas pelas pesquisadoras durante o processo de investigação, buscando os elementos constituintes do primeiro ciclo. Na sequência, transcrevemos as respostas do questionário (etapa VIII) conforme as orientações de Thompson (2002), organizando-as em quadros. Desse processo foi possível estabelecer três unidades de sentido e suas categorias. Algumas dessas categorias foram construídas a partir do método dedutivo, ou seja, foram estabelecidas a partir do referencial adotado, antes mesmo da análise do corpus da pesquisa, as quais são denominadas categorias a priori. As categorias estabelecidas a partir do método indutivo foram construídas a partir do corpus na primeira etapa da ATD, são denominadas

categorias emergentes. Abaixo, seguem as unidades de sentido produzidas juntamente com as categorias estabelecidas para análise do corpus.

Tema 1: Saberes Populares no Processo de Ensino e Aprendizagem em Química

Categoria a priori 1.1: Conhecimento do saber popular da produção de conservas pelos estudantes

Categoria a priori 1.2: Relação do saber popular da produção de conservas com o conteúdo de propriedades coligativas

Categoria emergente 1.3: Resgate e valorização dos saberes populares da comunidade

Categoria a priori 1.4: Utilização de saberes populares para ensinar e aprender conceitos químicos

Tema 2: Mapas Conceituais no Processo de Ensino e Aprendizagem em Química

Categoria a priori 2.1: Conhecendo a técnica de mapeamento conceitual

Categoria a priori 2.2: Elaboração coletiva de mapas conceituais

Categoria emergente 2.3: Elaboração de mapas conceituais como estratégia para auxiliar a compreensão dos conceitos estudados

Categoria emergente 2.4: Mapa conceitual e avaliação da aprendizagem

Tema 3: Recursos didáticos no Processo de Ensino e Aprendizagem em Química

Categoria a priori 3.1: Importância da utilização de diferentes recursos didáticos

Categoria emergente 3.2: Recursos didáticos usados com mais frequência pelos professores

Categoria a priori 3.3: Sugestão de recursos didáticos para as aulas de Química

Na seção posterior, apresentamos o metatexto produzido a partir da análise dos dados considerando as categorias estabelecidas.

Os mapas conceituais elaborados pelos estudantes foram também analisados qualitativamente, mas com outra metodologia. Primeiramente, os mapas elaborados na etapa VII foram digitalizados, utilizando o software livre Cmaptools¹¹. A análise dos mapas teve por objetivo verificar se os estudantes compreenderam a técnica de mapeamento conceitual e seus principais elementos. Seguimos as orientações sugeridas por Novak e Gowin (1994, p. 52) e

¹¹ Todos os mapas conceituais dessa tese foram elaborados de forma manual e, posteriormente, reproduzidos pela pesquisadora no Cmaptools - IHMC Institute for Human & Machine Cognition <http://cmap.ihmc.us/>

Novak e Cañas (2010) como critério de análise dos mapas, realizando as adequações necessárias para nosso trabalho, como demonstra o quadro 7.

Quadro 7 - Critérios de análise dos mapas conceituais

Conceitos: Os conceitos presentes nos mapas estão inseridos em retângulos ou círculos?

Proposições: A relação de significado entre dois conceitos é indicada pela linha que os une e pela(s) palavra(s) de ligação correspondente? A relação é válida?

Hierarquias: O mapa revela uma hierarquia? Cada um dos conceitos subordinados é mais específico e menos geral que o conceito escrito por cima dele (do ponto de vista do contexto no qual se constrói o mapa conceptual)?

Ligações cruzadas: O mapa revela ligações significativas entre um segmento da hierarquia conceptual e outro segmento?

Exemplos: O mapa apresenta exemplos válidos que designam acontecimentos ou objetos concretos?

Fonte: Novak e Gowin (1996, p. 52); Novak e Cañas (2010) - Com adaptações

Apresentação e Discussão dos Dados

Iniciamos essa seção analisando os dados por meio das categorias estabelecidas e, posteriormente, apresentamos a análise dos mapas conceituais.

Para a primeira parte da análise, serão utilizados trechos das respostas obtidas dos estudantes no questionário, nas observações registradas nas notas de campo e na transcrição de diálogos entre professor e estudantes. Os trechos são indicados pela letra “E” de “estudante”, seguido de um número (E01, E02, E03, ... E17). Esses números foram designados de forma aleatória para os 17 estudantes.

Análise das opiniões dos estudantes

O **Tema 1** busca elucidar a opinião e percepção dos estudantes acerca da relação dos saberes populares com o processo de ensino e aprendizagem em Química, com base em quatro categorias:

Categoria a priori 1.1: Conhecimento do saber popular da produção de conservas pelos estudantes

Categoria a priori 1.2: Relação do saber popular da produção de conservas com o conteúdo de propriedades coligativas

Categoria emergente 1.3: Resgate e valorização dos saberes populares da comunidade

Categoria a priori 1.4: Utilização de saberes populares para ensinar e aprender conceitos químicos

Em relação à **categoria 1.1**, constatamos que 15 estudantes possuem conhecimentos sobre o saber popular da produção de conserva de alimentos, os conhecimentos foram transmitidos pelas mães, avós ou familiares próximos. Durante o desenvolvimento da prática, alguns estudantes demonstraram tal conhecimento ao explicar o processo de produção de conservas aos colegas, atribuindo exemplos de situações vivenciadas pelos mesmos durante o preparo de diferentes tipos de conservas em ambiente familiar. Constatamos que as famílias dos estudantes procuram disseminar os saberes do cotidiano para as gerações mais novas, isso pode estar relacionado ao fato de que a agricultura familiar destaca-se como uma das principais fontes de renda dos moradores da cidade. Nesse sistema, geralmente todos os integrantes da família contribuem colaborativamente com os afazeres que estão relacionados à produção de derivados do que se cultiva nas propriedades, assim, os filhos entram em contato com diferentes saberes desde muito cedo. Os trechos abaixo representam esta categoria:

[...] fazemos a compota de pêsego sempre no verão... É que não conseguimos consumir tanto pêsego e aí a melhor forma de guardar é fazendo chimia¹² e compotas, fazemos todo ano. E13

Sim, eu sempre vejo minha mãe fazer conserva. E11

Sim, minha mãe e minha avó me ensinaram. E15

Sim, já havia feito a conserva de pepino. E17

Sim, a minha mãe faz. E12

Conhecimento sim, porém nunca pratiquei. E01

Sim, nós fizemos no laboratório e em casa também. E13

Já, mas nunca fiz na prática. E02

A observação direta no ambiente natural corroborou para extrair dos diálogos entre os estudantes e professores e as informações necessárias para construir o primeiro entendimento sobre o conhecimento específico desse saber popular pelos estudantes.

¹² Em partes da Região Sul do Brasil, principalmente as colonizadas por imigrantes alemães, usa-se “chimia” ao invés de “geleira” para referir-se a doces produzidos geralmente para passar em pães.

O trecho do estudante E13 demonstra como a família resolve a questão prática de estocar as frutas, de forma a mantê-las em condições de consumo por mais tempo, isso apoiado em um saber pertencente à cultura familiar. Nesse sentido, o professor pode propor uma discussão em sala de aula que leve os estudantes a refletir sobre a produção e o acesso à energia elétrica e como isso influenciou no modo de vida das famílias. Pomeroy (1994) defende a possibilidade de explicar práticas e técnicas populares por meio dos conceitos científicos.

A identificação da prática de produção de conservas de alimentos entre algumas famílias dos estudantes, pode indicar que outros saberes populares também podem estar presentes. Chassot (2004, 2008, 2011) apresenta uma série de saberes populares que podem ser utilizados pelos professores de Ciências no desenvolvimento de conteúdos curriculares, sendo outras pesquisas referentes especificamente ao ensino de Química (CHASSOT, 2011; PINHEIRO; GIORDAN, 2010; RESENDE; CASTRO; PINHEIRO, 2010; GONDIM; MÓL, 2008; VENQUIARUTO et al., 2011; ALMEIDA, 2012; ZANATTO; SILVEIRA; SAUER, 2016; COSTA BEBER; PERES; WEIRICH, 2013).

A **categoria 1.2** estabelecida a priori pretendia verificar se os estudantes relacionavam ou não o saber popular da produção de conservas de alimentos com o conteúdo de propriedades coligativas. Abaixo, destacamos alguns trechos de diálogos entre professor e estudantes sobre essa categoria:

[...] aqui é a propriedade da osmose... heim, professora. Porque a água está salgada, temperada com o coentro e temperinho verde... Tá mais concentrada. E05

[...] a minha mãe sempre me diz para colocar o sal quando cozinhamos a batatinha porque cozinha mais rápido... Isso é o quê... hum... tem a ver com a temperatura professora? Por isso nós colocamos sal aqui na panela da batatinha, para acelerar a fervura... Não... O cozimento. E16

[...] eu pensava que tinha a ver com o açúcar que a minha mãe colocava, ela não sabia por que acontecia do pêssego ficar bom por tanto tempo [...] Às vezes, eu pergunto e a mãe diz que é porque é assim mesmo, que não sabe o porquê direito, mas aprendeu assim e dá certo. E13

Durante o desenvolvimento da prática de produção de conservas de alimentos, o ambiente estava propício ao diálogo e a troca de informações e experiências devido à liberdade e à autonomia estabelecida pela professora aos estudantes, o que possibilitou aos pesquisadores registrar alguns relatos indicando a utilização desse saber popular pelos estudantes e suas famílias. Além disso, ficou evidente que alguns conceitos trabalhados na UEPS sobre propriedades coligativas também foram observados, como o trecho do estudante E05.

Do questionário extraímos a informação de que 15 estudantes concordam que foi possível relacionar a atividade de produção de conservas de alimentos com alguns dos conceitos trabalhados na unidade sobre propriedades coligativas, entretanto, seis não apresentaram nenhuma justificativa para resposta “sim”, outros quatro estudantes justificaram a resposta positiva e cinco responderam que conseguiram relacionar “mais ou menos”. Veja alguns trechos com as justificativas:

Sim, a propriedade que mais teve relação foi a Osmose. E03

Sim. Aprendi muito mais com o experimento. E15

Sim, porque é importante e interessante para melhorar o conhecimento. E16

Mais ou menos. Algumas coisas não foram compreendidas. E09

Mais ou menos. E01

Um estudante atribuiu resposta negativa. Temos o registro em nossas notas de campo que o mesmo aluno, no dia do desenvolvimento da atividade, demonstrou pouco interesse para com a atividade, deixando a responsabilidade da produção da conserva para os demais integrantes de sua equipe, tomando a postura apenas de observador. Em aula posterior, o estudante ainda teceu alguns comentários elogiando as conservas produzidas pelos demais colegas durante a degustação das mesmas.

A figura 1 ilustra a atividade prática de produção de conservas e algumas delas produzidas, enquanto que na figura 2, temos o registro do momento da degustação.

Figura 1 - Atividade prática de produção das conservas



Fonte: Autora

Figura 2 - Estudantes degustando conservas produzidas



Fonte: Autora

A **categoria 1.3** emergiu do questionário de opinião e do diálogo dos estudantes durante o desenvolvimento da atividade prática. Verificamos, por meio dos dados, que os 17 estudantes consideram importante resgatar e valorizar os saberes populares da comunidade, sendo que alguns justificaram as respostas dadas:

Sim, para que essas sabedorias continuem sendo praticadas pela comunidade. E01

Sim, porque esses saberes nos ajudam “a saber” como a Química funciona. E14

Sim, porque muitas vezes os jovens não conhecem os saberes populares e isso poderá ajudar. E16

Sim, porque em relação à atividade podemos ver como exemplo o conteúdo de propriedades coligativas. E17

Sim, pois a Química faz parte desse assunto abordado. E11

A partir da análise realizada e das evidências em relação à relevância do resgate do saber popular, concordamos com Chassot (2004, 2011) quando o último afirma que os estudantes podem melhorar seu desempenho nas diferentes áreas do conhecimento quando os saberes de suas vivências cotidianas são usados como facilitadores do processo de aprendizagem. Ao iniciar a atividade de produção de conservas de alimentos, logo observamos que os estudantes demonstraram predisposição em aprender, fator imprescindível para a ocorrência de uma aprendizagem significativa, conforme estabelecido por Ausubel (2003), Ausubel, Novak e Hanesian (1980). Observamos que parte considerável dos estudantes manteve atenção e interesse durante o processo de produção das conservas, buscando escutar atenciosamente os relatos dos colegas, acrescentando informações e comparando as diferenças na produção das conservas de alimentos nas diferentes famílias.

O estudante E03 teceu um comentário que dá indícios de como o saber popular da produção de conserva de alimentos faz parte do contexto de sua família, além de evidenciar aspectos relacionados ao aproveitamento de alimentos, à boa alimentação e à adição de conservantes e aditivos químicos em alimentos industrializados. Evidencia também que a transmissão dos saberes da avó para as gerações mais novas é visto como importante para manter na família os saberes dos mais experientes e também para difundi-los, segue o recorte do trecho com o comentário:

[...] minha Nona (como os descendentes de italianos chamam as avós na comunidade) sempre diz que não se pode desperdiçar nada... Sabe, professora! [...] por isso, sempre fazemos conservas e compotas de frutas, cenoura, chuchu, cebola, e de quase tudo [...] essas conservas não têm conservantes e aquele monte de porcaria que os produtos dos mercados têm que nós aprendemos... em Química. Tudo é mais natural e saudável... Lá em casa, na comida, não compramos muitas coisas no mercado, só o que precisamos mesmo. Minha Nona tem mania de ensinar tudo, tudo ela quer ensinar e tem opinião, já fez ou sabe quem sabe e isso tem um lado bom porque vamos repassando de um para outro na família. E03

Além dos aspectos apontados no trecho, o estudante demonstrou bastante habilidade e conhecimento durante o processo de produção das conservas, ficando explícito que a cultura e os saberes oriundos da família são promotores de seu desenvolvimento cognitivo, percebe-se também, como o ambiente afetivo familiar enriquece sua experiência pessoal, refletindo para o ambiente coletivo da sala de aula. A experiência educativa pode ser extremamente positiva quando o pensamento, o sentimento e a ação estão integrados, possibilitando aos estudantes experiências promotoras de aprendizagens significativas (NOVAK; GOWIN, 1984, 1996; MOREIRA, 2010, 2011, 2012; MASINI; MOREIRA, 2008).

A análise a partir da **Categoria 1.4** possibilitou aos pesquisadores obter informação a respeito da opinião dos estudantes quanto à utilização dos saberes populares para ensinar e aprender conceitos químicos. De modo geral, expressaram opinião positiva quando indagados sobre a utilização de saberes populares durante o processo de ensino e aprendizagem de Química. Alguns trechos que destacamos:

[...] estudar só com o livro e a professora explicando é muito chato... Aprender Química assim é melhor e eu consigo me dedicar mais e prestar atenção... Que para mim é muito difícil... Me concentrar e prestar atenção. E01

Sim, pois assim o processo de ensino não se torna monótono. E03

Sim. Porque as atividades trazem mais curiosidades. E4

Sim. Porque ajuda mais no aprendizado, porque vemos a Química em situações do nosso dia. E06

[...] Eu acho que essas aulas com os saberes da família são mais proveitosas porque tem a prática, a teoria e muito conhecimento... a professora pergunta muito e precisamos pensar muito. E12

Sim, porque eles ajudam a melhorar o processo de ensino proposto pela professora. E11

Segundo os estudantes, o uso de saber popular contribui tanto para o processo de ensinar como para o processo de aprender, suas justificativas referem-se à inclusão de mais informações e curiosidades nas aulas, ao fato de que os estudantes prestam mais atenção durante o desenvolvimento das atividades, as aulas tornam-se menos monótonas e, principalmente, porque conseguem estabelecer relações entre os conceitos químicos estudados com situações cotidianas. A justificativa do estudante E06 vai ao encontro de uma das nossas expectativas em relação ao desenvolvimento de nossa pesquisa.

Nas observações realizadas no campo de estudo antes do desenvolvimento desta UEPS, percebemos desinteresse, desatenção e pouca disposição dos estudantes para a aprendizagem, esse comportamento modificou-se parcialmente durante o desenvolvimento da UEPS, isso pode indicar que o uso de saber popular pode ser um aliado do professor para resolver esses problemas observados e apontados pelos próprios estudantes. Sabemos que são muitos os fatores que interferem na aprendizagem, sendo impossível atribuir um motivo apenas, mas também não podemos desconsiderar nossa percepção e muito menos o que dizem os estudantes, sujeitos centrais do processo.

Identificamos que nenhum estudante demonstrou opinião contrária em relação a essa categoria. Dessa forma, tudo indica que, para os estudantes, o processo de ensino pode ocorrer pela utilização de saberes populares da comunidade.

Ao contemplar a análise do Tema 1, por meio de suas categorias, podemos chegar a algumas considerações importantes dentro dos objetivos da pesquisa, sendo estas:

- ✓ Os estudantes apresentam alguns conhecimentos sobre o saber popular da produção de conservas de alimentos;
- ✓ Os estudantes relacionam alguns conceitos referentes a propriedades coligativas com a prática de produção de conservas de alimentos;

- ✓ Os estudantes valorizam os saberes populares da comunidade e acreditam que resgatá-los é importante para que a cultura e os saberes da comunidade não se percam com o passar dos anos;
- ✓ Os estudantes são favoráveis à utilização dos saberes populares para ensinar e aprender conceitos químicos porque a dinâmica da aula privilegia a aprendizagem.

Essas considerações contribuem para a nossa compreensão de que para os estudantes é viável a inclusão de saber popular para o processo de ensino e aprendizagem em Química, assim, consideramos que um dos objetivos deste estudo exploratório foi alcançado. Além disso, o estudo possibilitou aos pesquisadores refletir sobre outra questão extremamente importante em nosso ponto de vista: Como apresentar o saberes aos estudantes. O trabalho com o saber popular da produção de conservas de alimentos sinalizou para a possibilidade de trazer uma pessoa ou uma família detentora de determinado saber para a escola, a fim de que os estudantes pudessem explorar com os professores esses saberes. Alguns estudantes afirmaram que mães, pais, avós e tias certamente seriam favoráveis a demonstrar para os demais colegas seus saberes. Passamos, então, a trabalhar com a ideia de trazer famílias para a escola ao invés de levar todos os estudantes da 2ª série do ensino médio até alguma residência ou propriedade.

Investigando artigos publicados sobre o emprego de saberes populares no processo de aprendizagem em Ciência, encontramos a pesquisa desenvolvida por Pinheiro e Giordan (2010) sobre o preparo de sabão de cinzas. Nela, os pesquisadores discorrem a respeito das possibilidades de inserção de SP em sala de aula e destacam que em alguns casos torna-se difícil deslocar os estudantes até o local de produção. Assim, a opção encontrada por esses pesquisadores foi utilizar gravações audiovisuais, fotografias, textos etc. para a produção de uma hipermídia que poderia ser utilizada no contexto escolar.

Passamos a explorar os dados obtidos sobre a perspectiva do **Tema 2**, que visou compreender qual a opinião dos estudantes acerca da relação de mapas conceituais com o processo de ensino e aprendizagem em Química, para tanto as categorias a priori e que emergiram foram:

Categoria a priori 2.1: Conhecendo a técnica de mapeamento conceitual

Categoria a priori 2.2: Elaboração coletiva de mapas conceituais

Categoria emergente 2.3: Elaboração de mapas conceituais como estratégia para auxiliar a compreensão dos conceitos estudados

Categoria emergente 2.4: Mapa conceitual e avaliação da aprendizagem

A **categoria 2.1** foi determinada com o objetivo de evidenciar a primeira impressão demonstrada pelos estudantes ao entrar em contato com a técnica de mapeamento conceitual.

Para tanto, utilizamos as notas de campo, transcrição de diálogos entre estudantes e professora e respostas do questionário para compor nosso diagnóstico.

O primeiro contato dos estudantes com a técnica de mapeamento conceitual deu-se quando os pesquisadores apresentaram a proposta do projeto de doutorado. Procuramos evidenciar os principais elementos constituintes dos mapas conceituais (conceitos, palavras de ligação, proposição) e aspectos alusivos a diferentes possibilidades de utilização de mapas conceituais como instrumento de ensino e aprendizagem. Durante a exposição dos pesquisadores, os estudantes mantiveram-se atentos às informações e detalhes apresentados, mapas conceituais elaborados por estudantes do ensino fundamental e do ensino médio foram utilizados para ilustrar as diferentes situações de sua utilização. Ao passo que a apresentação atingia seu término, os estudantes foram questionados sobre a ideia de incluir, nas aulas de Química, os mapas conceituais como uma ferramenta didática no processo de aprendizagem. Alguns estudantes emitiram comentários como:

Olhando estes mapas parece que é complicado, mas depois acompanhando o sentido das setas dá para ver um resumo do conteúdo... Parece bom, mas pra conseguir fazer um mapa desses sozinho, deve levar um tempo até pegar prática. E03

Parece interessante. E04

Acho que é difícil de fazer estes mapas. E16

Com sua ajuda, eu acho que dá para fazer prof. E09

Já fizemos mapas no 9º ano... Mas a professora não disse que era mapa conceitual. E15

Podemos observar inicialmente que os estudantes classificaram a técnica de mapeamento conceitual como complicado, difícil e interessante, sendo que em alguns casos, os estudantes justificaram sucintamente suas opiniões. Essas respostas não diferem muito de uma pesquisa realizada com estudantes do mesmo nível de ensino, com foco no processo de ensino e aprendizagem em Química (COSTA BEBER et al., 2013).

Para Novak e Cañas (2010), a dificuldade inicial dos estudantes com a elaboração e uso de mapas conceituais pode estar relacionada com o aprendizado mecânico do contexto escolar (p. 14), que exige memorização, repetição, pouco esforço criativo e construtivo. Recursos didáticos e metodologias diferentes das tradicionalmente empregadas na escola tendem a exigir dos estudantes atitudes mais participativas. Nesse sentido, podemos entender por que para alguns estudantes a técnica de mapeamento conceitual é complicada ou difícil.

Próxima etapa constituiu em passar da teoria para a prática. Durante o desenvolvimento da UEPS, propomos aos estudantes a elaboração coletiva de mapas conceituais, assim a

categoria 2.2 procura evidenciar a opinião dos estudantes sobre esse aspecto. Dos 17 estudantes, 10 avaliaram positivamente a atividade, atribuindo justificativas de que a atividade é interessante porque há uma interação maior entre estudantes e professores, o que os leva a compreenderem melhor os conteúdos e destacaram que a atividade privilegia a participação dos estudantes na construção do conhecimento. Os trechos abaixo comprovam a aceitação dos estudantes em elaborar coletivamente um mapa conceitual:

Interessante, pois assim alunos e professor interagem mais e os alunos compreendem melhor o conteúdo. E03

Boa, pois atividade em grupo é melhor para compreender. E04

É bom, pois podemos debater bastante sobre como montar. E10

Eu acho muito interessante realizar essa atividade, pois é mais fácil de entender o conteúdo que está sendo estudado. E11

Um momento onde todos colaboraram na atividade, expondo suas ideias. E14

Como é possível observar pela opinião dos estudantes, a elaboração coletiva de um mapa conceitual possibilitou o trabalho colaborativo entre professor e estudantes, fator positivo para os estudantes e desejado pela equipe de pesquisadores, evidencia-se esse fato não somente na elaboração coletiva de mapas, mas também na elaboração de mapas em pequenos grupos e sua posterior apresentação acaba valorizando a relação entre professor e estudantes (CONCEIÇÃO; VALADARES, 2002, p. 28). Dessa forma, a responsabilidade no processo de ensino não é apenas do professor, mas também dos estudantes, que percebem o quanto a aprendizagem está atrelada a sua responsabilidade em aprender (NOVAK; GOWIN, 1984, 1996).

A figura 3 retrata a elaboração do mapa conceitual coletivo. Destacamos também que a discussão gerada durante a elaboração possibilitou aos pesquisadores compreender como a aprendizagem dos conceitos estava ocorrendo até aquele momento, além dos aspectos referentes à opinião dos estudantes sobre a metodologia de ensino.

Figura 3 - Estudantes e professora elaborando mapa conceitual coletivo



Fonte: Autora

Constatamos que três estudantes mostraram-se contrários à elaboração do mapa conceitual coletivo, justificando que não compreendem a técnica de mapeamento conceitual, que é mais complicado para entender o conteúdo e também inadequado para o aprendizado. Os trechos destacados ilustram a opinião dos estudantes:

Não entendo muito de mapas conceituais. E06

Acho que mapas conceituais não são a forma adequada para o aprendizado de tais conteúdos. E07

Um pouco confusa. E08

Com base nas respostas extraídas do questionário, buscamos nas notas de campo outros argumentos que justificassem a rejeição dos estudantes em realizar a atividade proposta, procurando atingir um nível de compreensão mais elevado do fenômeno. Verificamos em nosso corpus que os mesmos estudantes não interagiram durante o desenvolvimento da atividade, sendo que um deles passou parte do tempo copiando de outro colega uma tarefa de matemática e outro demonstrava cansaço e sonolência durante toda a aula, quer dizer, ambos não acompanharam todo o desenvolvimento da atividade. As respostas são extremamente importantes, mas não podemos desconsiderar as observações dos pesquisadores durante o desenvolvimento da atividade e precisamos ficar atentos à disposição dos estudantes em participar das atividades de mapeamento conceitual propostas durante o desenvolvimento da pesquisa.

Diante da opinião dos estudantes sobre a elaboração coletiva de mapas conceituais, destacamos boa aceitação em sua utilização no processo de ensino e aprendizagem de Química, sendo também indicada sua utilização em outras disciplinas. Para aqueles cujas opiniões foram contrárias, buscaremos, durante o desenvolvimento das próximas etapas do projeto, observar com atenção como eles relacionam-se com a técnica de mapeamento conceitual, buscando verificar durante o processo se suas opiniões se mantêm ou sofrem alguma modificação.

Toigo e Moreira (2008) realizaram uma investigação com estudantes de um curso de graduação de Educação Física e constataram que vários alunos que cursavam uma das disciplinas “[...] manifestaram uma dificuldade inicial com relação à compreensão sobre como são confeccionados os mapas conceituais. A solução encontrada pela professora para tentar minimizar essa dificuldade foi à construção de um mapa conceitual coletivo” (p. 17). Em nosso caso, elaboramos um MC coletivo para conduzir a primeira experiência prática dos estudantes com a técnica de mapeamento conceitual.

Analisando o corpus da pesquisa, emergiu a **categoria 2.3**, que discute a elaboração de mapas conceituais como estratégia para auxiliar a compreensão dos conceitos estudados. Verificamos que 13 estudantes demonstram em suas respostas que os mapas conceituais podem auxiliá-los a compreender os conceitos, sendo atribuídas justificativas como:

[...] pois fica mais fácil de entender o conteúdo. E09

[...] no mapa podemos relacionar os conceitos que estudamos... Isso ajuda bastante a compreender melhor tudo o que estamos aprendendo. E12

Sim. Ajuda melhor no entendimento do conteúdo. E17

Sim, pois dá uma resumida nos pontos mais importantes. E04

Para os estudantes, a elaboração do mapa conceitual pode ajudá-los a organizar resumidamente os conceitos estudados, evidenciando os conceitos principais, importantes para compreender o contexto geral do conteúdo estudado. Destacaram também que extrair dos textos do livro didático as palavras-chave favorece o processo de aprendizagem porque é necessário mais atenção na hora da leitura, esse comentário está relacionado diretamente à atividade de elaboração do mapa conceitual coletivo, uma vez que solicitamos aos estudantes que destacassem do texto as palavras-chave para depois iniciarmos a organização delas no mapa conceitual. Com essa justificativa, percebemos que a dinâmica estabelecida pelas pesquisadoras para elaboração do mapa conceitual coletivo foi positiva.

Uma resposta fornecida por um estudante em relação à categoria em questão evidencia o entendimento que alguns estudantes têm, quando ainda são principiantes na elaboração de mapas conceituais. Alguns entendem que existe “um mapa correto para um dado corpo de

conceitos” e que é mais fácil “estudar pelo mapa conceitual elaborado” nos moldes do que convencionamos chamar de ‘decoreba’, assim, o professor deve trabalhar no sentido de desfazer essa ideia errônea assim que a percebe. Abaixo, destacamos o trecho do estudante E01 sobre a questão levantada:

Sim, porque sempre que o estudante esquecer o conteúdo pode estudar no mapa.
E01

Segundo Moreira (2010), é necessário trabalhar com os estudantes a questão de que não existe um mapa certo ou errado, que cada um traçará o mapa, segundo a organização conceitual estabelecida em sua estrutura cognitiva. Compactuamos com a ideia da dinamicidade da estrutura cognitiva e do processo de aprender, assim, a ideia de mapa ‘pronto’ também não é aceita por nós, pois a construção do conhecimento é constante e progressiva.

A **categoria 2.4:** foi estabelecida com o propósito de verificar a opinião dos estudantes sobre a relação entre mapa conceitual e avaliação da aprendizagem.

Questões referentes à avaliação da aprendizagem estão sempre em pauta em congressos, encontros e discussões relativos ao ensino e a aprendizagem, propor novos métodos e instrumentos de avaliação podem ajudar os professores e pesquisadores a lidar com a dificuldade em compreender como os estudantes aprendem. Inicialmente, os mapas conceituais não foram criados com o objetivo de avaliar a aprendizagem (NOVAK; CAÑAS, 2010), mas como uma ferramenta para identificar a compreensão de crianças sobre conceitos científicos dentro de um programa de pesquisa (NOVAK; GOWIN, 1984, 1996). Com o passar do tempo, foi percebido que a técnica de mapeamento conceitual também mostrava-se eficiente como recurso de avaliação, sendo que atualmente existe grande publicação em revistas, periódicos e congressos demonstrando resultados de sua utilização como ferramenta de avaliação¹³.

Dessa forma, entendemos ser importante saber a opinião dos estudantes sobre a utilização de mapas conceituais como um recurso para avaliação da aprendizagem.

Analisando o questionário, obtivemos 13 respostas favoráveis ao uso de mapas conceituais para a avaliação, oito estudantes não atribuíram justificativa para as respostas fornecidas e cinco justificaram conforme os trechos a seguir:

¹³ CMC - Congresso Internacional sobre Mapa Conceitual - iniciou em 2004 e no ano de 2016 está na 7ª edição; EIAS - Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa - iniciou em 1992 e no ano de 2016 está na 7ª edição.

Sim, é um método muito prático e eficiente. E01
 Sim, acho interessante. E02
 Sim, desde que tenhamos uma ajuda. E12
 Sim, porque é de fácil entendimento. E14
 Sim, ajuda bastante para um aprendizado melhor. E15

Analisando as justificativas, o que mais chama nossa atenção, é o fato de um estudante considerar que o mapa é um método muito prático e eficiente para a avaliação em Química, o mesmo estudante já havia argumentado que o trabalho com mapas conceituais e com os saberes populares tornam as aulas mais dinâmicas e que, por isso, consegue prestar atenção por mais tempo, fato que para ele é muito difícil. A justificativa do estudante E02 é pouco esclarecedora, enquanto que o E14 demonstra ser favorável à utilização de mapas conceituais na avaliação porque “é de fácil entendimento”, essa justificativa pode estar carregada de significados que até o momento não conseguimos identificar e definir. A justificativa do estudante E12 demonstra certa preocupação, pois afirma que, se utilizado como recurso de avaliação, é necessário que os estudantes tenham “uma ajuda”. O mesmo estudante reafirma a posição em um diálogo registrado pela pesquisadora juntamente com outro comentário importante:

[...] eu tenho dificuldade com provas... Na hora de responder às questões nunca sei nada professora, e não é só quando não estudo, quando estudo também me dá um branco total e quando eu recebo as provas e a professora lê e faz as correções, tipo assim, muita coisa eu sei e sei bem mesmo... Com o mapa eu posso ir melhor, tirar notas melhores, principalmente se a senhora ajudar ou se pudermos fazer em dupla ou em consulta com nossos cadernos e tudo mais que usamos na aula. E12

Para o estudante E12, a utilização de mapas pode amenizar o problema que enfrenta ao ter que realizar as avaliações apenas por meio de provas, recurso mais utilizado em nosso sistema de ensino para avaliar a aprendizagem dos estudantes em praticamente todos os níveis de ensino.

Dos quatro estudantes que não concordaram com a ideia de utilizar mapas conceituais como forma de avaliação, apenas um atribuiu justificativa, sendo esta:

Em nenhuma ocasião. E07

Essa justificativa e as demais atribuídas pelo estudante referente à técnica de mapeamento conceitual expressa sua discordância ao uso de mapas conceituais em diferentes situações no processo de ensino e aprendizagem. Pesquisas publicadas relatam que estudantes não habituados à técnica de mapeamento conceitual demonstram, em alguns casos, resistência a

essa metodologia, tanto como forma de avaliação, elaboração ou como estratégia para compreender os conceitos estudados.

Um exemplo é a constatação da pesquisa realizada por Nunes e Del Pino (2008), que verificou dificuldade na construção de mapas por estudantes do ensino médio na disciplina de Química, entretanto, para os pesquisadores, os mapas conceituais como estratégia de avaliação pode esclarecer algumas lacunas na compreensão dos conceitos dos estudantes, sendo possível então orientar os professores em seu trabalho docente. Costa Beber et. al. (2013), em uma investigação com estudantes no ensino médio sobre conceitos relativos a funções inorgânicas, constataram que, para esses estudantes, a elaboração de mapas inicialmente também é difícil porque exige a externalização de seus conhecimentos de forma autônoma, muito diferente das situações vivenciadas na escola, que privilegia geralmente a avaliação do conhecimento por provas de questões objetivas.

Cabe ao professor definir critérios para estabelecer a situação e o momento de utilização do mapa conceitual, considerando as habilidades dos estudantes. Em alguns casos, uma metodologia diferente da habitualmente vivenciada pelos estudantes pode gerar resistência e ineficiência para o objetivo proposto para a situação de aprendizagem.

Ao término da análise do Tema 2, chegamos as seguintes considerações:

- ✓ No primeiro contato dos estudantes com mapas conceituais suas opiniões em relação à técnica variaram de complicado, difícil e interessante, sendo possível perceber que, para esses estudantes, com o domínio da técnica, há grandes possibilidades de sua utilização ser significativa para a aprendizagem dos conteúdos de Química;
- ✓ A elaboração coletiva de mapas torna as aulas mais dinâmicas e possibilita uma maior interação e troca de conhecimento entre estudantes e professor;
- ✓ A técnica de mapeamento conceitual tem potencial para auxiliar os estudantes a identificar a compreensão e a falta da última com relação aos conceitos estudados;
- ✓ A avaliação da aprendizagem pode ocorrer por meio da elaboração de mapas conceituais, entretanto, não identificamos justificativas consistentes dos estudantes.

As evidências apontam para opiniões favoráveis quanto à utilização de mapas no processo de ensino e aprendizagem de Química. Para cada uma das categorias, obtivemos algumas opiniões desfavoráveis com justificativas que contribuem para nosso entendimento sobre o posicionamento dos estudantes. Dessa forma, nosso propósito agora é considerar todas as opiniões dos estudantes e a partir delas redirecionar as ações do projeto.

Segundo as proposições de Ausubel (2003), Ausubel, Novak e Hanesian (1980), o professor deve primeiro identificar os conhecimentos prévios dos estudantes para, a partir desses,

ensiná-los de acordo. Essa mesma premissa foi utilizada por nós no desenvolvimento de nosso projeto de doutoramento, pois propomos, neste estudo exploratório, identificar primeiramente a opinião dos estudantes sobre a utilização de saberes populares e mapas conceituais para o processo de ensino e aprendizagem de Química, para, a partir da compreensão desse fenômeno, elaborar todo o material didático a ser utilizado durante o processo de pesquisa. Dessa forma, os conhecimentos teóricos, epistemológicos e metodológicos que embasam os pesquisadores foram ampliados após a finalização deste estudo exploratório.

O **Tema 3** relaciona-se com a utilização de recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem em Química. As categorias a priori e emergentes estabelecidas contribuem para o entendimento da opinião dos estudantes sobre aspectos referentes aos recursos didáticos utilizados pelos professores no contexto escolar:

Categoria a priori 3.1: Importância da utilização de diferentes recursos didáticos

Categoria emergente 3.2: Recursos didáticos usados com mais frequência pelos professores

Categoria a priori 3.3: Sugestão de recursos didáticos para as aulas de química

A **categoria 3.1** foi delineada a priori e buscou verificar a opinião dos estudantes sobre a importância atribuída por eles na utilização de diferentes recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem em Química.

Todos os 17 estudantes consideram importante a utilização de diferentes recursos didáticos nas aulas de Química. Destes, apenas um não justificou sua resposta. A justificativa de três estudantes parece estar associada com a atividade do saber popular, dando a impressão de que estão referindo-se apenas ao saber popular como recurso didático, como pode ser constatado abaixo:

Sim. Porque atividades assim trazem mais curiosidades. E04

Sim. Porque dessa forma há mais formas de aprender o conteúdo. E05

Sim, me faz aprender de uma maneira mais fácil e criativa. E14

Caso estejamos corretos, podemos ainda associar as justificativas com aquelas utilizadas nas categorias 1.3 e 1.4 do tema 1, quando constatamos que os estudantes concordam e acham importante resgatar, valorizar e utilizar os saberes populares da comunidade para ensinar conceitos químicos.

Três estudantes acreditam que utilizar diferentes recursos didáticos pode melhorar o ensino e o aprendizado e para dois estudantes as aulas tornam-se mais interessantes:

Sim. Porque ajuda mais no aprendizado. E06

Sim, porque eles ajudam a melhorar o processo de ensino proposto pela professora. E11

Sim, com diferentes recursos talvez podemos entender e aprender melhor. E16

Sim. Porque variar o método de ensino torna a aula mais interessante. E09

Sim. Novas maneiras para aprender. Alguns entendem melhor de outros jeitos e a aula acaba sendo mais interessante. E15

Essas justificativas demonstram que os estudantes desejam aulas que despertem seu interesse para que a aprendizagem ocorra com maior facilidade. A observação direta no ambiente de pesquisa possibilitou aos pesquisadores perceber como os estudantes reagem nas aulas, quando são ou não utilizadas metodologias e recursos didáticos diferentes daqueles habitualmente usados pelos professores, como livro didático e quadro. Freitas et al. (2015) indicam que “a seleção das estratégias mais adequadas para cada aula é determinada, geralmente, pelos objetivos que o professor estabeleceu em seu planejamento” (p. 3), entretanto, percebemos que grande parte dos professores da escola em questão utilizam o mesmo tipo de aula, recursos didáticos e estratégias para todas as aulas, independente dos objetivos a serem atingidos. Essa constatação é fruto das observações realizadas pelos pesquisadores por aproximadamente três meses nas aulas da área de Ciências e nas demais áreas do conhecimento antes do desenvolvimento desta atividade, que denominamos estudo exploratório.

Por meio dessa experiência, verificamos que o interesse dos estudantes pelas aulas é influenciado pelas metodologias e recursos didáticos utilizados pelos professores, podendo também observar que há uma relação com a aprendizagem dos estudantes. Para dois estudantes, as aulas ministradas com recursos didáticos variados trazem mais detalhes dos conteúdos e também abrangem aspectos mais amplos. O estudante E10 e o E17 assim justificam nas questões que abordam esse tema e também, em outros momentos, temos o registro nas notas de campo que complementam seus argumentos:

Sim. Pois com recursos podemos ter aulas mais aprimoradas. E10

Esta atividade no laboratório é muito melhor do que ficar entediado fazendo exercício no livro em todas as aulas... Dá mais vontade de aprender e também tem mais informação e conhecimento. E10.

Sim. Porque assim vemos a explicação mais detalhada. E17

[...] dá para ver melhor a osmose com este vídeo, professora, porque a coisa tá em movimento... Daí nós vimos no laboratório com as conservas e com muito mais detalhes e explicação [...] resolver o exercício do livro fica mais fácil agora. E17.

Esses dois estudantes estão se referindo à atividade prática da produção de conservas e a um pequeno vídeo sobre a osmose como recurso didático que possibilita uma melhor

compreensão dos conceitos estudados, podemos também fazer referência aqui à pré-disposição para aprender (Ausubel, 2003), que foi potencializada com a utilização dos recursos didáticos.

Os trechos abaixo enfatizam os seguintes aspectos sobre o emprego de diferentes recursos didáticos, sendo: ensino mais dinâmico; favorecimento da aprendizagem; ampliação da atenção sobre os conteúdos; complementação de informações sobre conteúdos estudados:

Sim, pois assim o processo de ensino não se torna monótono. E03
 Sim porque teremos mais conhecimento e as aulas mais legais. E13
 Sim, pois quanto mais aprender, melhor. E02
 Sim, porque tem vários métodos para o ensino que o aluno vai dar mais atenção ao conteúdo. E01
 Sim, porque não está tudo completo no nosso livro é sempre bom utilizar revistas e outros meios. E12

As metodologias de ensino e os recursos didáticos adotados por professores em muitos casos restringem-se ao quadro, ao livro didático e ao discurso, ficando as pesquisas e as produções da academia distante da rotina da maior parte dos professores da educação básica. Não faltam investigações que apresentam resultados importantes e contribuições para a aprendizagem dos estudantes, quando o professor envolve o estudante no processo de construir o conhecimento por meio de diferentes propostas e recursos didáticos. Para Moura e Bonzanini (2015), “a prática da inovação nas aulas torna-se fundamental para atender ao novo perfil dos alunos presentes hoje em sala de aula” (p. 4) e contribui para motivá-los a aprender.

A **categoria 3.2** emergiu após a análise do questionário e dos diálogos captados durante desenvolvimento do estudo exploratório. Por meio dessa, categoria podemos verificar quais são os recursos didáticos usados com mais frequência pelos professores na visão dos estudantes, segundo suas experiências e vivências escolares. Para obter essa resposta, não explicitamos no questionário uma relação de recursos didáticos e metodologias/estratégias de ensino para que eles indicassem a frequência ou não de sua utilização pelos professores, buscamos apenas mostrar, durante as aulas, que mapas conceituais e saberes populares são recursos tal como documentários, textos, imagens, vídeos, multimídia, computador, jogos e outros. Nossa ideia passou pela intenção de deixar que os estudantes respondessem espontaneamente a partir das lembranças presentes na memória sobre as aulas ministradas pelos professores.

Para os 17 estudantes participantes do estudo exploratório, os professores utilizam com mais frequência o livro didático e o quadro nas aulas das diferentes áreas do conhecimento. Alguns recursos citados estão relacionados a uma disciplina/área específica, como nos trechos abaixo:

A professora de Arte utiliza bastante o espaço do pátio da escola para trabalhar o conteúdo e isso é bom, porque podemos usar o ambiente natural da escola para aprender os conteúdos ao invés de ficar somente em sala de aula. E04

Prefiro aulas que podemos ir para o pátio da escola, ficamos mais livres e, para mim, aprendemos mais. E05

Eu gostei da aula de Matemática em que fomos fazer pizza na cozinha da escola, já fizemos anos atrás, é melhor e aprendemos mais e isso é um recurso de aula muito bom e eu aprendo com mais facilidade e não esqueço, como geralmente acontece. E14

Os filmes que assistimos nas aulas de Filosofia e História são excelentes porque ajudam a entender o conteúdo que a professora está passando, e também a aula fica mais descontraída, dá para tomar tererê e comer pipoca durante o filme... Mas têm aqueles que não prestam atenção e até dormem porque só gostam de filme de ação. E09

Na opinião dos estudantes, ao utilizar o pátio da escola ou a cozinha, o professor acaba ampliando as possibilidades de aprendizagem dos estudantes, tal como ao usar um filme, como foi citado. Tanto o pátio como a cozinha são ambientes presentes nas escolas e podem ser aproveitados como espaço de construção do conhecimento e troca de experiências entre estudantes, professores e funcionários. É necessário tomar atenção quanto ao planejamento e desenvolvimento da aula ao se utilizar espaços e ambientes diferentes da sala de aula. O professor não deve descuidar dos objetivos a serem atingidos, pois, é sabido que para muitos estudantes sair da sala de aula significa maior tempo para conversas e menor tempo para desenvolvimento de conteúdos.

Uma alternativa pode ser a apresentação clara para os estudantes dos objetivos do trabalho fora da sala de aula, incentivando-os a aproveitar o ambiente tanto para o processo de ensino como de aprendizagem, destacando aspectos positivos e a responsabilidade que todos precisam assumir no processo educacional.

Azevedo et al. (2013) utilizaram o pátio da escola para montar um relógio do sol com os estudantes do ensino fundamental e médio e trabalhar conceitos de Física e Astronomia, os resultados indicam que a utilização de espaços diferentes da sala de aula aguçam a natureza investigativa do aluno.

Pesquisas envolvendo a utilização de saberes populares para o ensino de Química são desenvolvidas em espaços como a cozinha, pátio de residências e escolas, e também em pequenos estabelecimentos industriais e comerciais, como os descritos por Costa Beber, Peres e Weirich (2013). Mello e Costallat (2011) utilizaram a cozinha de uma escola de campo para trabalhar técnicas de processamento de alimentos com enfoque na experimentação. Wolke (2003) publicou um livro intitulado *O que Einstein disse a seu cozinheiro: a ciência na cozinha*, que apresenta ideias referentes ao uso da cozinha para explorar conceitos científicos relacionados

ao cotidiano das pessoas, esse livro pode contribuir significativamente com o planejamento dos professores, trazendo para a sala de aula situações cotidianas dos estudantes. A obra pode, inclusive, ser empregada como um recurso didático de professores e estudantes, além de ser possível realizar um trabalho interdisciplinar, pois conteúdos de Língua Portuguesa, Artes, Física, Biologia, Matemática, Sociologia e outros podem ser explorados.

Os estudantes destacaram como recurso didático o laboratório de informática da escola, porém aspectos negativos se sobressaíram em relação a aspectos positivos associados a seu uso na escola:

O laboratório de informática está fora de uso há algum tempo, professora. Os professores poderiam usar o computador para melhorar as aulas, trazer novidades e fazer a gente se interessar mais pelo conteúdo, todos gostamos de usar computador, celular, os jogos e redes sociais. E03

O que adianta ter este laboratório (de informática) se nenhum professor usa nas aulas, os computadores estão só pegando pó... E a internet é muito lenta, nenhum programa roda, isso é um motivo para os professores não usarem como recurso, então sempre o mesmo tipo de aula. E05

Na opinião dos estudantes, o laboratório de informática da escola não está em bom estado de conservação, necessitando manutenção nos equipamentos. Outro agravante é a pouca capacidade de navegação na rede mundial de computadores, o que dificulta o trabalho de professores e estudantes. Além desses aspectos negativos, destacamos que, para os estudantes, falta também intenção dos professores em propor aulas usando o laboratório de informática como recurso didático.

Segundo Gabini e Diniz (2009), “o uso do computador como um recurso didático à ação do professor em sala de aula, visando enriquecer as situações de aprendizagem e elaboração do saber, pode colaborar para que esse conhecimento adquira um grau maior de significação.” (p. 346). Como exposto pelos estudantes, todos utilizam celulares, computadores e a rede mundial de computadores e essas ferramentas tecnológicas poderiam ser adotadas pelos professores para tornar as aulas mais interessantes, no sentido de enriquecer as situações de aprendizagem.

As discussões sobre a inclusão das tecnologias de informação e comunicação (TICs) no sistema educacional estão sendo tratadas por pesquisadores há mais de três décadas, e, para Eichler e Del Pino (2000), “a literatura mostra que uma das maiores debilidades existentes na informática educativa é precisamente a falta de preparação dos professores para aproveitar os computadores como recurso educacional” (p. 839), essa constatação ainda é frequentemente observada nas escolas e retratada aqui pelos próprios estudantes. É sabido que temos uma

geração de professores com pouco ou quase nenhum domínio de ferramentas tecnológicas, fato que influencia diretamente na utilização do recurso didático em questão nas aulas.

Leite (2015) apresenta em sua obra *Tecnologias no Ensino de Química: teoria e prática* na formação docente aspectos teóricos e possíveis aplicações das TICs como recursos didáticos, situando o contexto da formação inicial e continuada de professores de Química como espaços promotores para aprendizagem de recursos didáticos digitais, tal como hipermídia, softwares, blogs, redes sociais, webQuest, Ebooks, Youtube, entre outros.

Em relação às TICs, vários aspectos além dos citados aqui poderiam ser discutidos ao se tratar de seu emprego enquanto recurso didático. Vamos nos limitar e seguir a análise.

Os estudantes indicaram o uso de multimídia por alguns professores, aulas práticas no laboratório e livros literários entre os recursos didáticos empregados nas aulas. Chegamos à compreensão de que, na visão dos estudantes, falta interesse, vontade, iniciativa e conhecimento dos professores para utilizar diferentes recursos didáticos, é perceptível também a desmotivação dos estudantes para aprender, fato ampliado diante das atuais metodologias adotadas pelos professores da escola.

A **categoria 3.3** foi estabelecida a priori porque desejávamos obter sugestões dos estudantes para as aulas de Química. Essas sugestões seriam consideradas para o planejamento das atividades das etapas posteriores ao estudo exploratório. Ao analisar o corpus da pesquisa, verificamos que as sugestões dos estudantes recaiam basicamente nas sugestões de emprego de recursos didáticos para as aulas de Química.

O estudante E12 sugeriu gincana e brincadeiras sobre o conteúdo. Para o estudante E16, jogos são recursos que podem ajudar no processo de aprendizagem, ambas estão destacadas nos trechos abaixo:

Poderíamos fazer gincanas relacionadas e voltadas ao que estamos estudando e telefone sem fio com frases em relação à matéria. E12
Bom, talvez se fizermos alguns jogos sobre química podem ajudar. E16

Percebemos que o aspecto lúdico, geralmente presente em jogos e gincana, pode ser o motivador para as sugestões dos estudantes E12 e E16, isso porque essas atividades promovem geralmente o desenvolvimento cognitivo, motor e afetivo de forma integrada, o que possibilita ao estudante uma experiência de aprendizagem dinâmica, criativa e desafiadora. A importância do lúdico para o processo de educação é tratado amplamente por Kishimoto (2011), quando a última refere-se ao jogo, ao brinquedo e à brincadeira. Soares (2013) tem pesquisado intensamente a utilização de atividades lúdicas e jogos para o ensino de Química, seus estudos expressam

inúmeros fatores positivos agregados ao processo de aprendizagem dos estudantes quanto ao uso de jogos, já que eles trazem interação com o conhecimento, aumentam o interesse dos estudantes em sala de aula, favorecem e melhoram a inter-relação dos alunos com eles mesmos, com os professores e outros.

Cunha (2000) elaborou diversos jogos didáticos em Química com o “objetivo de trazer sugestões para um ensino eficiente, criativo e agradável da química”, buscando contrapor ao ensino apoiado essencialmente em livros didáticos. Após pouco mais de uma década investigando sobre jogos didáticos, especialmente no ensino de Química, Cunha (2012) faz algumas críticas sobre a deficiência de aspectos pedagógicos e a falta de referenciais teóricos adequados no embasamento de muitas propostas de jogos didáticos utilizadas por professores, chamando atenção ao pouco comprometimento dos professores com a efetividade desse recurso para a aprendizagem dos estudantes.

Os estudantes E01 e E17 sugeriram a utilização de mapas como recurso para explicar os conteúdos, o estudante E17, juntamente com o E10, sugerem trabalhos em grupo como possíveis atividades para as aulas de Química:

Continuar esse trabalho com mapas e mais aulas práticas que vai ser bacana para o aprendizado. E01
Fazer mais explicações com mapas e apresentações de trabalho em grupo na frente dos colegas. E17
Mais trabalhos em duplas e aulas práticas. E10

Essa sugestão também apareceu em outra resposta fornecida pelo mesmo estudante quando questionávamos sobre a utilização de mapas conceituais

[...] este recurso didático ajuda o professor a explicar o conteúdo e facilita a compreensão do estudante. E17

Quanto à apresentação de trabalho em grupo para colegas e professor, sugerido pelo estudante E17, também consta na resposta do estudante E10. Esperávamos que outros estudantes também sugerissem esse tipo de atividade, porque, durante as aulas das diferentes áreas do conhecimento observadas, frequentemente os estudantes solicitam trabalhos em pares ou grupos ao invés de trabalhos individuais.

Em relação aos mapas conceituais, sabemos que os estudantes estão passando por um estágio de descobrimento das possibilidades de emprego dos mapas e suas efetivas potencialidades. Desse modo, achamos significativa a sugestão desses dois estudantes quanto ao

uso de mapas, lembramos que, apesar da aceitação dos estudantes quanto à utilização de mapas conceituais nas aulas de Química, percebemos que esses também sentem insegurança com relação a sua elaboração.

Outras sugestões dos estudantes indicam o uso de questionários, cálculos e exemplos, segundo o estudante E08, e aulas mais divertidas para o estudante E15:

Mais aulas práticas e efetuar questionário sobre essas aulas. E07
Prefiro aula mais prática e aulas com cálculos e com bastante exemplo. E08
Só acho que as aulas deveriam ser um pouco mais divertidas. E15

A indicação de uso de questionário, atribuída pelo estudante E07 pode estar relacionada ao fato de que alguns preferem aprender por meio da escrita e da leitura, enfatizando a repetição das respostas uma vez dadas como corretas. Um questionário pode ser memorizado e facilmente reproduzido nas avaliações, seguindo a linha da aprendizagem mecânica (Ausubel, 2003), esse tipo de aprendizagem geralmente é o único conhecido e integrante dos sistemas de ensino.

O uso de cálculos e exemplos como sugestão do estudante E08 pode estar relacionada a uma reclamação de grande parte dos estudantes à prática docente de um professor, que está apoiada unicamente no livro didático, segundo os estudantes. Os exemplos do livro são pouco elucidativos, sendo que o professor não consegue, em muitos casos, explicar as questões presentes no livro e a resolução dos problemas propostos.

Quanto à sugestão de aulas mais divertidas, do estudante E15, poderíamos enumerar aspectos didáticos adotados pelos professores da escola em questão para tentar compreender o significado prático dessa sugestão. Entretanto, nos limitamos a associá-la ao descontentamento expresso pelos estudantes quanto ao modo repetitivo das aulas ministradas pelos professores, práticas permeadas por atividades ausentes de caráter dinâmico ou até mesmo lúdico, classificadas como aulas “*monótonas*” pelo estudante E03

Dos 17 estudantes, 11 sugerem aulas práticas para o ensino de Química, entendemos que essas “aulas práticas” compreendem basicamente as atividades realizadas no laboratório de Ciências da escola. Separamos alguns trechos:

Mais aulas práticas, porque desse jeito os alunos terão mais facilidade para entender os processos. E05
Mais aulas práticas. E06
Mais aulas práticas em cima do conteúdo. E09
Fazer mais experiência no laboratório. E13

Já é reconhecida pela comunidade de professores e pesquisadores em Ciências a importância atribuída pelos estudantes às atividades experimentais. No ensino de Química, essa importância parece ser ainda maior, seja porque envolvem aspectos lúdicos, despertam o interesse, estão ligados basicamente aos sentidos ou mesmo porque motivam os estudantes (GIORDAN, 1999).

Segundo Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002), “muitos dos objetivos que se estabelecem para o trabalho experimental escolar, e que, os professores quase sempre enunciam, referem-se, entre outros, ao seu forte sentido motivador, bem como ao desenvolvimento de atitudes científicas tais como a objetividade, a ausência de juízos de valor, a abertura de espírito” (p. 258).

Percebe-se que tanto estudantes como professores destacam o caráter motivador das atividades experimentais, entretanto, para alguns estudantes as atividades experimentais podem exercer o sentido inverso à motivação, principalmente quando não entendem o porquê, como e para quê determinada atividade experimental será realizada. Isso pode ocorrer quando o professor apenas repassa um roteiro da atividade experimental, não estabelecendo os objetivos e a metodologia que permeará a prática experimental.

Por outro lado, “não é incomum, entre professores, a ideia de que a atividade experimental tem a função de concretizar para o aluno as formulações teóricas da ciência e que, por isso, facilitaria a aprendizagem” (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 237), de forma que seu emprego como estratégia de ensino venha a melhorar a aprendizagem dos estudantes. Matos, Nakata e Banczek (2013) afirmam que “nas aulas experimentais, o que se observa é que os alunos pouco aproveitam a atividade para a consolidação do conhecimento” (p. 237).

Devemos considerar que as atividades práticas para o ensino de Química precisam ser planejadas criteriosamente, amparadas por conhecimentos pedagógicos, teóricos e epistemológicos de ciência. As atividades experimentais devem favorecer a aprendizagem dos estudantes ao invés de apenas proporcionar uma aula que busque comprovar uma teoria, ou ilustrar um conceito isolado.

A sugestão de Ferreira, Hartwig e Oliveira (2009) é o emprego de atividades experimentais em Química alicerçada por uma abordagem investigativa. Mortimer, Machado e Romanelli (2000) destacam que a articulação dos três níveis de conhecimento químico - fenomenológico, teórico e representacional – deve ser priorizada no desenvolvimento de atividades experimentais.

Apenas um estudante não registrou nenhuma sugestão para as aulas de Química na questão específica do questionário, também não encontramos nenhum outro registro que pudesse ser resgatado como possível resposta do estudante a respeito da questão.

Para encerrar as discussões do Tema 3, apontamos algumas considerações que representam a compreensão geral acerca das categorias:

- ✓ Para todos os estudantes que participaram da pesquisa, é importante o emprego de diferentes recursos didáticos nas aulas de Química, pois podem influenciar positivamente a aprendizagem;
- ✓ Os recursos didáticos usados com mais frequência pelos professores são o livro didático e o quadro;
- ✓ A sugestão predominante dos estudantes para as aulas de Química é o emprego de atividades práticas, realizadas preferencialmente no laboratório de Ciências e Química da escola.

Com base no levantamento das opiniões e sugestões dos estudantes foi possível verificar alguns aspectos referentes à utilização de recursos didáticos nas aulas de Química, isso possibilita melhor compreensão do campo de estudo e dos sujeitos participantes da pesquisa.

Considerando as três categorias de análises determinadas a priori e aquelas que emergiram a partir da análise do corpus da pesquisa, conseguimos construir a primeira compreensão sobre as principais questões abordadas, que são: o saber popular; os mapas conceituais; os recursos didáticos. Essa compreensão será complementada e ampliada com a análise dos mapas conceituais. Na última seção deste texto, apresentaremos nossas considerações englobando a análise geral.

Análise dos Mapas Conceituais

Os mapas conceituais foram construídos pelos estudantes durante o período de aula, sugerimos a organização de duplas. No entanto, permitimos que trabalhassem individualmente ou em trio. A partir dessa orientação, os estudantes iniciaram a atividade.

Obtivemos quatro mapas elaborados individualmente, cinco mapas elaborados em dupla e um mapa elaborado em trio, totalizando 10 mapas.

Durante a reprodução dos mapas conceituais, utilizando o software *Cmaptools*, identificamos dois com estruturas idênticas. Em um mapa, constava a identificação de uma dupla

e no outro, um trio de estudantes. Optamos por considerar apenas um dos mapas. Analisamos no total nove mapas, conforme as categorias definidas e apresentadas no quadro 7.

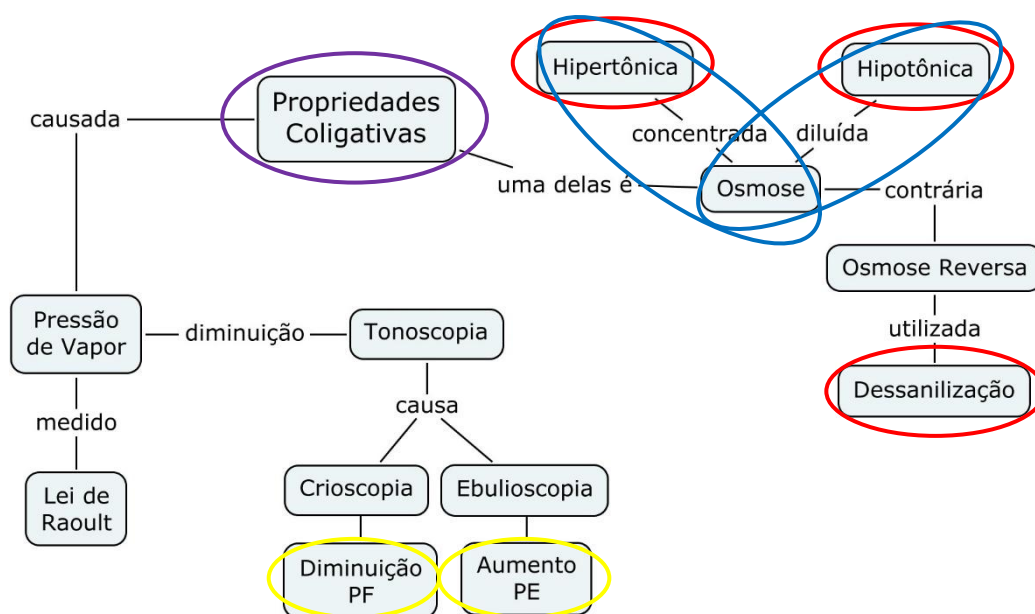
Conceitos: Os conceitos presentes nos mapas estão inseridos em retângulos ou círculos?

Os nove mapas elaborados apresentam conceitos inseridos em retângulos, sendo que em dois, além de conceitos, foram também inseridas explicações (MC C figura 6 e MC D figura 7). Em alguns casos, como no MC A da figura 4, em destaque na elipse amarela, dentro dos retângulos constam os conceitos e as palavras de ligação (diminuição – PF/aumento –PE, sendo que diminuição e aumento são possíveis palavras de ligação). Em outros casos, foram utilizadas palavras que não se caracterizam como conceitos.

Cinco MC apresentam na estrutura apenas os oito conceitos fornecidos pela professora para orientar a elaboração, não incluindo nenhum outro conceito ou deixando algum dos conceitos fornecidos fora da estrutura. Um exemplo é o MC B da figura 5.

Um mapa apresentou três conceitos adicionais, em destaque com elipse vermelha (hipertônica – hipotônica – dessanilização) e sete dos conceitos fornecidos, excluindo o conceito pressão osmótica (MC A da figura 4). Um mapa apresentou três conceitos adicionais (solução hipertônica – solução hipotônica – dessanilização), além dos oito conceitos fornecidos (MC D figura 7). Como é possível observar, os conceitos adicionais dos dois mapas são praticamente iguais.

Figura 4 - Mapa Conceitual (MC A)



Fonte: Estudantes

Os resultados demonstram que sete mapas apresentam apenas conceitos dentro dos retângulos, enquanto que, em dois mapas, além de conceitos, os estudantes incluíram explicações nos retângulos, isso evidencia que é necessário retomar com os estudantes a ideia de que apenas conceitos devem ser incluídos nos retângulos ou qualquer que seja a figura utilizada e também discutir a ideia do que são conceitos e como um conceito pode ser representado por uma ou duas palavras. Assim, consideramos o resultado positivo, porque foi o primeiro mapa elaborado pelos estudantes sem o auxílio da professora e pesquisadores.

Verificamos que os estudantes limitaram-se a utilizar os conceitos fornecidos e incluíram poucos conceitos adicionais. Diante dessa constatação, buscamos alguns elementos para a discussão e chegamos à conclusão de que provavelmente um dos motivos é a pouca intimidade dos estudantes com a técnica de mapeamento conceitual, levando-os a não incluir outros conceitos por insegurança ou até por receio de errar. Essa condição tende a mudar na medida em que os estudantes familiarizam-se com a técnica e passam a utilizá-la com mais frequência.

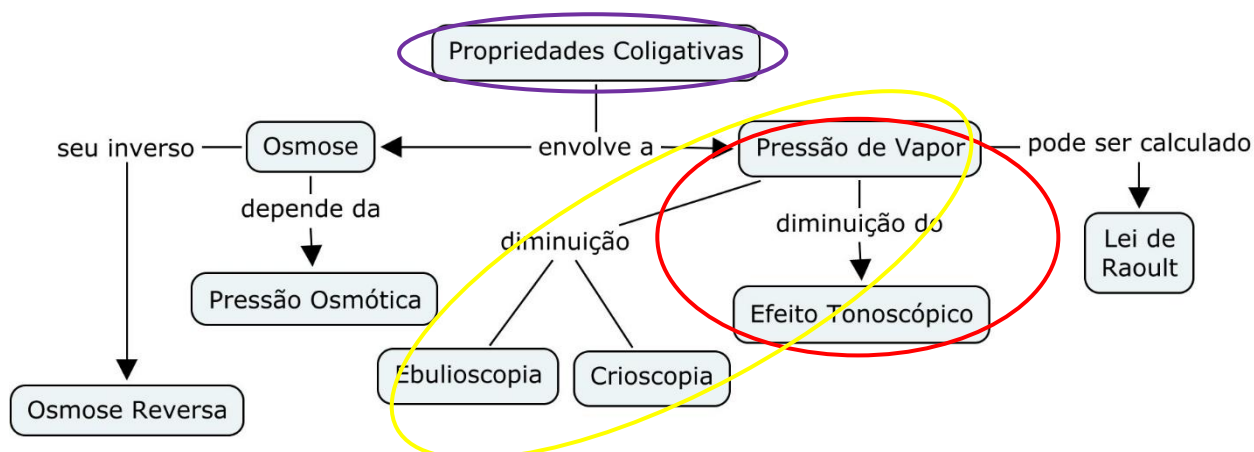
Em uma pesquisa com estudantes do ensino médio habituados a utilizar a técnica de mapeamento conceitual nas aulas de Química, verificou-se que os estudantes adicionaram quatro vezes mais conceitos no MC em relação àqueles fornecidos, isso comparado a um primeiro mapa elaborado, em que os estudantes adicionaram o mesmo número de conceitos além dos fornecidos (COSTA BEBER; KUNZLER; DEL PINO, 2016). Moreira (2010, 2011) sugere que é preferível usar os mapas quando os estudantes “já têm certa familiaridade com o assunto” (MOREIRA, 2010, p. 17).

Identificamos em todos os nove mapas elaborados o conceito “propriedades coligativas” ocupando uma posição de destaque, ou seja, foi utilizado como conceito mais inclusivo. Isso já era esperado pelos pesquisadores, pois os estudantes foram orientados antes do início da atividade a organizarem um mapa com os conceitos estudados na unidade sobre as propriedades coligativas (MC A figura 4, MC B figura 5, MC C figura 6, MC D figura 7, todos em destaque com elipse roxa).

Proposições: A relação de significado entre dois conceitos é indicada pela linha que os une e pela(s) palavra(s) de ligação correspondente? A relação é válida?

Os nove mapas estão estruturados basicamente por proposições, entendidas como uma unidade semântica constituída por no mínimo dois conceitos unidos por uma linha e por palavra(s) de ligação (NOVAK; GOWIN, 1984, 1996; ONTORIA, 2005). Na figura 5, o MC B, em destaque na elipse vermelha, uma proposição válida, e, em elipse amarela, uma proposição não válida.

Figura 5 - Mapa Conceitual (MC B)



Fonte: Estudantes

Em apenas um mapa os estudantes utilizaram “frases” para ligar os conceitos para formar proposições, fugindo às orientações de que preferencialmente utilizassem uma ou duas palavras de ligação (MC D figura 7, destacamos duas dessas frases em elipse vermelha). Para Novak e Cañas (2010), “os alunos muitas vezes comentam que é difícil acrescentar palavras de ligação às ‘linhas’ de seus mapas conceituais” (p. 17), essa dificuldade está associada à falta de compreensão da relação entre os conceitos e do significado dos próprios conceitos. Outro motivo pode estar relacionado com a própria metodologia das aulas e de estudo dos estudantes, que baseiam-se na memorização de respostas explicativas para reprodução em avaliações, esse método acaba moldando um padrão de aprendizagem, denominado por Ausubel (2003) como aprendizagem mecânica.

As proposições são consideradas válidas quando seu significado está de acordo com os significados cientificamente aceitos daquele corpo de conhecimentos. Assim, quando um mapa é analisado, busca-se identificar se o conjunto de proposições estabelecidas por aquele(s) que o elabora(m) está de acordo ou não com o esperado. As proposições contidas em um determinado mapa apresentam características próprias do(s) sujeito(s) que o elabora(m), ou seja, dotados de componentes idiossincráticos (MOREIRA, 2010, p. 22), tornando cada mapa único, dessa forma, para determinar se as proposições são válidas, é necessário considerar os componentes idiossincráticos e os significados representados pelas proposições. Moreira (2012) e Ontoria (2005) discutem a ideia de que precisamos esclarecer para os estudantes que não é possível considerar apenas um mapa como correto para determinado corpo de conhecimentos, pois eles refletirão a organização dos conceitos na estrutura cognitiva e as relações significativas entre eles.

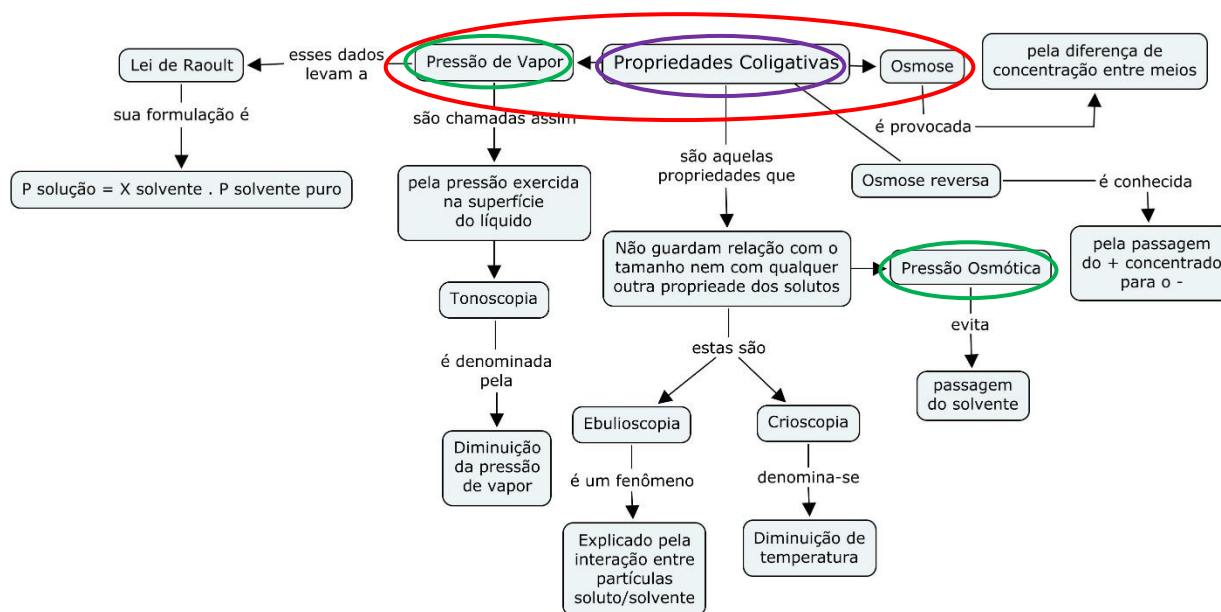
Analisando os nove mapas, concluímos que os estudantes entenderam o que são proposições em um mapa, e que a utilização de frases como palavras de ligação de um dos mapa representa uma dificuldade que pode ser superada à medida que os estudantes sentirem-se familiarizados com a técnica de mapeamento conceitual.

Sobre a validade das proposições, verificamos que os nove mapas apresentam proposições válidas e não válidas, indicando falta de compreensão de alguns conceitos e estabelecimento de relações conceituais inadequadas e distantes das esperadas. Como nosso objetivo principal é verificar a compreensão dos estudantes sobre os principais elementos que constituem um mapa, não apresentaremos a análise das proposições quanto a sua validade ou não em relação ao significado conceitual, apenas apresentaremos o panorama geral.

Hierarquias: O mapa revela uma hierarquia? Cada um dos conceitos subordinados é mais específico e menos geral que o conceito escrito por cima dele?

Os nove mapas elaborados apresentam o conceito “propriedades coligativas” como mais inclusivo e geral, em cinco destes mapas, é evidente a compreensão dos estudantes quanto à hierarquia dos conceitos. Nos outros quatro mapas, os estudantes incluíram na mesma linha hierárquica do conceito mais inclusivo um ou mais conceitos subordinados, estabelecendo uma relação igualitária de importância e generalidade conceitual. Nesse sentido, esses mapas não atendem à indicação de Novak e Gowin (1996) quanto à hierarquia conceitual de um mapa. No MC C da figura 6, é possível verificar a descrição acima quanto à hierarquia dos conceitos, uma vez que o conceito mais inclusivo “propriedades coligativas”, em destaque na elipse roxa, ocupa a mesma posição hierárquica de outros dois conceitos, estes em destaque na elipse vermelha.

Figura 6 - Mapa Conceitual (MC C)



Fonte: Estudantes

Os conceitos “pressão de vapor” e “pressão osmótica” do MC C figura 6, em destaque nas elipses verdes, representam a ausência de hierarquia entre esses dois conceitos, pois, enquanto o conceito “pressão de vapor” encontra-se no topo do MC C, em um nível de conceito principal, o outro está em posição de conceito secundário, em um nível hierárquico abaixo, intermediário em relação aos demais conceitos (RUIZ-MORENO, 2007). Em outros três mapas encontramos o mesmo problema para os dois conceitos, em outros quatro mapas os dois conceitos ocupam a mesma posição hierárquica e em um mapa o conceito “pressão osmótica” não foi utilizado, como pode ser observado no MC A da figura 4.

De modo geral, devemos considerar que os mapas elaborados a partir da fundamentação teórica e metodológica de Novak e Gowin (1996) caracterizam-se e diferenciam-se de outros tipos de mapas, organogramas e esquemas pelo princípio da hierarquia conceitual, mas esses mesmos autores afirmam que um determinado conceito pode ocupar posições hierárquicas diferentes, assim, “num mapa conceitual, praticamente qualquer conceito do mapa pode “ser elevado” para a posição superior, mantendo-se, no entanto, uma relação preposicional significativa com os outros conceitos do mapa” (NOVAK; GOWIN, 1996, p. 32-33).

Ontoria (2005) chama atenção para o fato de que um determinado conceito deve aparecer uma única vez em um mapa. Nesse sentido, os estudantes não empregaram o mesmo conceito mais de uma vez nos nove mapas elaborados.

Como foi o primeiro mapa elaborado pelos estudantes, já prevíamos que a hierarquia dos conceitos poderia não estar totalmente adequada ao modelo estabelecido por Novak e Gowin (1984, 1996). Entretanto, em mais da metade dos mapas temos um nível hierárquico compatível com a estrutura de conceitos trabalhados durante a unidade de ensino. Nos mapas que apresentam algum problema na hierarquia conceitual, é possível observar em algumas partes a disposição de conceitos mais inclusivos, subordinando conceitos menos inclusivos e evidenciando princípios da diferenciação progressiva.

Ligações cruzadas: O mapa revela ligações significativas entre um segmento da hierarquia conceitual e outro segmento?

Os nove mapas não apresentam ligações cruzadas, “as relações cruzadas podem ser indício de integrações conceituais novas” (ONTORIA, 2005, p. 50) e caracterizam-se pela ligação entre conceitos que ocupam segmentos diferentes em um mapa.

As ligações cruzadas em um mapa caracterizam a reconciliação integrativa, sendo este um princípio considerado fundamental junto com a diferenciação progressiva no planejamento e desenvolvimento de uma unidade de ensino. Segundo Ausubel (2003), os estudantes aprendem mais facilmente dos conceitos mais gerais para os mais específicos, decorre, então, que a diferenciação progressiva privilegia essa dinâmica de ensino e aprendizagem e a reconciliação integrativa desempenha a função de conectar e relacionar os conceitos e ideias aparentemente de segmentos diferentes. A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são processos simultâneos durante o processo de ensino (MOREIRA, 2011).

O fato de não termos verificado ligações cruzadas em nenhum dos mapas elaborados não foi uma surpresa, e isso pode ser explicado, basicamente, a partir de dois motivos. Um relaciona-se à falta de familiaridade com a técnica de mapeamento conceitual, e outro pela dificuldade dos estudantes em relacionar os conceitos que aparentemente não são relacionáveis.

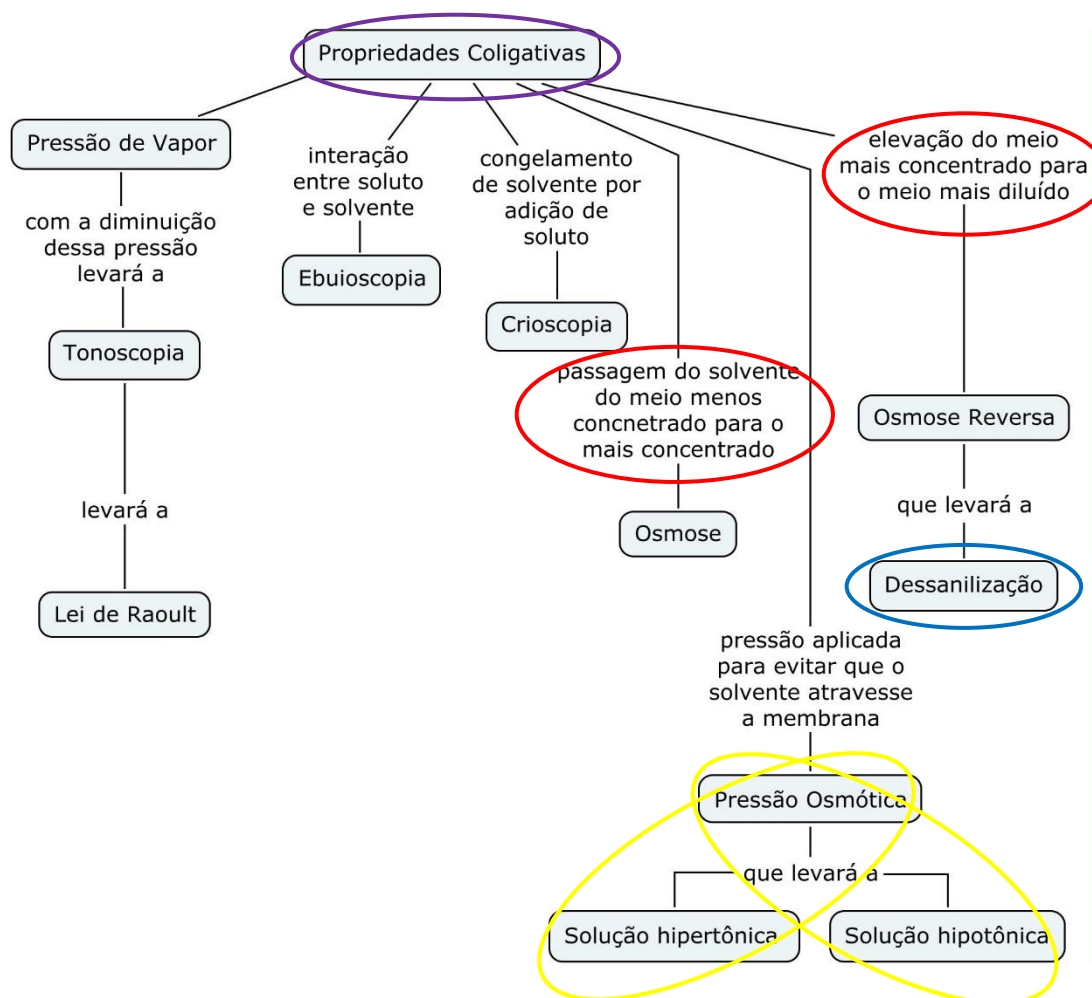
A dificuldade dos estudantes em estabelecer relações cruzadas foi identificada também em pesquisas desenvolvidas com estudantes do ensino médio sobre os conceitos de ligações químicas (TRINDADE; HARTWIG, 2012) e em uma investigação com estudantes do 9º ano do ensino obrigatório em Portugal, com os conceitos de mecânica (CONCEIÇÃO; VALADARES, 2002).

É reconhecido que quanto mais conhecimento se tem sobre determinado corpo conceitual, maior facilidade e condições de estabelecer proposições e relações cruzadas terá o sujeito que elabora o mapa. Portanto, isso pode vir a justificar a falta de ligações cruzadas nos mapas elaborados.

Exemplos: O mapa apresenta exemplos válidos que designam acontecimentos ou objetos concretos?

Dos nove mapas elaborados, dois apresentaram o exemplo “dessanilização” ligado ao conceito “osmose reversa”, um dos exemplos está no MC A na figura 4, em destaque na elipse vermelha e o outro no MC D na figura 7, em destaque na elipse azul. Nos dois casos, as palavras de ligação usadas são inadequadas ao contexto do estudo. Mesmo assim, para os pesquisadores fica claro que tratam de exemplos. Esses dois mapas também trazem outros dois conceitos que podem ser classificados como exemplo, no MC A figura 4, em destaque as elipses azuis, os conceitos “hipertônica” e “hipotônica” cada um ligado ao conceito “osmose”, e no MC D figura 7, em destaque em elipse amarela, o conceito “solução hipertônica” e “solução hipotônica”.

Figura 7 - Mapa Conceitual (MC D)



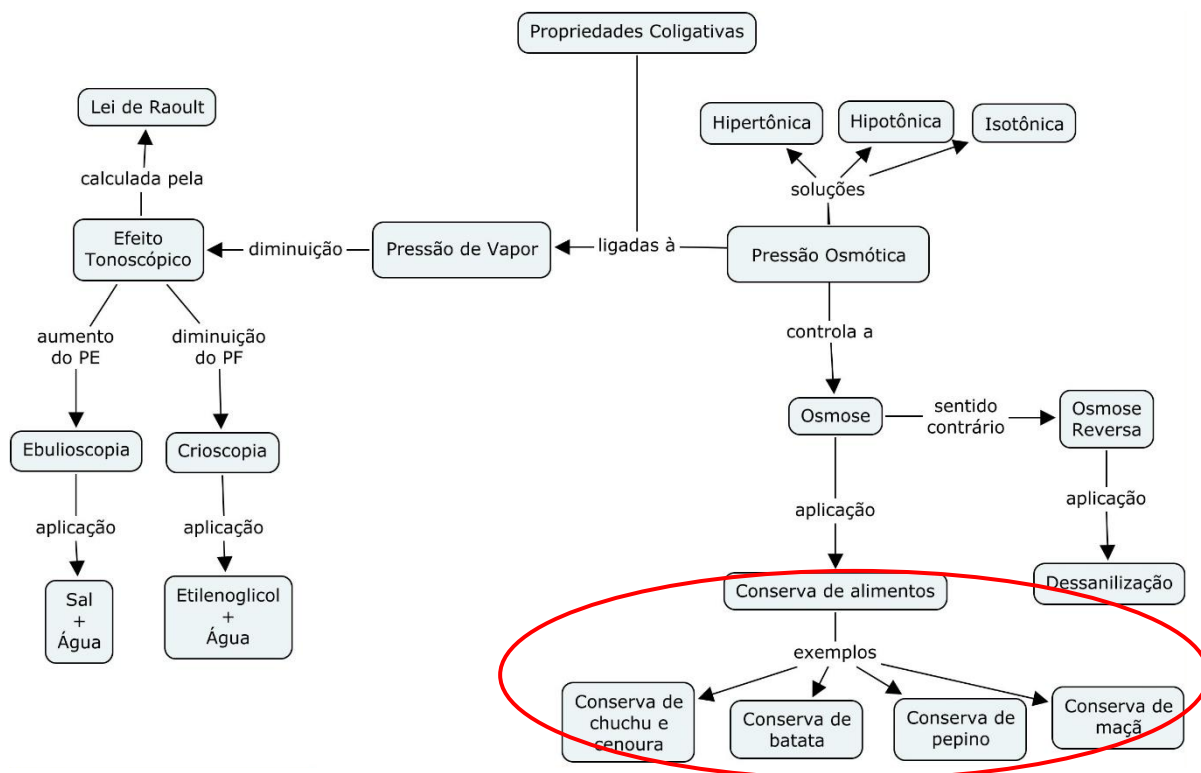
Fonte: Estudante

Os exemplos usados pelos estudantes nos dois mapas apresentados estão abaixo dos conceitos correspondentes, na parte inferior do segmento ao qual se ligam (Moreira, 2010, 2011). Recomenda-se que os exemplos não sejam incluídos em retângulos ou qualquer outra figura, porque devem indicar uma aplicação ou objeto em relação aos conceitos e proposições. No entanto, não fizemos essa distinção neste momento porque os estudantes estão em processo inicial de aprendizagem da técnica de mapeamento conceitual. Nas próximas etapas da pesquisa, quando os estudantes já estiverem mais familiarizados com a técnica de mapeamento de conceitos, orientaremos os mesmos para que não caracterizem os exemplos como conceitos.

A pouca presença de exemplos nos mapas pode indicar, entre outras causas, pouca compreensão dos conceitos e dificuldade em relacioná-los formando proposições, outros estudos demonstram que os estudantes apresentam dificuldade em atribuir um exemplo ao final de um segmento do mapa (CONCEIÇÃO; VALADARES, 2002; TRINDADE, HARTWIG, 2012).

Nenhum dos mapas incluiu exemplos relacionados à atividade de produção de conservas, o que foi uma surpresa para os pesquisadores, pois no mapa coletivo (MC C), elaborado logo após essa atividade, os estudantes incluíram esses exemplos ao mapa, ligando-os ao conceito de “osmose”, como pode ser observado no MC Coletivo na figura 8, em destaque na elipse vermelha.

Figura 8 - Mapa conceitual coletivo (MC Coletivo)



Fonte: Estudantes e Professora

O MC Coletivo foi elaborado um mês antes dos mapas que estamos analisando, na ocasião, os estudantes foram incentivados a participar ativamente do processo e orientados a não realizar cópia do mesmo, pois o receberiam digitalizado posteriormente. Essa medida foi adotada para evitar que os estudantes utilizassem o MC Coletivo quando fossem elaborar os mapas em grupo. Apesar da conduta adotada pelos pesquisadores para eliminar a possibilidade de que acessassem seus materiais para elaborar seus mapas, esperávamos que ao menos um grupo utilizasse o exemplo das conservas de alimentos nos mapas. Provavelmente, a análise das atividades de aprendizagem atrelada à análise dos MC trarão respostas sobre a questão, mas essa análise não será incluída nesta tese.

Ao contemplar o término da análise dos mapas, pontuamos algumas evidências sobre o objeto de nossa investigação:

- ✓ Os estudantes compreenderam que os mapas são diagramas de conceitos, sendo esses conceitos acomodados em retângulos ou alguma outra forma geométrica, sua estrutura representa a organização conceitual de um determinado corpo de conhecimento daquele que o elabora;
- ✓ Para parte significativa dos estudantes, as proposições são estabelecidas quando ao menos dois conceitos são unidos por uma linha e sobre a última são incluídas palavras de ligação. O conjunto das proposições deve representar o conhecimento daquele que o elabora;
- ✓ A hierarquia conceitual é um aspecto importante dentro da estrutura dos mapas. Nesse sentido, constatamos que os estudantes precisam de melhor orientação sobre essa questão;
- ✓ A ausência de ligações cruzadas nos mapas confirmou a dificuldade encontrada não apenas por nós, mas por outros pesquisadores, principalmente quando os estudantes não estão familiarizados com a técnica de mapeamento conceitual e quando possuem pouco domínio de determinada corpo de conhecimento;
- ✓ Os estudantes apresentaram dificuldade em incluir exemplos em seus mapas, isso pode ser indício de falta de compreensão dos conceitos estudados.

As questões pontuadas acima nos levam a concluir que os estudantes compreenderam quais são os elementos básicos que constituem um mapa, alguns desses elementos precisam ser retomados e melhor trabalhados pelos pesquisadores nas próximas etapas do projeto, para que os estudantes sintam-se mais preparados e seguros em elaborar seus próximos mapas.

Na última parte deste capítulo, apresentamos a reflexão geral das duas partes que constituíram nosso corpus de análise.

Considerações Finais

Por meio deste estudo exploratório, obtivemos informações importantes sobre as opiniões e ideias dos estudantes quanto ao emprego de saberes populares e mapas conceituais como recursos didáticos para o ensino e a aprendizagem em Química, nosso objetivo principal.

Quando os estudantes foram questionados sobre a possibilidade de inclusão de saberes populares da comunidade nas aulas de Química, como um recurso didático facilitador do processo de ensino e aprendizagem, todos sinalizaram positivamente, fato registrado nos questionários e nos diálogos ocorridos durante o desenvolvimento da UEPS. Diante do objetivo de nossa pesquisa, essa informação é de suma importância, pois a inclusão de saber popular no processo de ensino e aprendizagem em Química constitui o fio condutor da nossa investigação. A boa receptividade dos estudantes quanto ao saber popular da Produção de Conservas de Alimentos possibilitou a identificação de outros saberes enunciados pelos estudantes, e que estão presentes em suas famílias.

Observamos, durante o desenvolvimento da UEPS, que o emprego do saberes populares influenciou na predisposição dos estudantes em aprender, um dos pilares do referencial teórico adotado (AUSUBEL, NOVAK & HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2010, 2011, 2013). A relação de comprometimento dos estudantes com o processo de aprendizagem modificou-se quando estes associaram elementos de SP presentes no cotidiano de suas famílias com os conceitos científicos abordados pela professora. O desinteresse e a indisposição observados nos três meses que antecederam o desenvolvimento desta UEPS foram parcialmente substituídos pelo interesse e disposição dos estudantes em realizar as atividades e aprender.

Outro destaque positivo refere-se à disponibilidade demonstrada pelos estudantes em convidar seus familiares para demonstrar práticas de saber popular do cotidiano em aulas de Química, como os saberes de produção de pães, bolachas, cucas, bolos, doces, chimia, queijo, ricota, nata, embutidos, sucos de uva, vinho e outros. Foi possível observar um envolvimento crescente dos estudantes como sujeitos integrantes do processo de aprendizagem, principalmente quando eles constataram que os saberes populares das famílias assumiram elevado grau de valorização e importância dentro da situação formal de ensino.

Aproximar os saberes populares da comunidade com os saberes escolares presentes no currículo de Química mostrou-se significativo para o processo de ensino e aprendizagem em Química. Esta primeira experiência, denominada estudo exploratório, trouxe o entendimento de que é necessário realizar ajustes em determinadas etapas do projeto, um deles é a própria escolha do saber popular adequado para melhor atender aos nossos objetivos. Uma das conclusões

alcançadas é que os saberes de produção de queijo e derivados do leite, pães e doces estão presentes em muitas famílias, fato que deve ser considerado, porque já é um indicador de possível conhecimento prévio dos estudantes.

A boa receptividade dos estudantes, professores, funcionários, equipe diretiva e pedagógica da escola ao nosso projeto abriu a possibilidade de colocar em prática a ideia de trazer detentores de SP da comunidade para a escola, ao invés de deslocar os estudantes para os espaços onde as práticas ocorrem, principalmente porque devemos considerar os riscos com deslocamento e o próprio tempo, que pode limitar nosso planejamento. O projeto contempla três turmas de estudantes, sendo cada uma em um dos três turnos. Esse também é um fator que precisa ser ponderado em nosso planejamento para minimizar eventuais problemas na pesquisa.

As opiniões dos estudantes divergiram quanto à utilização de mapas conceituais nas aulas de Química. Esses resultados não foram recebidos com surpresa pelos pesquisadores, porque obtemos resultados semelhantes em outras situações de estudo. Além disso, a bibliografia consultada também cita esse indicativo. A falta de familiaridade dos estudantes com a técnica de mapeamento conceitual é responsável geralmente por essa recusa ou dúvida quanto à utilização do recurso, seja como ferramenta de estudo ou para avaliar o conhecimento.

O fato de alguns estudantes perceberem que a técnica de mapeamento conceitual pode ajudá-los a compreender a relação entre os conceitos ou ainda a assimilação ou não desses indica o reconhecimento de lacunas conceituais que podem ocasionar comprometimentos na aprendizagem. Assim, o mapa conceitual como recurso didático assume dupla função quando contribui tanto para o processo de ensino quanto para a aprendizagem de todos os sujeitos envolvidos no evento educativo.

A experiência de elaborar primeiramente um mapa conceitual coletivo foi considerada satisfatória pelos pesquisadores, porque permitiu aos estudantes discutir sobre como organizar os conceitos no mapa, escolher coletivamente as melhores palavras de ligação para conectar os conceitos e formar as proposições e compreender, na prática, a dinâmica de elaborar mapas conceituais. Foi importante também demonstrar para os estudantes que os mapas diferem quando comparados, porque cada um representa o entendimento de um corpo de conhecimentos daquele ou daqueles que o elabora(m). Portanto, dificilmente os mapas confeccionados serão iguais, pois muitos fatores influenciam na forma de organização dos conceitos em um mapa. Além disso, quanto mais compreensão se tem de um corpo de conhecimentos, maior será a possibilidade de formar proposições válidas e estabelecer ligações cruzadas entre os conceitos.

Segundo alguns estudantes, que inicialmente resistiram à técnica de mapeamento conceitual, o nível de compreensão dos conceitos deve ser “superior” para elaborar os mapas

conceituais, porque é necessário não somente entender os conceitos, mas estabelecer relações entre eles. A partir dessa justificativa, foi possível verificar que o modelo de aprendizagem que sustenta as experiências educacionais dos estudantes privilegia a memorização de conceitos com ausência de relações e compreensão significativa, modelo de aprendizagem mecânica caracterizado por Ausubel e seus colaboradores (1980; 2003).

Verificamos que muitos estudantes sugeriram a inclusão de atividades experimentais como um recurso didático importante para as aulas de Química, além de registrarem que geralmente o livro didático e o quadro configuram as ferramentas que auxiliam os professores e estudantes na aprendizagem. Diante dessas considerações, passamos a refletir sobre a possibilidade de incluir alguma atividade experimental no planejamento do projeto.

Os estudantes mostraram-se insatisfeitos com a metodologia usualmente utilizada pelos professores, com aulas baseadas na apresentação de conteúdos de forma expositiva, leitura de textos e resolução de exercícios do livro didático. Logo, entende-se que a predisposição em aprender pode ficar comprometida quando as aulas mantêm a mesma metodologia.

Analisamos os mapas conceituais elaborados para verificar o nível de compreensão dos estudantes sobre os elementos estruturantes dos mapas, chegamos à conclusão de que é necessário retomar a explicação dos elementos palavras de ligação, proposições e conceitos, porque esses constituem a base dos mapas conceituais. Assim, é fundamental que os estudantes saibam diferenciar um “conceito” de outro termo qualquer para poder utilizá-lo adequadamente. Nesse mesmo sentido, percebemos que é necessário demonstrar que uma ou duas palavras de ligação devem ser suficientes para estabelecer um sentido que promova adequadamente uma proposição.

De modo geral, os estudantes demonstraram entender a dinâmica da elaboração dos mapas conceituais e seus elementos fundamentais. Possibilitar novas experiências com essa ferramenta permitirá aos estudantes sanar suas dúvidas e melhorar seu desempenho, pois quanto mais familiarizados com a técnica de mapeamento conceitual, mais fácil será de expor seus conhecimentos por meio dos mapas conceituais.

Com este estudo exploratório, foi possível aos pesquisadores: delinear o perfil dos estudantes participantes da pesquisa; identificar algumas relações de ensino e aprendizagem; conhecer e estabelecer relação com integrantes do corpo docente, discente, funcionários e comunidade; coletar, analisar e compreender as opiniões dos estudantes sobre o emprego de saberes populares e mapas conceituais, considerando a escola como um organismo dinâmico.

O estabelecimento de uma relação mais próxima com a escola e com a comunidade promoveu melhor compreensão do campo e objetivos da pesquisa. Nesse sentido, os caminhos

metodológicos da pesquisa serão ajustados por meio de uma visão mais aprimorada em relação àquela que antecedeu este estudo exploratório.

Referências

- ALMEIDA, R. O. de. Ajofé e alcoometria: as escolas diante das mudanças socioculturais ligadas à produção de cachaça artesanal na microrregião de Abaíra, Bahia, Brasil. *Ciência & Educação*. v. 18, n. 1, p. 187-214, 2012.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Trad. Lígia Teopisto - The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view (2000) Kluwer Academic Publishers. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- AZEVEDO, S. da S. M. et al. Relógio de Sol com interação humana: uma poderosa ferramenta educacional. *Revista Brasileira de ensino de Física*. v. 35, n. 2, p. 2403(1-12), 2013.
- CHASSOT, A. *A ciência através dos tempos*. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.
- _____. Fazendo educação em Ciências em um curso de Pedagogia com a inclusão de saberes populares no currículo. *Química Nova na Escola*. v. 27, n. 1, p. 9-12, 2008.
- _____. *Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação*. 5. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2011.
- CONCEIÇÃO, L.; VALADARES, J. Mapas conceituais progressivos como suporte de uma estratégia construtivista de aprendizagem de conceitos mecânicos por alunos do 9º ano de escolaridade – que resultados e que atitudes? *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. V. 2, n. 2, p. 21-35, 2002.
- COSTA BEBER, S. Z.; DEL PINO, J. C. Pesquisa Colaborativa e Prática Docente: os saberes populares no processo de facilitação do ensino de Química. *Enseñanza de las Ciencias - Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*. Vol. Extraordinário. set. p. 205-209, 2017.
- COSTA BEBER, S. Z.; KUNZLER, K. R.; DEL PINO, J. C. Unidade de ensino para o desenvolvimento de conceitos químicos baseada nos pressupostos da teoria da aprendizagem significativa. *Atas do 6º Encontro Nacional sobre Aprendizagem Significativa – 6º ENAS*. São Paulo, SP, 2016.
- COSTA BEBER, S. Z.; PERES, O. M. R.; WEIRICH, C. Aprendizagem significativa e ensino de cinética química. *Actas de Trabajos I Primer Encuentro Latinoamericano de Aprendizaje Significativo – I ELAS*. Valparaíso, Chile, 2013.
- COSTA BEBER, S. Z. et al. Mapas conceituais: uma estratégia para trabalhar conceitos de funções inorgânicas. *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – IX ENPEC*. Águas de Lindoia, SP, 2013.
- CUNHA, M. B. *Jogos didáticos de química*. Santa Maria, RS, 2000.

_____. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. *Química Nova na Escola*. V. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

EICHLER, M.; DEL PINO, J. C. Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica. *Química Nova*. V. 23, n. 6, p. 835-840, 2000.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. de. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. *Química Nova na Escola*. V. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FREITAS, J. C. et al. Tipos de aulas, recursos e estratégias didáticas em aulas do ensino superior. *Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – X ENPEC*. Águas de Lindoia, SP, 2015.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*. N. 10, nov., 1999.

KISHIMOTO, T. M. (org.) *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. *A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Adaptação da obra: Lana Mara Siman. Trad. Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Artmed; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

LEITE, B. S. *Tecnologias no ensino de química: teoria e prática na formação docente*. Curitiba/PR: Appris, 2015.

MARCONDES, M. E. R.; PEIXOTO, H. R. da C. Interações e transformações - Química para o ensino médio: uma contribuição para a Melhoria do ensino. In.: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. *Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil*. (Org.) Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

MATOS, L. A.; TAKATA, N. H.; BANCZEK, E. P. A gota salina de Evans: um experimento investigativo, construtivo e interdisciplinar. *Química Nova na Escola*. V. 35, n. 4, p. 237-242, 2013.

MELLO, L. D.; COSTALLAT, G. Práticas de processamento de alimentos: alternativas para o ensino de química em escola do campo. *Química Nova na Escola*. V. 33, n. 4, p. 223-229, 2011.

MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro, 2010.

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

_____. *Aprendizagem Significativa em Mapas Conceituais. Série Textos de Apoio ao Professor de Física*. PPGEnFis/IF-UFRGS. V. 24, n. 6, 2013.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa – A teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. e ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*. São Paulo, V. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

MOURA, P. de; BONZANINI, T. K. Análise de recursos e situações de ensino: a motivação para aprender. *Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – X ENPEC*. Águas de Lindoia, SP, 2015.

NOVAK, J. D., CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*. V. 5 n. 1, p. 9-29, 2010.

NOVAK, J., GOWIN, D. B. *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press, 1984.

_____. *Aprender a aprender*. Trad. Carla Valadares. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

NUNES, P.; DEL PINO, J. C. Mapa conceitual como estratégia para a avaliação da rede conceitual estabelecida pelos estudantes sobre o tema átomo. *Experiências em Ensino de Ciências*. V. 3, n.1, p. 53-63, 2008.

PINHEIRO, P. C.; GIORDAN, M. O preparo do sabão de cinzas em minas gerais, Brasil: do *status* de etnociência à sua mediação para a sala de aula utilizando um sistema hipermídia etnográfico. *Investigações em Ensino de Ciências*. V. 15, n. 2, pp. 355-383, 2010.

PRAIA, P.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A Hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. *Ciência & Educação*. V. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.

RESENDE, D. R.; CASTRO, R. A. de; PINHEIRO, P. C. O saber popular nas aulas de química: relato de experiência envolvendo a produção do vinho de laranja e sua interpretação no ensino médio. *Química Nova na Escola*. V. 32, n. 3, p. 151-160, 2010.

RUIZ-MORENO, L. et al. Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise. *Ciência & Educação*. V. 13, n. 3, p. 453-463, 2007.

SILVA, R. R. da; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In.: SANTOS, W. L. dos; MALDANER, O. A. *Ensino de química em foco* (org.). Ijuí: Unijuí, 2010.

SOARES, M. H. F. B. *Jogos e atividades lúdicas para o ensino de química*. Goiânia, GO: Kelps, 2013.

TOIGO, A. M.; MOREIRA, M. A. Relatos de experiência sobre o uso de mapas conceituais como instrumento de avaliação em três disciplinas do curso de educação física. *Experiências no Ensino de Ciências*. V. 3, n. 2, p. 7-20, 2008.

TRINDADE, J. O.; ARTWIG, D. R. Uso combinado de mapas conceituais e estratégias diversificadas de ensino: uma análise inicial das ligações químicas. *Química Nova na Escola*. V. 34, n. 2, p. 83-91, 2012.

VENQUIARUTO, L. D.; DALLAGO, R. M.; VANZETO, J.; DEL PINO, J. C. Saberes Populares Fazendo-se Saberes Escolares: Um estudo envolvendo a produção artesanal do pão. *Química Nova na Escola*. V. 33, n. 3, p. 135-141, 2011.

WOLKE, R. L. *O que Einstein disse a seu cozinheiro: a ciência na cozinha*. Trad. Helena Londres. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2003.

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

CAPÍTULO 6

SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE QUEIJO: SABERES POPULARES E MAPAS CONCEITUAIS

Introdução

Neste capítulo, apresentamos os dados obtidos nos mapas conceituais elaborados após a atividade do saber popular da produção de queijo, juntamente com a discussão dos resultados.

A atividade contou com a participação de integrantes da família Bender, moradores do município de Pato Bragado. A família aceitou prontamente o convite das professoras e da pesquisadora para participar da atividade prática de produção de queijo, demonstrando satisfação em poder contribuir com a atividade. A mesma família já havia participado anteriormente de uma atividade semelhante a essa na pesquisa realizada por Weirich (2012), o que veio a facilitar o contato. Participaram efetivamente da atividade de produção do queijo a senhora Delci, seus filhos Tânia e Anderson e uma funcionária da família.

Em conversa informal realizada com Dona Delci na ocasião do convite para participar da atividade, perguntamos com quem ela havia aprendido a fazer queijo, a mesma contou que aprendeu a fazer queijo com sua sogra, logo que casou, pois era necessário saber fazer de tudo um pouco. O marido ajudava quando era necessário e a receita manteve-se sempre a mesma. Como nos diz Chassot (2011), os saberes populares são geralmente transmitidos de forma oral de geração para geração, sendo o resultado da observação sistemática da prática. Acrescento dizendo que essa observação permite a compreensão de um processo com sentidos diferentes daqueles usados pela ciência moderna ocidental, porque carregam a percepção do real com os olhos de quem vive a realidade observada.

O queijo produzido pela família Bender destinava-se ao consumo próprio. Com o passar dos anos, a família começou a comercializar a produção de queijo que excedia, ficando conhecidos no município pela boa qualidade de seu produto. Os queijos eram vendidos em sua residência e, mais recentemente, na Feira de Produtos Orgânicos do Município de Pato Bragado. Devido à demanda, a família resolveu investir em um espaço mais amplo e adequado para a produção de queijo e construiu uma pequena indústria para dar conta de atender ao mercado que

vem crescendo a cada ano. Assim, a receita caseira de produção de queijo precisou ser adaptada para a escala industrial. Os filhos do casal Bender realizaram alguns cursos em órgãos competentes para atender às necessidades da pequena indústria, que logo começaria a produzir. Tânia, a filha do casal, concluiu o curso superior de Nutrição e isso veio a garantir conhecimentos adequados para a atividade.

A família trabalha em sistema de cooperação, cada integrante tem responsabilidades diferentes no processo de produção de queijo e comercialização, garantindo o sustento da família. Atualmente, a pequena indústria possui alguns funcionários para dar conta da produção.

A atividade prática do saber popular da produção de queijo contou com a participação dessa família, que aprendeu com a geração antecessora, manteve a tradição de produzir queijo por vários anos e transmitiu para seus filhos o saber popular que outrora receberam.

Um dos objetivos da nossa pesquisa consiste em empregar um saber popular da comunidade para trabalhar conceitos referentes à Cinética Química. A escolha do saber popular está atrelada ao fato de que muitas outras famílias do município possuem esse saber popular. Dessa forma, temos a chance de que um número considerável de estudantes participantes da pesquisa também tenha conhecimentos sobre a produção de queijo, o que pode ser um fator de influência positiva na predisposição dos estudantes a aprender (AUSUBEL, 2003), condição essencial para a Aprendizagem Significativa.

Para aqueles estudantes que não possuem nenhum conhecimento sobre a produção de queijo, temos a impressão que a presença de uma família da comunidade participando e colaborando com uma atividade escolar pode vir a ser também um fator de influência positiva na predisposição dos estudantes em aprender. Além disso, é importante considerar que proporcionar uma atividade diferente das habitualmente realizadas pode ser um ponto positivo para atrair o interesse dos estudantes.

Assim, a relação da escola com a comunidade pode ser ampliada e tornar-se extremamente proveitosa em vários sentidos. Uma comunidade participativa pode proporcionar aos estudantes situações de aprendizagens extremamente significativas, visto que hoje pode ser a família de um determinado estudante, amanhã de outro estudante e assim por diante. Nesse processo colaborativo, podemos proporcionar um evento educativo que contemple a tríade pensar, agir e sentir proposta por Novak (2010), Novak e Gowin (1996).

Categorias de análise

Os estudantes organizados em dupla elaboraram vinte e quatro (24) mapas conceituais, identificados como Mapa Conceitual A (MCA). Cada dupla (formou-se um trio e um estudante elaborou o mapa conceitual individualmente) foi identificada com um código designado aleatoriamente E01, E02, E03, E04 e assim sucessivamente. A análise proposta pretende evidenciar dois aspectos:

1. Se os mapas conceituais possuem estrutura condizente com o modelo sugerido por Novak e Gowin (1996, p. 52) e Novak e Cañas (2010). Quadro 8 igual ao quadro 7 utilizado no estudo exploratório (capítulo 5).

Quadro 8 - Critérios de análise dos mapas conceituais

Conceitos: Os conceitos presentes nos mapas estão inseridos em retângulos ou círculos?

Proposições: A relação de significado entre dois conceitos é indicada pela linha que os une e pela(s) palavra(s) de ligação correspondente? A relação é válida?

Hierarquias: O mapa revela uma hierarquia? Cada um dos conceitos subordinados é mais específico e menos geral que o conceito escrito por cima dele (do ponto de vista do contexto no qual se constrói o mapa conceptual)?

Ligações cruzadas: O mapa revela ligações significativas entre um segmento da hierarquia conceptual e outro segmento?

Exemplos: O mapa apresenta exemplos válidos que designam acontecimentos ou objetos concretos?

Fonte: Novak e Gowin (1996, p. 52); Novak e Cañas (2010) - Com adaptações

Os resultados obtidos no estudo exploratório (capítulo 5) em relação aos critérios de análise dos mapas em relação aos componentes estruturais (quadro 7) não serão utilizados de forma comparativa com os dados obtidos na atividade do saber popular de produção de queijo, usaremos apenas para ilustrar aparentes semelhanças e divergências observadas entre aquele e este estudo, como forma de complementar a análise, porque naquele estudo participaram uma amostra da população dos estudantes. Na outra parte da análise, o objetivo é verificar:

- 2) Se os estudantes compreenderam as distintas etapas de produção de queijo, conforme demonstrada pelos detentores do saber popular, além de verificar indícios de aprendizagem dos

principais conceitos apresentados durante esta atividade prática (pasteurização, dessoragem, coagulação, maturação).

Utilizaremos imagens fotográficas para ilustrar a atividade de produção do queijo e trechos dos diálogos ocorridos entre estudantes, professores, detentores do saber popular e funcionários da escola, coletados por meio da gravação em áudio e vídeo durante o desenvolvimento da atividade.

Pretende-se que a utilização desse conjunto de dados permita aos pesquisadores a compreensão mais aprofundada do fenômeno estudado, pois nos diálogos obtemos informações que nos mapas conceituais não constam. Identificamos os sujeitos da pesquisa quando usados trechos dos diálogos da seguinte maneira: quando for aluno, utilizaremos A1, A2, A3 e sucessivamente. Na ocasião em que um mesmo aluno estabelece um diálogo com algum dos interlocutores sucessivamente, utilizaremos a mesma identificação até o término do diálogo. Nos trechos de diálogos utilizados neste capítulo não importa identificar o estudante ou diferenciar um do outro, nossa intenção é apenas diferenciar nos trechos dos diálogos as falas dos estudantes e dos demais interlocutores.

Quando o trecho do diálogo referir-se à professora que ministra as aulas para as turmas designamos como professora de Química, quando for algum dos detentores do saber popular identificaremos como: família Bender (quando não for necessário especificar exatamente qual integrante; Tânia (filha do casal Bender) e Anderson (filho do casal Bender). Quando a referência for a uma das funcionária da escola, utilizaremos Merendeira e quando a participação de duas ou mais merendeiras ocorrer simultaneamente, diferenciaremos com letras do alfabeto.

Apresentação e discussão dos resultados

Considerações gerais

Conforme agendado com a família Bender, a atividade prática do saber popular da produção de queijo foi realizada em momentos diferentes para contemplar as três turmas que participam do projeto, uma em cada turno (matutino, vespertino e noturno). Adotou-se este procedimento porque a maioria dos estudantes trabalha em turno inverso ao estudo, o que impossibilitou a reunião dos mesmos em um ou dois turnos. A família Bender prontificou-se em fazer a atividade em três turnos diferentes, alegando que trabalhar com um número menor de estudantes permitiria maior aproximação, além de facilitar o diálogo, a troca de informações, a

exposição de dúvidas e questionamentos por parte dos estudantes, podendo ainda ocorrer melhor compreensão do processo de produção de queijo.

Decidimos conjuntamente realizar a atividade prática do saber popular da produção de queijo na escola, pois o espaço na cozinha da família Bender não comportava todos os estudantes. Utilizamos, para as turmas do diurno, o espaço do laboratório de Ciências e para a turma do noturno uma área aberta que interliga as salas de aula à cozinha. Dessa forma, os estudantes ficaram adequadamente acomodados e o ambiente estava apropriado em termos de segurança e praticidade. Optamos por não levar os estudantes até a indústria da família porque lá o processo ocorre de forma que não é possível visualizar cada etapa, e também porque nossa ideia centra-se em utilizar o saber popular tal como ele foi transmitido entre as gerações da família Bender. Na indústria, o processo ocorre mediado por tecnologias empregadas pelo sistema de produção automatizado. Assim, concordamos que o melhor local para realizar a prática seria o próprio espaço escolar, estando a família Bender, os professores e a direção escolar de acordo.

Quando se propõe trabalhar com saberes populares, é necessário estabelecer critérios para atender tanto às questões da dinâmica da escola e sala de aula, como também da prática do saber popular. A dinâmica da escola é estabelecida por horários e tempos específicos, que precisam atender às especificações legais dos órgãos competentes de educação. Por outro lado, as diferentes práticas que envolvem saberes populares ocorrem geralmente em tempos distintos da escola. Assim, a ideia de trazer os detentores do saber popular para a escola atendeu às normas que regem o sistema escolar, sendo adaptada para que a demonstração do saber popular pela família ocorresse normalmente.

É sabido que nem sempre é possível fazer os ajustes e adaptações que conseguimos fazer em nossa pesquisa, a dificuldade de deslocar os estudantes para a localidade em que o saber popular é praticado é inviável em muitas situações. Em contrapartida, os próprios sujeitos que detêm o saber popular podem demonstrar resistência ou até mesmo não aceitar possíveis convites de fazer uma demonstração na escola.

Pinheiro (2007) utilizou em sua pesquisa sobre os saberes populares de produção do sabão de cinzas no interior de Minas Gerais/Brasil um hipermídia etnográfico, que permitiu o contato dos estudantes do ensino médio com a prática do saber popular em questão. Em outra pesquisa, Resende, Castro e Pinheiro (2010, p. 153) transmitiram os saberes populares da produção de vinho de laranja por meio de vídeo e textos, isso porque os detentores do saber popular “não se prontificaram a estabelecer interações diretas com os alunos”, diferentemente de outras pesquisas em que foi possível o contato direto dos estudantes com os saberes populares no

local de sua produção (PINHEIRO; SILVA, 1997; GOMES; PINHEIRO, 2000). Em outros casos, os pesquisadores e professores estabeleceram contato com detentores de saberes populares para produzir material paradidático e atividades experimentais e utilizá-las com estudantes em sala de aula, não havendo necessidade de colocar os estudantes diretamente em contato com os detentores do saber popular (GONDIM; MÓL, 2008, 2009; VENQUIARUTO et al., 2011).

Definido a escola como local para realização das atividades, foi disponibilizado pela cozinha da escola: fogão, panelas, colheres, peneiras e demais utensílios. A família Bender disponibilizou formas, termômetro, 10 litros de leite para demonstrar o processo de produção do queijo, além de fermento lácteo, iogurte natural, cloreto de cálcio e coalho. Na figura 9, temos os equipamentos e produtos disponibilizados pela família Bender.

Figura 9 - Equipamentos e produtos



Fonte: Autora

O procedimento de produção do queijo foi conduzido pela família Bender com ajuda dos estudantes para a realização das diferentes etapas (figura 10). Enquanto a atividade prática ocorria, os irmãos Bender explicavam aos estudantes o processo referente à cada etapa, tal como seus pais haviam os ensinado.

Figura 10 - Estudantes participando de uma das etapas



Fonte: Autora

Em alguns momentos, os estudantes receberam informações sobre alterações incluídas no processo de produção de queijo, adotadas principalmente depois dos diferentes cursos de capacitação que ambos realizaram como a adição de fermento lácteo e de cloreto de cálcio, produtos não utilizados na produção caseira de queijo (figura 11).

Figura 11 - Estudantes recebendo informações



Fonte: Autora

Durante o desenvolvimento das etapas da produção de queijo, à medida que os irmãos Bender detalhavam as explicações dos procedimentos, também solicitavam aos estudantes a socialização dos saberes que possuíam sobre a produção de queijo. A figura 12 apresenta o registro do momento em que um estudante explica como sua avó produz queijo.

Figura 12 - Estudantes socializando informações sobre produção de queijo



Fonte: Autora

Durante o desenvolvimento da atividade, os estudantes realizaram anotações sobre o processo. A professora de Química e a professora doutoranda registraram todas as informações, principalmente sobre os aspectos referentes ao saber popular, que posteriormente foi confrontado com os conhecimentos escolares e científicos característicos do processo, explicados naquele momento a partir da compreensão dos detentores do saber popular.

Alguns professores, funcionários e merendeiras solicitaram permissão para observar e participar da atividade, pois estavam interessados em aprender com os moradores o processo de produção do queijo (figura 13). O envolvimento da escola com a atividade proporcionou momentos de troca de conhecimentos e saberes, os estudantes demonstraram predisposição em participar da atividade e aprender, e, para nós, esse é um fator importante para o processo de Aprendizagem Significativa.

Figura 13 - Merendeiras temperando o queijo



Fonte: Autora

A figura 14 ilustra a participação de uma turma de estudantes na atividade do saber popular da produção de queijo e a figura 15 o momento em que verificamos a massa do queijo produzido no turno da tarde.

Figura 14 - Estudantes participando da atividade do saber popular da produção de queijo



Fonte: Autora

Figura 15 - Verificando a massa do queijo tipo frescal



Fonte: Autora

Durante o desenvolvimento da atividade nos diferentes turnos, os irmãos Bender buscaram padronizar as explicações referentes às etapas de produção do queijo para que todos os estudantes recebessem as mesmas explicações sobre o processo. Esse cuidado permitiu maior controle sobre as variáveis que podem vir a interferir no resultado da pesquisa, principalmente no que tange ao processo de Aprendizagem Significativa dos estudantes. No entanto, as questões

levantadas por estudantes de uma ou de outra turma não podem ser controladas. Cabe salientar que os dados obtidos não serão analisados separadamente por turma, analisaremos o conjunto total de dados e as discussões dos resultados contemplarão o conjunto, não as partes.

Sobre o queijo e sua produção

Antes da apresentação e análise dos dados obtidos, principalmente por meio dos mapas conceituais, apresentaremos de forma resumida alguns dados referentes ao queijo, envolvendo história, etapas do processo de produção, principais conceitos e outros. Junto a essas informações, vamos incluir trechos dos diálogos que ocorreram durante o desenvolvimento da atividade, já que foram repetidas vezes. Optamos em utilizar trechos de forma aleatória. Em alguns momentos, teremos uma sequência de trechos retirados de uma situação específica de uma turma, em outros casos, utilizaremos trechos de diálogos de duas ou até das três turmas referente a um mesmo tema e etapa, como ao tratar da etapa de dessoragem, e podemos também incluir informações obtidas em cada uma das turmas. Salientamos que não é nosso objetivo fazer uma exposição completa dos diálogos ocorridos durante o desenvolvimento de cada uma as etapas do processo do saber popular de produção do queijo, alguns trechos foram incluídos para ilustrar situações vivenciadas durante a atividade.

A relação do homem com a produção e consumo de queijo remonta um período de mais de 10.000 mil anos, considerando os relatos do consumo de leite solidificado datando 7.000 anos a.C., além de achados arqueológicos de 6.000 anos a.C. que revelam a produção de queijo feito a partir de leite de vaca e de cabra. (PERRY, 2004; TODESCATTO, 2014). “Murais em tumbas egípcias mostram cenas de fabricação de queijo no Antigo Egito e a Bíblia cita este produto em mais de uma passagem do Velho Testamento. Nos escritos de Aristóteles há referência a queijos feitos de leite de égua e jumenta”. (PERRY, 2004, p. 293). Uma lenda confere a um nômade árabe a descoberta desse alimento, quando em meio a uma de suas longas jornadas pelo deserto, ao transportar leite em um recipiente do tipo cantil, produzido de estômago seco de carneiro, verificou a transformação do elemento transportado em uma massa branca de sabor agradável (PERRY, 2004; TODESCATTO, 2014).

Independente dos registros e lendas que circundam a história da relação do homem com o alimento em questão, sabe-se que a produção de queijo e a conservação deste e de tantos outros alimentos sempre foi uma tarefa importante nas diferentes sociedades. O desenvolvimento de técnicas de produção e armazenamento e sua transmissão de geração em geração remonta

também à própria história da circularidade dos saberes populares e da capacidade humana de produzir conhecimento a partir das práticas cotidianas e de aperfeiçoá-las por meio da observação sistemática dos processos. Assim, o domínio do conhecimento de produzir queijo, a partir de diferentes tipos de leite, veio sendo aprimorada por diferentes povos e objetivos. Em alguns casos, para dar conta das necessidades alimentares dos exércitos, para a alimentação da população geral ou para satisfazer o paladar de nobres e reis.

O aperfeiçoamento da técnica de cura do queijo possibilitou a criação de uma vasta quantidade de diferentes tipos de queijo e, segundo Perry (2004, p. 293), “na Idade Média os monges cristãos, especialmente os Trapistas, transformaram a fabricação de queijos em uma verdadeira arte, introduzindo muitas das variedades consumidas ainda hoje”. Houve períodos, na Renascença, em que seu consumo reduziu-se muito devido ao fato de passarem a considerá-lo pouco saudável, mas aos poucos a sabedoria popular tratou de reintroduzir o alimento ao consumo das famílias (PERRY, 2004).

Aspectos culturais, econômicos, de clima, vegetação e religiosidade de cada região influenciaram a produção de queijo. Por mais que as etapas do processo não mudem muito, cada região caracterizou o seu processo, incluindo algum tipo de ingrediente, alterando o tempo e a temperatura de alguma das etapas e, assim, os tipos diferentes de queijo foram sendo diferenciados uns dos outros.

Segundo Perry “em 1267 foi fundada na França a primeira *fruitières*, ancestral das cooperativas laticinistas, que produzia os queijos Beaufort, Emmenthal e Comté” (2004, p. 293), no entanto, a produção em massa de queijos deu-se apenas no século XIX, sendo que a primeira grande queijaria na França só foi criada no século XX (PERRY, 2004, TODESCATTO, 2014).

No Brasil, a produção de queijo iniciou-se por volta de 1920 por imigrantes dinamarqueses residentes nas cidades de São Vicente de Minas, Seritinga, Serrano, Cruzilha e Minduri, cidades do estado de Minas Gerais (TODESCATTO, 2014). “Os queijos considerados brasileiros, por terem sido desenvolvidos localmente (mesmo que por imigrantes) são Prato, Minas Frescal, Minas Padrão, Minas Meia Cura, Reino, Requeijão (cremoso e culinário) e Queijo de Coalho” (TODESCATTO apud SEBRAE, 2008, p. 39).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA determina que:

Queijo é o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado) ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, enzimas específicas de bactérias específicas, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes. Entende-se por queijo fresco o que está pronto para o consumo logo após sua fabricação. Entende-se por queijo maturado o que sofreu as trocas bioquímicas e físicas necessárias e características da variedade do queijo. A denominação QUEIJO está reservada aos produtos em que a base láctea não contenha gordura e/ou proteínas de origem não láctea (BRASIL, 1996).

O queijo é uma das formas de se consumir os diferentes constituintes do leite, sendo os principais: água, proteínas, gorduras, substâncias minerais, vitaminas, açúcar e ácidos graxos. Estima-se, entretanto, que existam mais de cem mil constituintes no leite, sendo que muitos ainda não foram identificados (SILVA, 1997). As propriedades físico-químicas como sabor e odor, cor, acidez e pH podem variar principalmente por conta do tipo de alimentação da vaca (pasto, silagem, ração) e outras características como ponto de congelamento, ponto de ebulição, condutividade, tensão superficial, densidade, viscosidade e calor específico são gerais, quer dizer, não apresentam grande variação de cada tipo específico de queijo (SILVA, 1997).

Na produção de diferentes queijos as etapas são praticamente as mesmas, ocorrendo mudanças mais acentuadas no tempo de maturação de cada um, passando por períodos curtos (algumas poucas horas), médios (no mínimo 40 dias) e longos (mais de seis meses) de cura. Os processos artesanais e industriais de queijo também possuem especificidades, embora as etapas básicas sejam as mesmas. Destacamos as principais etapas de produção de queijo na tabela 1:

Tabela 1 - Etapas de produção de queijo tipo frescal

Etapa	Nome	Descrição
1	Pasteurização	Etapa realizada para matar os microorganismos patogênicos (bactérias) presentes no leite por meio de choque-térmico. O leite é aquecido até 65°C, posteriormente resfriado e ainda volta à temperatura entre 35°C a 38°C.
2	Reposição de bactérias benéficas e cálcio	No processo de pasteurização são eliminadas bactérias patogênicas, bactérias benéficas a saúde humana, necessárias para a transformação do leite em queijo e parte do cálcio presente no leite. A solução, então, é repor essas bactérias, adicionando iogurte natural ou fermento lácteo e cloreto de cálcio.
3	Adição de Coalho	Considerando as duas primeiras etapas, adiciona-se coalho no leite em temperatura em torno de 35°C.
4	Coagulação	Processo físico de formação de coágulos no leite pela ação do coalho, obtendo uma massa homogênea.
5	Formação da Coalhada	A massa homogênea é denominada de coalhada após ação média de 35 a 45 minutos do coalho.
6	Dessoragem	Corte da coalhada em cubos pequenos para provocar a separação da coalhada (parte sólida) do soro (parte líquida). Processo estimulado pela ação de mexer de forma suave a mistura.
7	Separação, Enformagem e Prensa	Processo manual ou não de separar a coalhada utilizando peneira. A coalhada é transferida para formas para moldar o queijo. O excesso de soro pode ser retirado utilizando um sistema de prensa mecânica ou manual.
8	Maturação	Tempo de cura do queijo que está relacionado com o tipo de queijo.

Fonte: Elaborado pela Autora por meio das obras de Perry (2004) e Todescatto (2014)

A atividade do saber popular da produção de queijo realizada na escola envolveu sete das oito etapas, ficando de fora a maturação, pois o queijo foi consumido por todos os participantes da pesquisa praticamente no mesmo dia. Esse queijo é denominado queijo tipo frescal.

Algumas dessas etapas diferem da produção de queijo denominada caseira ou artesanal, entre elas a principal é a etapa denominada pasteurização do leite. “A pasteurização é um processo de eliminação das células vegetativas de microorganismos patogênicos e deterioradores promovendo inocuidade ao produto láctico obtido, eliminando também a microbiota láctica benéfica” (TODESCATTO, 2014, p. 30-31), esse processo geralmente não é realizado pelas famílias como pode ser observado nos trechos retirados do diálogo durante a atividade de produção do queijo:

A mãe não faz esta pasteurização não, ela pega o leite e já vai direto o coalho, pelo que me lembro. A1.

Eu também não faço isso, eu só esquento o leite, assim morninho pra quente antes de começar a fazer. Merendeira A.

Lá em casa também não faz isso, sai direto... sai direto da vaca o leite quentinho para panela, quase sempre. A2.

As práticas habituais de produção artesanal de queijo advindas do saber popular são realizadas com leite cru, pois o leite tem os microorganismos essenciais para o processo de fermentação. As bactérias láctico-ácidas constituem um exemplo de bactérias desejáveis para o processo. Acontece que para o consumo de queijo fresco a legislação brasileira determina que a pasteurização do leite e a comercialização do queijo produzido com leite cru deve ocorrer após 60 dias de maturação. (TODESCATTO, 2014; PERRY, 2004).

Para atender aos critérios de segurança alimentar previsto na legislação brasileira e pela escola, e para contemplar também as especificações do TCLE quanto ao critério de minimizar riscos durante o desenvolvimento do projeto de pesquisa, acordamos com a família Bender que a etapa de pasteurização do leite fosse incluída na produção do queijo. Assim, reduzimos possíveis riscos que a ingestão do queijo produzido poderia causar, como, diarreia e vômitos. Para a família Bender, a etapa de pasteurização também é considerada fundamental, principalmente porque vai eliminar possíveis bactérias indesejáveis, garantindo um produto de qualidade, tal como sempre fornecem.

Dessa forma, durante a etapa de pasteurização foi esclarecido aos estudantes que a receita tradicional da família não prevê a etapa de pasteurização do leite, bem como alguns haviam manifestado, mas que pensando na segurança alimentar dos produtos e para atender às exigências de comercialização do queijo, essa etapa passou a ser adotada. Segue trechos de algumas informações fornecidas pela família Bender (Anderson e Tânia) durante essa etapa:

A pasteurização gente... Dá garantia de um produto bom, porque você não sabe da vaca, as condições, por exemplo, agora nós pegamos leite de quatro produtores diferentes lá pra fábrica. Para nós, o objetivo da pasteurização é dar segurança para o queijo, você sabe que matou as bactérias que não poderiam estar ali, da vaca, falta de higiene, essas coisas. Tânia.

Aqui nós estamos fazendo o processo caseiro, na fábrica é o rápido, aí a gente não vê, não tem contato com o leite. Anderson.

Na fábrica, a temperatura chega a 72°. Aqui, como é lento, chega até 65°, o choque-térmico é mais demorado, aqui leva uns 15 segundos... Não, não, não 10 - 15 minutos. Tânia.

Nesse momento, além da família Bender esclarecer o porquê de realizar a pasteurização do leite, eles também esclarecem que existem dois tipos diferentes de pasteurização. A

pasteurização lenta, que pode ser feita na produção caseira de queijo, pois ocorre aquecendo o leite até chegar à temperatura de 65°C, para em seguida resfriar o leite, de preferência em banho-maria, até atingir a temperatura de 35°C a 38°C, e a pasteurização rápida que ocorre geralmente em indústrias, com equipamentos específicos. Segundo a família Bender, nesse tipo de pasteurização o leite é aquecido até 72°C e resfriado em 15 segundos até chegar a 35°C. Conforme Silva (2005), na pasteurização rápida o leite deve ser aquecido a uma temperatura de 72°C durante 12 a 15 segundos, sendo imediatamente resfriado a 34°C. Na figura 16, o registro da etapa de pasteurização do leite.

Figura 16 - Etapa de pasteurização do leite



Fonte: Autora

Nesse momento, a professora Luciana chamou a atenção dos alunos para a questão da necessidade que a família Bender sentiu em melhorar o processo de produção do queijo para atender melhor os clientes e ampliar os negócios. Aspectos referentes ao emprego de tecnologias para melhorar, ampliar e aperfeiçoar o trabalho das famílias que têm sua subsistência atrelada a atividades de agricultura, pecuária e pequenas produções foram discutidas enquanto o leite atingia a temperatura adequada para iniciar a nova etapa do processo. Um estudante teceu o seguinte comentário a respeito do uso de tecnologias nas atividades da família:

A ordenha lá do sítio sempre foi manual, o negócio era pegar “nos teto” das vacas até “seca” ... Depois o pai comprou mais umas vaca e nós “não conseguia” e o empregado um dia vinha e o outro não. Daí, professora, o pai conseguiu um financiamento e nós compramos a ordenhadeira, porque também para vender o leite para o laticínio X tem que ser ordenha mecânica. A 3.

A professora Luciana complementa a colocação do estudante sobre a questão de utilizar a tecnologia como aliada no processo produtivo nas pequenas propriedades rurais das famílias, explicando que os saberes em relação à ordenha do leite, por exemplo, não são perdidos com a tecnologia.

Salienta para os estudantes que a transmissão dos conhecimentos entre os integrantes de uma família advindos em grande parte do saber popular, como na ordenha do leite, são importantes e, na maioria das vezes, a forma com que uma geração aprendeu com a outra, pela disseminação do saber popular, uma vez que na nossa região o acesso à formação em nível superior tem ocorrido mais amplamente nas últimas três décadas. Dessa forma, a escola dos pais, avós e bisavós da comunidade pato bragadense sempre foi a vida do trabalho cotidiano, um processo contínuo de aprender e ensinar.

A tecnologia veio para melhorar a qualidade de vida das famílias e, assim, a relação das pessoas com o trabalho, o emprego da tecnologia tem agregado conhecimento e valor para os bens produzidos. O mesmo estudante prossegue comentando:

Até porque professora, se falta luz “nós temo que sabe” tira o leite com “as mão”, do jeito que o Pai e o Opa (denominação dos descendentes alemães para avô) “ensino” pra gente” A 3.

É... o Opa, quando a gente perde ele dentro de casa, ele tá lá nas vaca, quase não “se guenta em pé de véio”, mas tá lá e quase sempre tem alguma coisa pra explicar, pra “dize” e “ensina”... Tudo isso é saber popular e repassa de um pra outro e nenhum deles dois estudou, “bem poco”. A3.

O diálogo sobre o uso da tecnologia e do saber popular, buscando atribuir à cada um seu valor e importância no contexto cotidiano, relaciona-se com a ideia de Santos (2010, 2017) de que tanto o conhecimento científico, produzido pela ciência moderna ocidental, quanto o saber popular, produzido pela comunidade camponesa, exprimem a ideia da ecologia de saberes representada na prática. Nesse sentido, nossa pesquisa busca oportunizar aos estudantes a compreensão de que todo o conhecimento produzido tem sua validade, no entanto, sua utilização vai ser determinada para atender especificidades relativas ao objetivo que se pretende atender. Tomando como exemplo o caso citado da ordenha das vacas de leite, podemos dizer que o conhecimento científico traduzido em tecnologia (ordenhadeira mecânica) pode atender melhor à

necessidade de produção da propriedade da família do estudante, enquanto que o saber popular da ordenha manual da vaca de leite, transmitido entre as gerações, tem permitido à família a compreensão de um conjunto de saberes que são característicos somente desse tipo de atividade. Saberes que não são compreendidos quando vistos através dos óculos da ciência (CHASSOT, 2011) porque são saberes produzidos e reproduzidos na prática cotidiana, saberes categorizados como inexistentes para a ciência moderna ocidental porque produzidos fora dos parâmetros de rigor do método científico, assim sem validade. (SANTOS; MENESES, 2010; SANTOS, 2010, 2017).

Concluída a etapa de pasteurização, inicia-se a etapa de reposição de bactérias boas e cálcio. Os irmãos Bender explicam para os alunos novamente que a pasteurização exerceu sua função, ou seja, eliminou as bactérias nocivas para a saúde humana e que poderiam também comprometer a boa qualidade do queijo. No entanto, nesse processo são eliminadas as bactérias benéficas presentes no leite e que agem naturalmente no processo de fermentação responsável pela transformação do leite em queijo.

As duas principais bactérias benéficas presentes do leite são *Streptococcus thermophilus* e a *Lactobacillus delbrueckii* sp. *Bulgaricus*, e elas são fundamentais para a reação de fermentação (PERRY, 2004).

Na produção de queijo tipo frescal, como o produzido na atividade, são adicionados geralmente fermento láctico nos processos industriais de produção de queijo para repor a microbiota natural do leite, nos processos caseiros ou artesanais é utilizado o pingo (denominação dada a uma fração de soro retirado do processo de produção do queijo realizada no dia anterior) (IPHAN, 2014; TODESCATTO, 2014, PERRY, 2004) ou iogurte natural, que é constituído geralmente de leite e fermento láctico. Os irmãos Bender levaram uma embalagem de fermento láctico que utilizam na fábrica para demonstrar aos estudantes. No entanto, para a produção daquele queijo utilizaram um copo de 170g de iogurte natural, que segundo os irmãos Bender vai exercer a mesma função.

Todescatto (2014) afirma que no Brasil “é comum o uso de fermentos lácticos em produtos de laticínios industrializados, já que, para atenderem a legislação em vigor, são produzidos a partir de leite pasteurizado, e devido a uma diminuição da microbiota natural, são adicionados fermentos comerciais” (2014, p. 44).

Para Perry (2004), a boa qualidade microbiológica do leite vai garantir a produção de bons queijos. Essa qualidade está associada, principalmente, a boas práticas de higiene e controle de todo o processo de produção, além da procedência do leite que deve ser de vacas saudáveis.

A microbiota do queijo é constituída de grupo de microrganismos iniciadores, composto pelas bactérias ácido-láticas e o grupo de microrganismos secundários (TODESCATTO, 2014, p. 43). As principais reações químicas que ocorrem no processo de produção de queijo são descritas por Perry:

Durante a transformação do leite em queijo ocorre, paralelamente à oxidação da lactose, a redução do oxigênio dissolvido. Em consequência, o interior dos queijos torna-se um ambiente essencialmente anaeróbico onde, portanto, só crescem microrganismos anaeróbicos. Isso significa que microrganismos exclusivamente aeróbicos como *Pseudomonas*, *Brevibacterium*, *Bacillus* e *Micrococcus* podem desenvolver-se na superfície dos queijos, mas não em seu interior (PERRY, 2004, p. 296).

Conforme relatado pelos irmãos Bender, o uso de fermento láctico na produção do queijo caseiro já acontece há algum tempo na família, eles têm conhecimento de que a avó paterna, que transmitiu o conhecimento para seus pais, mantinha guardado uma amostra de soro que sempre era retirada na produção de queijo para ser utilizada na próxima produção, o pingo, como foi informado anteriormente. No entanto, os irmãos não utilizaram essa denominação. Comentaram ainda que o acesso fácil ao fermento láctico acarretou mudanças no preparo do queijo, essas mudanças também permitiram melhor controle da produção do queijo produzido ainda nas dependências da casa da família, uma vez que com o aumento da demanda, como relatado anteriormente, a família buscou garantir a quantidade da produção e a utilização do fermento láctico contribuiu com o controle da produção. Nesse sentido, não temos simplesmente o abandono de uma prática por outra, mas a adequação para satisfazer novas demandas (SANTOS, 2010; 2017).

Uma merendeira da escola comentou que não utiliza fermento láctico na produção do queijo, apenas o coalho comprado em lojas, e que sabe que no tempo da sua avó também não usavam nenhum tipo de fermento e também o coalho, mas que não sabia como ela fazia sem o último, pois não lembrava mais.

Durante essas explicações, os estudantes permaneceram atentos às informações, quando a professora questionou os estudantes sobre a adição de fermento láctico no leite para produção do queijo, no sentido de verificar se algum deles tinha conhecimento do uso ou não desse produto, a resposta foi negativa com todas as turmas e um aluno teceu o seguinte comentário:

Nosso queijo é bem colonial professora, é só leite e coalho, mas a mãe deixa um tempão o queijo amadurecendo, até ficar bem amarelinho e firme, duro mesmo, para ralar. “Nós produz” e deixa uns pra comer ele verde, cru, ainda soltando água. A mãe gosta de ter bastante queijo duro para sopa e para massa, coloca por cima. A4.

Segundo o estudante, o queijo é produzido apenas com leite e coalho, e o processo de amadurecimento ao qual se refere é o tempo de cura, etapa de maturação.

Em relação ao processo de reposição de cálcio no leite perdido durante a pasteurização, os irmãos Bender informaram que esse procedimento foi adotado por eles somente após os cursos que fizeram antes de inaugurar a fábrica, que anteriormente o cálcio eliminado na pasteurização não era repostado. Os irmãos Bender trouxeram um frasco contendo uma solução de cloreto de cálcio, e adicionaram aproximadamente 4 mL de cálcio no leite pasteurizado, tomando o cuidado para homogeneizar a solução. Todescatto (2014) e Perry (2004) informam que a quantidade de cálcio presente no leite, juntamente com o pH e a quantidade de gordura, apresentam grande influência no aspecto e qualidade do queijo. Silva (2005, p. 23) informa que “se o cloreto de cálcio não for adicionado, a coagulação será demorada e incompleta. Além disso, ele também confere elasticidade à massa do queijo”. Os irmãos Bender também ressaltaram a importância da presença de cálcio no queijo para a saúde humana, principalmente para a preservação dos ossos e dentes.

A terceira, quarta e quinta etapa da produção de queijo ocorre a partir da adição do coalho. A adição do coalho deve ser seguida de sua homogeneização e repouso total. A coagulação é um processo em que ocorre a passagem do estado líquido do leite para a forma de gel, por meio de modificações físico-químicas nas micelas de caseína. Nessa etapa, as proteínas do leite ligam-se com as moléculas de gordura. Geralmente, esse processo ocorre pela ação enzimática. (TODESCATTO, 2014; SILVA, 2005; PERRY, 2004).

A coagulação enzimática é realizada através da utilização de enzimas proteolíticas comercializadas na forma de soluções enzimáticas, vulgarmente designadas por coalho. São várias e de distintas origens as enzimas proteolíticas capazes de promover a coagulação do leite. (FERNANDES apud CAVALCANTE, 2013, p. 101). As principais enzimas são a quimosina e a pepsina, provenientes do quarto estômago dos ruminantes, chamado de abomaso. A concentração dessas enzimas no estômago de vitelo, bezerros e bovinos jovens é alta. Atualmente, a maioria dos produtores de queijo, inclusive as pequenas produções artesanais, utilizam o coalho industrializado, pois o processo de retirar do estômago do animal as enzimas é demasiado trabalhoso.

Enquanto aguardam a coagulação do leite e formação da coalhada, os irmãos Bender vão tirando dúvidas e respondendo às perguntas realizadas pelos estudantes. Uma aluna faz a seguinte pergunta aos irmãos Bender: “Por que tem queijo que tem muitos furinhos e outros não?” A4. Um colega responde “Por causa do oxigênio, o oxigênio dentro da massa”. A5, Tânia responde “Então, por isso que a gente faz a pasteurização também, se você fizer com leite cru, a chance de se ter um queijo que nem uma peneira assim é grande. Por que será?”. O mesmo aluno responde “Por causa das bactérias, elas vão soltando...” A5 [os alunos falam junto, dão risada], Tânia complementa “As bactérias ficam lá fazendo a festa, soltando gases e aí vai formando os furinhos, quanto mais bactérias, mais furinhos.”. A professora Luciana complementa “É ... Os furinhos são os puns das bactérias” [muitos risos], Tânia complementa “Resumindo, é isso”. Anderson interrompe e comenta:

Mas tem alguns furos que são causados pela própria prensa da coalhada, quando prensamos e fica espaço entre os grãos da coalhada, fica furos também. Isso ocorre também quando os grãos são muito diferentes, “uns maior” e “outros menor”. Pode acontecer furos que não são das bactérias. Anderson.

Outro estudante pergunta se dá para fazer queijo com leite desnatado. A professora Luciana responde “O leite desnatado é um leite que foi retirado a gordura, quando retiramos a nata, o creme de leite, é a gordura do leite”, Tânia complementa “Você pode fazer queijo com leite desnatado, porque no queijo você quer a proteína, dá para fazer sem gordura, vai ficar com outro sabor”. Outro estudante acrescenta “Vai ficar mais seco, esfarelento” A6, Tânia responde “Isso mesmo, e o sabor e a textura também modifica”.

Com a outra turma, enquanto os estudantes aguardavam o leite coagular, foi oferecido a eles para degustação o queijo que havia sido produzido com os estudantes da outra turma. Os irmãos Bender aproveitaram para explicar para os estudantes sobre as especificidades na produção de tipos diferentes de queijos, como o mussarela e o parmesão.

Os irmãos Bender controlam o tempo de ação do coalho e passados aproximadamente 35 minutos Anderson comenta com os estudantes que dá para fazer o teste do corte da coalhada para que possam observar o ponto certo. Os estudantes se aproximam da panela e observam a demonstração juntamente com as explicações, Anderson explica que existe um ponto certo para cortar a coalhada, pois se cortar o coalho antes, a coalhada vai se misturar com o soro e ocorrerá perda significativa de massa e se o corte ocorrer depois do ponto, o soro também não desprende direito da massa. O teste consiste em passar a faca no centro da coalhada, introduzir a faca por baixo do corte e levantar a faca suavemente, se uma rachadura reta se formar, é sinal que a

coagulação está finalizada. Conforme Silva (2005), outra forma de verificar o ponto de corte da coalhada é pressionar com as costas da mão a coalhada próxima a borda da panela, se a coalhada desprender, é sinal de que está no ponto de corte. A figura 17 demonstra o teste do corte.

Figura 17 - Ponto de corte da coalhada



Fonte: Autora

O corte da coalhada deve ser feito uniformemente com ajuda de uma faca. Silva (2005) orienta que o corte seja “feito com a lira, que é um utensílio formado por lâminas ou fios cortantes dispostos paralelamente e igualmente distantes entre si. Para efetuar o corte, são utilizadas uma lira vertical e uma horizontal” (2005, p. 25). Tânia informa aos estudantes que será utilizado uma faca para fazer o corte, explicou ainda aos estudantes que Dona Delci (sua Mãe) sempre orientou para que o corte ficasse perfeito, ou seja, os cubos não poderiam ficar menores que 1cm e nem maiores que 2cm, este cuidado com o corte proporciona uma boa dessoragem, etapa que se inicia com o corte da coalhada, devendo ser mexido suavemente para estimular a separação da parte líquida da coalhada, denominada soro, da parte sólida coalhada.

Em uma das práticas, um estudante comenta “Que interessante, parece um pudim, que delícia, dá vontade de comer e parece um *mousse* A7”, Tânia responde “Esta é a consistência certa”, o estudante pergunta “é por causa do coalho que ele fica duro? A7”, Tânia explica “Agora eu vou passar a faca e cortar em cubinhos, vejam que já dá pra ver o soro, isso ocorre pela ação do coalho”. Tânia pede para um estudante cortar enquanto os outros observam. Outro estudante fala “Olha só, quando a gente fala de comida, a gente aprende rapidinho, né? A7”.

Após etapa do corte, é realizado o procedimento de mexer os cubos para acelerar o desprendimento do soro. (SILVA, 2005; ARAÚJO et al. 2012). Tânia solicita que um estudante ajude nessa etapa. Após conclusão, a mistura de soro e coalhada é levada ao fogo para aquecimento, que deve atingir a temperatura entre 35°C a 38°C. Durante o aquecimento, é necessário agitação leve e constante da mistura. Ao término, Tânia comenta “Vejam que os quadradinhos já estão menor, porque é o soro que sai” e continua “Agora vocês podem fazer um teste, se a massa está firme, tem que ficar com uma consistência firme assim”. Tânia retira uma amostra da panela e faz o teste para os alunos. Ao final, conclui “Está bom, agora dá para peneirar e colocar nas formas”. Tânia.

A sétima etapa do processo da produção do queijo destina-se a separar o soro da coalhada, esse processo é feito manualmente e, neste caso, foi realizado com a ajuda de uma peneira, conforme pode ser observado na figura 18.

Figura 18 - Etapa de separação da coalhada com peneira



Fonte: Autora

Enquanto este processo ocorria um estudante teceu o seguinte comentário:

Dona Tânia, lá em casa e lá na vó, nós “separamo” o soro da coalhada de outro jeito. A vó pega uns pano de prato, que ela guarda só pra isso e enquanto dois “segura” “nas ponta aberta” do pano, ela vai e coloca com um baldinho a coalhada lá no pano, e vai vindo junto o soro e tudo... Depois a vó pega nas ponta e faz uma troxinha e aí vai apertando pra saí o soro, mas não pode apertar muito, só um pouco, e deixa escorrer e depois já vai pra forma e sai bem pouco soro depois. A8.

Enquanto o estudante explicava o procedimento de separação do soro da coalhada realizado em sua casa, diferentemente do procedimento realizado pela família Bender, todos os estudantes prestavam atenção. Essa foi mais uma etapa em que os estudantes resgataram as práticas com saber popular realizadas com seus familiares e compartilharam os saberes populares com todos que estavam participando da atividade. A participação dos estudantes por meio dos relatos, explicações e comparações estabelecidas pelos próprios estudantes já nos dão indícios de que a utilização do saber popular está provocando, a princípio, o interesse em participar da atividade, vamos ver se a atividade vai também influenciar nas outras etapas do desenvolvimento do projeto de pesquisa (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011c, 2014; CHASSOT, 2011).

Uma das merendeiras que participou da atividade também comentou durante essa etapa que geralmente não usa peneiras e nem panos no processo, que ela espera um pouco e a coalhada separa sozinha na panela. Depois vai retirando com uma concha e colocando nas formas que possuem furinhos no fundo (por onde escorre o soro), utilizando as mãos para prensar a coalhada e acelerar a separação do soro.

Finalizada essa etapa de separação, a coalhada foi temperada com a colaboração de duas merendeiras da escola que participavam da atividade, um queijo foi temperado apenas com sal e o outro, além de sal, foi temperado com orégano e salsinha, conforme pode ser observado nas figuras 13 e 15. O queijo produzido com a colaboração dos estudantes foi motivo de comemoração, momento em que os alunos demonstraram satisfação com o resultado obtido ao final da atividade do saber popular. Conforme Ausubel (2003), Novak (2010) e Moreira (2011c, 2017), a Aprendizagem Significativa somente ocorre quando existe uma predisposição do aprendiz em aprender. Entre os comentários captados em nossa gravação, destacamos alguns:

Eu gostei muito, professora Luciana, de fazer queijo. A9.

Até que ficou bom este queijo. A10.

Eu não gosto de queijo, mas este dá pra comer... Este com tempero verde, eu não gosto de tempero verde, tenho nojo deste verde. A11.

Mas este aqui é igual aquele que o pai compra de vocês na feira, mas ainda que aquele é mais firminho, Tânia. Este tá bem macio... Adorooo. A13.

“Vamo fazê” o que agora, professora? Esta aula é boa assim, “vamo fazê” outra coisa “de comê” [outro aluno complementa], não... “De bebê” pode ser. A14 e A15.

Esses comentários foram registrados durante a degustação do queijo. No entanto, uma aluna perguntou “O que faz com este soro? A16”, Anderson respondeu “Dá pra fazer ricota”, outro aluno pergunta “O que é ricota? A17”, Tânia responde “Você vai aquecer com acidez junto, pode ser vinagre ou qualquer outro ácido, e aí vai formar a ricota por cima”, a mesma aluna pergunta “É um tipo de queijo? A17” e Tânia responde “Sim, é um tipo de queijo”.

Conforme Perry (2004), a ricota é um “produto obtido da albumina de soro de queijos, acrescida de até 20% de leite em volume. Deve ser consumido em, no máximo, três dias após o fabrico. Apresenta consistência mole, mas não pastosa, textura fechada, com poucos buracos, de cor branca ou branco-creme” (2004, p. 296).

Para produzir a ricota, o soro foi colocado para aquecer até atingir a temperatura de 80°C, em seguida, foi adicionado no soro aproximadamente 30 mL de vinagre e 500 mL de leite. Tudo foi misturado e mantido no aquecimento até a temperatura chegar entre 90°C a 95°C. Aos poucos, um sólido branco, que é a ricota, vai sendo formado. A diferença da ricota para o queijo está no baixo teor de gordura e elevado teor de proteína, pois a gordura liga-se às moléculas de proteína na produção do queijo, sendo que no soro a quantidade de gordura é muito inferior. Assim, a ricota é constituída basicamente de proteína.

Uma das merendeiras comenta “Esta ricota é a puína”, professora Luciana responde “Sim, é a puína gente, que as nonas fazem na janta italiana e no café colonial”, a merendeira continua “Ela é melhor ainda que o queijo”, Tânia responde “Ela é excelente porque é só a proteína”, Anderson explica “A ricota só pode ser feita com o soro fresco, não adianta guarda o soro pra fazer ricota depois, não dá certo”, Tânia acrescenta “Fica praticamente o *Whey Protein*”, a professora Luciana chama a atenção da turma “Ouviram meninos, que a ricota tem o mesmo teor de proteína do que o *Whey Protein*, para quem malha na academia, ao invés de comprar *Whey*, que é caro, come ricota”, a merendeira ainda acrescenta “E é mais saudável porque a ricota não tem conservante e porcarias”.

Cada etapa do processo descrita foi realizada pela família Bender, sendo que os estudantes e as merendeiras contribuíram durante o processo. As explicações sobre o processo

transcorreram de forma que a linguagem utilizada pela família estava de acordo com a produção caseira do queijo. Em momentos distintos, quando a etapa estava mais relacionada ao processo industrial, os irmãos Bender buscavam relacionar e comparar os dois processos. As explicações sobre os fenômenos físicos, químicos e biológicos ocorridos na produção do queijo ocorreram ao longo das etapas, no entanto, essas mantiveram-se relacionadas basicamente ao saber popular da família. Em alguns momentos, algumas explicações aproximavam-se de explicações envolvendo o conhecimento científico e escolar.

Análise da estrutura dos mapas conceituais

Passamos a analisar os mapas conceituais elaborados após o desenvolvimento da atividade do saber popular da produção de queijo, outras informações sobre o desenvolvimento da prática serão incluídas conforme apresentamos os dados e discutimos os resultados.

Iniciamos a análise dos mapas conceituais considerando os critérios definidos no quadro 8: conceitos, proposições, hierarquias, ligações cruzadas e exemplos.

Conceitos: Os conceitos presentes nos mapas estão inseridos em retângulos ou círculos?

Novak (2010, p. 22) descreve conceito como “uma regularidade percebida em acontecimentos ou objectos, ou registros de acontecimentos ou objectos, designada por um rótulo”. Nesse sentido, ao analisar os 24 mapas conceituais elaborados pelos estudantes, considerando a presença dos conceitos em retângulos ou outras formas, podemos constatar que em 17 mapas conceituais os conceitos estão adequadamente e corretamente dispostos em retângulos, atendendo ao critério de disposição e de concordância sugerido por Novak (2010), Novak e Gowin (1996). Não constatamos em nenhum dos mapas conceituais frases explicativas no lugar de conceito. Sete mapas conceituais apresentam conceitos fora de retângulos desempenhando a função de palavra(s) de ligação, sendo que em três mapas conceituais encontramos três conceitos no lugar de palavras de ligação e em outros três mapas, encontramos dois conceitos ocupando o lugar de palavras de ligação. Um mapa conceitual apresentou três conceitos em um único retângulo (aquecimento 65° e resfriamento 38° do leite). Esse resultado indica que boa parte dos estudantes conseguiram diferenciar conceito de palavra de ligação ou de outra palavra de forma satisfatória, provavelmente a elaboração de mapas conceituais antes desses e durante o desenvolvimento da unidade de ensino do estudo exploratório contribuíram para esclarecer essa especificidade dos mapas conceituais.

Por meio do estudo exploratório, constatamos a necessidade de retomar com os estudantes as instruções sobre a técnica de mapeamento conceitual, atendemos a essa necessidade e acabamos tendo bons resultados nos mapas. Consideramos que os resultados são positivos em relação a essa categoria.

Proposições: A relação de significado entre dois conceitos é indicada pela linha que os une e pela(s) palavra(s) de ligação correspondente? A relação é válida?

Os mapas conceituais elaborados apresentam proposições válidas porque na maioria dos casos os estudantes utilizaram palavras de ligação para formar uma unidade semântica (ONTORIA, 2005, p. 45).

Novak e Cañas (2010, p. 17) informam que “é importante ajudar os alunos a compreender que todos os conceitos são de algum modo relacionados uns aos outros” e que “os alunos muitas vezes comentam que é difícil acrescentar palavras de ligação às *linhas* de seus mapas conceituais”. Essa dificuldade está associada à falta de compreensão do relacionamento entre os conceitos e até mesmo do significado dos conceitos, dessa forma, as palavras de ligação desempenham a função de especificar esse relacionamento (NOVAK, 2010).

Em relação à categoria proposições, 16 mapas conceituais apresentam todas as proposições válidas. Oito mapas conceituais apresentaram pequenos problemas com alguma proposição, sendo que a maioria está correta. Identificamos problemas pontuais em algumas proposições, como o uso de dois conceitos (temperatura e coagulação) no lugar de palavras de ligação, o que comprometeu o estabelecimento de uma proposição válida. Em um mapa conceitual, temos algumas explicações no lugar da palavra de ligação, e em outros dois, temos a ausência de palavra de ligação sobre as linhas, não atendendo aos critérios definidos por Novak e Gowin (1996), Novak e Cañas (2010).

Podemos observar que os estudantes têm boa compreensão sobre a estrutura dos mapas conceituais, o que garantiu uma uniformidade em relação ao estabelecimento de proposições.

Hierarquias: O mapa revela uma hierarquia? Cada um dos conceitos subordinados é mais específico e menos geral que o conceito escrito por cima dele (do ponto de vista do contexto no qual se constrói o mapa conceptual)?

Conforme a teoria ausubeliana, os conceitos de uma determinada matéria devem ser apresentados conforme os princípios da diferenciação progressiva, ou seja, dos mais inclusivos para os menos inclusivos. Quando um mapa conceitual é construído este mesmo princípio deve ser considerado, assim, a disposição dos conceitos deve seguir uma ordem hierarquia (MOREIRA; MASINI, 2001; MOREIRA, 2010; NOVAK, 2010; NOVAK, GOWIN, 1984; NOVAK; CAÑAS, 2010).

Ontoria afirma que os conceitos mais inclusivos devem ocupar os “lugares superiores da estrutura gráfica” (2005, p. 46), enquanto que os exemplos devem ocupar o último lugar no mapa conceitual, preferencialmente não devem ser colocados em retângulos como conceitos. Ontoria (2005) especifica ainda que um determinado conceito deva aparecer apenas uma vez no mapa.

Moreira e Masini (2001) argumentam que não é fácil determinar quais conceitos são os mais gerais e quais são subordinados em um corpo de conhecimentos e “de como todos esses conceitos são organizados, estrutural e hierarquicamente” (p. 32).

A utilização do mapa conceitual como recurso didático para sistematizar o conhecimento do saber popular da produção de queijo, buscou verificar como os estudantes organizaram os conceitos referentes ao processo produtivo do queijo na estrutura cognitiva, e também se as diferentes etapas do processo ficaram esclarecidas para os estudantes. Portanto, esses mapas conceituais não foram propostos para organizar os conceitos em ordem sequencial dando o formato de um mapa unidimensional, a ideia dos pesquisadores é verificar as hierarquias, as relações cruzadas e observar a demonstração de entendimento dos estudantes a respeito dos conceitos.

Ao analisar os 24 mapas conceituais sobre o aspecto referente às hierarquias, constatamos que 13 apresentam hierarquia apropriada em relação à organização dos conceitos, respeitando a sequência dos conceitos mais inclusivos no topo do mapa e os menos inclusivos em níveis subordinados. Em quatro mapas conceituais observamos a inversão de alguns conceitos em relação à hierarquia, como o conceito ‘coalhada’ antes do conceito ‘coagulação’, e em outro caso o conceito ‘pasteurização’ ao lado de conceitos menos inclusivos, praticamente no mesmo nível dos exemplos. Dois mapas apresentaram estrutura unidimensional, ou seja, os conceitos foram organizados em uma sequência representando o processo apenas, estando fora do padrão bidimensional de mapa conceitual proposto por Novak e Gowin (1996), Novak e Cañas (2010), Novak (2010) e Moreira (2010, 2011c). Outros dois mapas conceituais mesclaram em sua estrutura uma parte apenas com a sequência do processo de produção de queijo e, em outra parte, os conceitos foram organizados atendendo aos critérios bidimensionais dos mapas conceituais. Os outros três mapas apresentaram problemas pontuais, em um deles observamos inversão na ordem de apresentação dos conceitos em quase todo o mapa conceitual, estando os conceitos menos inclusivos subordinando os mais inclusivos. Outro mapa conceitual apresenta alguns problemas de utilização de conceitos no lugar de palavras de ligação, o que veio a comprometer a hierarquia e estrutura geral do mapa. No entanto, percebe-se que houve compreensão dos conceitos e do processo de produção do queijo, pode ser que nesse caso falte praticar a técnica de mapeamento conceitual para melhorar a estrutura hierárquica em sua

construção. Apenas um mapa conceitual apresentou deficiência em relação à organização dos conceitos de forma hierárquica, além de problemas com a compreensão do conceito ‘pasteurização’, emprego de termos que não são conceitos e também a repetição deles.

A análise geral da categoria em questão permite inferir que parte significativa dos estudantes apresenta domínio sobre a organização hierárquica. No entanto, algumas orientações pontuais podem melhorar a compreensão daqueles que ainda não conseguem ordenar hierarquicamente os conceitos nos mapas conceituais.

Ligações cruzadas: O mapa revela ligações significativas entre um segmento da hierarquia conceitual e outro segmento?

A análise dos 24 mapas conceituais, sob o aspecto da categoria ligações cruzadas, ficou um pouco abaixo da média esperada, pois em apenas sete mapas conceituais constatamos a presença de ligações entre conceitos em diferentes segmentos ou domínios do conhecimento que ilustrem como esses se relacionam (NOVAK; CAÑAS, 2010, p. 17).

Por outro lado, os resultados obtidos no estudo exploratório (capítulo 5) acerca das ligações cruzadas demonstraram que em nenhum daqueles mapas foram realizadas ligações cruzadas, assim, se compararmos com os mapas elaborados a partir do saber popular da produção de queijo, constatamos um progresso. Isso evidencia avanço sobre a perspectiva de estabelecer ligações entre diferentes segmentos do mapa.

Dos sete mapas conceituais que apresentaram ligações cruzadas, seis tem apenas uma ligação cruzada e em dois casos a ligação ‘iogurte natural – para devolver/repor as – bactérias boas’ caracteriza-se como ligação cruzada. Em outros dois casos, são estabelecidas ligações cruzadas entre a etapa de ‘maturação’ do queijo e o processo de temperar a ‘coalhada’, que é a massa separada após ‘dessoragem’, chegando ao produto final ‘queijo’. Uma ligação estabelecida entre o segmento do mapa que apresenta o conceito ‘temperatura’ com o conceito ‘choque térmico’ relacionado à ‘pasteurização’ do leite para eliminar as ‘bactérias patogênicas’ foi estabelecido em outro mapa, caracterizando-se como ligação cruzada. Uma ligação cruzada referente à adição de ‘vinagre e leite’ no ‘soro’ obtido na ‘dessoragem’ para obtenção de ‘ricota’ também foi observada em um dos mapas conceituais. Em todos os casos uma única ligação cruzada foi evidenciada em cada mapa conceitual. Em um mapa conceitual foram estabelecidas ligações entre segmentos diferentes do mapa, caracterizando ao menos duas ligações cruzadas. No último, o conceito ‘bactérias’ ligou-se à ‘pasteurização’ por um lado e, por outro, a etapa de adição de ‘iogurte natural’ para reposição de lactobacilos ao leite eliminados na etapa da ‘pasteurização’. Além dessa ligação cruzada à outra apareça na relação da obtenção do ‘soro’ na etapa de ‘dessoragem’ e posterior utilização para produzir ‘ricota’.

As ligações cruzadas estabelecidas entre os conceitos na elaboração dos mapas conceituais demonstram que os estudantes apresentam melhor entendimento da técnica de mapeamento conceitual durante a etapa em questão do projeto, principalmente se compararmos aos resultados do estudo exploratório. Não podemos limitar nossa análise apenas a essa comparação, mas também não podemos desconsiderar os resultados obtidos naquele e neste estudo. Podemos atribuir a melhora a diferentes fatores, sendo que um deles pode estar associado à própria prática do saber popular da produção de queijo, pois esta pode ter influenciado na predisposição dos estudantes em aprender, além da dinâmica ter favorecido a participação ativa dos estudantes durante todas as etapas do processo, com momentos de questionamentos, relatos de experiências vivenciadas pelos estudantes e os aspectos afetivos envolvidos na atividade.

Exemplos: O mapa apresenta exemplos válidos que designam acontecimentos ou objetos concretos?

Na estrutura hierárquica dos mapas conceituais, os exemplos devem estar ligados diretamente ao conceito referente, ocupando preferencialmente a base, aconselha-se que não estejam dispostos em retângulos ou qualquer figura geométrica (MOREIRA, 2010; MOREIRA; MASINI, 2001; NOVAK, 2010; ONTORIA, 2005). Nesse sentido, os mapas conceituais elaborados pelos estudantes atenderam parcialmente a essas orientações.

Dos 24 mapas conceituais elaborados, 18 apresentam exemplos em sua estrutura, isso indica que ocorreu assimilação das diferentes etapas do processo de produção de queijo e a compreensão dos conceitos referentes a essa atividade, ocasionando a inclusão de exemplos quase sempre na base dos mapas conceituais.

Destes 18 mapas conceituais, 14 apresentam ‘queijo’ como exemplo, estando localizado na base do mapa conceitual. No entanto, em todos os 18 mapas os estudantes colocaram o(s) exemplo(s) em retângulo, não atendendo à orientação de que exemplos não precisam estar inclusos em alguma figura geométrica. Em quatro mapas conceituais foi atribuído à sentença ‘queijo’ o conceito mais inclusivo, posicionando-o no topo do mapa conceitual. Nesses mapas, os estudantes subordinaram o conceito ‘leite’ à sentença ‘queijo, diferente dos outros 14 mapas conceituais. Para esses estudantes, a sentença queijo é a mais relevante e isso pode estar relacionado à importância do produto obtido no final do processo, como também ao fato de sua produção estar ocorrendo por meio da transmissão de saberes populares da comunidade.

O segundo exemplo que mais apareceu nos mapas conceituais é ‘ricota’, estando em 12 mapas conceituais. A produção da ricota foi uma surpresa para os estudantes, pois, após o término da produção do queijo, a família Bender demonstrou que o soro retirado da etapa de ‘dessoragem’ poderia ser aproveitado para a produção de ricota, essas informações foram

significativas para os estudantes que puderam verificar na prática a produção da ricota, além do queijo que já haviam produzido. Em oito mapas conceituais foram inclusos os dois exemplos ‘queijo’ e ‘ricota’. Os estudantes receberam a informação de que o soro é o constituinte básico dos achocolatados e iogurtes, amplamente consumidos, além de ser utilizado pela indústria na formulação de suplementos. Essa informação foi utilizada pelos estudantes que incluíram o exemplo ‘iogurte’ em dois mapas conceituais, o exemplo ‘achocolatado’ também foi adicionado em dois mapas conceituais, como exemplo ‘suplemento’ figurou em um mapa conceitual e ‘doce de leite’ também em um mapa conceitual, junto com outros quatro exemplos já citados (queijo, ricota, iogurte, suplemento). No total, foram utilizados seis exemplos diferentes nos mapas conceituais.

Os resultados obtidos em relação à inclusão de exemplos nos mapas conceituais, se comparados ao estudo exploratório (capítulo 5), são significativamente superiores. No entanto, não conseguimos atender ao quesito de incluir os exemplos, mas não colocá-los em algum tipo de figura geométrica ou balão.

Os resultados obtidos e apresentados neste capítulo indicam que a estrutura dos mapas conceituais elaborados pelos estudantes, após a atividade do saber popular da produção de queijo, está condizente com os critérios: conceitos, proposições, hierarquia, ligações cruzadas e exemplos, determinados por nossos referenciais. Constatamos melhora significativa em todos os cinco quesitos, principalmente se comparados aos mapas conceituais elaborados no estudo exploratório, e também a situações de estudo em que foi utilizado o mapa conceitual como recurso didático.

Análise do conhecimento sobre o processo de produção de queijo nos mapas conceituais e aprendizagem dos principais conceitos

Realizada a análise acerca da estrutura conceitual dos mapas, passamos a analisar o segundo aspecto estabelecido, que é verificar se ocorreu compreensão do processo de produção do queijo e se os conceitos apresentados foram assimilados adequadamente. Na segunda etapa, vamos considerar a descrição e análise apresentada, buscando interpretá-las a partir da Aprendizagem Significativa.

Para a elaboração dos mapas conceituais, após a realização da prática do saber popular da produção de queijo, foram fornecidos aos estudantes nove conceitos para orientá-los nessa

etapa, sendo estes: temperatura, dessoragem, pasteurização, coagulação, maturação, coalho, leite, soro, coalhada.

Ontoria (2005, p. 57) e Moreira (2010, p. 30) sugerem que sejam disponibilizados de 6 a 10 conceitos aos estudantes para orientar a elaboração de mapas conceituais, Novak (2010, p. 227) e Novak e Gowin (1996) indicam de 10 a 20 conceitos e Novak e Cañas (2010, p. 16) sugerem entre 15 e 25 conceitos como apropriados para elaborar mapas conceituais. Novak e Gowin (1984, p. 24-39) apresentam caminhos que podem ser adotados para iniciar os estudantes da educação básica ao ensino universitário no trabalho com mapas conceituais. Os autores apresentam três propostas diferentes para o intento, cada uma para atender especificidades da faixa etária e nível de desenvolvimento. Em alguns casos, são fornecidos alguns conceitos que podem orientar os estudantes na elaboração dos mapas conceituais e em outros casos os estudantes ficam livres para elaborar os mapas conforme seus conhecimentos.

Lourenço et al., (2012) forneceram alguns conceitos aos estudantes em duas situações diferentes em que os estudantes elaboraram mapas conceituais. Em ambos casos, os estudantes estavam em fase de aprendizagem da técnica de mapeamento conceitual, sendo que nesse mesmo estudo, o mapa conceitual elaborado para avaliar a aprendizagem dos conceitos de transformação da matéria, trabalhados durante um curso de extensão, foram elaborados sem que conceitos fossem disponibilizados. Trindade e Hartwig (2012) utilizaram estratégias diversificadas e mapas conceituais no ensino de ligações químicas, foram fornecidos 26 conceitos retirados de um mapa de referência para guiar os estudantes na elaboração de seus mapas.

Justificamos a escolha de fornecer alguns conceitos para elaboração dos mapas conceituais porque não desejávamos que os estudantes acabassem elaborando mapas mentais (BUZAN, 2009), cuja característica difere-se do mapa conceitual por permitir a inclusão de palavras, imagens, símbolos, e todo o tipo de ideia presente na memória do estudante, situação que poderia ocorrer devido ao fato de que a atividade do saber popular permitiu a socialização de várias experiências importantes para o estudo, mas que nesse momento poderiam comprometer o objetivo de analisar a estrutura dos mapas conceituais e os conceitos.

A tabela 2 apresenta alguns dados obtidos na análise dos 24 mapas conceituais elaborados.

Os dados mostram que dos 24 mapas conceituais elaborados, em seis mapas, todos os nove conceitos fornecidos foram utilizados, em 13 mapas, oito conceitos fornecidos foram utilizados, em três mapas, sete conceitos foram utilizados e em dois mapas, cinco conceitos fornecidos foram utilizados na construção dos mapas conceituais.

Dos conceitos fornecidos não utilizados nos mapas conceituais, o conceito ‘maturação’ foi o menos utilizado não constando em 12 mapas conceituais. Em segundo, temos os conceitos ‘temperatura’ e ‘coagulação’ que não apareceram em cinco mapas conceituais. O conceito ‘dessoragem’ não foi incluído em três mapas conceituais e o conceito ‘coalhada’ não apareceu em apenas um mapa conceitual.

Tabela 2 - Relação de conceitos nos Mapas Conceituais

Grupo	Mapa Conceitual A (MCA)				Nº total de conceitos
	Conceitos fornecidos e utilizados	Conceitos adicionados	Conceitos Adicionados		
			Válidos	Não válidos	
E01	7	6	6	-	13
E02	9	6	6	-	15
E03	8	6	6	-	14
E04	8	4	4	-	12
E05	9	4	4	-	13
E06	9	4	3	1	13
E07	8	6	6	-	14
E08	8	13	12	1	21
E09	8	8	8	-	16
E10	8	9	8	1	17
E11	9	7	7	-	16
E12	8	8	8	-	16
E13	5	21	18	2	25
E14	8	12	12	-	20
E15	9	2	2	-	11
E16	8	13	13	-	21
E17	8	14	14	-	22
E18	8	11	11	-	19
E19	8	17	17	-	25
E20	8	13	13	-	21
E21	7	11	11	-	18
E22	5	18	18	-	23
E23	7	11	10	1	18
E24	9	4	4	-	13
Total de conceitos adicionados					228
Média de conceitos adicionados					9
Conceitos fornecidos + conceitos adicionados					417
Média de conceitos fornecidos + conceitos adicionados					17

Fonte: Autora

Além dos nove conceitos fornecidos que poderiam ser incluídos nos mapas conceituais, contabilizamos os conceitos diferentes dos fornecidos que foram adicionados em cada mapa conceitual, totalizando 228 conceitos adicionados nos 24 mapas conceituais, média de nove conceitos adicionados em cada mapa conceitual. Desse total, apenas sete conceitos adicionados

foram considerados não válidos e deles, três conceitos foram desconsiderados porque se repetiram duas vezes no mapa. Entre conceitos fornecidos e conceitos adicionados nos 24 mapas conceituais totalizamos 417 conceitos, isso significa que a média de conceitos em cada mapa conceitual é igual a 17.

Observamos que nos mapas conceituais que foram utilizados oito dos nove conceitos fornecidos e a média de conceitos adicionais ultrapassou 10, enquanto que nos mapas conceituais que utilizaram os nove conceitos fornecidos (todos), a média de conceitos adicionados ficou em torno de quatro conceitos. Os mapas conceituais que utilizaram sete dos nove conceitos fornecidos atingiram nove conceitos adicionados e os dois mapas conceituais que utilizaram cinco dos nove conceitos fornecidos atingiriam a média de 19 conceitos adicionados.

Com esses resultados, podemos, a princípio, considerar que os estudantes utilizaram quantidade significativa de conceitos (17 conceitos na média) nos mapas conceituais, considerando os conceitos fornecidos e os adicionados pelos estudantes. A instrução da professora de Química para a elaboração dos mapas foi a seguinte: “Elaborem um mapa conceitual que represente a compreensão de vocês sobre o processo do saber popular da produção de queijo, deixem claro a relação entre os conceitos e seu significado” - questão focal segundo Novak; Cañas (2010). Os estudantes foram orientados a utilizar conceitos e as palavras de ligação para estabelecer proposições válidas, tal como já haviam feito em outras situações de estudo com mapas conceituais.

Os mapas conceituais foram analisados qualitativamente, buscamos agrupá-los conforme especificidades encontradas que se repetiram entre os mapas conceituais. Em alguns estudos realizados com mapas conceituais, para atender aos diferentes objetivos, os pesquisadores responsáveis ou professores confeccionaram mapas conceituais de referência para embasar a análise e a avaliação desses mapas (MARTIN; FRAGA, RAULINO, 2015; MENDONÇA, 2012; LOURENÇO et al., 2012; SILVA; SOUSA, 2007; TRINDADE; HARTWIG, 2012). Cabe lembrar que a comparação com o “mapa conceitual do professor” pode dar um viés comportamentalista ao uso de mapas conceituais (PARISOTO et al., 2016, p. 355).

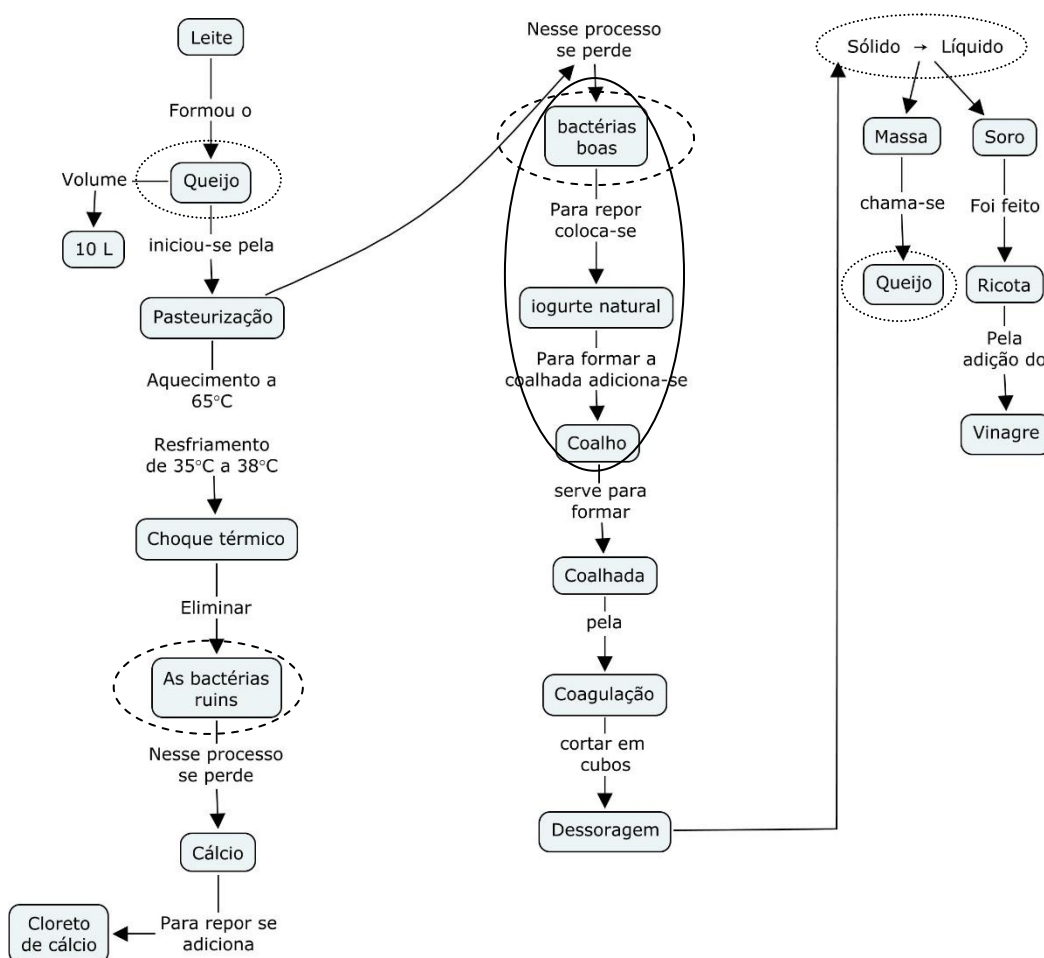
Em nossa pesquisa não adotamos esse critério, vamos apresentar alguns mapas conceituais e discutir situações específicas e não específicas, de forma a contemplar na discussão mapas conceituais que atendam ou não aos critérios de estrutura, como também representem diferentes níveis de compreensão e falta de compreensão dos estudantes sobre o tema.

Dos 24 mapas conceituais analisados, dois têm estrutura unidimensional (SOUZA; BORUCHOVITCH, 2010; MOREIRA, 2010; NOVAK, 2010), representando a sequência linear

da produção do queijo. Em um dos casos, a linearidade ficou mais evidente do que no outro, conforme consta na figura 19 (MCA-E21).

O MCA-E21 apresenta o conceito 'leite' como o mais inclusivo e de forma linear são incluídos conceitos que representam a ordem de desenvolvimento do processo de produção de queijo, contrariamente a uma organização conceitual de acordo com a diferenciação progressiva e o estabelecimento de relações cruzadas possíveis, conforme recomendam Novak e Cañas (2010). Esse mapa apresenta na coluna da esquerda uma descrição relacionada à etapa de pasteurização do leite, sendo possível observar vários problemas referentes à formação das proposições. Nessa coluna, por exemplo, os estudantes detalham a etapa de aquecimento e resfriamento do leite e não utilizam o conceito 'temperatura', além de separar o conceito 'bactérias ruins' de 'bactérias boas', em elipse com traço espaçado, estando a última incluída na coluna do meio, ligada ao conceito 'pasteurização'.

Figura 19 – MCA-E21



Fonte: Estudantes

Na coluna do meio, destacamos com uma elipse em traço contínuo, outra proposição em desacordo com o princípio da diferenciação progressiva, pois o conceito ‘iogurte natural’ está subordinando ao conceito ‘coalho’. O correto seria estabelecer praticamente o mesmo nível hierárquico para os conceitos ‘iogurte natural’, ‘cloreto de cálcio’ e ‘coalho’, pois, conforme orientação dos irmãos Bender, após a adição do iogurte natural e do cloreto de cálcio ao leite recentemente pasteurizado acrescenta-se o coalho e aguarda-se até o processo de coagulação das proteínas do leite com a gordura. Nesse sentido, o mapa conceitual demonstra a ordem de adição das substâncias no processo de fabricação do queijo ao invés de evidenciar que a adição do coalho determina a coagulação, e que a reposição das bactérias boas e ruins são segmentos secundários em relação aos acima citados.

Outro problema visualizado no mapa é a inclusão dos conceitos ‘sólido’ e ‘líquido’, em destaque na elipse com traço pontilhado, como palavra de ligação e a presença do conceito ‘queijo’ aparecendo duas vezes no mapa conceitual, uma vez como o segundo conceito mais inclusivo e depois na extremidade do mapa como produto obtido da etapa de separação do sólido do líquido. Dessa forma, esses problemas evidenciam a dificuldade dos estudantes em: estabelecer hierarquia conceitual; não repetir os conceitos (queijo e bactérias); não perceber as ligações cruzadas que poderiam estabelecer proposições entre diferentes segmentos do mapa, sendo este um fator importante no processo de Aprendizagem Significativa, mas que também é o principal problema observado nos mapas conceituais elaborados por estudantes em pesquisas na área de Ciências (LOURENÇO et al., 2007; TRINDADE; HARTWIG, 2012).

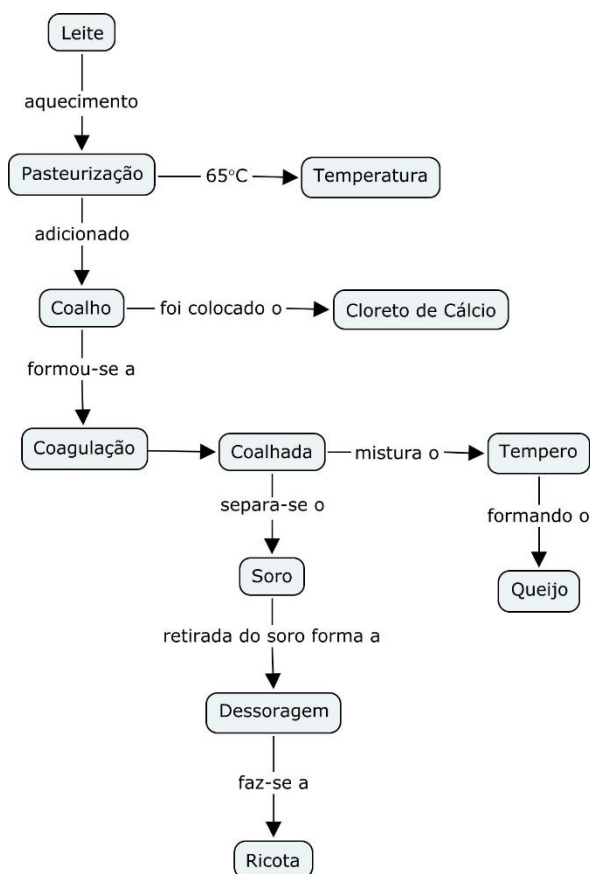
Ao analisar esse mapa é possível perceber que os estudantes compreenderam o processo de produção do saber popular do queijo, no entanto, verifica-se que os estudantes não conseguiram estabelecer quais conceitos são os mais inclusivos e quais são os menos inclusivos.

O mapa conceitual que selecionamos para discutir a seguir MCA-E04 (figura 20) apresenta uma estrutura simples, com oito dos nove conceitos fornecidos, quatro conceitos adicionados, totalizando 12 conceitos.

Comparando esse mapa com a média geral de 17 conceitos dos 24 mapas conceituais elaborados, observamos que ele está abaixo da média. No entanto, destacamos que os estudantes que elaboraram esse mapa conceitual, geralmente apresentam muita dificuldade em realizar tarefas propostas pela professora de Química, sejam elas relacionadas a resolver situações-problema, questões objetivas e dissertativas e outras. Essa dificuldade não está restrita apenas no componente curricular de Química, mas também nas outras áreas. Dessa forma, ao analisar esse mapa conceitual e considerando as dificuldades apresentadas pelos estudantes em questão com a aprendizagem dos conceitos químicos, podemos considerar que a atividade de elaboração de

mapa conceitual parece ter possibilitado a eles uma forma diferente de construir/compartilhar/socializar o conhecimento abordado durante a prática do saber popular da produção de queijo, uma vez que diferentes fatores podem ter influenciado na aprendizagem, como o conhecimento do processo de produção de queijo pelos estudantes, já que se trata de uma prática cotidiana desenvolvida por suas famílias.

Figura 20 - MCA-E04



Fonte: Estudantes

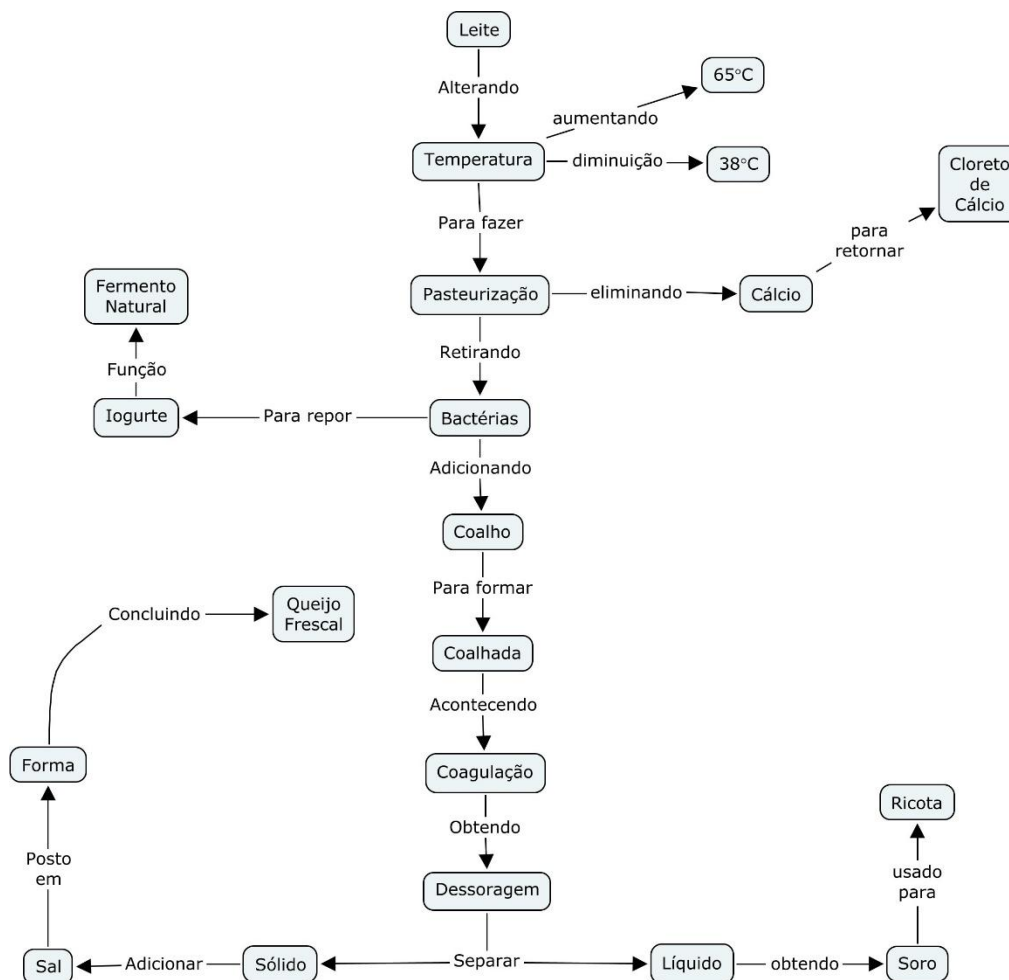
Novak e Gowin afirmam que professores que utilizam mapas conceituais podem vir a notar “que alunos com fraco rendimento noutro tipo de tarefas escolares elaborarão bons mapas conceituais com boas ligações cruzadas” (NOVAK; GOWIN, 1996, p. 43). No caso apresentado, os estudantes não estabeleceram ligações cruzadas, mas demonstraram compreensão do processo e entendimento nos conceitos. A utilização de multimetodologias no ensino de Ciências é indicada como fator importante no processo de aprendizagem dos estudantes do nível médio, porque atendem a diferentes necessidades. Alguns estudantes têm a aprendizagem facilitada por meio de recursos visuais, outros pelo reforço de explicações orais,

enquanto que alguns precisam utilizar a linguagem escrita (LABURÚ; ARRUDA; NARDI, 2003; TRINDADE; HARTWIG, 2012; COSTA BEBER et al., 2017).

Subsunçores em nível de estabilidade adequado na estrutura cognitiva desses estudantes (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011b; MOREIRA; MASINI, 2001; MASINI; MOREIRA; 2008) também podem ter contribuído com o processo de aprendizagem, destaque evidente para a relação entre o saber popular e o processo de aprendizagem. Podemos considerar, no caso presente, que a influência dos saberes produzidos pela família desses estudantes sobre a produção de queijo pode ter impactado de forma significativa na elaboração do mapa, considerando que durante a elaboração os estudantes informaram que essa forma (mapas conceituais) é mais fácil de aprender e de dizer o que sabe, essa informação fornecida pelos estudantes para a pesquisadora enquanto finalizavam a tarefa foi registrada em diário de campo, porque já era sabido da dificuldade das estudantes com diferentes atividades, essa externalização de opinião e a análise do mapa elaborado evidenciaram o grande potencial da técnica de mapeamento conceitual como recurso de ensino e aprendizagem em situações concretas de ensino (MOREIRA, 2010, 2011c; MOREIRA; MASINI, 2001; NOVAK; CAÑAS, 2010).

O MCA-E16 (figura 21) apresenta uma estrutura parcialmente unidimensional, constituído por uma coluna central vertical. Nela, estão listados sete dos nove conceitos fornecidos, começando pelo conceito ‘leite’ até chegar ao conceito ‘dessoragem’, nessa coluna foram incluídas informações referentes ao processo de produção do queijo onde é possível perceber que os estudantes classificaram os conceitos como secundários, ou menos inclusivos em relação aos que constam na coluna central.

Figura 21 - MCA-E16



Fonte: Estudantes

As proposições estabelecidas apresentam palavras de ligação que demonstram o significado das relações estabelecidas a partir conceitos pelos estudantes. É possível observar a inclusão do exemplo ‘ricota’ em uma das extremidades e na outra o exemplo ‘queijo frescal’.

Ao analisar esse mapa verificamos que houve compreensão do processo de produção do queijo e entendimento dos principais conceitos, estando falho o domínio da técnica de mapeamento conceitual, pois a coluna central representa uma compreensão linear do conhecimento, tal como consta no MCA-E21. Os estudantes incluíram no total 21 conceitos entre os fornecidos e os adicionados, aspecto positivo e que vem a corroborar com o indício de que os conceitos estão presentes na estrutura cognitiva dos estudantes. Entretanto, a falta de ligações cruzadas entre os segmentos deixam dúvida, quer dizer, a aprendizagem ocorreu efetivamente ou está relacionada com a descrição do processo?

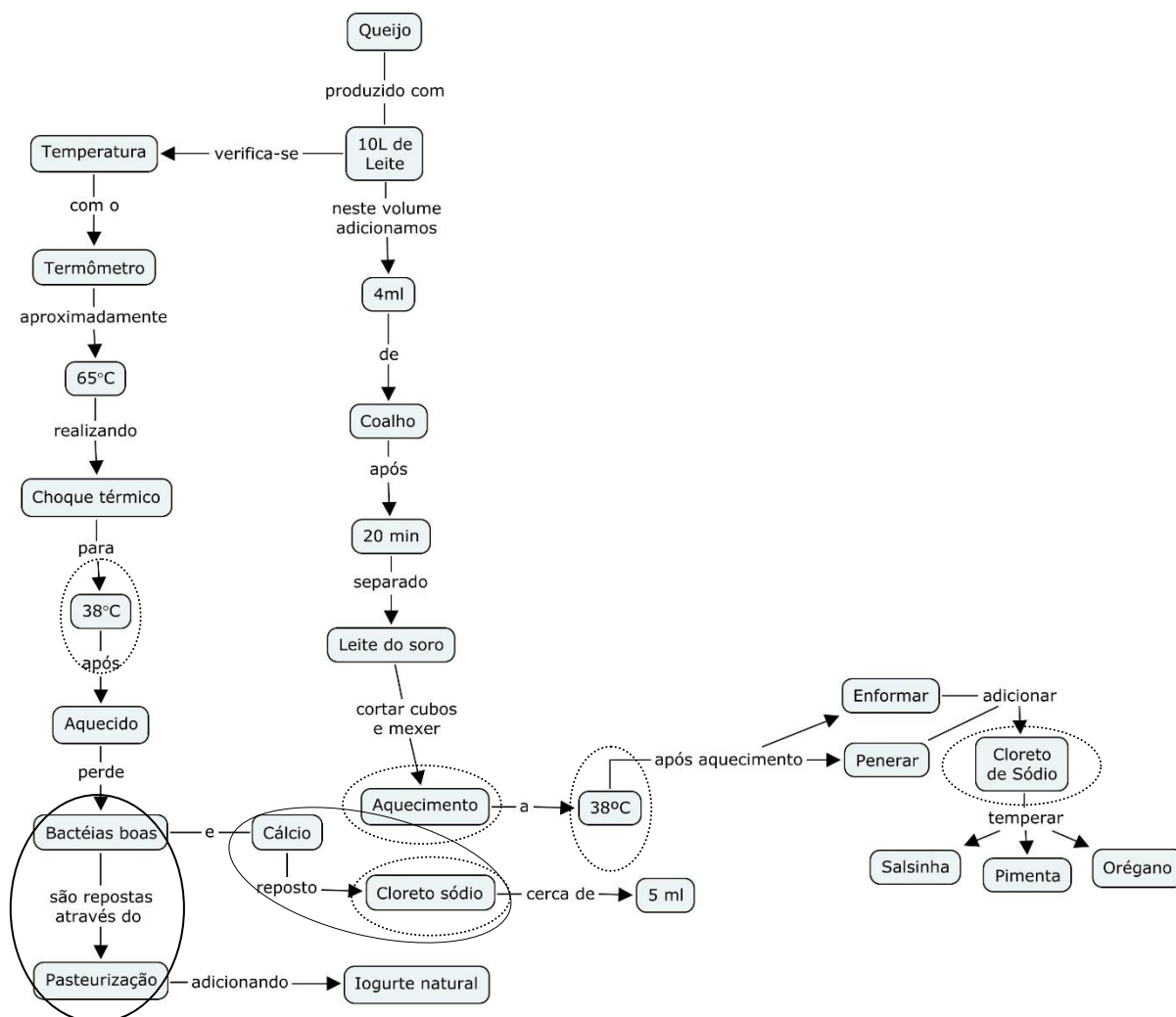
Para Ruiz-Moreno et al. (2007, p. 457) a representatividade dos conceitos é parcial quando a estrutura do mapa “é predominantemente sequencial ou linear”, pois é por meio do estabelecimento de relações conceituais que podemos observar os significados atribuídos aos conceitos. Na figura 21, pode-se observar o MCA-E16.

Nesse mapa, o conceito ‘maturação’ fornecido aos estudantes não foi incluído, como também não foi na metade dos mapas conceituais elaborados. Acreditamos que isso pode ter ocorrido por vários motivos. No entanto, sugerimos que a ausência desse conceito pode estar relacionada ao fato de que entre todas as etapas de produção do queijo a única que não foi realizada na prática foi a maturação devido à especificidade do tipo de queijo produzido e pela questão de que o processo de maturação, por ser o último, varia de acordo com o tipo de queijo que se deseja no final do processo, podendo a etapa de maturação variar entre dias e meses.

Os irmãos Bender não omitiram essa etapa do processo, ao contrário, procuraram dar explicações relacionadas aos seus saberes populares sobre as transformações que ocorrem durante a etapa em questão, as explicações não contemplaram aspectos referentes às reações químicas, físicas e biológicas que ocorrem durante a maturação do queijo, ficando apenas em nível de seus saberes populares, por exemplo: o queijo fica mais forte no sabor se a cura é mais longa; o queijo perde soro e fica duro que é bom para ralar; o queijo mesmo depois de curado continua com as vitaminas e minerais e outros. Esse mapa foi o único que especificou que o queijo produzido na atividade do saber popular foi o do tipo frescal, na produção desse tipo de queijo a etapa de maturação não é contemplada.

O MCA-E13 apresenta vários aspectos estruturais e de compreensão conceitual que vale analisar. Os estudantes incluíram cinco dos nove conceitos fornecidos para orientar a elaboração do mapa conceitual. Ao lado do MCA-E22 representam o menor índice de inclusão dos conceitos fornecidos dos 24 mapas elaborados no total. Por outro lado, 21 conceitos foram adicionados pelos estudantes nesse mapa, os que estão nas elipses com traço pontilhado estão repetidos, sendo que deles, 18 são classificados como conceitos válidos, conforme consta na tabela 2, totalizando 23 conceitos válidos, conforme figura 22.

Figura 22 - MCA-E13



Fonte: Estudantes

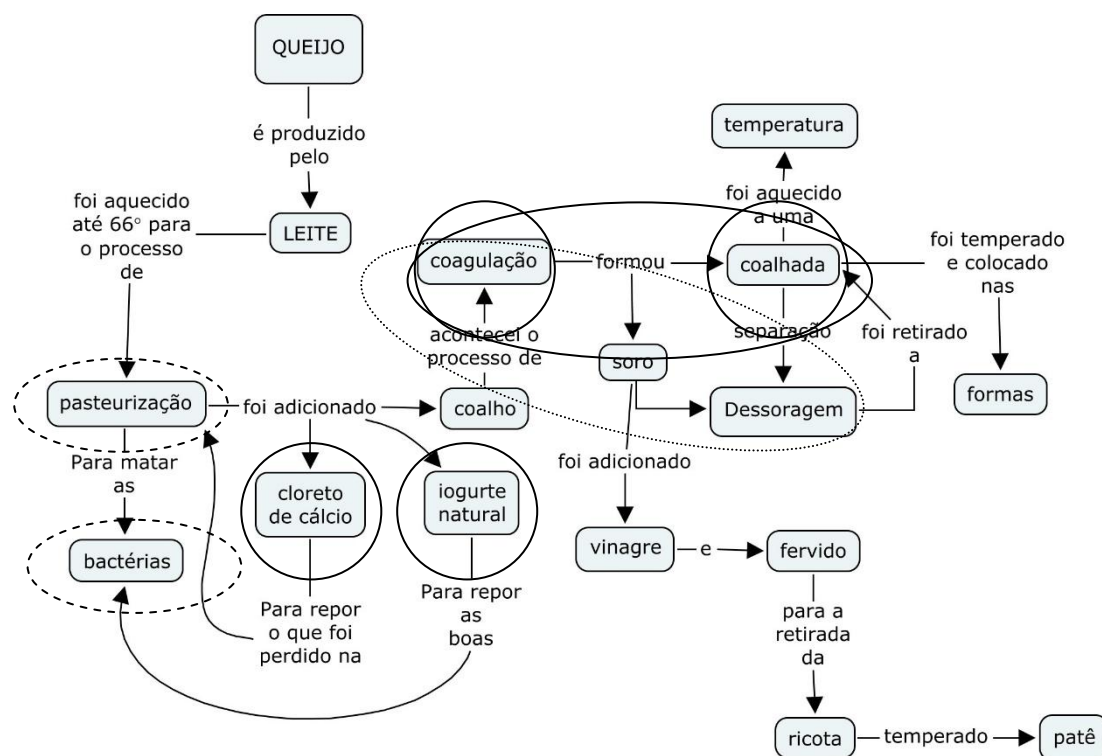
A principal deficiência do mapa em relação à estrutura está no traçado de duas colunas verticais e paralelas, que somente não se completam até o final pela falta de espaço disponível na folha de papel sulfite A4, utilizada para a elaboração do mapa. A falta de relações horizontais entre os conceitos pode representar a falta de domínio na técnica de mapeamento conceitual, como também a ideia de que o mapa deveria representar preferencialmente a sequência do processo de produção do queijo. Prevendo que isso pudesse acontecer, a professora de Química explicou para os estudantes que os mapas não deveriam apresentar a sequência do processo, e sim a compreensão do processo e a relação entre os conceitos. Antes do início da elaboração dos mapas, a professora de Química retomou com os estudantes os elementos principais que devem constituir um mapa conceitual – conceito, palavra de ligação, proposição – conforme orientações de Ontoria (2005, p. 44-46).

O destaque em elipse com traço contínuo no MCA-E13 refere-se à proposição ‘bactérias boas – são repostas através da - pasteurização’ e não está de acordo com a referência de Todescato (2014) e Perry (2004) de que a pasteurização é um processo término realizado para eliminar microorganismos patogênicos presente no leite. A proposição estabelecida pelos estudantes demonstrou incompreensão do conceito de pasteurização, sendo esse o único mapa conceitual a apresentar incompreensão dos estudantes quanto ao conceito. Na outra elipse com traço contínuo no mapa, a proposição ‘cálcio – repostado – cloreto de sódio’ não está adequada, mas, nesse caso, tudo leva a crer que houve apenas um engano dos estudantes, que colocaram ‘cloreto de sódio’ quando deveriam colocar ‘cloreto de cálcio’.

Além desses dois problemas referentes às proposições, o que mais chamou nossa atenção no MCA-E13 foi a ausência dos conceitos ‘coagulação’, ‘coalhada’, ‘dessoragem’ e ‘maturação’, que são principais dentro do contexto da produção do queijo. Os estudantes centraram a organização do mapa buscando descrever a primeira etapa ‘pasteurização’, a adição do ‘coalho’ e a etapa final de ‘temperar’ e ‘enformar’ a ‘coalhada’ para moldar o ‘queijo’. A presença de um número considerável de conceitos no mapa não evidencia a aprendizagem dos conceitos, demonstra apenas que as informações comunicadas pelos irmãos Bender durante o processo estão desorganizadas na estrutura cognitiva desses estudantes.

No MCA-E10 (figura 23) os estudantes utilizaram oito dos nove conceitos fornecidos, deixando de incluir o conceito ‘maturação’. O conceito ‘queijo’ é utilizado como o mais inclusivo, e foi destacado pelos estudantes com retângulo e letra maior que os demais. O mapa apresenta proposições adequadas que fornecem uma boa explicação devido ao tipo de palavra de ligação utilizada para formar as proposições, demonstrando compreensão do processo de produção do queijo e dos conceitos. A diferenciação progressiva é visível em várias partes do mapa, como “coagulação” – formou – ‘coalhada’ e ‘soro’, destacado em elipse com traço contínuo. Apesar dos conceitos ‘coalhada’ e ‘soro’ não estarem totalmente na mesma linha, percebe-se que para os estudantes estão no mesmo nível hierárquico.

Figura 23 - MCA-E10



Fonte: Estudantes

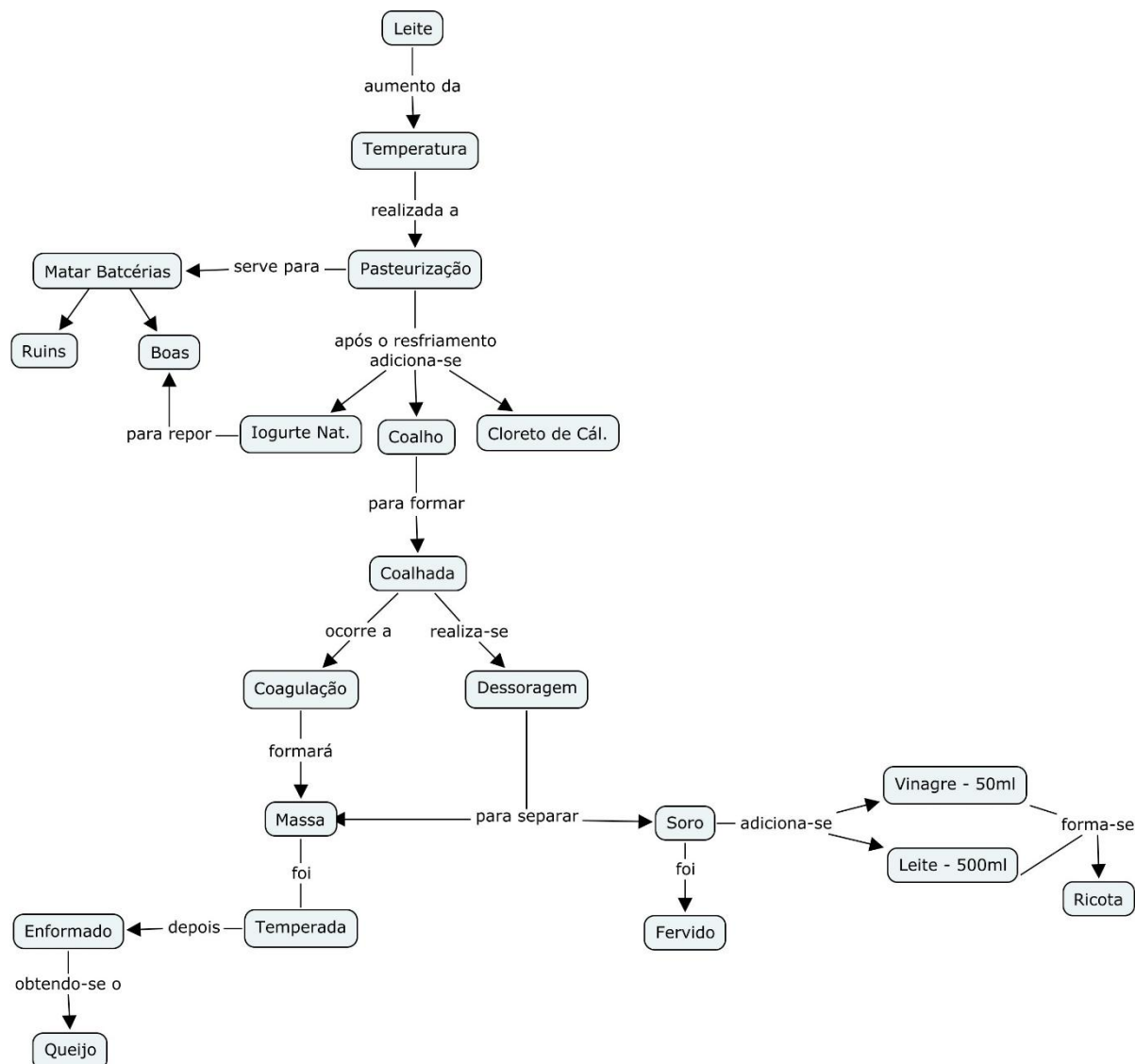
Outro aspecto positivo no MCA-E10 refere-se às ligações cruzadas estabelecidas entre o conceito ‘soro’, em uma dessas ligações o conceito está ligado ao conceito ‘coagulação’, relativo à quarta etapa do processo de produção do queijo e também ligado ao conceito ‘dessoragem’, como pode ser observado na elipse com traço pontilhado. O estabelecimento de proposições e ligações cruzadas evidencia tanto a competência dos estudantes diante dos aspectos relativos à técnica de mapeamento conceitual quanto a Aprendizagem Significativa dos conceitos que compõem a estrutura do mapa. Em outros mapas elaborados (MCA-E16 e MCA-E21, por exemplo) observamos certa confusão em relação aos conceitos ‘coalho – coagulação – coalhada’, diferente do que aconteceu com o MCA-E10 e o MCA-E04, em que as relações entre os conceitos representam boa compreensão por parte dos estudantes.

As ligações cruzadas e as proposições são os principais indícios da ocorrência de Aprendizagem Significativa, porque é possível verificar o significado atribuído aos conceitos de um corpo de conhecimento, tal como evidenciado nas pesquisas realizadas por Nunes e Del Pino (2008), Trindade e Hartwig (2012), Lourenço et al. (2007), Aquino e Cavalcanti (2017), Zanotto, Silveira e Sauer (2016), Costa Beber, Kunzler e Del Pino (2016).

No aspecto estrutural hierárquico o MCA-E10 não satisfaz as orientações de Ontoria (2005) e Moreira (2011c), pois é possível constatar que conceitos com níveis superiores de inclusividade estão em posições abaixo em referência a conceitos de menor inclusividade, como o conceito ‘pasteurização’, que encontra-se abaixo hierarquicamente dos conceitos ‘coagulação’ e ‘coalhada’, e ‘bactérias’, abaixo dos conceitos ‘cloreto de cálcio’ e ‘iogurte natural’ (conceitos mais inclusivos destacados em elipse em traço espaçado e os conceitos menos inclusivos destacados em círculo). Segue as orientações de Novak (2010) e Novak e Gowin (1996) quanto à hierarquia os exemplos ‘ricota’ e ‘patê’ na base do mapa conceitual.

O MCA-E20 é outro caso de significativa compreensão do processo de produção do queijo e dos conceitos que foram apresentados durante a atividade prática. As palavras de ligação que unem um conceito ao outro formando as proposições representam que os estudantes compreenderam muito bem o processo e os conceitos, conforme figura 24.

Figura 24 - MCA-E20



Fonte: Estudantes

O único conceito não utilizado da relação fornecida é ‘maturação’, foram incluídos 13 conceitos adicionais, totalizando 21 conceitos válidos nesse mapa. Na parte inferior do mapa, os estudantes incluem o processo de produção da ricota como exemplo de produto derivado do soro, extraído da produção do queijo, especificando que houve adição de vinagre e leite ao soro e o aquecimento para produção de ricota. No outro extremo do mapa, os estudantes especificam que a massa obtida da coagulação do leite foi temperada, enformada e, ao final, obteve-se o queijo.

Percebe-se a clareza do processo e a compreensão dos conceitos, podemos sugerir que a atividade prática do saber popular proporcionou aos estudantes um ambiente de aproximação dos aspectos afetivos e cognitivos envolvidos na aprendizagem. Nesse sentido, a teoria educacional de Novak (2010, p. 10) defende que o ser humano tem pensamentos, sentimentos e ações, que

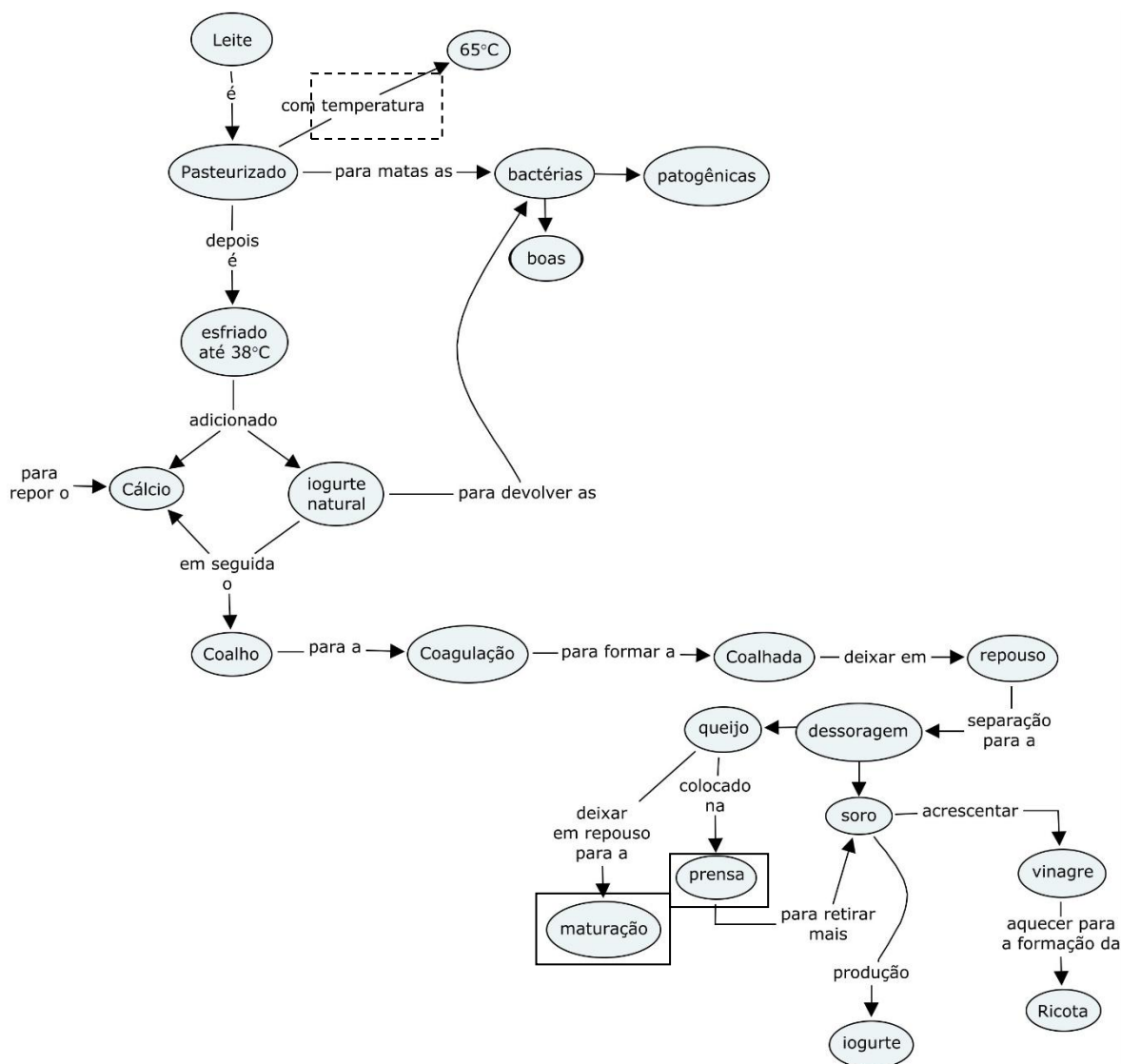
juntos formam significados de experiências. Assim, temos motivos para acreditar que o emprego de saberes populares nos processos formais de ensino pode promover aprendizagens significativas, sendo essas mais que necessárias e importantes diante do modelo de aprendizagem mecânica que domina os sistemas educacionais, comprometidos com altos escores e programas voltados a medir diferentes níveis de memorização (MOREIRA, 2011b, 2014).

O MCA-E20 não apresenta ligações cruzadas entre segmentos distintos, no entanto, nos outros aspectos é possível identificar explicitação de compreensão. Assim, podemos intuir que para os estudantes a aprendizagem pode estar associada a uma intenção de aprender e não à memorização de um processo de forma mecânica.

As mesmas considerações sobre os critérios estruturais e compreensão do processo e conceitos do MCA-E20 são observados no MCA-E08 da figura 25. Diferencia-se do mapa anterior por apresentar o conceito ‘maturação’ e o conceito ‘prensa’, destacado em retângulo com traço contínuo. Na parte inferior do mapa, o conceito ‘temperatura’ aparece como uma palavra de ligação, destacado em retângulo com traço espaçado, sendo que os estudantes utilizaram ‘65°’ de aquecimento e ‘38°’ de resfriamento para designar a temperatura do sistema da etapa de pasteurização. O exemplo ‘ricota’ e ‘iogurte’ são incluídos na base do mapa conceitual.

Para encerrar esta parte da análise, apresentamos o MCA-E19 da figura 26. A tarefa de escolher alguns mapas para representar o conjunto dos dados coletados não é muito fácil, pois exige do pesquisador senso crítico e rigor para que os mapas escolhidos representem fielmente o conjunto de dados.

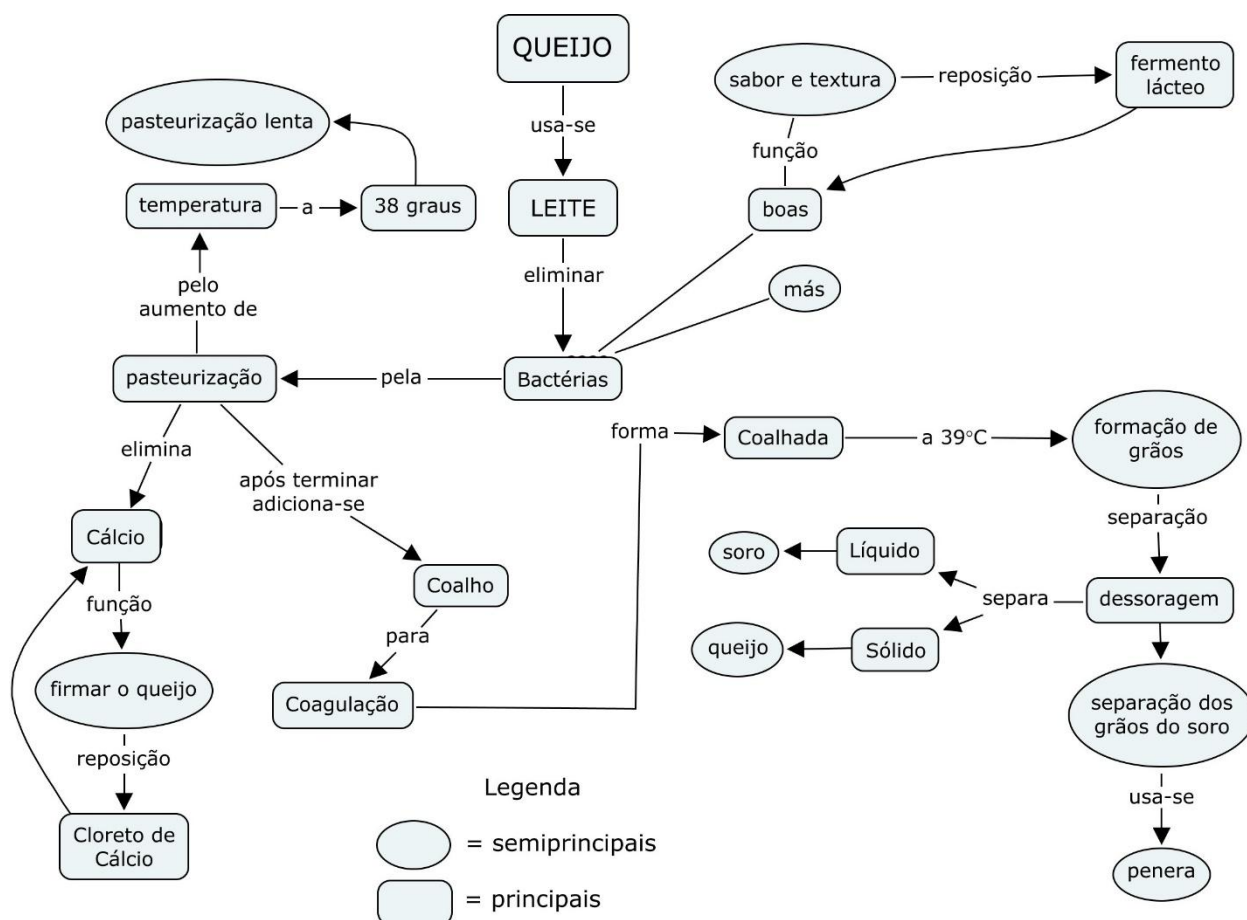
Figura 25 - MCA-E08



Fonte: Estudantes

No MCA-E19 (figura 26) os estudantes incluíram oito dos nove conceitos fornecidos, ficando fora da estrutura o conceito ‘maturação’, 17 conceitos foram adicionados, totalizando 25 conceitos válidos. Os estudantes determinaram o conceito ‘queijo’ como o mais inclusivo, inserindo-o no topo e com letras em tamanho maior, indicando seu destaque entre os outros conceitos. Abaixo do último, foi incluído o conceito ‘leite’, que também aparenta estar em destaque em relação aos demais, mas em um nível hierárquico abaixo do conceito ‘queijo’.

Figura 26 - MCA-E19



Fonte: Estudantes

Esse mapa difere-se dos demais porque os estudantes classificaram os conceitos em: **principais**, incluídos em retângulos; e **semiprincipais**, incluído em elipses, como consta na legenda junto ao mapa. Trata-se do único mapa que explicitou esse tipo de distinção entre os conceitos. Os conceitos fornecidos para auxiliar na elaboração do mapa foram incluídos nos retângulos como conceitos principais, com exceção do conceito 'soro', classificado como semiprincipal. Além desses, foram incluídos nove conceitos adicionais classificados pelos estudantes como principais, sendo eles: fermento lácteo, líquido, sólido, bactérias, boas, queijo, cálcio e cloreto de cálcio. Outros 10 conceitos adicionais foram classificados como semiprincipais, a citar: pasteurização lenta, 38 graus, firmar o queijo, sabor e textura, queijo, más, soro, formação de grãos, separação dos grãos do soro e peneira.

A maioria das proposições representa o entendimento dos estudantes sobre uma das etapas do processo de produção do queijo e em outros casos a compreensão dos principais conceitos. Ao fazer referência à etapa de pasteurização, por exemplo, os estudantes afirmam que

pelo aumento da temperatura a 38° ocorre a pasteurização lenta, o conceito ‘pasteurização lenta’ não era necessário, bastava apenas traçar uma ligação cruzada com o conceito ‘pasteurização’ que já constava no mapa e acrescentar o termo ‘lenta’.

Outro exemplo em que um único conceito poderia ser desmembrado por meio de ligação cruzada refere-se ao conceito ‘grãos’ de coalhada formado na coagulação, termo utilizado pelos irmãos Bender nas explicações e que só foi utilizado no mapa em questão. Nesse caso, poderia o conceito grãos de coalhada estar ligado à ‘formação’ e à ‘separação’. Esses desdobramentos tornariam o mapa mais elaborado. No entanto, é reconhecido por diferentes pesquisadores que investigam a técnica de mapeamento conceitual, que a habilidade em traçar mapas é aperfeiçoada, conforme os estudantes familiarizam-se com essa técnica (NUNES; DEL PINO, 2008; TRINDADE; HARTWIG, 2012; SILVA; SOUZA, 2007; COSTA BEBER et al., 2013, 2014, 2015; WEIRICH; COSTA BEBER; PERES, 2013).

O MCA-E19 apresenta conceitos que também não constam em nenhum dos outros mapas. Um deles está associado à adição de cloreto de cálcio para repor o cálcio e ‘firmar o queijo’, essa foi uma informação dada pelos irmãos Bender, mas consta apenas no mapa em análise e está de acordo com Perry (2004) e Todescatto (2014). O conceito ‘sabor e textura’ associado à adição de iogurte natural também está de acordo com as explicações fornecidas pela família Bender. Um terceiro exemplo de conceito que consta apenas nesse mapa refere-se à ‘formação e separação de grãos’ após a coagulação do leite e dessoragem.

A inclusão desses conceitos, que não constam em outros mapas, pode estar associada a diferentes fatores. Podemos pensar que esses estudantes já apresentavam subsunçores relevantes sobre o processo de produção do queijo e isso favoreceu tanto a predisposição em aprender, como a explicitação do conhecimento, que depois da prática do saber popular ficou mais elaborado sobre o tema, ocasionando a inclusão de conceitos com significado próprio para os estudantes em questão. Moreira (2011c) refere-se aos aspectos idiossincráticos que tornam as experiências de aprendizagem únicas.

Considerações Finais

Quando Hodson (1993) chamou a atenção da comunidade científica na última década do século XX ao propor um currículo de Ciências multicultural, sua expectativa provavelmente foi provocar um debate sobre a relação entre conhecimento científico e cultura. Hodson criticou a postura adotada por grande parte dos países da América do Norte e Europa ao ignorar que “os

fatores culturais fora do ambiente escolar desempenham um papel importante no desenvolvimento de conceitos científicos [...] além de que a mensagem curricular implícita é que a única ciência é a ciência ocidental e as únicas contribuições valiosas foram por parte dos ocidentais” (1993, p. 686).

Universalistas como Williams (1994), Siegel (1997, 2002) e Matthews (1994) logo se manifestaram contrariamente à proposta de Hodson, justificando que existe um corpo de conhecimentos que todos devem ter acesso e que não é possível ensinar Ciências em termos multiculturais devido ao seu próprio corpo de conhecimento e seu caráter universal.

No debate, os multiculturalistas também se pronunciaram defendendo um ensino de Ciências que contemple amplamente distintos grupos sociais, cujas características e diversidade podem ser percebidas tanto em termos globais, como também regionais e locais (POMEROY, 1995; STANLEY; BRICKHOUSE, 1994, 2001; SNIVELY; CORSIGLIA, 2001; OGAWA, 1995; COBERN; LOVING, 2001; AIKENHEAD, 1997).

Nossa compreensão de um ensino de Ciências multicultural ampara-se nas ideias de Boaventura de Sousa Santos e na sua proposta de que as Epistemologias do Sul representam a multiplicidade de saberes e experiências produzidas por aqueles que estão do outro lado da linha abissal, saberes e conhecimentos que são considerados inexistentes por aqueles que estão deste lado da linha e que não reconhecem como verdadeiros os conhecimentos e saberes produzidos fora dos parâmetros aceitos pela ciência moderna ocidental (SANTOS, 2010, 2017).

Conforme Santos (2010), a monocultura de saberes defendida pela ciência moderna ocidental pode ser substituída por uma Ecologia de Saberes, e é nesse sentido que propomos o emprego de saberes populares no ensino de Ciências/Química. Resgatar e valorizar os saberes populares da comunidade pato bragadense e socializar as experiências de vida dos estudantes e das famílias pode proporcionar uma mudança tanto no processo de ensino como na aprendizagem de Ciência/Química, indo ao encontro de uma Aprendizagem Significativa porque considera o conhecimento e saberes dos estudantes e da comunidade (AUSUBEL, 2003).

Nossa proposta está pautada na valorização da cultura da comunidade, que é constituída por uma pequena população (população 5.230 habitantes, conforme IBGE 2015) com raízes descendentes de imigrantes italianos e alemães e que se distingue culturalmente das comunidades pertencentes às cidades com densidade populacional muito maior que limitam com Pato Bragado, como Cascavel (população estimada 319.608 habitantes, IBGE 2017) Foz do Iguaçu (população estimada 264.044 habitantes, IBGE 2017) e Toledo (população estimada 135.538 habitantes, IBGE 2017). Além disso, a cidade é também culturalmente muito distinta das cidades vizinhas do Paraguai, com as quais faz limite.

Ao comparar o sistema educacional público das cidades demograficamente maiores com Pato Bragado, problemas como *bullying*, abandono escolar, violência entre os estudantes e entre estudantes e professores são menores na última. No entanto, a aprendizagem dos conteúdos do componente curricular de Química não é diferente. Temos verificado que os níveis de aprendizagem em Química são muito baixo. Assim, entendemos que podemos proporcionar aos estudantes da pequena comunidade de Pato Bragado um ensino centrado nos estudantes, na cultura e nas práticas de saberes populares locais. Isso não significa ignorar a diversidade ou o que está fora do contexto social da comunidade, muito pelo contrário, nossa ideia é resgatar e valorizar a cultura local para poder compreender as diferenças internas, sabendo aceitá-las. Assim, os estudantes terão melhores condições de entender, respeitar e viver com o que não é trivial, com a diversidade. Antes de compreender o global, é necessário compreender o regional e o local (GEERTZ, 2014; D'SOUZA, 2010; SANTOS, M., 2010).

Um currículo de Ciências que contemple, além dos conhecimentos científicos e escolares, os saberes populares locais pode ajudar a minimizar os problemas de aprendizagem em Ciências/Química.

Neste capítulo, procuramos verificar se os estudantes compreenderam o processo de produção de queijo a partir dos saberes populares de uma família da comunidade. Os resultados obtidos indicam que o nível de domínio da técnica de mapeamento conceitual melhorou em relação ao nível apresentado no estudo exploratório (capítulo 5). Constatamos que os critérios estruturais, conceitos, proposições e exemplos foram melhor assimilados pelos estudantes do que a hierarquia e as ligações cruzadas, o que nos permite inferir que os aspectos de diferenciação progressiva estão consolidados, enquanto que os aspectos da reconciliação integrativa devem melhorar. A análise dos mapas conceituais possibilitou identificar que a aprendizagem dos conceitos e a compreensão do processo de produção do queijo também foram muito satisfatórias. Índícios de Aprendizagem Significativa podem ser percebidos na etapa em questão pelas proposições estabelecidas entre os conceitos e pela utilização de conceitos fornecidos e adicionados.

Referências

- AIKENHEAD, G. S. Toward a first nations cross-cultural science and technology curriculum. *Science Education*. v. 81, n. 2, p. 217–238, abr. 1997.
- ALMEIDA, R. O. de. Ajofé e alcoometria: as escolas diante das mudanças socioculturais ligadas à produção de cachaça artesanal na microrregião de Abaíra, Bahia, Brasil. *Ciência & Educação*. v. 18, n. 1, p. 187-214, 2012.
- ARAÚJO, J. B. C. et al. *Produção Artesanal de Queijo Coalho, Ricota e Bebida Láctea em Agroindústria Familiar: Noções de Boas Práticas de Fabricação*. Embrapa, Brasília, DF, jun. 2012.
- AQUINO, K. A. da S.; CAVALCANTE, P. S. Análise da construção de conhecimento significativo utilizando a produção de curtas metragens no ensino de química orgânica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v. 16, n. 1, p. 117-131, 2017.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Trad. Lígia Teopisto. Lisboa: Plátano, 2003.
- BRASIL. *Portaria nº 146 de 7 de março de 1996*. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade dos queijos. Diário Oficial da União. Brasília, 11 de março de 1996.
- BUZAN, T. *Mapas Mentais*. Trad. Paulo Polzonoff Jr. Rio de Janeiro: Sextante, 2009.
- CHASSOT, A. I. *Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação*. 5. ed. Ijuí: Unijuí, 2011.
- COBERN, W. W.; LOVING, C. C. Defining “science” in a multicultural world: implications for science education. *Science Education*. v. 85, n. 1, p. 50–67, jan. 2001.
- COSTA BEBER, S. Z. et al. Mapas conceituais: uma estratégia para verificar a aprendizagem dos conceitos de funções inorgânicas. *Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. IX. ENPEC*. Águas de Lindóia, SP, Brasil, 2013.
- _____ Estudo das funções inorgânicas em contexto escolar por meio da teoria da aprendizagem significativa e de mapas conceituais. *Anais do 5º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa. 5º ENAS*. Belém, PA, Brasil, 2014.
- _____ Relato de experiência de aprendizagem significativa de conceitos de cinética química utilizando mapas conceituais. *Anais do VII Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo; V Encuentro Iberoamericano sobre Investigación en Enseñanza de las Ciencias*. Burgos, Espanha, 2015.
- _____ Multimetodologias de ensino baseadas na teoria da aprendizagem significativa: considerações dos estudantes. *VIII Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo. 8º EIAS*. Esquel, Província de Chubut, Argentina, 2017.

COSTA BEBER, S. Z., KUNZLER, K. R., DEL PINO, J. C. Unidade de ensino para o desenvolvimento de conceitos químicos baseada nos pressupostos da teoria da aprendizagem significativa. *Anais do 6º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa*. SP, 2016.

COSTA BEBER, S. Z.; DEL PINO, J. C. Pesquisa Colaborativa e Prática Docente: os saberes populares no processo de facilitação do ensino de Química. *Enseñanza de las Ciencias - Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*. Vol. Extraordinário. set. p. 205-209, 2017.

D'SOUZA, R. As prisões do conhecimento: pesquisa ativista e revolução na era da “globalização”. In: SANTOS, B. de S.; MENESES, M. P. (org.) *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Cortez, 2010.

FERNANDES, J. Produção de queijo: origem dos coalhos. *Agrotec – Revista Técnico-científica Agrícola*. Portugal. n. 8, 3. trimestre, p. 101-103, 2013.

GEERTZ, C. *O saber local: novos ensaios em antropologia interpretativa*. Trad. Vera Joscelyne. 14. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

GOMES, A. de S.; PINHEIRO, P. C. O resgate dos saberes envolvidos na engenharia popular de fabrico de tijolos. *28º Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*. Ouro Preto, 2000.

GONDIM, M. S. da C.; MÓL, G. de S. Saberes populares e ensino de ciências: possibilidades para um trabalho interdisciplinar. *Química Nova*. n.30, nov., p. 3-9, 2008.

_____. Interlocução entre os saberes: relações entre os saberes populares de artesãos do triângulo mineiro e o ensino de ciências. *Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. VII. ENPEC. Florianópolis, SC, Brasil, 2009.

HODSON, D. In search of a rationale for multicultural science education. *Science Education*. v. 77, n. 6, p. 685–711, nov. 1993.

IBGE, *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/parana|pato-bragado>> Acesso em: 01 mar. 2015.

IBGE, *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr> Acesso em: 06 jul. 2017.

IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. *Modo artesanal de fazer queijo de Minas: Serro, Serra da Canastra e Serra do Salitre (Alto Paranaíba)*. Brasília, DF: 2014.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

LISBÔA, J. C. F.; BOSSOLANI, M. Experiências Lácteas. *Química Nova na Escola*. n. 6, nov. 1997.

LOURENÇO, A. B. et al. O uso da diferenciação progressiva e integração reconciliativa para a elaboração de mapas conceituais referente ao tema matéria: um estudo inicial da teoria de Ausubel. *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. VI. ENPEC. Florianópolis, SC, Brasil, 2007.

_____ Implementação e avaliação de um curso sobre matéria e suas transformações baseado na teoria da aprendizagem significativa: uma análise a partir de mapas conceituais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. v. 12, n. 1, p. 117-137, 2012.

MARTIN, M. da G. M.; FRAGA, S. K.; RAULINO, F. Mapas Conceituais como Forma de Verificar a Aprendizagem Significativa de uma Sequência Didática de Química. *Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. X. ENPEC. Águas de Lindóia, SP, Brasil, 2015.

MATTHEWS, M. R. *A role for history and philosophy in science teaching*. New York: Routledge, 1994.

MASINI, E. F. S., MOREIRA, M. A. (col.). *Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor, 2008.

MELLO, L. D.; COSTALLAT, G. Práticas de processamento de alimentos: alternativas para o ensino de química em escola do campo. *Química Nova na Escola*. v. 33, n. 4, p. 223-229, 2011.

MENDONÇA, C. A. S. *O uso do mapa conceitual progressivo como recurso facilitador da aprendizagem significativa em Ciências Naturais e Biologia*. Tese. (Programa Internacional de Doctorado Enseñanza de las Ciencias - Departamento de Didácticas Específicas – Universidad de Burgos - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Orientador Prof. Dr. Marco Antonio Moreira, Burgos/Espanha, 2012.

MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro, 2010.

_____. *Teorias de Aprendizagem*. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011b.

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

_____. *Aprendizagem Significativa em Mapas Conceituais. Série Textos de Apoio ao Professor de Física*. PPGEnFis/IF-UFRGS. v. 24, n. 6, 2013.

_____. *Qué hacer para producir verdadero aprendizaje significativo? Multidiversidad Management*. México dez/jan., p. 38-47, 2014.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa – A teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Learning how to learn*. Cambridge U. Press. 1984.

_____. *Aprender a aprender*. Trad. Carla Valadares. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

NOVAK, J. D. *Learning, creating and using knowledge*. 2. ed. New York: Routledge, 2010.

NOVAK, J. D., CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. *Práxis Educativa*. V. 5 n. 1, p. 9-29, 2010.

NUNES, P.; DEL PINO, J. C. Mapa conceitual como estratégia para a avaliação da rede conceitual estabelecida pelos estudantes sobre o tema átomo. *Experiências em Ensino de Ciências*. V. 3, n.1, p. 53-63, 2008.

OGAWA, M. Science education in a multiscience perspective. *Science Education*. v. 79, n. 5, p. 583–593, set. 1995.

ONTORIA, A. P. et al.. *Mapas conceituais: uma técnica para aprender*. Tradução: Maria J. Rosado-Nunes e Thiago Gambi. São Paulo: Edições Loyola, 2005.

PARISOTO, M. F; MOREIRA, M. A.; MORO, J. T.; KILIAN, A. S. DRÖSE NETO, B. Utilização de mapas conceituais para buscar indícios de aprendizagem significativa na Física aplicada à Medicina. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v. 15, n. 3, p. 347-362, 2016.

PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. *Química Nova*. V. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.

PINHEIRO, P. C. *A interação de uma sala de aula de química de nível médio com o hipermídia etnográfico sobre o sabão de cinzas vista através de uma abordagem sócio(trans) cultural de pesquisa*. 2007. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. 868 f.

PINHEIRO, P. C.; GIORDAN, M. O preparo do sabão de cinzas em minas gerais, Brasil: do *status* de etnociência à sua mediação para a sala de aula utilizando um sistema hipermídia etnográfico. *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 15, n. 2, pp. 355-383, 2010.

POMEROY, D. Science education and cultural diversity: mapping the field. *Studies in Science Education*. v. 24, n. 1, p. 49-73, 1994.

RESENDE, D. R.; CASTRO, R. A. de; PINHEIRO, P. C. O saber popular nas aulas de química: relato de experiência envolvendo a produção do vinho de laranja e sua interpretação no ensino médio. *Química Nova na Escola*. V. 32, n. 3, p. 151-160, 2010.

RUIZ-MORENO, L. et al. Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise. *Ciência & Educação*. v. 13, n. 3, p. 453-463, 2007.

SANTOS, B. de S. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. In: SANTOS, B. de S.; MENESES, M. P. (org.) *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Cortez, 2010.

_____. The resilience of abyssal exclusions in our societies: toward a post-abysal law. Montesquieu Lecture. *Tilburg Law Review*. n. 22, p. 237-258, 2017.

SANTOS, B. de S.; MENESES, M. P. (org.) *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Cortez, 2010.

SANTOS, M. O lugar e o cotidiano. In: SANTOS, B. de S.; MENESES, M. P. (org.) *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Cortez, 2010.

SIEGEL, H. Science Education: multicultural and universal. *Interchange*. v. 28, n. 2 e 3, p. 97-108, 1997.

_____. Multiculturalism, universalism, and science education: in search of common ground. *Science Education*. v. 86, n. 6, p. 803–820, nov. 2002.

SILVA, P. H. F. Leite: Aspecto de composição e propriedades. *Química Nova na Escola*. n. 6, nov. 1997.

SILVA, F. T. *Queijo Minas Frescal*. Embrapa, Brasília, DF, 2005.

SILVA, G.; SOUSA, C. M. S. G. O uso de mapas conceituais como estratégia de promoção e avaliação da aprendizagem significativa de conceitos da calorimetria, em nível médio. *Experiências em Ensino de Ciências*. v. 2, n. 3, p. 63-79, 2007.

SNIVELY, G; CORSIGLIA, J. Discovering indigenous science: implications for science education. *Science Education*. v. 85, n. 1, p. 6–34, jan. 2001.

SOUZA, N. A; BORUCHOVITCH, E. Mapas conceituais: estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa. *Educação em Revista. Belo Horizonte*. v. 26, n.03, p.195-218, dez. 2010.

STANLEY, W. B.; BRICKHOUSE, N. W. Multiculturalism, universalism, and science education. *Science Education*. v. 78, n. 4, p. 387–398, jul. 1994.

_____. Teaching sciences: the multicultural question revisited. *Science Education*. v. 85, n. 1, p. 35–49, jan. 2001.

TODESCATTO, C. *Obtenção de fermento láctico endógeno para produção de queijo típico da mesorregião sudoeste do Paraná*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Orientador Prof. Dr. Edimir Andrade Pereira, Coorientadora: Me. Simone Beux. Pato Branco, PR, 2014.

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*. v. 34, n. 2, p. 83-91, 2012.

VENQUIARUTO, L. D.; DALLAGO, R. M.; VANZETO, J.; DEL PINO, J. C. Saberes Populares Fazendo-se Saberes Escolares: Um estudo envolvendo a produção artesanal do pão. *Química Nova na Escola*. v. 33, n. 3, p. 135-141, 2011.

WEIRICH, C. *Conhecimentos populares e escolares na cadeia produtiva do leite: uma aprendizagem significativa*. (Monografia de Graduação – Curso de Química Licenciatura – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Orientadora Profa. Msc. Silvia Zamberlan Costa Beber) 2012.

WEIRICH, C.; COSTA BEBER, S. Z.; PERES, O. M. R. Aprendizagem significativa e ensino de cinética química. In: *Primer Encuentro Latinoamericano de Aprendizaje Significativo – Escuela Naval Arturo Prat - Valparaiso – Chile*, 2013.

WILLIAMS, H. A critique of Hodson's "In search of a rationale for multicultural science education". *Science Education*. v. 78, n. 5, p. 515–519, set. 1994.

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

CAPÍTULO 7

ANÁLISE DA APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS DE CINÉTICA QUÍMICA

Introdução

Para atender ao objetivo de verificar a ocorrência de aprendizagem dos conceitos de Cinética Química, os dados coletados foram submetidos à análise, conforme descrição que consta no capítulo 4.

O desenvolvimento da UEPS possibilitou aos estudantes uma diversidade de situações de ensino, favorecendo a aprendizagem gradual dos conceitos. Respeitamos a dinâmica de apresentar inicialmente os conceitos mais inclusivos do corpo de conhecimento, avançando para os conceitos menos inclusivos, atendendo o critério de diferenciação progressiva e de reconciliação integrativa proposto por nossos referenciais (AUSUBEL, 2003; AUSUBEL; NOVAK; HENESIAN, 1980; NOVAK; GOWIN, 1984, 1996; MOREIRA, 2011b, 2011c).

Neste capítulo, organizamos a apresentação dos dados coletados considerando as etapas distintas previstas na UEPS, com foco nos resultados da: identificação de conhecimentos prévios (pré-teste), avaliação escrita individual (com questões específicas: das atividades experimentais; relacionando conceitos químicos com a produção de queijo; sobre os conceitos de Cinética Química), pós-teste e mapas conceituais.

Apresentação e discussão dos resultados

Os dados e a discussão são apresentados seguindo a ordem:

- ✓ Identificação de conhecimentos prévios (pré-teste);
- ✓ Aprendizagem referente às atividades experimentais no laboratório da escola;
- ✓ Aprendizagem dos conceitos coletadas na avaliação individual;
- ✓ Aprendizagem relacionando o saber popular da produção de queijo com os conceitos de Cinética Química;
- ✓ Comparação das respostas do pré-teste (conhecimentos prévios) com o pós-teste;

- ✓ Verificação da aprendizagem dos conceitos por meio dos mapas conceituais (MCB).

Quando a classificação das respostas difere em relação à apresentada no capítulo 4, por alguma questão específica, no início da análise dos dados são explicitadas as alterações para facilitar o entendimento da análise.

Identificação de Conhecimentos Prévios – Pré-teste

A ideia principal defendida por Ausubel, tanto no início da publicação de sua teoria em 1963 e 1968 como na posterior revisão da mesma, publicada em 2000, é de que “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos” (1980).

Para atender a essa premissa, buscamos identificar os conhecimentos prévios dos estudantes por meio de cinco questões apresentadas em um questionário (apêndice B). Os estudantes foram convidados a respondê-las de forma individual, sem o auxílio de materiais didáticos e consulta a colegas e professora. Esclarecemos aos estudantes que a atividade não se caracteriza como uma avaliação, apenas uma atividade para identificar a compreensão de alguns conceitos fundamentais e importantes para iniciar o desenvolvimento do próximo conteúdo.

Questão 1 – Conhecimento sobre transformações físicas e químicas

Para trabalhar os conceitos sobre Cinética Química, consideramos primordial a compreensão dos estudantes sobre a diferença entre transformação física e química. Os conceitos sobre matéria e transformação física da matéria são trabalhados no componente curricular de Ciências no Ensino Fundamental I e aprofundados no Ensino Fundamental II, quando no 9º ano são estudadas também as transformações químicas da matéria, de forma a mostrar as diferenças e semelhanças entre esses fenômenos. Na 1ª série do Ensino Médio o conceito referente a transformações químicas são aprofundados e relacionados a outros conceitos químicos.

Para identificar a compreensão dos estudantes sobre os conceitos transformações físicas e químicas, apresentamos oito situações para classificação (TF) para transformação física e (TQ) para transformação química. As respostas foram analisadas e classificadas como: Corretas (C); Incorretas (I) e Nulas (N), quando a resposta estava ilegível ou rasurada.

Os resultados obtidos demonstram que em todas as oito situações o número de respostas corretas foi superior ao de respostas incorretas, variando de 30 (o menor número de acertos) a 42 (o maior número de acertos), como consta na tabela 3.

Tabela 3 - Respostas da Questão 1 - Questionário de Conhecimentos Prévios- Pré-teste

Resposta	Situação							
	1a	1b	1c	1d	1e	1f	1g	1h
Corretas (C)	36	30	35	32	39	32	42	38
Incorretas (I)	12	18	13	16	9	16	6	10
Nula (N)	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Autora

O menor índice de respostas corretas constatadas foi na situação “1b” (30), que solicitava a classificação da situação em que ocorre “liberação de gás ao abrir uma garrafa de refrigerante”. Por outro lado, outra transformação física, a situação “1g”, foi a que mais apresentou resposta correta, chegando a 42 entre 48 respostas obtidas ao todo.

Os resultados demonstram que do total de respostas atribuídas pelos estudantes, parte significativa está correta. Dessa forma, podemos considerar que há uma boa compreensão desses conceitos pelos estudantes. Nenhuma resposta foi anulada nessa questão.

Questão 2- Conhecimentos sobre velocidade das reações químicas

Na questão 2, apresentamos um sucinto enunciado com informações relativas a reações químicas e na sequência solicitamos a exemplificação de duas reações químicas classificadas como lenta e duas como rápida. Com essa questão, pretendeu-se verificar se os exemplos fornecidos classificavam-se como reações químicas, como também verificar a ideia dos estudantes sobre velocidade das reações químicas. As respostas foram agrupadas pela proximidade de significado. Em alguns casos, não identificamos semelhança entre as respostas. Na tabela 4, apresentamos um resumo geral do número de respostas obtidas com a questão 2.

Tabela 4 - Respostas da Questão 2 – Questionário de Conhecimentos Prévios

	Reação Química Lenta	Reação Química Rápida
Número total de respostas	82	87
Número total de respostas corretas Classificadas como Transformações Químicas	63	68
Número total de respostas incorretas Classificadas como Transformações Físicas	13	10
Número total de respostas incompletas, ilegíveis ou incorretas	06	9

Fonte: Autora

Obtivemos no total 169 respostas para os dois tipos de reações, alguns estudantes atribuíram um exemplo para cada tipo de reação química, enquanto que a grande maioria incluiu dois exemplos para cada tipo de reação. Ao analisar as respostas, constatamos que em alguns casos os exemplos não se classificavam como reações químicas, mas sim como exemplos de transformações físicas, como constam na tabela 4. Em outros casos, as respostas estavam incompletas, ilegíveis ou incorretas, quando também não são classificadas como transformações físicas.

Entre as respostas obtidas, a tabela 5 apresenta resumidamente alguns exemplos classificados como corretos, considerando os conhecimentos científicos pertinentes ao ensino médio e de acordo com os conhecimentos cientificamente aceitos.

Tabela 5 - Exemplos de Respostas Corretas da Questão 2 – Questionário de Conhecimentos Prévios

Reação Química Lenta	Número de vezes citado	Reação Química Rápida	Número de vezes citado
Apodrecimento/decomposição de frutas ou alimentos.	21	Combustão/queima de papel, gasolina, combustíveis, gás, lenha, álcool, material fóssil.	40
Decomposição de cadáver/restos mortais.	2	Explosão de TNT e outros explosivos.	3
Decomposição de material plástico.	2	Explosão de fogos de artifício.	1
Degradação de pneu.	1	Cozinhar alimentos.	2
Fermentação de pães, bolos, massas.	9	Cremação de corpos.	1
Fermentação da cevada.	1	Preparação de bolos e pães.	4
Adubo.	1	Leite coalhando.	1
Combustão/queima de vela, madeira, lenha.	6	Adição de coalho no leite para fazer queijo.	1
Produção de queijo.	3	----	----
Produção de conservas.	3	----	----

Fonte: Autora

Em relação às *reações químicas lentas*, constatamos que os estudantes utilizaram o exemplo “apodrecimento ou decomposição de frutas” aproximadamente 21 vezes, o que se deve provavelmente ao fato de que o exemplo consta na questão 1 do questionário de conhecimentos prévios, levando os estudantes a apropriação dos exemplos fornecidos e classificando-os conforme solicitado na questão 2. Esse resultado vai ao encontro do primeiro (tabela 3 - situação 1c) porque nas duas questões as respostas corretas se sobressaem em relação às incorretas. Outros exemplos de decomposição ou degradação também podem ser observados em menor quantidade.

O exemplo “fermentação” como reação química lenta também foi citado, variando em alguns casos para fermentação de pão, bolo, massa e cevada. Esses exemplos, quando citados, estavam comparados a exemplos de reações químicas muito rápidas, como a combustão de gasolina, a explosão de TNT ou fogos de artifício. Comparando essas reações, podemos considerar a reação de fermentação como lenta. Em outras situações, as reações também foram consideradas lentas quando comparadas com outras classificadas como rápidas, como a produção de queijo (considerando o período de maturação/cura do produto) classificada como reação química lenta quando comparada pelo estudante à reação de fermentação que ocorre na produção de um bolo.

Destacamos ainda como exemplos de reação química lenta a decomposição de materiais como plástico e pneus e a formação de rochas e adubo. Um estudante classificou a decomposição de cadáver/restos mortais como reação química lenta em relação ao processo de cremação como reação química rápida.

Entre as respostas fornecidas como exemplos de reações químicas lentas, mas que são classificadas como transformações físicas, podemos citar: condensação, congelamento da água ou formação de gelo, sublimação, elevação da temperatura e outras. Entre as respostas classificadas como incorretas ou incompletas destacamos: leite, fruta, e nata, pois nesses casos as palavras não indicavam o sentido em que foram utilizadas, não estando acompanhadas de outra palavra que indique uma ação, por exemplo.

Em relação às *reações químicas rápidas* “as combustões” foram as mais citadas pelos estudantes, entre elas foram mencionados a combustão ou queima de gasolina, álcool, papel, gás, lenha, madeira, material fóssil. A “combustão da gasolina” constava como situação “1a” da questão 1 e a “queima de madeira em lascas e tora” constava na questão 3. Dessa forma, podemos sugerir que os exemplos podem ter origem nessas questões.

Alguns exemplos citados não são classificados como reações químicas, mas como transformações físicas da matéria. Entre eles, destacamos as respostas: condensação, produção de gelo (solidificação), amassar uma lata de alumínio, rasgar um papel, quebrar um vidro, congelamento, sublimação da água, elevar a temperatura, liberação de gás ao abrir uma garrafa de refrigerante (exemplo idêntico ao da questão 1 – 1b) e outros.

A infusão de “chá” e a preparação de “café” foram utilizadas como exemplos de reações químicas rápidas, exemplos que não caracterizam reações químicas. Entre as respostas classificadas como incorretas ou incompletas, destacamos: substâncias químicas, fermento e água, coalho. Nesses casos as palavras não indicam o sentido em que foram utilizadas.

De modo geral, foi possível constatar pelas respostas atribuídas pelos estudantes que existe compreensão sobre a relação entre Reação Química e Cinética Química. No entanto, percebe-se que algumas transformações físicas da matéria são classificadas como reações químicas, fato que não pode ser desconsiderado.

Para sanar as dúvidas dos estudantes quanto à diferença de transformações físicas e químicas e também para promover a aprendizagem sobre os conceitos para aqueles que atribuíram respostas incorretas, faz-se necessário a inclusão de atividades de aprendizagem sobre esses conceitos ainda no início do desenvolvimento da UEPS. Dessa forma, aumentamos a chance de ancorar novos conceitos em subsunçores adequados (NOVAK, 2010).

Questão 3 – Fatores que afetam a velocidade das reações químicas

Na questão 3, os estudantes deveriam indicar qual fator determina o aumento da velocidade de reação química de uma situação típica de saber popular. No caso, para iniciar o fogo em uma lareira ou fogueira, são utilizados lascas de madeira, para somente depois toras.

As respostas dos estudantes foram classificadas como: Correta (C); Parcialmente Correta (PC); Incorreta A (IA); Incorreta B (IB); em Branco (B). Os resultados gerais estão organizados na tabela 6, seguidos de alguns exemplos ilustrativos de respostas fornecidas.

Apenas uma resposta entre as 48 pode ser classificada como “correta” por especificar que o fator determinante para o aumento de velocidade da reação de combustão é a “superfície de contato”, exemplo E-10.

Outras nove respostas foram classificadas como “parcialmente corretas” por dois motivos, em quatro respostas foi mencionado que a velocidade da reação de combustão nas lascas de madeira é maior porque elas possuem mais “faces” que as toras de madeira, exemplo E-19. Outras cinco respostas indicam que a velocidade da reação é mais lenta quando o fogo permanece ao redor ou nas pontas da madeira em toras, como consta no exemplo E-25, causando uma diminuição na velocidade de reação. Nesses casos, consideramos as respostas parcialmente corretas porque os argumentos das justificativas não atenderam totalmente à resposta desejada.

Tabela 6 - Algumas respostas da Questão 3 – Questionário de Conhecimentos Prévios

Tipo de Resposta	Quantidade de Resposta	Exemplo de Resposta
Resposta Correta (C)	01	<i>Exemplo E-10:</i> Com as lascas de madeira se possui uma maior superfície de contato com o fogo.
Resposta Parcialmente Correta (PC)	09	<i>Exemplo E-19:</i> Porque as lascas têm mais faces, e é mais fácil pegar fogo por inteiro. <i>Exemplo E-25:</i> Porque lasca de lenha pega bem mais fácil fogo do que uma tora. A pequena vai pegar fogo em toda ela e a tora só vai pegar em roda.
Resposta Incorreta A (IA)	06	<i>Exemplo E-27:</i> Para colocar as toras grandes, devemos colocar as lascas primeiro porque as toras demoram mais para pegar fogo já as lascas não.
Resposta Incorreta B (IB)	30	<i>Exemplo E-36:</i> A queima da madeira é mais rápida por causa da falta de oxigênio. <i>Exemplo E-46:</i> Pelo seu tamanho, o fogo pega mais facilmente, as toras demoram mais para pegar fogo e para apagar também, liberam gases mais rapidamente causando assim queima mais rapidamente. <i>Exemplo E-02:</i> As lascas queimam com mais velocidade porque a quantidade de massa é menor que nas toras. <i>Exemplo E-16:</i> O fogo pega muito mais rápido nas lascas de lenha, por serem finas. Assim, o fogo vai queimando lasca por lasca até dar um fogo maior.
Resposta em Branco (B)	02	-----

Fonte: Autora

As respostas “incorretas A” foram estabelecidas para classificar respostas incoerentes, segundo as explicações científicas. Em alguns casos, as respostas fornecidas pelos estudantes apenas repetiam o enunciado da questão. Seis respostas no total foram classificadas nessa categoria, incluímos o exemplo E-27 na tabela 6 para representar o conjunto dessas respostas.

As respostas classificadas como “incorretas B” apresentavam alguns elementos importantes no processo de combustão como: oxigênio (presença em menor ou maior quantidade e ausência), tamanho, densidade, espessura, massa da madeira em lasca ou tora. Embora tenham sido citados esses elementos em 30 respostas, o fator determinante do aumento da velocidade da reação de combustão (superfície de contato) não foi citado, cabendo classificar as respostas como incorretas. Os exemplos E-02, E-16, E-36 e E-46 ilustram esses casos.

Dois estudantes não responderam a essa questão, totalizando duas respostas em branco. O elevado índice de respostas incorretas na questão comprova a ausência de conhecimento dos efetivos fatores que afetam a velocidade das reações químicas, em especial a “superfície de contato”. Percebemos, principalmente nas respostas “incorretas B”, que alguns conceitos (massa,

espessura, tamanho, densidade etc.) utilizados nessas respostas foram, provavelmente, memorizados/aprendidos mecanicamente em outras situações de aprendizagem. Por isso, existe uma ausência de relações entre os conceitos, fato que comprova uma aprendizagem não substantiva, permeada por sucessivas memorizações seguidas de esquecimento imediato dos conceitos (MASSINI, MOREIRA, 2008; NOVAK, 2010; AUSUBEL, 2003).

Questão 4 – Relação entre variáveis em uma reação química

Um gráfico representando uma reação química foi apresentado na questão 4 para verificar a compreensão dos estudantes sobre as variáveis “tempo e concentração” e os conceitos “reagentes e produtos”. Os estudantes deveriam explicar de forma descritiva a reação química representada no gráfico. Os resultados obtidos constam na tabela 7, seguidos de alguns exemplos que ilustram as respostas.

Tabela 7 - Algumas respostas da Questão 4 – Questionário de Conhecimentos Prévios

Tipo de Resposta	Quantidade de Resposta	Exemplo de Resposta
Resposta Correta (C)	08	<i>Exemplo E-05:</i> No começo, não há concentração de produto, mas sim de reagentes. Conforme o tempo passa, a concentração de reagentes vai diminuindo e formando uma concentração grande de produtos. <i>Exemplo E-04:</i> Ao passar do tempo, o reagente vai se transformando no produto.
Resposta Parcialmente Correta (PC)	12	<i>Exemplo E-18:</i> Os reagentes diminuem a concentração e os produtos aumentam a concentração. <i>Exemplo E-34:</i> Com o passar do tempo os reagentes perdem concentração e os produtos ganham concentração, exemplo água e açúcar.
Resposta Incorreta (I)	22	<i>Exemplo E-02:</i> Os produtos, com o passar do tempo, foram perdendo a concentração. Os reagentes foram aumentando a concentração com o tempo. <i>Exemplo E-14:</i> Com o passar do tempo, o produto vai diminuindo a quantidade de massa. <i>Exemplo E-24:</i> Quanto mais reagentes, o produto fica mais concentrado conforme o tempo. <i>Exemplo E-28:</i> Uma reação química desequilibrada com excesso dos dois em pouco tempo.
Resposta em Branco (B)	06	----

Fonte: Autora

Oito respostas estão “corretas” por afirmar que o gráfico está representando uma reação química, indicando que com o passar do tempo a concentração dos reagentes diminui enquanto a

concentração de produtos aumenta (exemplo E-04 e E-05). Isso significa que esses estudantes compreendem as relações entre as variáveis e a diferença entre reagente e produto.

As respostas “parcialmente corretas” foram designadas quando os estudantes não explicaram a reação química do gráfico considerando as variáveis “concentração e tempo”, ou quando faltou alguma informação importante. Ao todo, 12 respostas foram classificadas assim. No exemplo E-18, os estudantes demonstram que a concentração do reagente diminui e que a concentração do produto aumenta, entretanto, não fazem referência à variável “tempo”. No exemplo E-34, os estudantes exemplificam a resposta incorretamente, pois “açúcar e água” não representam uma reação química, apenas uma mistura. Além disso, as palavras “perdem” e “ganham” podem indicar falta de compreensão ou mesmo equívocos do estudante, pois em uma reação química dizemos que reagente(s) transformam-se em produto(s).

As respostas classificadas como “incorretas” representam 22 respostas. No exemplo E-02, a relação entre “concentração e tempo” está invertida, enquanto que no exemplo E-14 a resposta indica uma relação de produto e tempo com a massa, mas não esclarece se essa massa é de reagente ou de produto. No exemplo E-24, verifica-se uma relação equivocada entre quantidade de reagente e concentração do produto e o exemplo E-28 indica falta de compreensão das variáveis “concentração e tempo”, tal como a formação de produto a partir de reagente.

Um total de seis estudantes não responderam à questão 4, esse dado pode representar ausência ou pouca compreensão do conteúdo ou dificuldade de interpretação de gráficos. Atividades que propõem a interpretação de gráficos e tabelas podem ser importantes tanto para o processo de aprendizagem, como também para verificar a compreensão dos estudantes de um corpo de conhecimentos mediante o estabelecimento de variáveis relacionáveis.

Os resultados indicam que é necessário aprofundar o conhecimento sobre reações químicas, reagentes, produtos e variáveis, como também trabalhar com mais frequência na interpretação e construção de gráficos para facilitar a aprendizagem por meio dessa ferramenta.

Questão 5 – Fatores que alteram a velocidade das reações químicas

Na questão 5, utilizamos uma “Tirinha da Turma da Mônica” que apresenta uma situação envolvendo Cinética Química, para verificar se os estudantes identificavam o fator determinante para o aumento na velocidade do apodrecimento das frutas mantidas fora da geladeira. Os resultados constam na tabela 8, juntamente com alguns exemplos ilustrativos.

Cinco das 48 respostas foram classificadas como “correta”, esse valor indica que o número de estudantes que não forneceu respostas de acordo com o que se desejava e com o cientificamente aceito é elevado. O exemplo E-18 da tabela 8 representa as demais respostas

corretas por afirmar que a temperatura mais baixa no interior da geladeira, em comparação à temperatura ambiente, contribui para manter as frutas mais frescas, conservando-as por mais tempo e reduzindo a velocidade de decomposição/apodrecimento.

Das respostas obtidas, 23 foram classificadas como “parcialmente corretas”, porque não justificaram a resposta fornecida de que o fator “temperatura” é determinante para o aumento da velocidade da reação química decomposição/apodrecimento das frutas em ambiente fora da geladeira. Os exemplos E-12, E-15 e E-36 representam as respostas parcialmente corretas.

Tabela 8 - Algumas respostas da Questão 5 – Questionário de Conhecimentos Prévios

Tipo de Resposta	Quantidade de Resposta	Exemplo de Resposta
Resposta Correta (C)	05	<i>Exemplo E-18:</i> Porque se ela estiver dentro da geladeira a temperatura será menor e fora ela é maior. Com isso, a temperatura da geladeira conserva por mais tempo.
Resposta Parcialmente Correta (PC)	23	<i>Exemplo E-12:</i> Porque o resfriamento ajuda a conservar as frutas frescas e maduras quando o fruto já foi extraído da planta. Se deixá-lo fora da geladeira, apodrecerá. <i>Exemplo E-15:</i> As frutas que ficam em lugares mais refrigerados conseguem se conservar mais. <i>Exemplo E-36:</i> Porque quando a fruta está dentro da geladeira ela se mantém fria. Mas quando as frutas ficam fora da geladeira ela estraga mais rápido. Porque ela fica em contato com o calor.
Resposta Incorreta (I)	19	<i>Exemplo E-43:</i> Porque sua temperatura não vai ser a mesma, na geladeira conserva um pouco a fruta. Fora, a temperatura vai ser mais baixa e dentro vai aumentar. <i>Exemplo E-46:</i> Porque existem bactérias no ambiente que causam o apodrecimento da fruta, quando colocamos na geladeira, as bactérias não entram por causa da temperatura e do ambiente fechado. <i>Exemplo E-35:</i> Porque as bactérias conseguem chegar nelas. A geladeira não permite a entrada de bactérias. <i>Exemplo E-09:</i> Porque elas precisam de oxigênio e fora da geladeira não possui, a geladeira é eficaz para isso.
Resposta em Branco (B)	01	----

Fonte: Autora

As respostas “incorretas” totalizam 19 das 48 respostas fornecidas pelos estudantes. Muitas dessas designavam a menor velocidade de decomposição/apodrecimento das frutas ao fato de que “as bactérias e fungos não entram na geladeira” ou “não sobrevivem dentro da geladeira” por conta da baixa temperatura (exemplos E-35 e E-46), e a justificativa é incorreta.

No exemplo E-09, a justificativa centra-se na ideia de que “só existe oxigênio dentro da geladeira”, por isso as frutas mantêm-se por mais tempo, porque fora da geladeira não há oxigênio.

As respostas classificadas como incorretas, principalmente os exemplos incluídos na tabela 8, demonstram total falta de compreensão sobre o tema, espera-se que estudantes da 2ª série do ensino médio tenham melhor compreensão sobre bactérias, fungos e oxigênio do que a expressa nas respostas expostas. Apenas um estudante não respondeu à questão 5.

Ao finalizar a apresentação dos resultados do questionário de conhecimentos prévios (pré-teste), verificamos que existem alguns subsunçores adequados para ancorar os novos conhecimentos. No entanto, em todas as 5 questões, fica evidente que um número relativamente grande de estudantes não possui subsunçores adequados na estrutura cognitiva, isso sinaliza para a necessidade de utilizar organizadores prévios para possibilitar aos estudantes a compreensão dos conceitos essenciais para ocorrer a Aprendizagem Significativa dos novos conhecimentos (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2011c).

Na penúltima parte deste capítulo, esses dados serão comparados com os dados do pós-teste para verificar se houve compreensão dos conceitos estudados e indícios de Aprendizagem Significativa.

Aprendizagem referente às atividades experimentais no laboratório da escola

Duas atividades experimentais foram realizadas no laboratório de Ciências da escola. A primeira atividade foi proposta para investigar os “Constituintes do Leite” e a presença ou não de “Substâncias Estranhas no Leite” (apêndice C) e a segunda para verificar os “Fatores que afetam a Velocidade das Reações Químicas” (apêndice D).

Na primeira atividade experimental, utilizamos amostras de leite para identificar os principais constituintes do leite, além de diferenciar substância de mistura pela utilização de diferentes processos de separação. Com essa atividade, oportunizamos o contato dos estudantes com equipamentos, vidrarias, instrumentos, reagentes e materiais que podem ser encontrados em laboratórios escolares. A escolha do leite para a atividade justifica-se por essa ser a matéria-prima utilizada na produção do queijo. Dessa forma, além dos aspectos relacionados aos conceitos químicos, buscamos também trabalhar com questões voltadas a valores nutricionais, processos industriais e comercialização de produtos (leite e seus derivados), boas práticas de higiene, conservação e responsabilidade em todas as etapas do processo industrial até o

consumo. Destacamos a atividade em que investigamos a presença ou não de substâncias estranhas no leite e a leitura de um texto produzido a partir de dois artigos¹⁴ sobre esses assuntos.

Na segunda atividade experimental, investigamos os principais fatores que afetam a velocidade das reações químicas, utilizando comprimido efervescente, solução de sulfato de cobre e prego, ácido acético, batata e leite. Os fatores investigados são temperatura, superfície de contato, concentração e catalisador.

Outro objetivo do desenvolvimento das atividades experimentais perpassa pela promoção do trabalho em equipe e o debate dos resultados obtidos em cada grupo, para posterior exposição a todos os estudantes da sala de aula. Esse modelo de atividade proporciona situações em que os estudantes assumem o protagonismo no processo de aprendizagem porque são estimulados a construir o conhecimento. As duas atividades experimentais foram realizadas conforme propostas na UEPS.

Para verificar a aprendizagem acerca das duas atividades experimentais, os estudantes foram convidados a responder duas questões referentes à primeira atividade experimental e outras duas questões referentes à segunda atividade experimental (apêndice E). Os estudantes responderam individualmente, sem consulta ao material, colegas ou professora, e isso ocorreu depois de aproximadamente 45 dias da realização das duas atividades experimentais. Segue as questões e os resultados quanto à aprendizagem.

Resultados da primeira atividade experimental

Investigando os Constituintes do Leite

Para responder à questão sobre os constituintes do leite, os estudantes levaram em consideração o desenvolvimento da primeira atividade experimental (apêndice C).

A figura 27 apresenta o registro da etapa de separação da caseína e da albumina do leite (grupos 1 e 2 de estudantes de uma das turmas). Além da separação desses constituintes, ocorreu a identificação dessas substâncias.

¹⁴ LISBÔA; BOSSOLANI (1997), SILVA (1997).

Figura 27 - Separação e identificação da caseína e da albumina – Atividade Experimental



Fonte: Autora

Na figura 28, temos o registro da etapa em que o soro obtido após separação das proteínas é aquecido até total evaporação, restando no fundo do béquer a lactose e os sais minerais presente na amostra.

Figura 28 - Separação da lactose e sais minerais – Atividade Experimental



Fonte: Autora

A partir dessa atividade, os estudantes responderam a seguinte questão:

O leite é uma mistura de várias substâncias, isto foi comprovado em uma atividade experimental denominada “Investigando os constituintes do Leite”. Relacione as principais substâncias constituintes do leite que foram separadas na referida atividade.

As respostas obtidas foram classificadas conforme consta na tabela 9, alguns exemplos representam os resultados.

Entre os principais constituintes do leite citados, destacamos “a água, as proteínas caseína e albumina, a lactose que é o açúcar, os sais minerais, vitaminas, gordura e enzimas”. O texto utilizado trouxe vários dados relativos ao elevado número de substâncias presentes no leite que são desconhecidas sobre a biossíntese do leite, cuidados com a higiene, alimentação e ordenha das vacas, além de trazer informações sobre possíveis fraudes constatadas no leite comercializado em diferentes regiões brasileiras (SILVA, 1997).

Tabela 9 - Resultados Atividade Experimental – Constituintes do Leite

Tipo de Resposta	Quantidade de Resposta	Exemplo de Resposta
Resposta Correta (C)	24	<i>Exemplo E-33:</i> Lactose, água, gordura, vitaminas e proteínas. <i>Exemplo E-46:</i> Albumina, caseína, gordura e lactose. <i>Exemplo E-39:</i> Proteínas, sais minerais, gordura, lactose (açúcar). <i>Exemplo E-44:</i> Gordura, proteínas, sais minerais, vitaminas, cálcio.
Resposta Parcialmente Correta (PC)	08	<i>Exemplo E-01:</i> NaCl, H ₂ O, açúcar, bactérias. <i>Exemplo E-28:</i> Proteínas, gorduras. <i>Exemplo E-16:</i> O soro da coalhada e da ricota.
Resposta Incorreta (I)	10	<i>Exemplo E-03:</i> Amido, ácido salicílico e ácido bórico. <i>Exemplo E-08:</i> Pasteurização, temperatura, coalhada: adição de coalho, dessoragem, retirada de soro, maturação. <i>Exemplo E-21:</i> As bactérias boas e ruins se o leite podia ser usado.
Resposta em Branco (B)	06	----

Fonte: Autora

Classificamos as respostas como “corretas” quando apresentavam ao menos quatro dos principais constituintes do leite que foram observados na atividade experimental. Na tabela 9, destacamos quatro exemplos (E-33, E-46, E-39 e E-44) de respostas que ilustram as 24 respostas

corretas obtidas. Das respostas corretas, a maioria apresenta os constituintes proteína, gordura, açúcar, minerais e vitaminas. Em alguns casos, os estudantes indicaram que as principais proteínas são a “caseína e a albumina” e que o açúcar é a “lactose”.

As respostas classificadas como “parcialmente corretas” foram designadas quando dois ou três constituintes foram citados ou quando alguma substância citada não se caracteriza como um dos constituintes do leite, como no caso da resposta do exemplo E-01, que citou o “cloreto de sódio e as bactérias” como substâncias constituinte do leite separadas durante a atividade experimental. O exemplo E-16 foi considerado parcialmente correto porque foi citada a “ricota e a coalhada” como constituinte, nesse caso a resposta pode estar relacionada as duas principais proteínas constituintes do leite encontradas na coalhada (principalmente caseína) e na ricota (principalmente albumina).

Classificamos 10 respostas como “incorretas”. No exemplo E-03, as substâncias estranhas identificadas nas amostras de leite foram listadas como substâncias constituintes do leite. No exemplo E-08, as etapas de produção do queijo e, no exemplo E-21, a eliminação de bactérias boas e ruins no processo de pasteurização do leite foram citados como substâncias constituintes do leite, todas em desacordo com o que foi trabalhado durante a atividade experimental.

Diante dos resultados obtidos com as respostas atribuídas à pergunta em pauta, podemos considerar que os estudantes obtiveram um bom aproveitamento da atividade experimental.

Identificação de Substâncias Estranhas no Leite

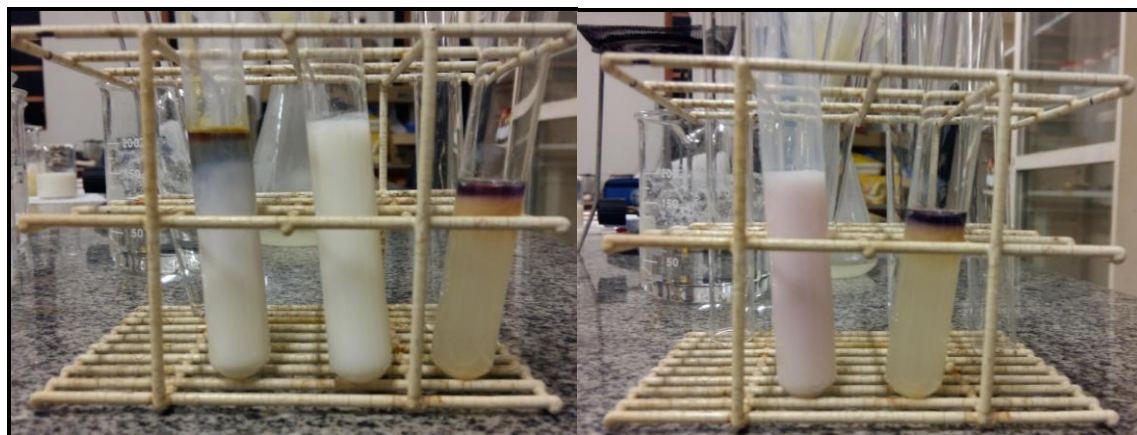
Para responder à questão sobre identificação de substâncias estranhas no leite, os estudantes levaram em consideração o desenvolvimento da primeira atividade experimental (apêndice C). Antes do desenvolvimento daquela atividade, informamos que algumas amostras de leite foram adulteradas propositalmente, enquanto outras amostras não. Esse procedimento foi adotado para que diferentes resultados fossem observados pelos estudantes, permitindo um debate mais amplo pelo número diverso de resultados.

No primeiro teste, foi utilizado uma amostra de 10mL de leite e algumas gotas de iodo para verificar a presença de amido no leite. Conforme Lisbôa e Bossolani (1997), o amido é utilizado para disfarçar a adição de água no leite, isso porque mantém a densidade normal do leite, que tem valor médio de 1,032g/mL a 15°C (SILVA, 1997, p. 5). No segundo teste, foi utilizado uma amostra de 10mL de soro do leite e algumas gotas de solução de cloreto de ferro III para verificar a presença de ácido salicílico, essa substância age no leite conservando e inibindo a ação de micro-organismos (LISBÔA, BOSSOLANI, 1997). No terceiro teste, foi

utilizado 5mL de leite, 3 gotas de solução de fenolftaleína, hidróxido de sódio e glicerina para identificar a presença de ácido bórico no leite, substância que também evita a ação de microorganismos (LISBÔA, BOSSOLANI, 1997).

A figura 29 ilustra o teste realizado para verificar a presença ou não de substâncias estranhas no leite.

Figura 29 - Teste de Identificação de Substâncias Estranhas no Leite – Atividade Experimental



Fonte: Autora

Na figura 30, o registro dos estudantes realizando os testes de identificação de substâncias estranhas nas amostras de leite.

Figura 30 - Estudantes Identificando Substâncias Estranhas no Leite



Fonte: Autora

A partir dessa atividade, os estudantes deveriam responder a três questões considerando os dados a respeito das substâncias reagentes e respectivos resultados:

Questões:

- A presença destas substâncias no leite indica o quê?
- Como estas substâncias agem no leite?
- Os testes realizados por seu grupo evidenciou a presença de alguma destas substâncias?

	Substância	Teste Positivo	Teste Negativo
I.	Presença de amido	Coloração roxa ao preto	Coloração amarelada
II.	Presença de ácido salicílico	Coloração rosa ao violeta	Coloração amarelada (soro do leite)
III.	Presença de ácido bórico	Coloração branca	Coloração levemente rosa

As respostas foram classificadas conforme consta na tabela 10.

Tabela 10 - Resultados – Identificando Substâncias Estranhas no Leite

Questão A		Questão B		Questão C	
A presença destas substâncias no leite indica o quê?		Como estas substâncias agem no leite?		Os testes realizados por seu grupo evidenciou a presença de alguma destas substâncias?	
C	22	C	18	C	37
PC	4	PC	8	PC	4
I	9	I	5	I	0
B	13	B	16	B	7
N	0	N	1	N	0

C = Correta; PC = Parcialmente Correta; I = Incorreta; B = Branco; N = Nula

Fonte: Autora

Em relação à “questão A”, verificamos que 26 respostas foram classificadas como “correta” ou “parcialmente correta”. Na tabela 11, algumas respostas representam esse resultado, demonstrando que os estudantes compreenderam que a adição das substâncias mencionadas indica que o leite foi adulterado, como nas respostas corretas E-05, E-11 e E-32. Na resposta parcialmente correta E-15, fica evidente que o estudante caracteriza essas substâncias como malélicas e para a resposta E-39, a presença das substâncias muda a constituição do leite.

Nove respostas foram classificadas como “incorretas”, como destacamos no exemplo E-21 e E-40, pois indicam falta de compreensão sobre o assunto. Um total de 13 estudantes não

respondeu a essa questão, impossibilitando determinar um único motivo ou até mesmo indicar falta de compreensão sobre o efeito de adicionar determinadas substâncias no leite.

Tabela 11 - Atividade experimental – Identificação de Substâncias Estranhas no Leite

Questões	Exemplos de Respostas		
	Correta	Parcialmente correta	Incorreta
Questão A	<p><i>Exemplo E-05:</i> Que o leite está adulterado.</p> <p><i>Exemplo E-11:</i> A alteração do seu estado natural com fins alheios, como conservar ou elevar a duração.</p> <p><i>Exemplo E-32:</i> Que a empresa está tentando desacelerar o processo de decomposição do leite ou, no caso de amido, disfarçar a água que foi adicionada.</p>	<p><i>Exemplo E-39:</i> Que os leites mudaram, tendo substâncias estranhas mostradas na tabela.</p> <p><i>Exemplo E-15:</i> Indica que há presença de substâncias maléficas.</p>	<p><i>Exemplo E-21:</i> Que o leite pode estar bom, em alguns não, porque continha algumas bactérias.</p> <p><i>Exemplo E-40:</i> Indica que ele é homogeneizado, pasteurizado ou não desnatado ou integral.</p>
Questão B	<p><i>Exemplo E-05:</i> Agem não deixando o leite estragar “conservando por mais tempo”.</p> <p><i>Exemplo E-11:</i> Conservando ou até mesmo elevando o teor de substâncias.</p> <p><i>Exemplo E-32:</i> Atrasando o vencimento e dando consistência.</p>	<p><i>Exemplo E-26:</i> Com coloração diferente.</p> <p><i>Exemplo E-38:</i> Mudam a densidade.</p> <p><i>Exemplo E-20:</i> Estas substâncias agem no leite e não sabemos se o leite é adulterado ou não.</p>	<p><i>Exemplo E-15:</i> Agem no sentido de se o leite faz bem para a saúde ou não, se o leite tem muita gordura, se tem muita fibra, etc.</p> <p><i>Exemplo E-49:</i> Agem de forma boa.</p>
Questão C	<p><i>Exemplo E-05:</i> Sim. Presença de ácido bórico.</p> <p><i>Exemplo E-50:</i> Ácido Salicílico.</p> <p><i>Exemplo E-47:</i> Não.</p>	<p><i>Exemplo E-49:</i> Sim.</p>	<p>----</p>

Fonte: Autora

A soma das respostas “correta” e “parcialmente correta” da “questão B” perfaz 26, igual ao resultado alcançado com relação à questão A. No entanto, observa-se uma diminuição de resposta correta e um aumento de resposta parcialmente correta. O exemplo E-05 justifica que essas substâncias agem não deixando o leite estragar, ou seja, conservando por mais tempo, tal como o exemplo E-11. Para o E-32, essas substâncias agem atrasando o vencimento e alterando a

consistência, certamente o estudante em questão está se referindo à adição de amido para manter a densidade do leite quando há adulteração com água.

Cinco respostas foram classificadas como “incorretas” porque não explicam a ação dessas substâncias no leite de forma correta, como no exemplo E-49, que afirma que as substâncias agem de forma boa no leite. Tal como na “questão A”, um número elevado de estudantes não respondeu à “questão B”, sendo contadas 16 respostas em “branco” e uma resposta foi “anulada” por estar ilegível. Os resultados demonstram que parte significativa dos estudantes que não responderam à questão A, também não respondeu à questão B, havendo um índice um pouco maior de estudantes que afirmaram que a identificação de tais substâncias apontam para indícios de adulteração, e um número um pouco menor de estudantes que não soube explicar como essas substâncias agem. Na tabela 11, organizamos exemplos que representam as respostas.

Um total de 41 das respostas da “questão C” foi classificado como “correta” (37 respostas) ou “parcialmente correta” (quatro respostas), com esse resultado podemos concluir que os estudantes souberam responder se encontraram ou não substâncias estranhas na amostra de leite testado, sendo que na maioria dos casos os estudantes indicaram corretamente qual foi a substância encontrada (amido, ácido salicílico ou ácido bórico) e, em outros casos, os testes não comprovaram a presença de nenhuma substância indesejada. O índice de respostas em “branco” foi de sete respostas, em média a metade das respostas em branco da questão A e B. Nenhuma resposta “incorreta” e “nula” foi registrada.

Os resultados das respostas obtidas sobre essa atividade experimental indicam que os estudantes compreenderam que amido, ácido salicílico e ácido bórico são substâncias que, quando adicionadas ao leite, adulteram o estado natural do alimento, caracterizando-se como uma prática ilegal. A principal ação é a diminuição da velocidade de reação de decomposição do leite e a adequação de parâmetros físico-químicos - a densidade, nesse caso. O desenvolvimento da atividade experimental em questão, possibilitou aos estudantes o contato com informações importantes sobre o leite, provenientes principalmente da leitura dos textos de apoio, das discussões que ocorreram durante as atividades e pela associação dessas informações a notícias vinculadas aos diferentes meios de comunicação (televisão, rádio, rede de computadores, e outros) sobre recorrentes fraudes na industrialização de leite.

Como várias famílias de Pato Bragado são integrantes da cadeia produtora de leite da região, podemos perceber que o assunto é de interesse de grande parte dos estudantes. A utilização de atividade experimental, que relaciona conhecimentos científicos e escolares ao saber popular da produção leiteira e de queijo, reforça a ideia de que o ensino e a aprendizagem guiada sobre a perspectiva da ecologia de saberes (SANTOS, 2010) são importantes ferramentas

para promover a Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003), além de possibilitar aos estudantes uma visão mais crítica, próxima ao que espera Moreira (2011) na sua visão de Aprendizagem Significativa Crítica.

Resultados da segunda atividade experimental

Fatores que Afetam a Velocidade das Reações Químicas

A segunda atividade experimental foi proposta aos estudantes durante o desenvolvimento da UEPS para trabalhar os conceitos referentes aos fatores que afetam a velocidade das reações químicas (apêndice D). Foram realizados quatro procedimentos para verificar os fatores temperatura, concentração, superfície de contato e catalisador na velocidade das reações química. A figura 31 registra os estudantes organizados em grupo realizando os experimentos, registrando os resultados e respondendo às questões propostas no roteiro.

Figura 31 - Estudantes verificando Fatores que afetam a Velocidade das Reações Químicas



Fonte: Autora

Na figura 32, apresentamos o registro dos resultados obtidos por diferentes grupos quando verificavam as variáveis “temperatura, concentração e catalisador” na velocidade das reações químicas.

Figura 32 - Resultados - Fatores que afetam a Velocidade das Reações Químicas



Fonte: Autora

Considerando essas atividades experimentais, os estudantes responderam a duas questões objetivas com grau de dificuldade diferente. Na “primeira questão”, os estudantes deveriam analisar quatro afirmativas sobre a seguinte pergunta e assinalar, entre as alternativas, a correta:

Pergunta:

O que você faria para aumentar a velocidade de dissolução de um comprimido efervescente em água?

Afirmativas:

- I. Usaria água gelada.
- II. Usaria água a temperatura ambiente.
- III. Dissolveria o comprimido inteiro.
- IV. Dissolveria o comprimido em 4 partes.

Do total de respostas obtidas, 33 foram classificadas como “correta” porque foi assinalado que as alternativas II e IV estão de acordo com os conceitos estudados, ou seja, para aumentar a velocidade de dissolução do comprimido efervescente, deve-se optar por utilizar água em temperatura ambiente ao invés de água gelada e partir o comprimido em quatro partes para aumentar a superfície de contato do reagente, isso favorece o aumento de velocidade da reação química.

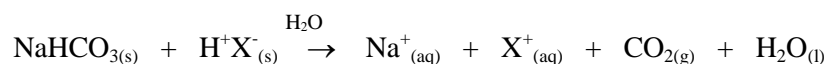
Essa questão é classificada como de nível fácil. Dessa forma, 14 respostas “incorretas” é considerado um valor elevado, principalmente porque durante a etapa da atividade experimental em que foi testado o tempo de velocidade de reação de dissolução do comprimido efervescente, como consta no apêndice D, percebemos, pelas respostas e pelo debate acerca do assunto, que os estudantes compreenderam que “temperatura” e “superfície de contato” afetam a velocidade da

reação química. Vamos buscar respostas para esse resultado nos demais dados que serão apresentados na sequência. Obtivemos uma resposta “nula” e nenhum estudante deixou de responder à questão.

Na “segunda questão”, apresentamos a equação de uma reação química com dois reagentes no estado sólido, sendo esses constituintes de um determinado comprimido antiácido efervescente. Na reação química, a água é adicionada nos comprimidos e os estudantes devem observar o desprendimento de gás em três situações diferentes, conforme demonstra o enunciado da questão e os dados (temperatura da água e forma do comprimido).

Pergunta:

Para investigar a cinética da reação representada pela equação:



Onde: H^+X^- é um ácido inorgânico sólido.

Foram realizados três experimentos, empregando comprimidos de antiácido efervescente, que contêm os dois reagentes no estado sólido. As reações foram iniciadas pela adição de iguais quantidades de água aos comprimidos, suas velocidades foram estimadas observando-se o desprendimento de gás em cada experimento. O quadro a seguir resume as condições em que cada experimento foi realizado.

Experimento	Forma de adição de cada comprimido (2g)	Temperatura da Água °C
I	Inteiro	40
II	Inteiro	20
III	Moído	40

Com base nessas informações, os estudantes deveriam assinalar, entre as opções de alternativas fornecidas, a que representa corretamente os experimentos em **ordem crescente** de velocidade de reação química.

Os resultados demonstram que 22 respostas estão “corretas” porque indicam que a ordem crescente de velocidade da reação é II, I e III, pois quanto menor a superfície de contato e menor a temperatura da água, mais lenta será a velocidade da reação de desprendimento de gás (nesse caso, o gás carbônico). Assim, o comprimido antiácido efervescente inteiro vai levar mais tempo para dissolver do que o moído, porque a superfície de contato é menor. Como a temperatura de 20°C é inferior a 40°C, a velocidade da reação a 20°C ocorrerá mais lentamente porque em temperaturas mais elevadas as moléculas se movimentam com maior velocidade, promovendo um número maior de choques efetivos entre as moléculas de reagentes, ocasionando aumento na velocidade da reação química.

As respostas “incorretas” obtidas contabilizaram 17, enquanto que dois estudantes deixaram a questão em “branco” e sete respostas foram “anuladas” porque não foi possível identificar qual a opção escolhida pelo estudante, pois havia rasura em alguns casos e em outros mais de uma opção foi marcada como correta.

Essa questão, a segunda sobre os fatores que afetam a velocidade das reações químicas, exigiu dos estudantes um nível um pouco maior de compreensão dos conceitos que envolvem o conteúdo de Cinética Química, principalmente se comparada à questão anterior. Entre os conceitos pretendidos, podemos citar os reagentes e produtos, a habilidade de realizar a leitura e interpretar a representação de reações químicas por meio de equações químicas, além de analisar e interpretar os dados contidos em tabela, como proposto da questão 2. Os dados obtidos nas duas questões demonstram claramente que houve melhora na compreensão destes conceitos, se comparados aos resultados do questionário de conhecimentos prévios (pré-teste).

Com base nos resultados destacamos algumas considerações dessa etapa da análise:

- ✓ A inclusão de atividades experimentais na UEPS ocorreu para atender à solicitação dos estudantes, conforme consta no estudo exploratório (capítulo 5);
- ✓ O ensino do corpo de conhecimento de Cinética Química pode ser facilmente contemplado com o desenvolvimento de atividades experimentais de abordagem investigativa, o que veio a favorecer seu emprego por ser também uma metodologia de ensino que instiga o processo de aprendizagem participativa dos estudantes. Assim, conseguimos atender a dois importantes e diferentes objetivos da pesquisa: a solicitação dos estudantes com relação à utilização do laboratório da escola nas aulas de Química e influenciar a participação de forma mais ativa dos estudantes no processo de aprendizagem;
- ✓ O desenvolvimento das atividades experimentais atingiu os objetivos previstos na UEPS e influenciou positivamente na aprendizagem, pois constatamos melhora na compreensão dos conceitos principalmente ao considerar os resultados do pré-teste;
- ✓ Além da influência positiva das atividades experimentais para a Aprendizagem Significativa, constatamos que o trabalho em grupo evidenciou melhora na predisposição dos estudantes em aprender, aumento da responsabilidade dos estudantes em realizar todas as etapas previstas em cada atividade e aumento da socialização da aprendizagem a partir exposição dos resultados obtidos por cada grupo e posterior debate;
- ✓ Constatamos durante o desenvolvimento das atividades experimentais no laboratório da escola que os estudantes demonstram maior interesse pela ciência quando estão em contato com equipamentos, vidrarias, reagentes e materiais utilizados nessa área do

conhecimento. Estudantes mais acanhados, tímidos e que apresentam dificuldade de socialização acabam participando de forma mais espontânea durante essas atividades. Consideramos isso muito importante, porque possibilita ao professor identificar se os estudantes com esse perfil estão compreendendo os conceitos trabalhados de maneira diferente das situações habituais de avaliação escrita ou pela participação em sala de aula. Em situações tradicionais de ensino, a identificação de subsunçores também pode ocorrer mediante o desenvolvimento de atividades experimentais.

A figura 33 ilustra a socialização dos resultados obtidos em uma das atividades experimentais, quando um estudante está expondo suas dúvidas à professora e em outro momento, quando os estudantes estão prestando atenção na explicação dos fenômenos observados por um grupo de estudante.

Figura 33 - Estudantes socializando os resultados da primeira atividade experimental



Fonte: Autora

Em relação ao processo de ensino e aprendizagem, a sequência da análise ampliará nossa compreensão sobre o fenômeno estudado. No capítulo 8, apresentamos a opinião dos estudantes sobre o emprego de atividades experimentais para o processo de aprendizagem.

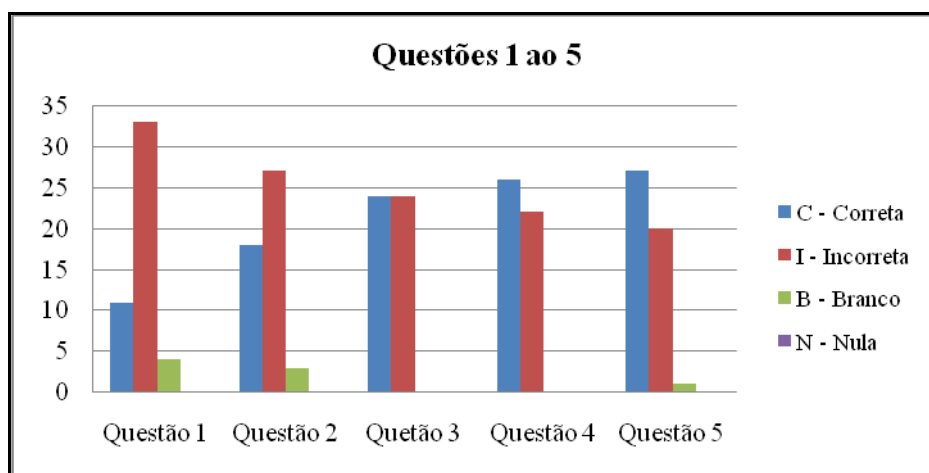
Aprendizagem dos conceitos coletadas na avaliação individual

Uma avaliação escrita individual constitui uma das etapas da UEPS para verificar a aprendizagem dos conceitos estudados. Quatro questões analisadas na avaliação da aprendizagem das atividades experimentais, duas questões analisadas na avaliação da

aprendizagem dos conceitos sobre Cinética Química relacionados à produção de queijo e outras sete questões apresentamos e analisamos nesta seção.

Essas sete questões foram propostas para verificar a compreensão dos estudantes sobre os principais conceitos de Cinética Química trabalhados na UEPS. Organizamos os dados obtidos em dois gráficos. No gráfico 1, incluímos cinco questões objetivas e as respostas foram classificadas como: Correta (C), Incorreta (I), Branco (B) e Nula (N) para as situações em que a resposta estava ilegível ou rasurada.

Gráfico 1 - Dados da Avaliação Individual da Aprendizagem – Questão 1 a 5



Fonte: Autora

A “questão 1” foi proposta para verificar a compreensão do conceito de velocidade média das reações químicas. Para tanto, uma tabela contendo dados referentes à concentração (mol/L) e tempo (s) deveria ser analisada para responder a seguinte pergunta:

Pergunta:

A velocidade média da reação no intervalo de 2 a 5 minutos é:

X(mol/L)	1,0	0,7	0,4	0,3
Tempo(s)	0	120	300	540

Uma alternativa entre as cinco propostas continha a resposta correta para a pergunta. Os resultados obtidos que constam no gráfico 1 (questão 1) demonstram que dos 48 estudantes, 11 responderam “corretamente”, 33 responderam “incorretamente”, quatro não responderam

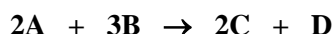
(“branco”) e nenhuma questão foi classificada como “nula”. Um elevado número de respostas atribuídas pelos estudantes estava em desacordo com a resposta correta. O valor de questões incorretas nos leva a concluir que os estudantes podem não ter compreendido a relação entre tempo e concentração, o que acarretou em dificuldade para responder corretamente. Outro fator pode estar relacionado à ausência da fórmula no enunciado da questão para calcular a velocidade média da reação química e um terceiro motivo pode ser a falta de atenção dos estudantes na leitura do enunciado da questão, pois no mesmo a variável tempo está expressa em segundos e as opções de resposta estão em minutos.

Durante o desenvolvimento da UEPS, o conceito de velocidade média das reações químicas foi trabalhado em momentos diferentes. Em um desses momentos, um projetor multimídia foi utilizado para apresentar gráficos que explicitavam a variação da velocidade e a velocidade média em diferentes reações químicas. Exercícios de aprendizagem foram propostos para calcular a velocidade média de reações químicas.

Não podemos afirmar que o elevado percentual de respostas incorretas está relacionado somente às justificativas apresentadas acima, outros fatores certamente influenciaram no resultado exposto. Podemos complementar nossa análise sobre essa questão, afirmando que durante a resolução dos exercícios de aprendizagem a impressão da professora e da pesquisadora é de que um percentual elevado de estudantes compreendeu o conceito de velocidade média de reações químicas, mas o resultado dessa questão não está em acordo com a impressão da professora e da pesquisadora.

A “questão 2” foi proposta para verificar a compreensão dos estudantes sobre a relação entre consumo de reagentes e formação de produtos. Para tanto, uma equação química foi apresentada e, a partir dessa, cinco alternativas deveriam ser analisadas, sendo que apenas uma continha a resposta correta.

Equação química:



Alternativas:

- Os reagentes (A e B) são consumidos com a mesma velocidade.
- A velocidade de desaparecimento de A é igual à velocidade de aparecimento de C.
- A velocidade de aparecimento de D é três vezes maior que a velocidade de desaparecimento de B.
- Os produtos (C e D) são formados com a mesma velocidade.
- A velocidade de desaparecimento de A é a metade da velocidade de aparecimento de D.

Os resultados obtidos são de 27 respostas “incorreta”, superior ao de respostas “correta”, que são 18. Em comparação à questão 1, o número de respostas incorretas diminuiu e o de respostas corretas aumentou.

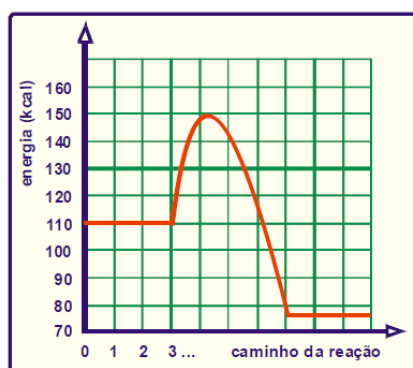
A única resposta correta para a questão 2 é a que afirma que a velocidade de aparecimento de “C” é igual ao de desaparecimento de “A”, ou seja, que a velocidade de formação de um dos produtos (C) é a mesma que a de consumo de um dos reagentes (A). A compreensão de velocidade nessa questão está relacionada com a proporção entre reagentes consumidos e produtos formados, noções sobre estequiometria são importantes para compreender a reação apresentada e as afirmativas.

Como na questão 1, os estudantes realizaram exercícios de aprendizagem com situações semelhantes, sendo constatada dificuldade de compreensão dos conceitos proporção de reagentes e produtos. Geralmente, quando são trabalhados os conceitos de reações químicas e sua representação por meio de equações químicas, os professores ensinam diferentes formas de balancear uma equação química. Segundo a professora de Química, geralmente é reforçada a ideia de que em uma reação química não ocorre desaparecimento de substâncias (reagentes), mas sim a transformação de substâncias reagentes em outras substâncias (produtos), e que existem proporções definidas entre consumo de reagente e formação de produto.

A professora de Química argumentou que ao longo dos anos (referindo-se a sua experiência com o ensino de Química) os estudantes têm demonstrado dificuldade em compreender as leis que regem as reações químicas, e, ao ingressar no ensino médio, carregam em sua estrutura cognitiva muitos conceitos que estão em desacordo com os conceitos cientificamente aceitos, que são provenientes de suas experiências cotidianas e da compreensão equivocada de conceitos científicos supostamente aprendidos no ensino fundamental. Compartilhamos da ideia de Hilger (2013) e Silveira (2013) de que essas concepções/conceitos caracterizam-se como obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 2000), pois além de incorretos, são significativos para os estudantes porque em muitos casos fazem parte de representações sociais compartilhadas pelo grupo do qual fazem parte (HILGER, 2013).

Além das respostas corretas e incorretas, três estudantes deixaram a questão em “branco” e nenhuma questão foi “anulada” por estar rasurada ou ilegível.

A “questão 3” e a “questão 4” tratam dos conceitos energia de ativação e complexo ativado, esses conceitos foram apresentados aos estudantes quando os conceitos mais inclusivos sobre Cinética Química já haviam sido trabalhados para atender ao princípio da diferenciação progressiva defendido por nossos referenciais. Na questão 3, um diagrama apresenta os valores de energia de reagente e produto e questiona qual é o valor da energia de ativação em kcal.

Diagrama:**Alternativas de resposta:**

- a) 25 kcal.
- b) 85 kcal.
- c) 110 kcal.
- d) 65 kcal.
- e) 40 kcal.

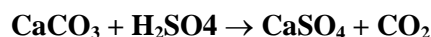
No gráfico 1, é possível observar que na “questão 3” os dados referentes às respostas “correta” e “incorreta” atingiram o mesmo valor, ou seja, 24 respostas classificadas como corretas e o mesmo número de resposta incorreta. A alternativa correta para essa questão é a que indica que o valor da energia de ativação é de 40kcal.

Para minimizar a dificuldade que os estudantes apresentam em interpretar gráficos, diagramas e tabelas, a professora de Química prioriza em suas aulas o trabalho com esses recursos, utilizando-os seja para ensinar conceitos e exemplificar, como também nos exercícios de aprendizagem, nas situações problemas e nas aulas com atividades experimentais. Com essa questão, podemos verificar tanto o fator aprendizagem dos conceitos, como também o domínio em interpretar gráficos. O resultado obtido é satisfatório, porque a metade dos estudantes respondeu corretamente à questão.

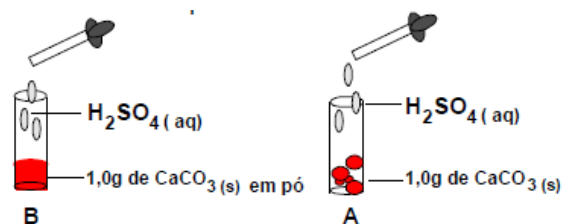
Na “questão 4”, os estudantes avaliaram cinco alternativas. Entre elas, uma responde corretamente à pergunta: “Em uma reação química, o complexo ativado?”, Os resultados obtidos demonstram que 26 respostas estão “corretas”, indicando que o complexo ativado “possui mais energia que reagentes ou que os produtos” e outras 22 respostas estão “incorretas”. Na questão 3 e 4, nenhuma resposta em “branco” ou “nula” foi registrada.

Os resultados dessas duas questões são melhores se comparadas as duas primeiras, isso porque o número de respostas corretas foi igual ou maior que o número de respostas incorretas. Percebemos a ocorrência de melhora gradual na compreensão dos conceitos conforme desenvolvimento da UEPS, principalmente no momento de encerramento de uma etapa e começo da etapa subsequente, quando os conceitos ensinados eram revistos e os estudantes tinham a oportunidade de complementar o processo de aprendizagem.

Na “questão 5”, um esquema ilustrando um experimento é apresentado junto com a equação química que representa uma reação química.

Reação Química:**Alternativas de resposta:**

- No tubo A é mais rápida, pois a superfície de contato dos reagentes é maior.
- No tubo B é mais lenta, pois a superfície de contato dos reagentes é menor.
- Nos tubos A e B ocorre ao mesmo tempo.
- No tubo B é mais rápida, pois a superfície de contato dos reagentes é maior.
- No tubo A é mais rápida, pois a superfície de contato dos reagentes é menor.



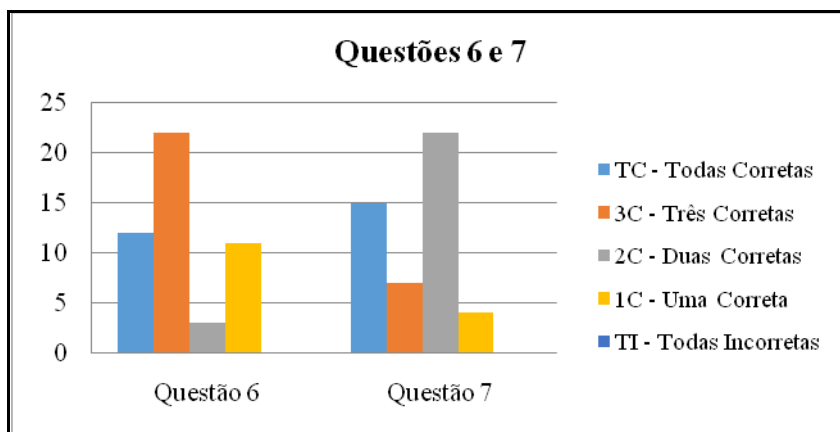
Essa questão trata da superfície de contato como um fator que afeta a velocidade das reações químicas. Nesse caso, 27 respostas atribuídas pelos estudantes estavam “corretas”, porque assinalaram a alternativa “d”, ou seja, analisando a equação química e o esquema ilustrando a reação química podemos afirmar, quanto à velocidade da reação química, que “No tubo B é mais rápida, pois a superfície de contato dos reagentes é maior”. Por outro lado, 20 respostas foram classificadas como “incorretas”, uma em “branco” e nenhuma “nula”.

Em relação à superfície de contato como fator que determina a velocidade de uma reação química, foram realizados testes nas atividades experimentais para que os estudantes pudessem observar em uma situação prática esse fenômeno, provavelmente isso influenciou positivamente na aprendizagem dos conceitos.

A análise geral das cinco questões demonstra a diminuição gradativa de respostas incorretas e aumento gradativo de respostas corretas, o que nos leva a sugerir que as estratégias propostas pela UEPS para a Aprendizagem Significativa dos conceitos de Cinética Química foram bem sucedidas até esse ponto da análise.

O gráfico 2 representa os dados da “questão 6 e 7”, separamos essas duas questões objetivas neste gráfico porque a classificação das respostas ocorreu de forma diferente das outras cinco questões. Nelas, os estudantes atribuíram uma resposta para cada afirmativa, não podendo ser analisada apenas sobre o parâmetro de correta e incorreta. A classificação estabelecida é a seguinte: Todas Corretas (TC), 3 Corretas (3C), 2 Corretas (2C), 1 Correta (1C) e Todas Incorretas (TI). Como nenhuma questão foi deixada em branco ou foi anulada, não incluímos essas duas classificações.

Gráfico 2 - Dados da Avaliação Individual da Aprendizagem – Questão 6 e 7



Fonte: Autora

A “questão 6” aborda os fatores que afetam a velocidade das reações químicas e determina que as duas justificativas devem relacionar-se aos fatores.

Pergunta:

Estudamos que alguns fatores afetam a velocidade das reações químicas. Isso ocorre segundo as duas justificativas:

- (1) Aumenta o choque entre as moléculas dos reagentes.
- (2) Diminuição da energia de ativação.

Relacione as justificativas com o(s) referido(s) fator(es):

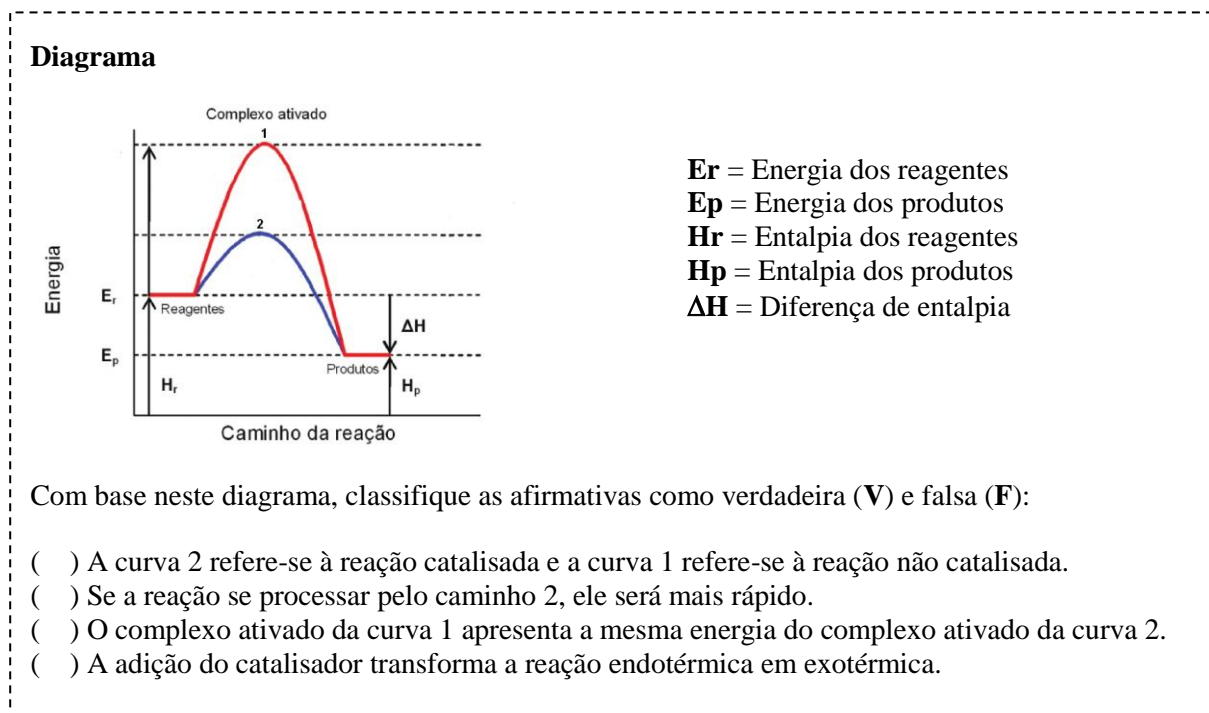
- () Temperatura
- () Catalisador
- () Superfície de Contato
- () Concentração

Os resultados obtidos são: 12 estudantes relacionaram corretamente os quatro fatores com as duas justificativas (TC), 22 estudantes relacionaram corretamente três fatores com as duas justificativas (3C), três estudantes relacionaram corretamente dois fatores com as duas justificativas (2C), 11 estudantes relacionaram corretamente apenas um fator à justificativa correta (1C), nenhum estudante relacionou todas as alternativas incorretamente (TI). Ao agrupar as respostas TC e 3C, atingimos a soma de 34 acertos, esse resultado é representativo e indica que a aprendizagem desses conceitos ocorreu, pois foi relacionado corretamente a justificativa 1 (Aumenta o choque entre as moléculas dos reagentes.) aos fatores “temperatura”, “superfície de

contato” e “concentração” e a justificativa 2 (Diminuição da energia de ativação.) ao fator “catalisador”.

Ao agrupar as respostas 2C e 1C, atingimos o somatório de 14 acertos, nenhum estudante relacionou TI.

Na “questão 7”, os estudantes classificaram como verdadeira (V) ou falsa (F) quatro afirmativas considerando o diagrama que representa uma reação química.



O gráfico 2 apresenta o resultado geral da questão 7, sendo que 15 respostas foram classificadas como TC, sete respostas foram classificadas como 3C, 22 respostas foram classificadas como 2C e quatro respostas foram classificadas como 1C. Ao calcular as respostas TC com 3C, atingimos o resultado de 22 respostas, mesmo valor de respostas 2C.

Esses resultados indicam, tal como na questão 6, uma boa compreensão dos conceitos estudados. Não podemos desconsiderar que o grau de dificuldade da questão 7 é superior ao da questão 6. Mesmo assim, se considerarmos que praticamente a metade dos estudantes acertaram ao menos duas das quatro alternativas da questão 7, somando-se os valores de TC, 3C e 2C, obtemos 44 respostas corretas, o que demonstra uma ótima aprendizagem.

A análise dos resultados das sete questões demonstra a diminuição de erros nas respostas e o aumento de acertos gradualmente. As questões cuja avaliação transpõe a classificação “correta e incorreta” permitiram aos pesquisadores compreender melhor os resultados, identificando as lacunas na aprendizagem e os avanços.

O elevado número de questões “parcialmente corretas” (questão 6 e 7) demonstra que houve progresso gradual na aprendizagem dos conceitos, constatamos de forma geral que, para alguns conceitos (superfície de contato e temperatura, como fatores que afetam a velocidade das reações químicas), muitas respostas classificadas como incorretas na questão do pré-teste e na questão da atividade experimental foram classificadas como parcialmente corretas ou corretas nas questões específicas sobre Cinética Química na avaliação individual, essa crescente melhora em termos de aprendizagem desses conceitos e pode ser indício de Aprendizagem Significativa.

Ao término da etapa de análise dos resultados, evidenciamos que o formato de apresentação dos conceitos de Cinética Química, estabelecidos na UEPS, considerando os recursos didáticos e a metodologia de ensino, é evidentemente um dos fatores responsáveis pela evolução gradual da compreensão dos conceitos e promoção da Aprendizagem Significativa, porque priorizam a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (MOREIRA, 2011a).

Aprendizagem relacionando o saber popular da produção de queijo com os conceitos de Cinética Química

O emprego de saberes populares no processo de ensino e aprendizagem de conceitos químicos constitui o fio condutor de nossa pesquisa, promovendo um ambiente onde conhecimentos escolares, científicos e saberes populares, no modelo de uma “ecologia de saberes”, (SANTOS, 2010) conduziram o desenvolvimento de uma UEPS que abordou o ensino dos principais conceitos de Cinética Química.

A atividade prática de produção de queijo, apresentada no capítulo 6, serviu como referência ao longo do desenvolvimento de todas as atividades propostas e integrou a avaliação escrita individual, estando presente especificamente em duas questões. Vamos nominá-las como questão 8 e 9, seguindo a numeração da seção anterior.

A “questão 8” refere-se aos conceitos de transformação química e física e está relacionada à atividade prática do processo de produção de queijo. Nessa questão, solicitamos aos estudantes que apresentassem dois exemplos de transformações químicas e dois exemplos de transformação física observados durante o desenvolvimento daquela atividade. Os resultados e alguns exemplos de respostas constam na tabela 12.

Considerando a atividade de produção do queijo e a aprendizagem das etapas que constituem esse processo, os estudantes deveriam escolher dois exemplos de *transformações físicas*. O número total de 84 exemplos de transformações físicas foi utilizado pelos estudantes.

Dos 84 exemplos, 79 foram classificados como “corretos”. Entre os mais citados estão os relacionados à elevação de temperatura do leite (aquecimento, citado 22 vezes) e diminuição da temperatura do leite (resfriamento, citado cinco vezes).

Tabela 12 - Resultados e Exemplos de Respostas – Saber Popular da Produção de Queijo e Conceitos de Transformações Físicas e Químicas

Respostas	Transformação Física	
	Número de Resposta	Exemplo de Resposta
Resposta Correta (C)	79	<i>Exemplo E-04</i> Aquecimento do leite. Modelagem do queijo. <i>Exemplo E-08</i> Pasteurização. Dessoragem. <i>Exemplo E-15</i> Retirada da coalhada. Corte do queijo. <i>Exemplo E-44</i> Dessoragem. Enformar o queijo. <i>Exemplo E-46</i> Diminuição da temperatura do leite. <i>Exemplo E-02</i> Resfriamento do leite.
Resposta Incorreta (I)	5	<i>Exemplo E-12</i> Fermentação. <i>Exemplo E-34</i> Formação da coalhada.
Resposta em Branco (B)	4	----
Total de Respostas	84	----
Resposta	Transformação Química	
	Número de Resposta	Exemplo de Resposta
Resposta Correta (C)	63	<i>Exemplo E-19</i> Produção da ricota. Obtenção da coalhada após adição do coalho no leite. <i>Exemplo E-46</i> Formação da coalhada. Formação do queijo. <i>Exemplo E-07</i> Tempo de amadurecimento do queijo. <i>Exemplo E-08</i> Maturação. <i>Exemplo E-11</i> Adição de coalho para coalhar o leite. <i>Exemplo E-27</i> A formação da massa que é o queijo. <i>Exemplo E-34</i> Adição do fermento. <i>Exemplo E-47</i> Utilização de iogurte natural.
Resposta Incorreta (I)	17	<i>Exemplo E-42</i> Separação do soro com os minerais e gordura. <i>Exemplo E-47</i> Separação da coalhada e do soro do leite. <i>Exemplo E-50</i> Pasteurização.
Resposta em Branco (B)	2	----
Total de Respostas	80	----

Fonte: Autora

Na tabela 12, os exemplos E-02, E-04 e E-46 ilustram essas respostas. O exemplo “pasteurização”, em alguns casos, estava associado ao aquecimento ou resfriamento do leite e, em outros, foi citado isoladamente (pasteurização citado 20 vezes). A etapa de produção do queijo denominada “dessoragem”, que é a separação mecânica do soro da coalhada, foi outro exemplo citado (dessoragem, citado 20 vezes) nos casos E-08 e E-44. Relacionado à dessoragem, temos também o corte da coalhada como outra transformação física (corte citado oito vezes) no exemplo E-15. Moldar a coalhada/queijo ou enformar também foi uma transformação física presente no processo de produção do queijo (moldar ou enformar, citado nove vezes) e pode ser observado nos exemplos E-04 e E-44.

Pelos exemplos citados, é possível observar que praticamente toda etapa de produção do queijo apresentava alguma transformação física e foi utilizado como exemplo pelos estudantes. Esse resultado indica que ocorreu aprendizagem do processo de produção do queijo e dos conceitos presentes nesse processo, corroborando o que foi apresentado no capítulo 6.

As cinco respostas “incorretas” citadas como transformação física referem-se à formação da coalhada, representada pelo exemplo E-34, e a fermentação, no exemplo E-12, que foi citada apenas uma vez. Nos dois casos temos transformações químicas ao invés de transformações físicas.

Quatro estudantes não apontaram nenhum exemplo de transformação física observada durante o processo de produção do queijo. Os resultados gerais indicam um total de 45 respostas corretas contra três respostas incorretas para os exemplos de transformações físicas, desconsiderando o número de estudantes que não responderam à questão.

Registramos 80 exemplos de transformações químicas citados pelos estudantes. Do total, 63 exemplos foram classificados como “corretos” e, entre os exemplos mais citados, está a formação da coalhada (citada 38 vezes). Nesse exemplo, consideramos correta a resposta “adição de coalho no leite”, pois entendemos que os estudantes estão indicando que, a partir dessa etapa, teremos a formação da coalhada (exemplo E-11, E-19 e E-46), já que se trata de uma reação provocada principalmente pela enzima renina, presente no coalho, que “atua hidrolisando ligações peptídicas da caseína, transformando-a em *para*-caseína que precipita em presença de íons Ca^{2+} formando, então a coalhada” (PERRY, 2004, P. 294).

Outra etapa da produção do queijo é a adição de fermento (fermento, citado três vezes) ou adição do iogurte natural (iogurte, natural citado sete vezes) presente nos exemplos E-34 e E-47. Nessa etapa, ocorre a reposição das bactérias benéficas ao leite eliminadas juntamente com as bactérias maléficas à saúde humana durante o processo de pasteurização. O iogurte natural ou

fermento iniciam uma reação química denominada fermentação pela ação das bactérias *Streptococcus thermophilus* e a *Lactobacillus delbrueckii* sp. *Bulgaricus* (PERRY, 2004).

A obtenção da ricota a partir do soro extraído da produção da coalhada (ricota, citado oito vezes) também foi lembrada pelos estudantes e registrada pelo exemplo E-19 como transformação química. A maturação do queijo representa uma reação química lenta, com período que leva de 60 a 180 dias em média, e também foi citada pelos estudantes, os exemplos E-07 e E-08 representam as respostas indicando a maturação. Alguns estudantes citaram a formação do queijo também como exemplo, referindo-se ao processo de produção do queijo como uma transformação química do leite em queijo, exemplo E-27 e E-46.

Esses constituem os exemplos de transformações químicas observados durante o processo de produção do queijo que foram citados pelos estudantes e classificados como corretos.

As respostas classificadas como “incorretas” são aquelas que não caracterizam uma transformação química, e constatamos 17 respostas desse tipo. Entre essas, os processos mecânicos de separação do soro (parte líquida) da massa (parte sólida) por peneiração foi o mais citado (exemplo E-42 e E-47). Outra resposta incorreta foi a pasteurização (pasteurização, citada cinco vezes), representada pelo exemplo E-50. Dois estudantes não atribuíram nenhum exemplo de transformação química observado durante o processo de produção de queijo.

Analisando os resultados gerais da questão 8, verificamos que a utilização do saber popular da produção de queijo influenciou na aprendizagem dos conceitos de transformação física e química. Se compararmos os resultados da questão 1 do pré-teste com esses resultados, podemos observar progresso na aprendizagem quanto a esses conceitos. A Aprendizagem Significativa envolve a compreensão dos conceitos e sua aplicação em diferentes situações, a identificação de transformações químicas e físicas no processo de produção de queijo pode efetivar uma Aprendizagem Significativa para os estudantes, principalmente porque empregamos uma atividade comum entre as famílias dos estudantes (produção do queijo).

A “questão 9” refere-se ao conceito pasteurização relacionado à atividade prática do processo de produção de queijo. Os estudantes deveriam explicar como ocorre o processo de pasteurização e justificar sua utilização na produção do queijo. Os resultados e alguns exemplos de respostas constam na tabela 13. Classificamos as respostas em Correta (C), Parcialmente Correta (PC), Incorreta (I) e em Branco (B).

Tabela 13 - Resultados e Exemplos de Respostas – Saber Popular da Produção de Queijo e Conceito Pasteurização

Tipo de Resposta	Quantidade de Resposta	Exemplo de Resposta
Resposta Correta (C)	32	<p><i>Exemplo E-02:</i> A pasteurização do leite é feita aquecendo o leite até determinada temperatura para que as bactérias presentes sejam eliminadas.</p> <p><i>Exemplo E-10:</i> O leite é aquecido a uma temperatura de 65°C para que haja eliminação de bactérias nocivas.</p> <p><i>Exemplo E-18:</i> Ela é feita deixando o leite aquecer até 65°C para matar as bactérias e os micro-organismos que estão no leite.</p> <p><i>Exemplo E-27:</i> A pasteurização é realizada para retirar as bactérias ruins do leite, mas, fazendo ela, acabamos retirando as boas e as más bactérias. Ela é feita ao aquecer o leite a certa temperatura (65 graus) e depois diminuindo ou esfriando a certa temperatura (18 graus).</p> <p><i>Exemplo E-37:</i> Aquecimento do leite para exterminar bactérias que causam alguma doença (caso tenha no leite).</p> <p><i>Exemplo E-43:</i> A pasteurização ocorre com o aquecimento e o resfriamento do leite. É usado para matar as bactérias presentes no leite, mata bactérias ruins e também as boas.</p>
Resposta Parcialmente Correta (PC)	07	<p><i>Exemplo E-07:</i> Pasteurização é realizada para que o queijo dure mais tempo.</p> <p><i>Exemplo E-20:</i> A pasteurização é feita para retirar as bactérias e as gorduras do leite, para que saia um queijo correspondente ao do mercado.</p> <p><i>Exemplo E-28:</i> Para matar as bactérias ruins.</p>
Resposta Incorreta (I)	05	<p><i>Exemplo E-24:</i> A pasteurização ocorre quando se separa o ferro, o cálcio ou as proteínas.</p> <p><i>Exemplo E-26:</i> A pasteurização é a separação da coalhada do leite do soro. Assim, separando a coalhada que forma no produzir o queijo.</p> <p><i>Exemplo E-31:</i> Para fazer a separação.</p>
Resposta em Branco (B)	04	<i>E-23, E-25, E-29 e E-30.</i>

Fonte: Autora

Entre os 48 estudantes participantes da pesquisa, 32 responderam a questão 9 “corretamente”. Em algumas respostas (exemplo E-02, E-37 e E-43), foi indicado que a pasteurização do leite ocorre pelo aquecimento do mesmo, não especificando a temperatura média de aquecimento no processo. Em outros casos, ilustrados pelos exemplos E-10, E-18 e E-27, houve especificação de que a temperatura para pasteurização deve atingir 65°C, consideramos corretas as respostas que atribuíram ou não o valor da temperatura. A questão requeria ainda a justificativa da realização da pasteurização no processo de produção do queijo e as respostas corretas variam entre eliminar, matar e exterminar as bactérias do leite. Em alguns

casos, como nos exemplos E-02 e E-18, não há especificação do tipo de bactéria eliminada. Por meio dos exemplos E-10 e E-37, demonstramos as respostas que informam que “bactérias nocivas” à saúde humana devem ser eliminadas na pasteurização e os exemplos E-27 e E-43 representam as respostas que indicam que as bactérias nocivas são eliminadas e que as boas também são no processo de pasteurização.

Classificamos as respostas como “parcialmente corretas” quando foi informado apenas como ocorre a pasteurização ou a justificativa de seu emprego na produção do queijo, contemplando apenas um dos critérios da resposta, ou também quando a resposta estava parcialmente de acordo com o conceito cientificamente aceito. Sete respostas foram assim classificadas, os exemplos E-20 e E-28 representam as respostas que informavam apenas que o emprego da pasteurização serve para retirar/matar as bactérias presentes no leite e o exemplo E-07 indica que com a pasteurização o queijo dura mais tempo.

Cinco respostas foram classificadas como incorretas por afirmar que a pasteurização constitui o processo de separação da coalhada do soro (exemplo E-26), a separação do ferro, cálcio ou proteínas (exemplo E-24) ou apenas a separação (exemplo E-31). Nesses casos, podemos inferir que os estudantes confundiram o conceito pasteurização com dessoragem, que é a etapa de separação da coalhada do soro, ou realmente não sabem diferenciar um conceito do outro. Quatro estudantes não responderam a essa questão.

Considerando as respostas corretas (32) e parcialmente corretas (sete) da questão 9, podemos afirmar que houve ótima compreensão do processo de pasteurização do leite. Esse resultado é positivo porque a compreensão desse conceito possibilita aos estudantes transferir um conhecimento aprendido em certo contexto para outras situações. Citemos como exemplo a interpretação de uma embalagem de suco de frutas ou iogurte, quando a última informar ao consumidor que o produto é pasteurizado, o estudante compreenderá o significado desse conceito e saberá quais são as vantagens em consumir um produto alimentício pasteurizado.

Em relação ao ensino e à aprendizagem dos conceitos de Cinética Química, avaliamos ser mais importante para a vida do estudante compreender o conceito “pasteurização” do que apenas saber calcular a velocidade média de uma reação química. É importante que o estudante compreenda que as reações químicas ocorrem em velocidades diferentes, no entanto, ocupar um longo tempo com o treinamento de cálculos sobre velocidade não é necessário no nível de ensino em questão.

Comparação das respostas do pré-teste (conhecimentos prévios) com o pós-teste

Os resultados da identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes participantes da pesquisa, denominado como pré-teste, constituiu uma importante etapa do desenvolvimento da pesquisa devido à relevância de reconhecer os subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos estudantes, tal como preconizam os autores da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003; AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980) e da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (MOREIRA, 2011b).

Os resultados das cinco questões foram apresentados, analisados e discutidos separadamente no início deste capítulo. Ao término, no desenvolvimento da UEPS, os estudantes foram convidados a responder o mesmo questionário novamente, denominamos de pós-teste. A seguir, apresentamos os resultados do pós-teste de cada questão comparando com os resultados já apresentados do pré-teste. O objetivo da comparação de resultados associa-se à intenção de verificar se houve melhora da compreensão dos conceitos ou não, buscando indícios de Aprendizagem Significativa.

Questão 1 – Conhecimento sobre transformações físicas e químicas (pós-teste)

Os resultados obtidos sobre o conceito de transformação física e química do pré-teste e do pós-teste constam tabela 14. As oito situações (denominadas 1a, 1b ... 1h) foram apresentadas aos estudantes para classificação como transformação física (TF) ou transformação química (TQ). No pré-teste, obtivemos um total de 284 respostas classificadas como corretas contra 316 respostas corretas no pós-teste, resultados que indicam uma leve melhora na compreensão desses conceitos.

Tabela 14 - Resultados do Pré-teste e do Pós-teste

Resposta	Situação															
	1 1a	2 1a	1 1b	2 1b	1 1c	2 1c	1 1d	2 1d	1 1e	2 1e	1 1f	2 1f	1 1g	2 1g	1 1h	2 1h
Corretas (C)	36	37	30	32	35	37	32	42	39	43	32	38	42	43	38	44
Incorretas (I)	12	11	18	15	13	11	16	5	9	5	16	9	6	5	10	4
Branco (B)	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Nula (N)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Situação 1(1a) = Pré-teste; Situação 2 (1a) = Pós-teste

Situação 1(1b) = Pré-teste; Situação 2(1b) = Pós-teste...

Fonte: Autora

As situações 1a, 1b, 1c e 1g apresentaram número mínimo de melhora, variando entre uma ou duas respostas corretas a mais no pós-teste em relação ao pré-teste. A situação 1a (referente à combustão) e 1c (referente ao apodrecimento de uma fruta) são transformações químicas, na questão 2 do pré-teste ambas foram amplamente utilizadas como exemplo de reações químicas rápidas ou lentas, como consta na tabela 5. A situação 1c é abordada na questão 5 também, assim, ao analisar essa questão, podemos comparar os resultados em relação a essa situação e tentar esboçar uma justificativa para o resultado. A situação 1b (liberação de gás ao abrir uma garrafa) e 1g (amassar uma lata de alumínio) são transformações físicas presentes no cotidiano dos estudantes, situações semelhantes a essas foram apresentadas aos estudantes na terceira etapa da UEPS intitulada “aprofundando o conhecimento 1”. Tanto as atividades demonstrativas sobre esses fenômenos como os exercícios de aprendizagem foram organizados para tratar os conceitos, buscando melhorar a compreensão dos estudantes. No entanto, a pequena melhora demonstrada a partir da comparação das respostas indica que o percentual de estudantes com dificuldade na compreensão dos conceitos em questão pouco diminuiu. A análise das outras questões do pré-teste e do pós-teste pode esclarecer e detalhar esses resultados.

As situações 1d, 1e, 1f e 1h também apresentaram um número maior de respostas corretas no pós-teste comparado ao pré-teste. A situação 1e (obtenção de coalhada), classificada como transformação química, e a situação 1f (elevação da temperatura do leite para pasteurização), classificada como transformação física, apresentam um número maior de respostas corretas quando comparadas, porque a aprendizagem pode ter sofrido influência positiva da metodologia de ensino que adotou o saber popular da produção de queijo. Esses resultados corroboram os resultados da questão 8 e 9.

A situação 1d (condensação de vapor de água), classificada como transformação física, e a situação 1h (adição de fermento químico em massa de pães e bolos), classificada como transformação química, apresentam melhora significativa de resposta correta quando comparado o pré-teste ao pós-teste. O resultado da situação 1h está de acordo com a questão 2 do pré-teste, pois os estudantes citaram a fermentação como exemplo de reação química rápida ou lenta como pode ser observado na tabela 5.

Os resultados gerais da análise sobre os conceitos de transformação física e química do pré-teste e pós-teste indicam que o desenvolvimento da UEPS, considerando todas as etapas, permitiu aos estudantes a ampliação da compreensão desses conceitos. Isso ocorreu de forma gradual, os resultados obtidos sobre a compreensão desses conceitos foram confirmados também por meio da avaliação da aprendizagem individual e dos resultados obtidos nas questões referentes às atividades experimentais.

Questão 2- Conhecimentos sobre velocidade das reações químicas (pós-teste)

A questão 2 foi proposta para verificar a compreensão dos estudantes sobre o conceito de velocidade das reações químicas. Para tanto, os estudantes deveriam citar dois exemplos de reações químicas lentas e dois exemplos de reações químicas rápidas. A tabela 15 apresenta os resultados obtidos nessa questão com os dados do pré-teste e os do pós-teste.

Tabela 15 - Respostas da Questão 2 – Pré-teste e Pós-teste

Tipo de Reação Química	Reação Química Lenta		Reação Química Rápida	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
Instrumento de Coleta de dados				
Número total de respostas	82	94	87	92
Número total de respostas corretas Classificadas como Transformações Químicas	63	74	68	76
Número total de respostas incorretas Classificadas como Transformações Físicas	13	13	10	7
Número total de respostas incompletas, ilegíveis, incorretas ou em branco	6	7	9	9

Fonte: Autora

O número total de respostas para essa questão no pré-teste atingiu 169 respostas e no pós-teste 186 para os dois tipos de reações, totalizando um acréscimo de 17 exemplos. O número de respostas classificadas como “corretas” aumentou, comparando os dados do pré-teste com o do pós-teste, considerando ainda que a quantidade de respostas não são as mesmas. Para as reações lentas, passamos de 63 respostas para 74 e para as reações rápidas, de 68 respostas passamos a 76. Tal como constatado no pré-teste, alguns exemplos atribuídos pelos estudantes não representam reações químicas, mas sim transformações físicas. Dessa forma, as respostas foram classificadas como “incorretas”. Os dados demonstram que houve diminuição de respostas incorretas com essa característica, a quantidade de resposta manteve-se em 13. No entanto, o número total de respostas é diferente, resultando em uma diminuição de respostas incorretas para as reações lentas. As respostas incorretas classificadas como transformação física também diminuíram para as reações rápidas de 10 respostas para sete respostas. O número de respostas incompletas, ilegíveis ou incorretas não sofreu alteração significativa.

A tabela 16 apresenta resumidamente alguns exemplos classificados como respostas corretas no pós-teste.

Tabela 16 - Exemplos de Respostas Corretas da Questão 2 – Pós-teste

Reação Química Lenta	Número de vezes citado	Reação Química Rápida	Número de vezes citado
Combustão/queima de papel, toras de lenha, carvão.	10	Combustão/queima/explosão de gasolina, lenha em lascas, madeira, papel, álcool, dinamite, bomba atômica, TNT.	48
Apodrecimento/decomposição de frutas.	22	Apodrecimento/decomposição de frutas.	3
Fermentação de pães, bolos, massas/crescimento de pão e bolo.	16	Fermentação de pães, bolos, massas/crescimento de pão e bolo.	2
Decomposição de plástico, pneu, metal.	1 cada	Formação da coalhada/queijo.	10
Formação da ferrugem.	8	Reação de formação de gás carbônico.	8
Decomposição de cadáver.	1		
Formação de rochas.	1		

Fonte: Autora

Ao comparar as respostas corretas atribuídas no pré-teste e no pós-teste, destacamos o aumento de exemplos associados à fermentação como reação química lenta, geralmente esse exemplo de reação química estava sendo comparado a reações químicas de combustão, classificadas como rápidas. Outro exemplo bastante citado foi a reação química lenta de formação da ferrugem em superfície de ferro ou metal, resposta que provavelmente tem origem nas atividades realizadas no laboratório da escola e em sala de aula. Entre as respostas corretas de reações químicas rápidas no pós-teste, destacamos a formação de coalhada e queijo, citada 10 vezes, e a formação de gás carbônico pela adição de água no comprimido efervescente, citado oito vezes. Esses exemplos certamente são decorrentes as atividades de aprendizagem desenvolvidas na UEPS.

Como constatado nas respostas do pré-teste para a questão 2, foram consideradas 131 respostas corretas para os exemplos de reações químicas lentas e rápidas contra 150 respostas corretas do pós-teste para a mesma questão. Esses dados indicam que os estudantes compreendem a diferença de velocidade das reações químicas e que as atividades desenvolvidas contribuíram para melhorar o índice, fato comprovado principalmente pelo acréscimo de exemplos relacionados à produção de queijo e pelas atividades experimentais sobre os fatores que afetam a velocidade das reações químicas.

Questão 3 – Fatores que afetam a velocidade das reações químicas (pós-teste)

Na questão em pauta, buscamos verificar a compreensão dos estudantes sobre os fatores que afetam a velocidade das reações químicas, em especial a superfície de contato. Para tanto, utilizamos o saber popular que diz que, para iniciar uma fogueira ou lareira, devemos começar o fogo com lascas de madeira, para somente depois utilizar toras. Os resultados do pré-teste e do pós-teste para essa questão podem ser comparados através da tabela 17.

Tabela 17 - Respostas da Questão 3 – Pré-teste e Pós-teste

Tipo de Resposta	Pré-teste	Pós-teste
	Quantidade de Resposta	Quantidade de Resposta
Resposta Correta (C)	1	24
Resposta Parcialmente Correta (PC)	9	1
Resposta Incorreta A (IA)	6	3
Resposta Incorreta B (IB)	30	19
Resposta em Branco (B)	2	1

Fonte: Autora

Em relação às respostas classificadas como corretas, os resultados demonstram ampla melhora na explicação do fenômeno descrito no enunciado da questão 3 no pós-teste. De uma resposta correta passamos a 24 respostas corretas (exemplos E-02, E-27 e E-41). Esse resultado demonstra que o desenvolvimento da UEPS, mediado pelo emprego de saberes populares, promoveu a aprendizagem do conceito. O número de respostas “parcialmente correta” reduziu de nove para uma, resposta fornecida pelo exemplo E-35. A tabela 18 apresenta resumidamente alguns exemplos de respostas.

Como no pré-teste, as respostas classificadas como “incorreta A” foram estabelecidas para classificar as respostas que estão totalmente em desacordo com o conceito cientificamente aceito, o exemplo E-21 e E-026 representam esse tipo de respostas incorretas. O número dessas respostas passou de seis para três, a redução de respostas incorretas representa o aumento de respostas corretas, índices desejados na aprendizagem dos conceitos químicos.

As respostas “incorretas B” foram assim classificadas porque não informam que a superfície de contato é o fator determinante para o aumento da velocidade da reação química, no entanto, os estudantes demonstram conhecimentos sobre “combustão”, relacionando a presença de oxigênio, exemplo E-05 e E-50, ao tamanho e espessura da lenha, exemplo E-03, e ao calor/temperatura, no exemplo E-15. O número dessas respostas passou de 30 para 19, uma redução significativa. Um estudante não respondeu a essa questão no pós-teste, enquanto que no pré-teste dois estudantes não haviam respondido.

Tabela 18 - Algumas respostas da Questão 3 – Pós-teste

Tipo de Resposta	Quantidade de Resposta	Exemplo de Resposta
Resposta Correta (C)	24	<i>Exemplo E-02:</i> Superfície de contato. <i>Exemplo E-27:</i> A superfície de contato das lascas é maior que a superfície da tora, as lascas por estarem separadas também possuem mais oxigênio entre elas o que ajuda no aumento da velocidade da reação. <i>Exemplo E-41:</i> Porque a sua superfície de contato é maior, ou seja, irá queimar por completo antes que as toras, porque nelas irá demorar mais até o fogo chegar em seu meio.
Resposta Parcialmente Correta (PC)	01	<i>Exemplo E-35:</i> O oxigênio está em maior “campo” digamos. Pega uma área maior por isso é mais rápido se for tora fica mais difícil queimar até o fim mais rápido.
Resposta Incorreta A (IA)	03	<i>Exemplo E-21:</i> Essa reação ela pode sim queimar mais rápido, mas isso ocorre quando acontece a reação química. <i>Exemplo E-26:</i> Concentração, por que devemos colocar a lasca e tentar acender o fogo depois que tem a chama pode ser colocado toras pra se concentrar.
Resposta Incorreta B (IB)	19	<i>Exemplo E-03:</i> A lasca de lenha é mais fina que a tora por isso ela tem mais facilidade de pegar fogo do que a tora. <i>Exemplo E-05:</i> É que nas lascas o ar circula com maior facilidade então como o fogo precisa de oxigênio para queimar é melhor as madeiras em lascas. <i>Exemplo E-15:</i> Com as lascas a reação é mais fácil de acontecer porque a combustão dos reagentes tem facilidade com a temperatura e a forma. <i>Exemplo E-50:</i> Pelo fato da lasca ser menor e ter mais passagem de ar e esquentar mais rapidamente.
Resposta em Branco (B)	01	-----

Fonte: Autora

A comparação do resultado do pré-teste com o pós-teste demonstra progresso na aprendizagem do conceito “superfície de contato” e “combustão”, lembrando que na questão 1 e 2 do pré-teste e pós-teste a reação química de combustão foi muito citada.

Questão 4 – Relação entre variáveis em uma reação química (pós-teste)

Na questão 4, um gráfico representando uma reação química foi utilizado para verificar a compreensão dos estudantes sobre as variáveis “tempo e concentração” e os conceitos “reagentes e produtos”. Os estudantes deveriam explicar de forma descritiva a reação química expressa no gráfico. A tabela 19 apresenta os dados do pré-teste e os do pós-teste.

Tabela 19 - Respostas da Questão 4 – Pré-teste e Pós-teste

Tipo de Resposta	Pré-teste Quantidade de Resposta	Pós-teste Quantidade de Resposta
Resposta Correta (C)	8	25
Resposta Parcialmente Correta (PC)	12	8
Resposta Incorreta (I)	22	7
Resposta em Branco (B)	6	8

Fonte: Autora

De oito respostas “corretas” obtidas no pré-teste, passamos para 25 no pós-teste. Esse resultado permite inferir que 17 estudantes, além dos oito no pré-teste, demonstraram aptidão na interpretação do gráfico, atribuindo respostas condizentes com as esperadas e relacionando as variáveis corretamente com os conceitos, como consta nos exemplos E-02 e E-11 da tabela 20.

Tabela 20 - Algumas respostas da Questão 4 – Pós-teste

Tipo de Resposta	Quantidade de Resposta	Exemplo de Resposta
Resposta Correta (C)	25	<i>Exemplo E-02:</i> A quantidade de reagentes diminui com o passar o tempo e a quantidade de produtos aumenta. <i>Exemplo E-11:</i> A linha de reagentes é direcionada para baixo afinal durante a reação é ele que vai sendo consumido e a linha do produto sobe pois ao longo da reação mais produto vai sendo produzido.
Resposta Parcialmente Correta (PC)	08	<i>Exemplo E-17:</i> Que os reagentes formam os produtos. <i>Exemplo E-20:</i> Produtos: é quando a concentração está subindo e a reação permanece aumentando. Reagentes: é quando a concentração está subindo e ocorre a reação e começa a baixar.
Resposta Incorreta (I)	07	<i>Exemplo E-08:</i> Para que uma reação química ocorra é necessário que as substâncias envolvidas “reagentes” encontrem condições favoráveis para a formação de um ou mais “produtos”. <i>Exemplo E-21:</i> É o começo dos produtos que está acima dos reagentes.
Resposta em Branco (B)	08	----

Fonte: Autora

Os resultados do pré-teste para essa questão serviram de alerta para os pesquisadores, pois, para a aprendizagem dos novos conceitos, constatamos ausência de subsunçores adequados (nos 22 estudantes que responderam incorretamente essa questão, tabela 19) para ancorar os

conceitos de Cinética Química. Assim, as estratégias de ensino da UEPS foram planejadas para atender a necessidades como essas. Analisando os resultados do pós-teste e das “questões 3 e 7”, que também possuíam gráficos, podemos afirmar que houve avanço na interpretação do gráfico e na aprendizagem sobre esses conceitos químicos.

As respostas classificadas como “parcialmente corretas” podem ser observadas nos exemplos E-17 e E-20. Nesses casos, as respostas exprimem certa incompreensão entre a relação das variáveis tempo e concentração.

O número de respostas “incorretas” diminuiu acentuadamente, de 22 para sete. Esse resultado é significativo porque evidencia que os recursos didáticos, as atividades e o modelo de ensino adotado na investigação proporcionaram a aprendizagem dos conceitos de Cinética Química, um dos nossos principais objetivos.

Questão 5 – Fatores que alteram a velocidade das reações químicas (pós-teste)

Comparando os resultados do pré-teste com o pós-teste da questão 5 (tabela 21), constatamos que o número de respostas “corretas” dobrou e o número de respostas “incorretas” reduziu pela metade. Esse resultado é positivo diante das inúmeras justificativas errôneas utilizadas pelos estudantes na interpretação da “Tirinha da Turma da Mônica” no pré-teste.

Tabela 21 - Respostas da Questão 4 – Pré-teste e Pós-teste

Tipo de Resposta	Pré-teste Quantidade de Resposta	Pós-teste Quantidade de Resposta
Resposta Correta (C)	5	10
Resposta Parcialmente Correta (PC)	23	27
Resposta Incorreta (I)	19	10
Resposta em Branco (B)	1	1

Fonte: Autora

Os resultados positivos quanto à aprendizagem demonstram que a intervenção didática, amparada nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, concretizou situações significativas durante o processo da pesquisa.

Tabela 22 - Algumas respostas da Questão 5 – Pós-teste

Tipo de Resposta	Quantidade de Resposta	Exemplo de Resposta
Resposta Correta (C)	10	<i>Exemplo E-19:</i> Porque elas precisam ficar em lugares frescos, fora da temperatura ambiente, assim atrasa o apodrecimento delas. <i>Exemplo E-32:</i> Porque a temperatura ambiente é alta e acelera o processo de decomposição das frutas. Já a geladeira tem a temperatura baixa e faz com que esse processo leve mais tempo para começar.
Resposta Parcialmente Correta (PC)	27	<i>Exemplo E-09:</i> A geladeira mantém as frutas frescas e maduras por um tempo mais longo, já se deixarmos as frutas fora dela, sem serem refrigeradas, com certeza vão apodrecer. <i>Exemplo E-35:</i> Porque elas ficam no calor em contato com bactérias e fungos. Na geladeira, se conserva bem e tem menos chance de ter bactérias e fungos. <i>Exemplo E-38:</i> Porque a geladeira tem a menor temperatura, o que impede de as bactérias se propaguem nos alimentos, porque eles não vivem em temperaturas baixas. <i>Exemplo E-44:</i> Porque a temperatura e os fungos (bactérias) que vão estar ali faz com que ela apodreça, já na geladeira e elas não vão resistir.
Resposta Incorreta (I)	10	<i>Exemplo E-46:</i> Porque elas têm conservantes e é uma reação química por isso apodrece rapidamente. <i>Exemplo E-49:</i> Porque na geladeira tem uma temperatura mais elevada para manter as frutas estáveis.
Resposta em Branco (B)	01	----

Fonte: Autora

Os exemplos E-19 e E-32 representam as 10 respostas classificadas como “corretas”, pois explicam que a temperatura é o fator determinante que influencia na velocidade da reação de apodrecimento das frutas.

Outras 27 respostas atenderam aos critérios de classificação “parcialmente correta”, esse resultado é sutilmente maior do que o alcançado no pré-teste. No exemplo E-09, a justificativa está na refrigeração da geladeira, no entanto, não há estabelecimentos entre maior ou menor temperatura; no exemplo E-35, a justificativa pauta-se no calor e na menor chance de ter bactérias e fungos na geladeira e no exemplo E-38, a justificativa é de que as bactérias e fungos “não vivem em temperaturas baixas”, demonstrando equívoco sobre o assunto, o que torna a resposta parcialmente correta, tal como no exemplo E-44.

Os exemplos E-46 e E-49 representam as questões classificadas como “incorretas”, comparando os resultados do pré-teste com o pós-teste, verificamos que de 19 respostas

incorretas passamos a 10, evidenciando uma redução significativa, resultado positivo, mas ainda elevado, considerando o desenvolvimento da UEPS.

A partir dos resultados, podemos ponderar que mais da metade dos estudantes ainda apresentam dificuldade em justificar corretamente a “temperatura” como fator determinante na velocidade de reação. Na questão 1 do pré-teste e pós-teste, a situação “1c” apresentou um pequeno nível de melhora nas respostas corretas sobre a classificação de “apodrecimento de frutas” como transformação física ou química e o número de respostas incorretas daquela questão é praticamente o mesmo da questão 5. Comparando os resultados das duas questões sobre a reação de apodrecimento das frutas, tanto sobre o tipo de transformação quanto os fatores que afetam a velocidade desta reação, constatamos que aproximadamente 10 estudantes apresentam dificuldade na aprendizagem desse tema.

A análise comparativa entre os dados das questões do pré-teste com do pós-teste representam parcialmente os resultados da pesquisa. Estabelecer parâmetros para classificar as respostas e compará-las contribui para a averiguação dos resultados do fenômeno estudado. Os resultados comparativos somados aos dados analisados de forma não comparativa, como aqueles das atividades experimentais, da avaliação escrita e dos mapas conceituais, de forma conjunta pretendem responder às questões propostas nesta pesquisa.

O resultado do pré-teste e do pós-teste evidencia indícios de Aprendizagem Significativa dos conceitos químicos, esse resultado vai compor, junto aos demais, o resultado final da pesquisa.

Verificação da aprendizagem dos conceitos por meio dos mapas conceituais (MCB)

Os mapas conceituais elaborados ao término da UEPS, denominados Mapa Conceitual B (MCB), foram propostos para verificar a compreensão dos estudantes sobre os conceitos de Cinética Química. Cada dupla ou trio, identificado por um código E01, E02, E03, E04..., elaborou um mapa conceitual, buscando responder à seguinte questão focal: Quais conceitos sobre Cinética Química indicam as condições necessárias para ocorrência de uma reação química, conforme teoria das colisões, e quais fatores afetam a velocidade das reações químicas?

Os grupos elaboraram os MCB sem o auxílio da professora de Química e de materiais didáticos (livros, listas de exercícios etc.). A professora de Química e a doutoranda acompanharam os estudantes durante a elaboração para garantir que o trabalho ocorresse durante o tempo previsto, sem comprometer a programação. Não foi realizada instrução sobre os

elementos que compõem o mapa conceitual (conceitos, palavras de ligações, proposições), pois os estudantes já estão minimamente familiarizados com a técnica de mapeamento conceitual.

Diferente dos mapas conceituais do estudo exploratório (capítulo 5) e daqueles elaborados para sistematizar a atividade prática do saber popular da produção de queijo (denominados MCA – capítulo 6), não fornecemos conceitos para guiar a construção desses mapas. Os estudantes escolheram de forma autônoma os conceitos referentes à Cinética Química para organizar seus mapas conceituais.

A análise dos MCB difere dos MCA, pois naqueles avaliamos dois aspectos: 1) Se os mapas conceituais possuem estrutura condizente com o modelo sugerido por Novak e Gowin (1996, p. 52), tal como foi utilizado na análise dos mapas conceituais do capítulo 5 (estudo exploratório); 2) Se os estudantes compreenderam as distintas etapas de produção de queijo. Para análise dos MCB, adotamos as categorias descritas no capítulo 4.

A análise qualitativa dos mapas conceituais tem como objetivo verificar a organização da estrutura cognitiva dos estudantes em relação aos conceitos de Cinética Química, após o desenvolvimento da UEPS. Os conceitos subsunçores identificados no questionário de conhecimentos prévios serviram como parâmetro para indicar melhora na compreensão daqueles conceitos e assimilação dos novos conceitos sobre Cinética Química.

A utilização do mapa conceitual no encerramento da UEPS tem como propósito a verificação de possíveis indícios de ocorrência de Aprendizagem Significativa, isso porque o corpo de conhecimentos já foi trabalhado, e, portanto, espera-se que os conceitos estejam disponíveis na estrutura cognitiva dos estudantes. A ideia é verificar como todos esses conceitos estão organizados, analisando a hierarquia, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa e a aprendizagem dos conceitos de Cinética Química. Por meio dos mapas conceituais, buscamos verificar se a prática do saber popular da produção do queijo foi significativa para o processo de aprendizagem dos estudantes.

O quadro 9, que consta no capítulo 4, apresenta as categorias para analisar os MCB. Incluímos o mesmo quadro neste capítulo também para facilitar a dinâmica da leitura do trabalho.

Quadro 9 - Categorias de análise dos Mapas Conceituais B - MCB

CATEGORIA		DESCRIÇÃO
1	Dados gerais Hierarquia Diferenciação progressiva Reconciliação integrativa	Aspectos gerais da análise dos mapas conceituais. Aspectos referentes à hierarquia conceitual: conceitos dispostos em níveis hierárquicos de acordo com o grau de inclusividade, dos mais inclusivos no topo do mapa para os menos inclusivos em níveis hierárquicos inferiores. Diferenciação progressiva: organização dos conceitos, evidenciando a progressiva relação entre os conceitos por meio das proposições. Reconciliação integrativa: presença de ligações cruzadas, indicando ligações entre segmentos diferentes do mapa.
2	Conceitos*	Identificação dos principais conceitos desenvolvidos durante a UEPS.
	2.4 Reação Química e Cinética Química	Conceitos e formação de proposições sobre reagente, produto, reação química, velocidade das reações químicas e variação da velocidade (velocidade média).
	2.5 Teoria das Colisões	Conceitos e formação de proposições que indiquem as condições necessárias para a formação de produto, segundo a teoria das colisões – geometria favorável, colisão eficaz e não eficaz, energia de ativação e complexo ativado.
	2.6 Fatores que afetam a Velocidade das Reações Químicas	Conceitos e formação de proposições que indiquem os principais fatores que afetam a velocidade de uma reação química: temperatura, concentração, superfície de contato e catalisador.
3	Saber Popular	Inclusão do saber popular da produção de queijo no mapa conceitual, relacionando com conceitos estudados na UEPS ou indicando exemplo de reações químicas ou velocidade das reações químicas.

Fonte: Autora

Tal como na análise dos MCA, escolhemos uma amostra representativa dos MCB para incluir no corpo do texto da tese. Dos 24 mapas elaborados, incluímos nove mapas para discutir os dados. Os MCB escolhidos representam diferentes níveis de compreensão dos estudantes sobre os conceitos. Conforme fomos discutindo as categorias, incluímos um ou outro mapa para ilustrar os aspectos gerais e específicos da categoria e do mapa.

Categoria 1 – Dados gerais, hierarquia, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa

Pela análise geral dos dados, contabilizamos em média 19 conceitos em cada MCB. Em dois mapas, constatamos a presença de 13 conceitos, menor número, e em dois mapas, verificamos 28 e 30 conceitos, maior número. Comparando a média geral de conceitos utilizados no MCA (17 conceitos) com o MCB (19 conceitos), identificamos uma sutil ampliação.

Não podemos desconsiderar que nos MCA foram fornecidos nove conceitos para auxiliar a elaboração dos mapas. Para o MCB, não fornecemos conceitos, apenas sugerimos aos estudantes que elaborassem os mapas, buscando responder à questão focal e utilizassem os conceitos trabalhados durante o desenvolvimento da UEPS. Procedemos assim porque acreditamos que ao término do desenvolvimento de uma UEPS, os estudantes estão familiarizados com os conceitos, e isso deve ser o suficiente para garantir a construção de mapas conceituais, conforme idealização de Novak e Gowin (1996).

Em cinco MCB, constatamos o emprego de frases no lugar dos conceitos (MCB-E014, MCB-E19 e MCB-E23). A ocorrência pode indicar dificuldade dos estudantes em organizar conceitos e formar proposições, falta de compreensão dos conceitos estudados e pode estar relacionada à frequente memorização de respostas consideradas certas para um determinado corpo de conhecimento.

É sabido que os estudantes estão habituados ao formato tradicional de representar a aprendizagem, geralmente por meio de testes objetivos ou situações que consideram apenas as respostas corretas (MOREIRA, 2011b). Quando são propostas novas formas para obter respostas para verificar o nível de compreensão dos conceitos estudados, como no caso de mapas conceituais, observamos resistência diante dessas situações. A autonomia em expor os conhecimentos não é muito aceita por alguns estudantes, como já constatado em pesquisas realizadas (COSTA BEBER et al., 2013). Esses fatores podem contribuir também para a utilização de frases explicativas no lugar de conceitos.

Outra informação obtida nos MCB refere-se à identificação do conceito mais inclusivo ‘cinética química’ (figura 34 MCB-E01, elipse com linha pontilhada) em 22 mapas, e o conceito ‘reação química’ em dois mapas (MCB-E23 é um desses). Podemos sugerir que os estudantes retiraram da questão focal o conceito mais inclusivo e essa escolha pode também estar associada à ampla utilização do conceito nas aulas e atividades desenvolvidas na UEPS. Isso pode ter auxiliado a compreensão dos estudantes de que o conceito ‘cinética química’ representa o conceito mais inclusivo do corpo de conhecimento, ocupando o topo de mapa (ONTORIA, 2005).

Outro item da categoria 1 é a hierarquia conceitual. Buscamos verificar nos MCB a organização hierárquica para verificar se os conceitos mais inclusivos subordinam ou não os menos inclusivos (ONTORIA, 2005, MOREIRA, MASSINI, 2001; NOVAK, GOWIN, 1996, NOVAK 2010). Em 20 MCB, a hierarquia conceitual está condizente com o corpo de conhecimentos de Cinética Química, em quatro mapas, constatamos inconsistências quanto à hierarquia e nenhum mapa apresentou hierarquia conceitual totalmente inadequada ou em desacordo com o corpo de conhecimentos de Cinética Química.

Quando analisamos a hierarquia de mapas conceituais, devemos considerar que existe, para um determinado corpo de conhecimentos, consenso entre professores, especialistas e pesquisadores quanto à hierarquia desses conceitos. No entanto, não podemos esquecer que os mapas conceituais apresentam elementos idiossincráticos, significativos para um grupo ou para um único estudante, enquanto que para outros, figura com pouca relevância. Assim, as experiências de vida e as aprendizagens podem ser percebidas muitas vezes na hierarquia conceitual de mapas conceituais elaborados por um mesmo grupo de estudantes, tanto quando elaborados por estudantes de grupos diferentes. Com isso, queremos destacar que não são apenas o ensino, a metodologia e a aprendizagem dos elementos que sustentam a organização de mapas conceituais, mas também os elementos idiossincráticos. Assim, defendemos a ideia que a análise de mapas conceituais deve privilegiar os aspectos qualitativos.

Observamos em alguns mapas que, ao organizar os conceitos referentes aos ‘fatores que afetam a velocidade das reações químicas’, os estudantes dispuseram os conceitos em ordem linear, um abaixo do outro. Nesses casos, não interpretamos essa hierarquização como se o conceito superior da sequência estivesse subordinando o conceito abaixo, entendemos que isso ocorreu para ocupar de forma mais adequada o espaço disponível na folha de papel, onde os mapas foram elaborados, como também para evidenciar os quatro principais fatores que foram observados na sequência trabalhada durante as atividades experimentais.

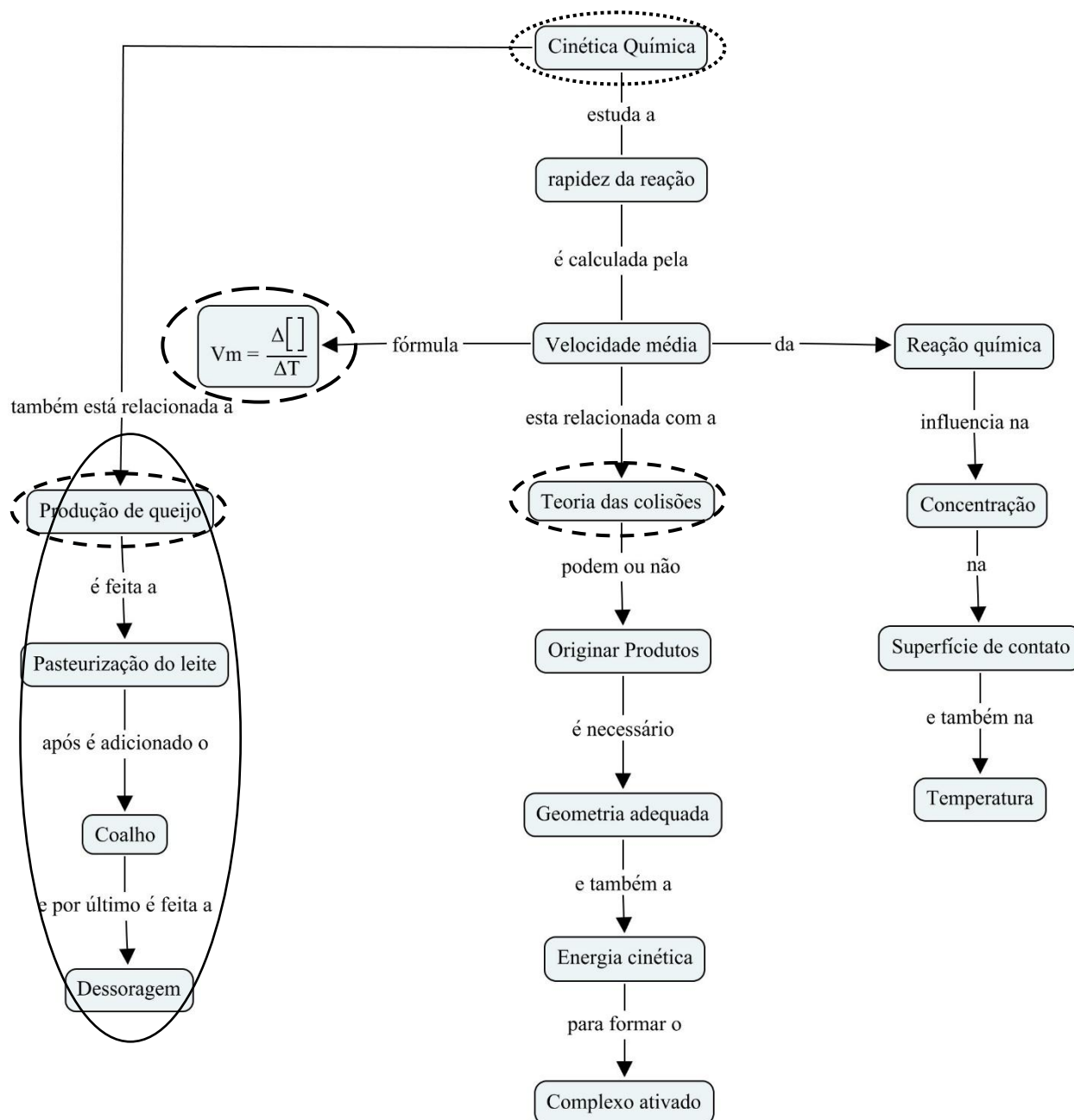
Nos mapas MCB-E01, MCB-E06, MCB-E14, MCB-E17, MCB-19 e MCB-E24, a hierarquia conceitual dos fatores que afetam a velocidade das reações químicas estão dispostos em ordem linear.

Em mapas que incluíram conceitos referentes ao processo de produção de queijo, verificamos também, em alguns casos, a sequência linear hierárquica dos conceitos (MCB-E01, MCB-E-06, MCB-E14, MCB-E017, MCB-E19 e MCB-E24).

Além da disposição dos conceitos referentes à produção do queijo seguir a ordem hierárquica linear, notamos no MCB-E01 (figura 34, elipse com linha tracejada) o conceito ‘produção de queijo’ ocupando o mesmo nível hierárquico do conceito ‘teoria das colisões’. No

MCB-E10, o conceito ‘produção de queijo’ ocupa o mesmo nível hierárquico do conceito mais inclusivo do mapa ‘cinética química’. Isso pode representar que, para esses estudantes, o conceito em questão é tão importante e significativo quanto os mais inclusivos do corpo de conhecimento. Na figura 34, os conceitos referentes à produção de queijo estão destacados em elipse de traço contínuo.

Figura 34 - MCB-E01



Fonte: Estudantes

Analisando a estrutura e os conceitos do MCB-E01, identificamos a tentativa de responder à questão focal por meio dos conceitos sobre teoria das colisões e os fatores que afetam a velocidade das reações químicas. Entre os fatores, ficou de fora o conceito ‘catalisador’ e as proposições formadas deixam dúvida sobre a compreensão dos estudantes sobre esses conceitos. Além disso, as palavras de ligação utilizadas reforçam a parcial incompreensão sobre os fatores.

Ainda sobre o MCB-E01, os estudantes relacionam o conceito mais inclusivo ‘cinética química’ ao conceito ‘produção de queijo’, incluindo ainda algumas etapas desse processo ‘pasteurização, coalho e ‘dessoragem’. Isso representa que a aprendizagem dos conceitos de Cinética Química está relacionada à atividade prática de produção de queijo. Nesse sentido, ponderamos que a atividade do saber popular influenciou na aprendizagem dos conceitos, podendo sugerir indícios de Aprendizagem Significativa.

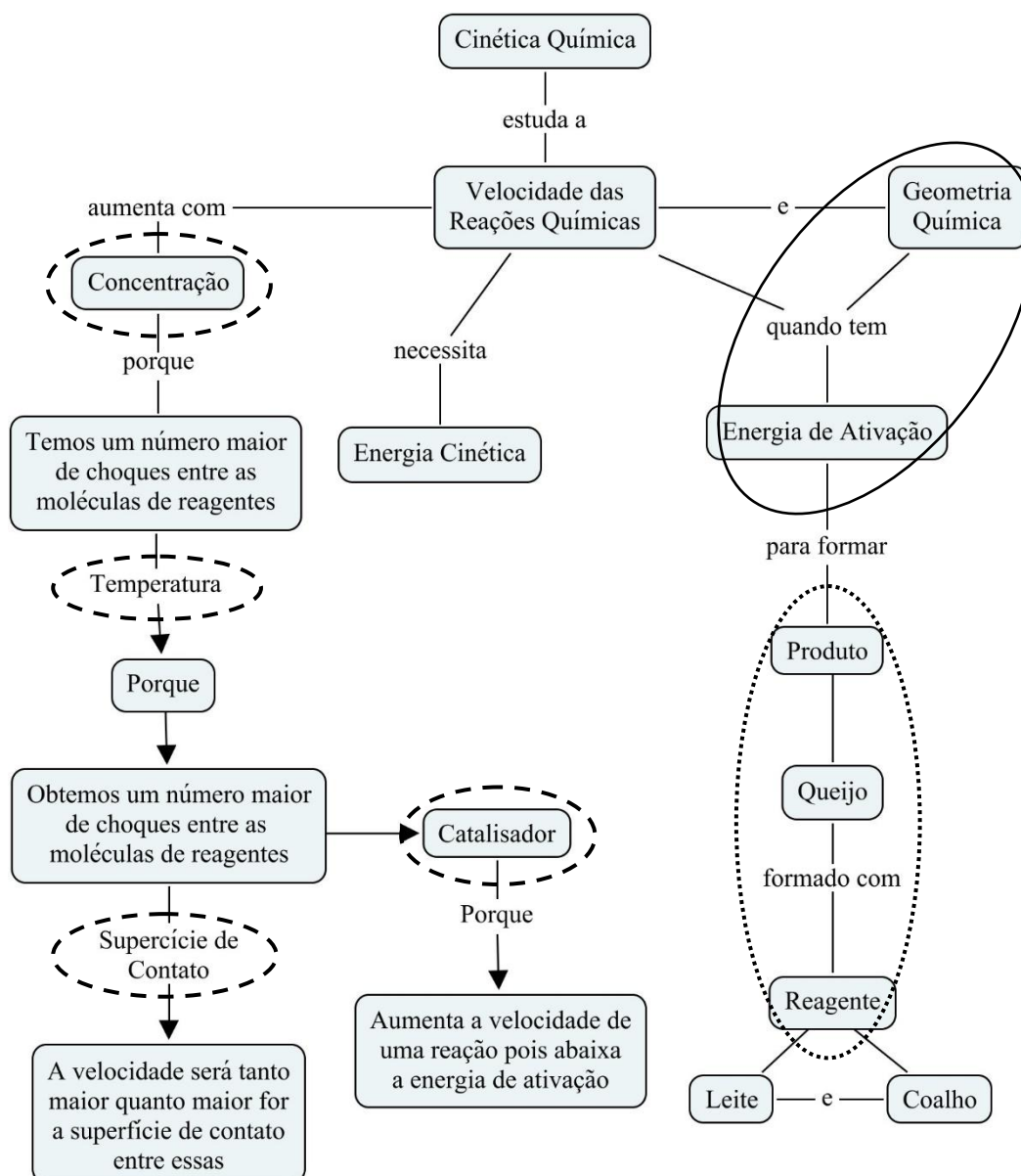
Embora não tenham sido realizadas ligações cruzadas entre conceitos de segmentos diferentes e a estrutura apresentar algumas proposições incorretas, concluímos que parcialmente os principais elementos que constituem os mapas e parte dos conceitos trabalhados na UEPS estão contemplados.

A diferenciação progressiva como um princípio programático também é discutida na categoria 1. Entre os 24 mapas elaborados, em dois constatamos que os conceitos foram organizados de forma a não atender à diferenciação progressiva, e em 22 atendem.

No MCB-E01, apesar da linearidade de hierarquia conceitual sobressair, é possível perceber que os princípios programáticos da diferenciação progressiva estão presentes, uma vez que as proposições estão adequadas, representando compreensão parcial dos conceitos estudados.

No MCB-E19 (figura 35), verificamos que a hierarquia conceitual, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa não atendem aos critérios delineados por nossos referenciais. Observando a hierarquia conceitual desse mapa, identificamos o conceito ‘produto’ localizado em nível superior ao conceito ‘reagente’, estando separado inclusive pelo conceito ‘queijo’ (elipse em linha pontilhada). Nessa situação, para atender aos critérios de hierarquia, o conceito ‘reagente’ deveria subordinar os conceitos ‘leite, coalhada, produto e queijo’.

Figura 35 - MCB-E19



Fonte: Estudantes

Em relação à diferenciação progressiva, destacamos os conceitos ‘geometria química’ e ‘energia de ativação’, utilizados sem estabelecer proposições adequadas. Faltam conceitos para representar a teoria das colisões e as relações com o conceito ‘cinética química’. O conceito ‘geometria química’ foi usado no lugar do conceito ‘geometria favorável’. A deficiência dos aspectos conceituais e de diferenciação progressiva indicam que o MCB-E19 não responde adequadamente à questão focal porque não evidencia nas proposições que o choque entre as

moléculas de reagentes devem atingir a energia de ativação, formando o complexo ativado e, em seguida, os produtos (elipse em linha contínua).

A reconciliação integrativa em um mapa conceitual estabelece a ligação entre segmentos diferentes, a capacidade de estabelecer ligações cruzadas está associada à compreensão e ao domínio de conceitos pertencentes a corpos distintos de conhecimento, mas que, no entanto, podem estabelecer ligações. No MCB-E01 e no MCB-E19 não há reconciliação integrativa aparente.

Nos 24 MCB elaborados, foram identificadas ligações cruzadas que caracterizam a reconciliação integrativa em 11 mapas. Comparando aos mapas elaborados no estudo exploratório (capítulo 5), onde não identificamos nenhuma ligação cruzada, e aos MCA (capítulo 6), onde identificamos ligações cruzadas em sete mapas, constatamos nesses mapas (MCB) melhora com relação ao aspecto reconciliação integrativa. Não podemos deixar de destacar que segundo nossos principais referenciais, a presença de ligações cruzadas indica a Aprendizagem Significativa dos conceitos.

A ampliação da discussão sobre os elementos da categoria 1 é retomada sempre que o mapa em discussão apresentar algum dado referente a essa categoria que merece ser destacado, principalmente quando esses ilustrarem ligações cruzadas características de reconciliação integrativa. Passamos para a análise, buscando destacar a categoria 2.

Categoria 2 – Conceitos

2.1 Reações químicas

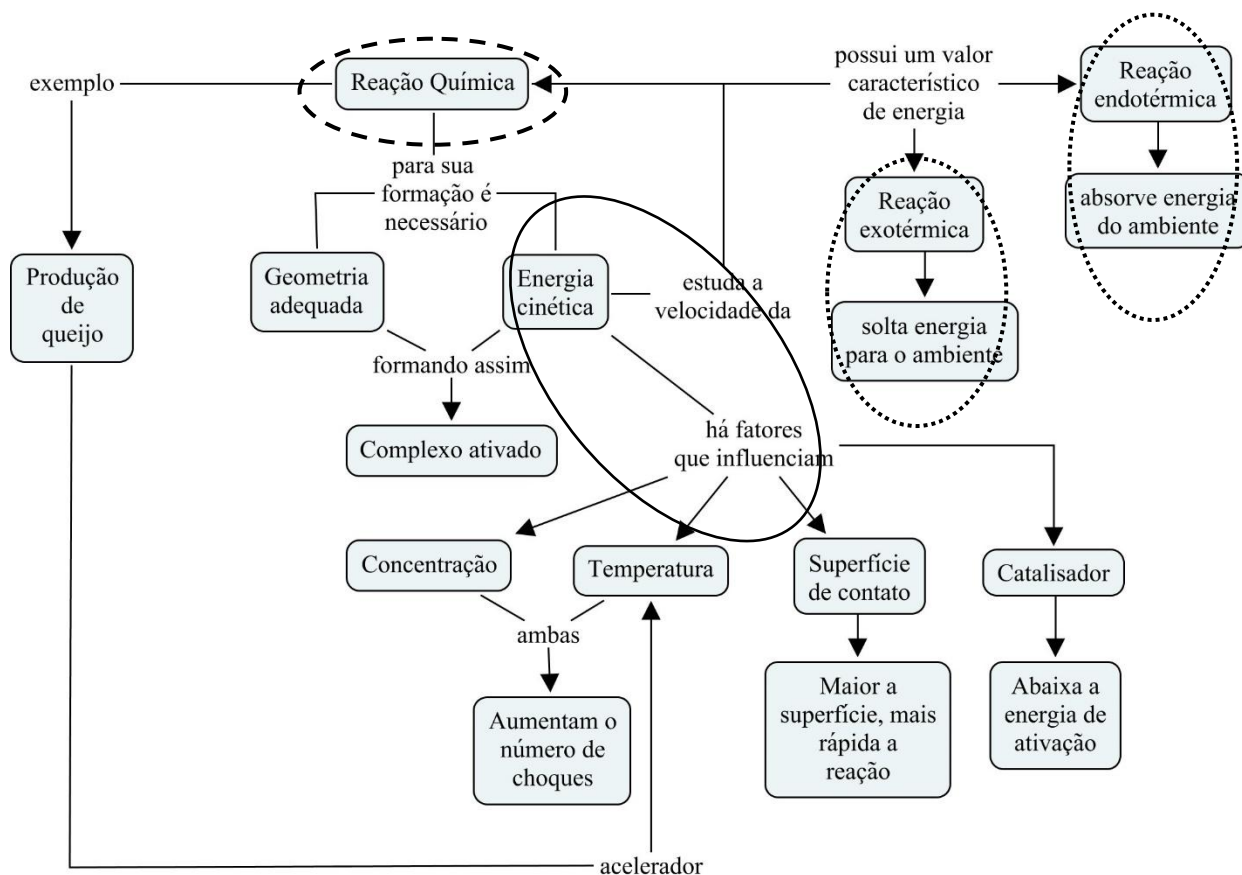
Essa categoria foi estabelecida para analisar os conceitos referentes à Cinética Química relacionados à reação química, ao reagente, ao produto, à velocidade das reações, à velocidade média das reações e a reações endotérmicas e exotérmicas.

Entre os 24 mapas elaborados, apenas um não incluiu o conceito ‘reação química’ ou ‘reação’ (MCB-E20). Esse conceito, junto ao conceito ‘Cinética Química’, figura entre os mais inclusivos para esse corpo de conhecimentos, com capacidade de responder à questão focal.

O conceito ‘reação química’ pode ser observado como conceito mais inclusivo no MCB-E23, figura 36 (em elipse com linha tracejada). Nos mapas MCB-E01, MCB-E09, MCB-E10, MCB-E17 e MCB-E24, o conceito ‘reação química’ situa-se no topo do mapa, ligeiramente abaixo do conceito mais inclusivo. No mapa MCB-E06, constatamos apenas o conceito ‘reação’ ocupando nível hierárquico superior, mais abaixo dos conceitos ‘cinética química’ e ‘velocidade’. No mapa MCB-E14, verifica-se o conceito ‘velocidade das reações’ e, no mapa

MCB-E19, o conceito ‘velocidade das reações químicas’. Na figura 36, o MCB-E23 representa o conceito ‘reação química’ no topo do mapa.

Figura 36 - MCB-E23



Fonte: Estudantes

O mapa MCB-E23 também representa os mapas que incluíram os conceitos ‘reação endotérmica’ e ‘reação exotérmica’ (MCB-E02, MCB-E03, MCB-E04 e MCB-E212), totalizando cinco mapas que especificam a liberação e a absorção de energia durante a reação química.

Nos mapas MCB-E01, MCB-E06, MCB-E10, MCB-E17 e MCB-E24, os conceitos ‘velocidade’ e ‘velocidade média’ estão incluídos, estabelecendo ligação com o conceito ‘cinética química’, ‘reação química’ e ‘fatores que afetam a velocidade das reações químicas’. Em 13 MCB foram incluídos os conceitos referentes à velocidade ou velocidade média e, entre esses, os citados anteriormente. Em alguns casos, como nos mapas MCB-E01 e MCB-E06, os estudantes incluíram a fórmula para calcular a velocidade média nos mapas conceituais. No MCB-E01 (figura 34), destacamos em elipse com linha em tracejado longo a fórmula.

Em relação à análise geral da categoria 2.1 (reações químicas), constatamos que os estudantes demonstram compreensão acerca da relação entre os conceitos ‘reagente e produto’ como elementos fundamentais para a ocorrência de uma reação química. A mesma constatação foi observada na análise da questão 4 do pós-teste, cujo resultado demonstrou ampliação na compreensão desses conceitos com o desenvolvimento da UEPS.

2.2 Teoria das Colisões

Essa categoria foi estabelecida para analisar os conceitos referentes à Cinética Química relacionados à teoria das colisões. Entre esses, os principais conceitos são: energia cinética, complexo ativado, energia de ativação, geometria favorável e colisão eficaz e não eficaz. O ensino do conjunto desses conceitos possibilita aos estudantes a compreensão sobre as condições para a ocorrência de uma reação química e também a relação com os fatores que afetam a velocidade das reações químicas. Cabe ressaltar que a escolha dos conceitos para integrar a UEPS foi sugestão da professora de Química. Todas as decisões tomadas pela equipe de trabalho buscaram atender, principalmente, às necessidades dos estudantes e da escola. Primamos pelo consenso para atender cada um dos envolvidos e seus objetivos.

Em 22 MCB, os conceitos referentes a essa categoria são observados, em apenas dois mapas não constatamos nenhum desses conceitos. Em todos os mapas deste capítulo os conceitos em pauta estão presentes em menor ou maior quantidade, em alguns casos, os conceitos estão formando proposições inadequadas com as explicações científicas, como nos MCB-E14, MCB-E17, MCB-E19 e MCB-E23, mas não em todas as proposições desses mapas.

No exemplo MCB-E17 figura 37, a proposição ‘energia cinética – geometria química – energia aditivada’ (em elipse com linha tracejada) apresenta tanto conceitos equivocados ‘energia aditivada e geometria química’, como a palavra de ligação ‘quando tem’ entre os três conceitos inadequados. Esses dados podem sugerir incompreensão sobre as relações entre os conceitos e seu significado.

Nesse mesmo mapa, em outro segmento, temos proposições adequadas para os demais conceitos dessa categoria, como ‘teoria das colisões’, ‘eficazes’, ‘não eficazes’ e ‘formação de produto’, destacados em duas elipses em linha com tracejado longo. Analisando esse mapa, percebemos que existem incompreensões dos estudantes sobre aspectos estruturais dos mapas, o conjunto de conceitos da categoria 2.2 poderia estar organizado em um único segmento ou ligações cruzadas poderiam ser utilizadas entre esses conceitos. Outro pormenor observado no mapa, mas também observado nos outros mapas analisados, é a utilização repetida de um mesmo

conceito, como o conceito ‘formação de produto’ na parte inferior do MCB-E17, destacado em elipse com linha pontilhada.

No MCB-E23, em relação à categoria 2.2, a ligação entre o conceito ‘energia cinética’ e o termo ‘há fatores que influenciam’ está em desacordo com os conceitos trabalhados (elipse em linha contínua daquele mapa na figura 36), as demais proposições estão corretas.

Figura 37 - MCB-E17

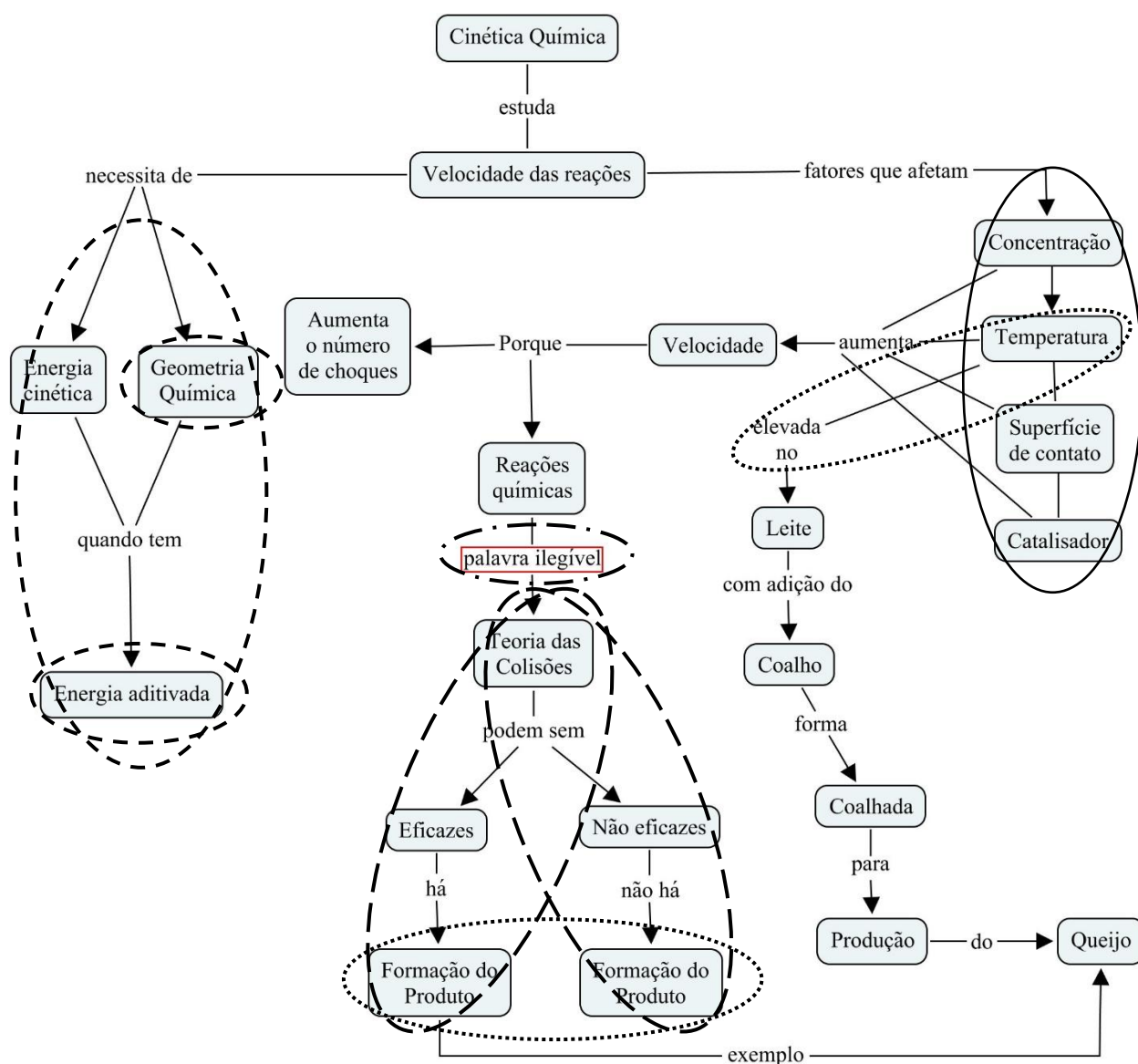


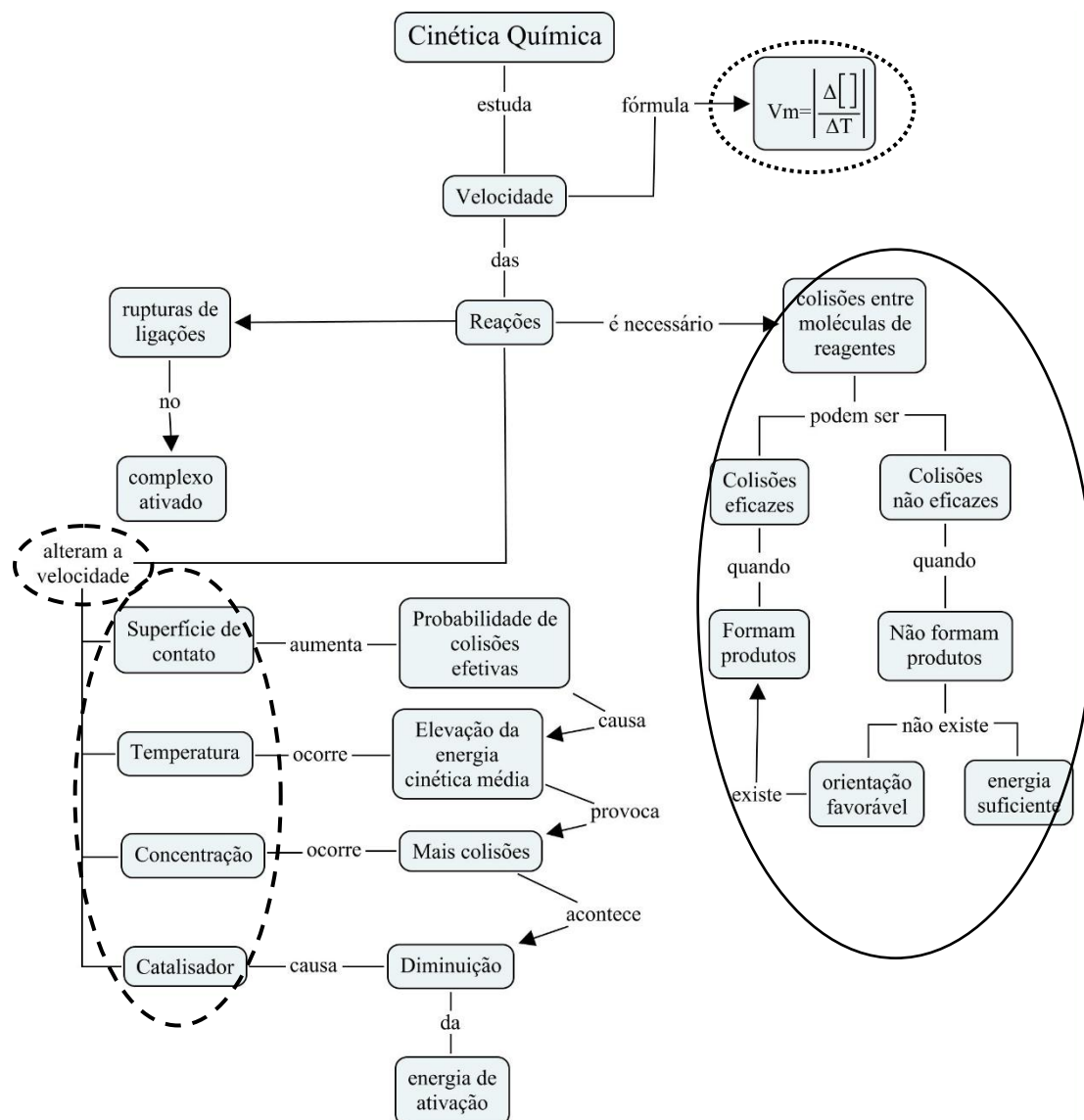
Figura 11: MCB-E17 Fonte: Estudantes

No MCB-E23, a palavra de ligação destacada em elipse com linha travessão ponto não estava legível, optamos por não ocultar esse fato, sinalizando no mapa que a palavra não foi compreendida. Por outro lado, ficam evidentes outros dois segmentos do mapa que apresentam

proposições adequadas. Em um deles, temos os quatro principais conceitos referentes aos fatores que afetam a velocidade das reações, destacado em elipse com traço contínuo, e a indicação de que a ‘temperatura’ é um desses fatores, influenciando na produção do queijo, destacado em elipse com linha pontilhada.

Os mapas MCB-E01, MCB-E06, MCB-E09, MCB-E10 e MCB-E24, deste capítulo, apresentam proposições dos conceitos da categoria 2.2 em acordo com as explicações científicas, e representaremos essas proposições a partir do MCB-E06 da figura 38.

Figura 38 - MCB-E06



Fonte: Estudantes

No MCB-E06, podemos observar que os conceitos da categoria 2.2 (em elipse linha tracejada) estão organizados formando proposições adequadas e demonstrando compreensão dos estudantes sobre esses conceitos. São utilizados os conceitos ‘colisões eficazes’ e ‘colisões não eficazes’ para especificar que as reações ocorrem por meio da colisão entre as moléculas de reagentes. Esses conceitos subordinam os conceitos “formam produtos’ e ‘não formam produto’, indicando que a formação de produto ocorre quando as colisões são eficazes e, quando não são eficazes, não formam produtos. Na extremidade desse segmento do mapa, temos a proposição cuja interpretação dá a entender que os ‘produtos não são formados’ quando ‘não existe’ (como palavra de ligação) ‘energia suficiente’ e ‘geometria favorável’, por outro lado, se ‘existe’ (como palavra de ligação) ‘orientação favoráveis’, há ‘formação de produtos’.

Além das proposições referentes à categoria 2.2, presentes no MCB-E06, destacamos em elipse com linha tracejada a categoria 2.3, referente aos fatores que alteram a velocidade das reações químicas. Os fatores superfície de contato, temperatura, concentração e catalisador formam proposições que explicam as causas da alteração da velocidade sob a influência de cada um desses fatores, justificando por meio dos conceitos da teoria das colisões.

No MCB-E06, não foi incluído nenhum exemplo sobre o conteúdo de Cinética Química, seja relacionado ao saber popular da produção de queijo ou algum outro presente nas atividades experimentais, nas atividades e exercícios. Nesse mapa, foi incluída a fórmula para calcular a velocidade média das reações químicas, elipse em linha pontilhada.

Comparando os resultados dos mapas conceituais na categoria 2.2 com os resultados do pré-teste, podemos sugerir que houve melhora significativa na compreensão e assimilação de novos conceitos. A análise indica que pelos mapas conceituais verificamos resultados melhores do que os obtidos pela avaliação individual escrita.

2.3 Fatores que afetam a velocidade das reações químicas

A categoria 2.3 foi estabelecida para verificar a compreensão dos estudantes sobre os principais fatores que alteram a velocidade das reações químicas.

Os resultados gerais obtidos evidenciam que os 24 mapas conceituais elaborados incluíram os principais fatores que alteram a velocidade das reações químicas.

Em 19 MCB, foram incluídos os fatores: temperatura, concentração, superfície de contato e catalisador, ou seja, os quatro principais fatores. Entre os mapas deste capítulo, os que representam são MCB-E06, MCB-E09, MCB-E10, MCB-E14, MCB-E017, MCB-E19 e MCB-E23.

Em dois MCB identificamos três fatores: temperatura, concentração e superfície de contato. Esses fatores podem ser observados no MCB-E01 e MCB-E24. Em outros dois MCB constatamos cinco fatores: temperatura, concentração, superfície de contato, catalisador e inibidor (MCB-E02 e MCB-E04). Um MCB incluiu seis fatores no mapa, sendo estes: temperatura, concentração, superfície de contato, catalisador, pressão e luz (MCB-E07).

Os resultados quanto à categoria 2.3 indicam excelente aproveitamento com a aprendizagem dos fatores que alteram a velocidade das reações químicas, quando verificados a partir da elaboração de mapas conceituais. Nas questões 3 e 5 do pós-teste, obtivemos uma acentuada melhora na compreensão desses fatores quando comparados aos resultados do pré-teste. Na questão 3, o valor de uma questão correta no pré-teste subiu para 24 no pós-teste. Na questão 4, o valor de cinco questões corretas no pré-teste subiu para 10 no pós-teste.

Na avaliação das questões da segunda atividade experimental, referente à categoria 2.3, os resultados também foram positivos quanto à aprendizagem. Duas questões foram respondidas. Na primeira, o número de respostas corretas foi 33 e, na segunda questão, 22.

Os resultados da avaliação individual escrita referente aos conceitos da categoria 2.3 também são positivos. Na questão 5, 27 respostas foram classificadas como corretas, na questão 6, 36 respostas foram classificadas como totalmente corretas ou com 3 acertos em um total de 4.

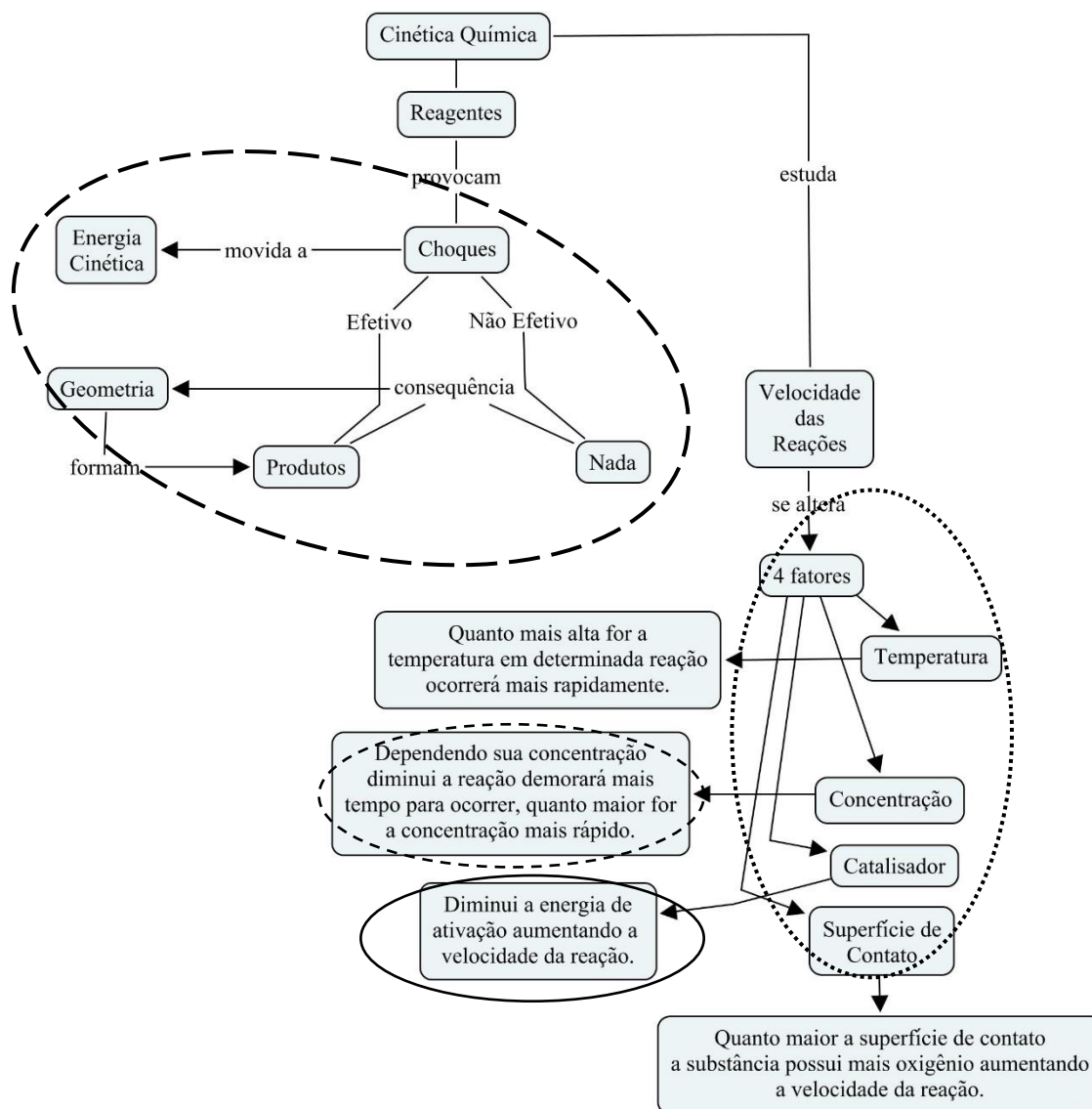
Trazendo os resultados referentes à categoria 2.3 nas atividades citadas, podemos inferir que, por meio daqueles instrumentos de avaliação, os resultados foram positivos, demonstrando que houve melhora na compreensão dos estudantes sobre esses conceitos, e prova está na evolução comprovada na compreensão desses conceitos. A avaliação dos MCB referente à categoria 2.3 corrobora com aqueles resultados.

Por meio do MCB-E14 e do MCB-E10, vamos discutir um pouco mais sobre essa categoria. Iniciamos com o MCB-E14 na figura 39. Nesse mapa, os conceitos ‘temperatura’, ‘concentração’, ‘catalisador’ e ‘superfície de contato’, que representam os quatro fatores que alteram a velocidade das reações químicas, estão dispostos em ordem linear hierárquica, como pode ser observado na elipse em linha pontilhada. Na discussão da categoria 1 sobre a hierarquia conceitual, informamos que nos mapas MCB-E01, MCB-E06, MCB-E17, MCB-19 e MCB-E24 os conceitos referentes à categoria 2.3 também estão dispostos em ordem hierarquia linear, arguimos sobre este ponto e avaliamos não ser necessário tratar desse assunto novamente.

O que chamou a nossa atenção no MCB-E14 foi a utilização de frases explicativas ligadas à cada um dos quatro fatores que alteram a velocidade das reações químicas, pois já era do conhecimento dos estudantes que deveriam evitar a utilização de frases para explicar as

relações entre os conceitos ou até mesmo a compreensão dos conceitos, já que os mapas conceituais caracterizam-se pela organização dos conceitos e das relações entre eles.

Figura 39 - MCB-E14



Fonte: Estudantes

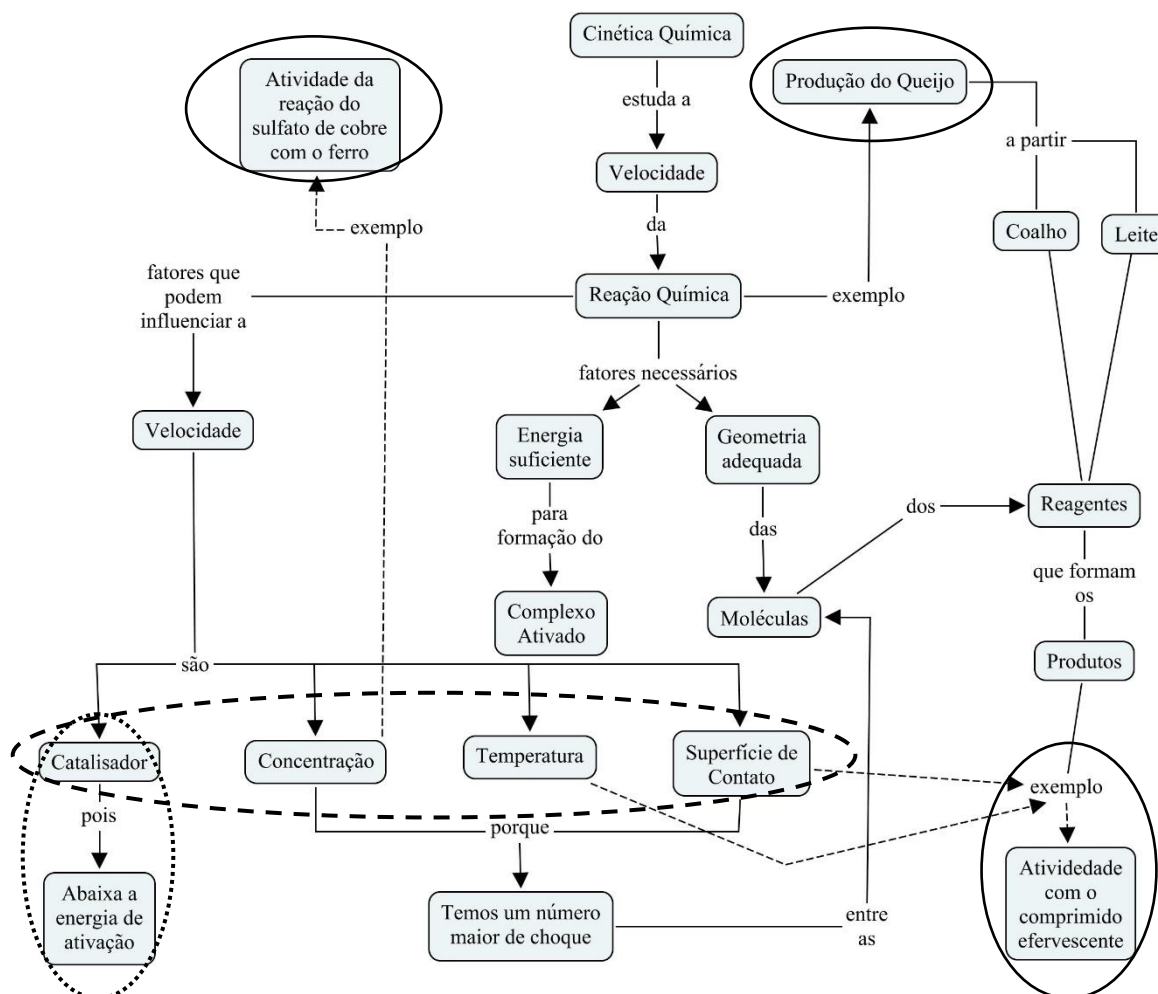
Em nenhum dos 24 MCA (capítulo 6) elaborados para representar o processo de produção de queijo foram utilizados frases explicativas, como nesse e em outros quatro mapas (MCB-E07, MCB-E16, MCB-19 e MCB-E21). Acreditamos que a utilização das frases nos mapas pode estar associada à dificuldade em organizar e expor o conhecimento apenas por conceitos, como também pela prevalência de atividades objetivas ou dissertativas tanto nos livros didáticos como em outros recursos.

No MCB-E14, constatamos que, das quatro frases explicativas, duas estavam em desacordo com as explicações cientificamente aceitas (em elipse linha tracejada) e duas estão em acordo (em elipse linha com traço contínuo). Esses resultados evidenciam que existem lacunas na aprendizagem dos conceitos.

Destacamos ainda no MCB-E14 os conceitos da categoria 2.2, que estão organizados de forma que dificulta a compreensão sobre as proposições estabelecidas, como também a diferença entre conceito e palavra de ligação (elipse em linha com tracejado longo).

No mapa MCB-E10 figura 40, os quatro principais fatores que afetam a velocidade das reações químicas (temperatura, concentração, superfície de contato e catalisador), destacados em elipse com linha tracejada, estão dispostos em mesmo nível hierárquico.

Figura 40 - MCB-E10



Fonte: Estudantes

No MCB-E10, os quatro fatores são explicados empregando os conceitos referentes à categoria 2.2, o que evidencia um excelente nível de compreensão dos conceitos. Destaque em elipse com linha pontilhada o conceito ‘catalisador’, ligado ao conceito ‘energia de ativação’. Essa proposição indica que a diminuição da energia de ativação é causada pela utilização de um catalisador em uma reação química. Os conceitos ‘concentração’ e ‘superfície de contato’ estão ligados diretamente à ideia de que um número maior de choques entre as ‘moléculas reagentes’ alteram a velocidade de reação, essas ligações cruzadas indicam o princípio programático da reconciliação integrativa.

Outro destaque no MCB-E10 são os exemplos incluídos no mapa. Embora dois desses exemplos não estejam situados em nível hierárquico indicado, ou seja, na parte inferior do mapa, eles representam tanto o processo de produção do queijo, como as atividades experimentais realizadas. O conceito ‘concentração’ é exemplificado pela ‘reação do sulfato de cobre e ferro’ e os exemplos ‘superfície de contato’ e ‘temperatura’ são exemplificados pela ‘atividade com o comprimido efervescente’. Esse último exemplo está localizado na base do mapa, mas tal como os outros dois exemplos foram incluídos em retângulos, indo de encontro com a recomendação de Novak e Gowin (1996). O terceiro exemplo refere-se ao processo de ‘Produção do Queijo’, empregado para exemplificar o conceito ‘reação química’. Trata-se de mais um mapa que apresenta em sua estrutura o processo de produção do queijo.

As proposições relativas à categoria 2.2 no MCB-E10 também representam compreensão dos estudantes com relação às ligações estabelecidas e por estarem em acordo com as explicações aceitas cientificamente.

Resta concluir a análise do MCB-E10 afirmando que sua estrutura, proposições e exemplos contemplam a categoria 1, porque a hierarquia conceitual está evidente, tal como a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos conceitos. A categoria conceitos: 2.1 reações químicas, 2.2 teoria das colisões e 2.3 fatores que alteram a velocidade das reações químicas também estão muito bem apresentadas. Além disso, a categoria 3 sobre o saber popular da produção de queijo integraliza o mapa conceitual.

Categoria 3 – Saber Popular

A categoria 3 foi definida para verificar se o saber popular da produção de queijo seria incluído nos mapas conceituais e quais relações seriam estabelecidas com os conceitos referentes à Cinética Química.

A análise dos 24 MCB verificou a inclusão do conceito ‘queijo’ ou ‘produção de queijo’ em 20 mapas, geralmente esses conceitos estavam indicando exemplo de reação química ou um fator que altera a velocidade da reação química.

Nos mapas utilizados neste capítulo, a categoria 3 não está presente no MCB-E06 e MCB-E14. Em todos os outros, há referência ao saber popular da produção de queijo.

Uma das questões levantadas em nossa pesquisa relaciona-se diretamente com essa categoria, pois conjecturamos que se o saber popular da produção de queijo consegue despertar a predisposição dos estudantes em aprender e se o material de ensino é potencialmente significativo, os mapas conceituais podem apresentar algum conceito relacionável ao saber popular da produção de queijo. Caso esses resultados se confirmem, podemos indicar indícios de Aprendizagem Significativa no desenvolvimento desta UEPS.

Como apresentado no capítulo 6, o desenvolvimento da atividade prática da produção de queijo promoveu a participação dos estudantes, que demonstraram interesse e disposição. Os resultados extraídos dos mapas conceituais elaborados sobre o processo de produção do queijo, indicaram boa compreensão tanto das diferentes etapas de produção do queijo, como dos conceitos envolvidos no processo.

As questões sobre o saber popular da produção de queijo presentes do pré-teste e pós-teste demonstram melhora na compreensão dos conceitos químicos envolvidos no processo de produção de queijo.

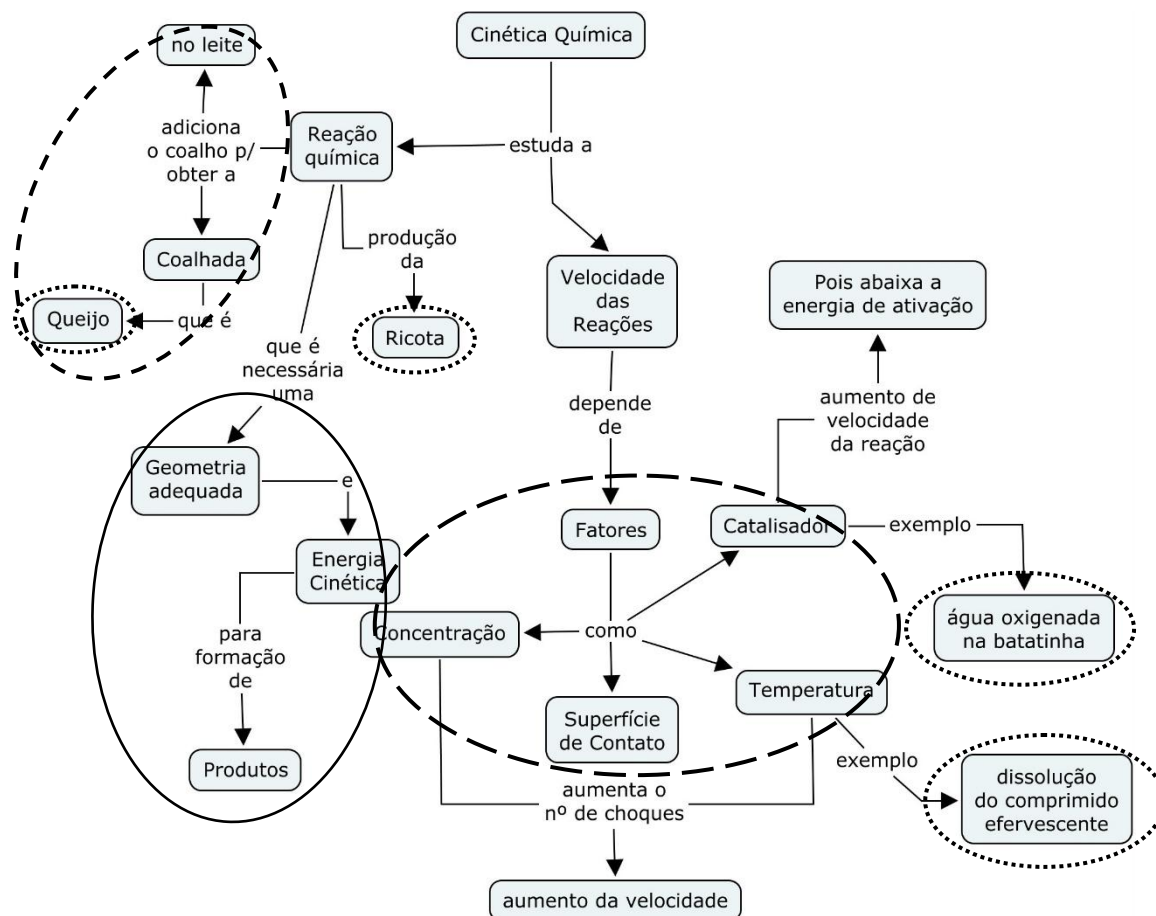
Nas duas questões da avaliação escrita sobre esse assunto, obtivemos resultados também positivos. Na questão 8, os estudantes atribuíram 84 respostas para transformação física observadas na produção do queijo, sendo 79 corretas, e 80 respostas para transformação química observadas na produção do queijo, sendo 63 corretas. Na questão 9, os estudantes deveriam responder como e por que é realizado o processo de pasteurização do leite no processo de produção de queijo, o número de respostas corretas e parcialmente corretas somou 39 respostas, consideramos um ótimo resultado.

Por meio dos mapas MCB-E09 e MCB-E24, discutiremos um pouco mais essa categoria. No MCB-E09 da figura 41, em elipse com linha tracejada, as proposições referem-se ao processo de produção do queijo. A partir do conceito ‘reação química’, os estudantes informam que adicionando coalho ‘no leite’ obtemos ‘coalhada’, que é ‘queijo’.

Analisando estruturalmente o MCB-E09 identificamos o emprego de conceitos no lugar de palavras de ligação, como ‘coalho’ que deveria estar em um retângulo estabelecendo ligação com o conceito ‘leite’ pela palavra de ligação ‘adiciona’ e a palavra de ligação ‘obter’ com o conceito ‘coalhada’. Conforme Novak e Gowin (1996), a função da palavra de ligação é dar

sentido ao conceito estabelecendo proposições, verbos são palavras de ligação com bom potencial para exercer essa função.

Figura 41 - MCB-E09



Fonte: Estudantes

No MCB-E09, identificamos quatro exemplos diferentes que ilustram as atividades desenvolvidas na UEPS, em elipse com linha pontilhada. Desses dois exemplos, ‘queijo’ e ‘ricota’, ligados ao segmento do conceito ‘reação química’, demonstram que a atividade prática de produção do queijo exerceu influência na aprendizagem porque foi empregada para exemplificar exemplos de reações químicas. Julgamos que a utilização dos saberes populares permitiu aos estudantes avançar para a compreensão de conceitos químicos envolvidos no processo, que podem representar conceitos de Cinética Química.

Outros dois exemplos, ‘água oxigenada na batatinha’ e ‘dissolução do comprimido efervescente’, ligados ao segmento ‘fatores que afetam a velocidade das reações químicas’, evidenciam que a atividade experimental no laboratório da escola também exerceu influência na

aprendizagem, pois os estudantes exemplificaram que a concentração e a temperatura influenciaram a velocidade da reação de decomposição do oxigênio.

A inclusão de exemplos nas extremidades de segmentos de mapas conceituais explicita a compreensão do corpo de conhecimentos. Em nossa pesquisa, podemos associar também a eficácia da metodologia de ensino utilizada.

Verificamos a presença dos conceitos referentes à ‘teoria das colisões’ em elipse com traço contínuo e os conceitos sobre os ‘fatores que afetam a velocidade das reações químicas’ em elipse com linha em tracejado longo no MCB-E09. A composição desse mapa evidencia que os elementos da teoria das colisões justificam os fatores que afetam a velocidade das reações químicas.

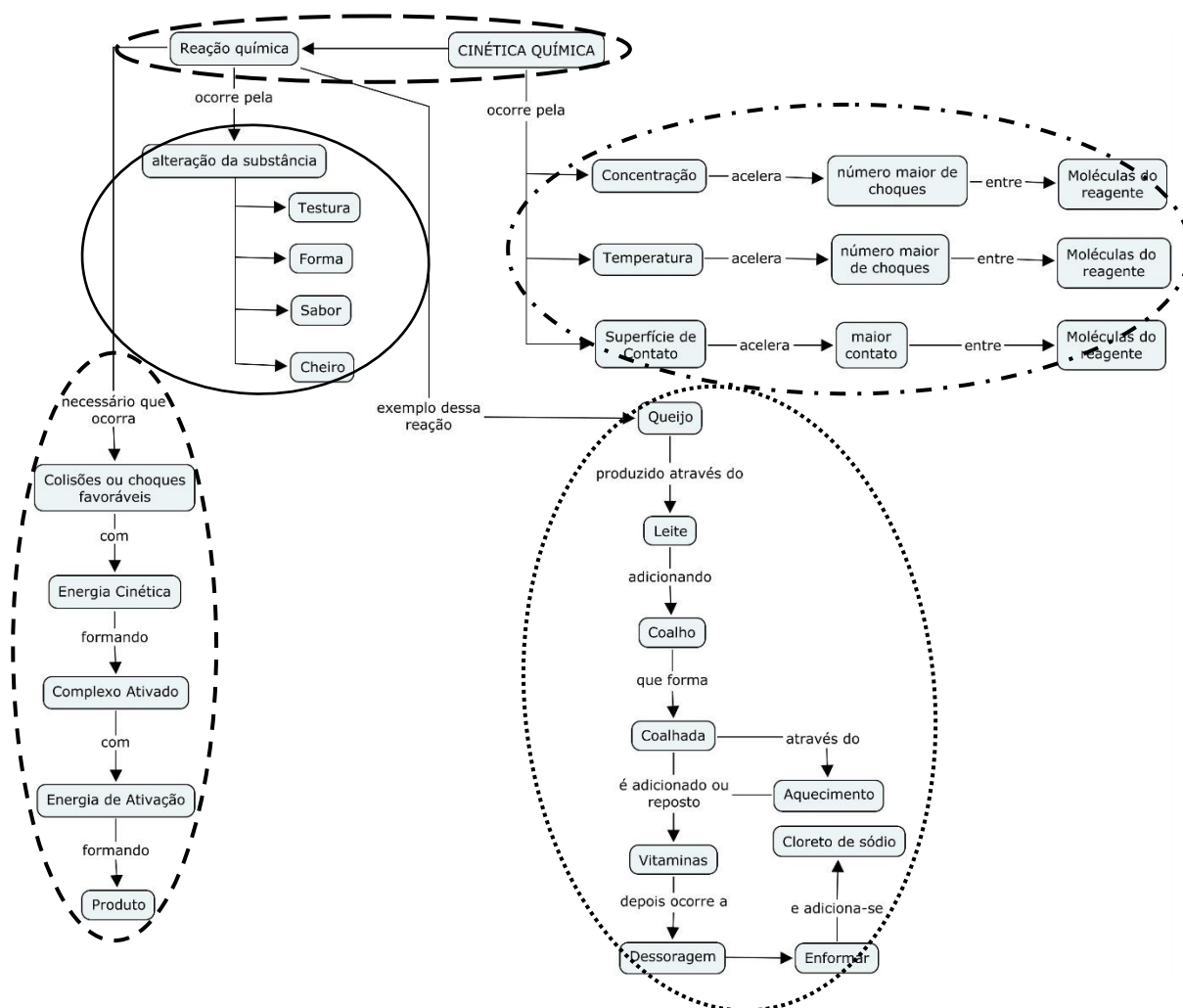
O MCB-E09 resume todos os mapas elaborados que representam ótima compreensão de todos os conceitos trabalhados durante o desenvolvimento da UEPS.

O MCB-E24, na figura 42, também resume os mapas que apresentaram ótima compreensão do corpo de conhecimento. No entanto, a diferença do último para os outros está na inclusão das etapas do processo de produção do queijo em mais detalhes, elipse em linha pontilhada. Essa atividade foi realizada aproximadamente três meses antes da elaboração dos mapas e, apesar do tempo passado, os estudantes empregaram de forma correta os conceitos e as etapas do processo de produção do queijo, utilizando-as como exemplo de reação química.

Ligado ao conceito ‘reação química’ (MCB-E24), estão as características de alteração de substância, elipse em traço contínuo, que caracterizam as transformações químicas, que, segundo a professora de Química, foram trabalhadas por ela mesma com os estudantes em questão no 9º ano do ensino fundamental e na 1ª série do ensino médio, demonstrando que a aprendizagem de conceitos afins em anos anteriores foi significativa para esses estudantes, a ponto de serem lembrados e incluídos nos mapas.

Em outro segmento do MCB-E24, temos o conceito ‘reação química’, que ocupa nível hierárquico no topo do mapa, ao lado do conceito mais inclusivo ‘cinética química’ (ambos em elipse com linha tracejada longa), ancorando o conjunto dos conceitos referentes à ‘teoria das colisões’. A organização desses conceitos está em ordem, denotando uma sequência da compreensão dos fatores fundamentais para a ocorrência de uma reação química.

Figura 42 - MCB-E24



Fonte: Estudantes

Três fatores que afetam a velocidade das reações químicas, em elipse com ponto e traço, compõem outro segmento do MCB-E24. Os fatores são complementados com formação de proposições que justificam os motivos pelos quais a velocidade das reações é alterada. Os estudantes repetem três vezes o conceito 'moléculas do reagente'. Nesse caso, o conceito poderia ser usado apenas uma vez, fazendo ligações com os respectivos fatores, esse é um erro bastante comum entre estudantes que estão em fase de aprendizagem da técnica de mapeamento conceitual, pois não são mais iniciantes, mas ainda acabam repetindo conceitos ou deixando de estabelecer relações cruzadas entre eles.

Resumindo, esse mapa apresenta o conjunto de conceitos estudados durante o desenvolvimento do UEPS, sendo que as proposições estabelecidas indicam compreensão dos conceitos. Aspectos referentes à hierarquia conceitual e à diferenciação progressiva estão

visíveis e complementam a análise. No entanto, a falta de ligações cruzadas entre conceitos de diferentes segmentos caracterizam a ausência de reconciliação integrativa.

A análise dos mapas conceituais MCB elaborados no final do desenvolvimento da UEPS demonstram diferentes níveis de compreensão dos conceitos químicos trabalhados durante o desenvolvimento da UEPS. Os resultados evidenciam que os estudantes aprendem e representam a aprendizagem distintamente. Dessa forma, caso o professor avalie exclusivamente, classificando as respostas dos estudantes como corretas ou incorretas, o diagnóstico da aprendizagem deixará de contemplar aspectos importantes apenas por estarem fora dos parâmetros adotados.

Considerações Finais

O modelo de avaliação adotado para verificar a aprendizagem dos estudantes sobre os conceitos químicos comportou uma variedade de questões objetivas e dissertativas. Dessa forma, as respostas foram classificadas como corretas, parcialmente corretas ou incorretas, permitindo aos pesquisadores entender quais conceitos não foram assimilados e quais foram compreendidos parcialmente ou integralmente.

Complementa essa avaliação a análise qualitativa dos mapas conceituais, que ajudou os pesquisadores a alcançar um diagnóstico mais completo da aprendizagem, porque considerou uma gama maior de respostas e a exposição da aprendizagem de forma substantiva e não arbitrária (AUSUBEL, 2003).

A referência ao saber popular da produção de queijo nos mapas conceituais evidenciou a influência dessa atividade na aprendizagem dos conceitos sobre Cinética Química.

Os resultados obtidos indicam indícios de Aprendizagem Significativa dos conceitos estudados. As evidências desse tipo de aprendizagem podem ser observadas a partir da capacidade dos estudantes em transferir, associar e fornecer respostas adequadas a diferentes situações apresentadas, além da exposição da compreensão dos conceitos estudados por meio de mapas conceituais.

Ao final do desenvolvimento da nossa pesquisa por meio da UEPS evidenciamos que houve evolução na compreensão de alguns conceitos, incorporação de novos conceitos aprendidos e relação desses com outros conhecimentos presentes na estrutura cognitiva dos estudantes, consideramos esse resultado bastante positivo.

Referências

AUSUBEL, D. P; NOVAK J. D; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Trad. Lígia Teopisto. The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view (2000) Kluwer Academic Publishers. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

HILGER, T. R. *Representações sociais de conceitos de física moderna contemporânea*. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Instituto de Física – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Orientador Prof. Dr. Marco Antonio Moreira, Porto Alegre, 2013.

LISBÔA, J. C. F.; BOSSOLANI, M. Experiências Lácteas. *Química Nova na Escola*. n. 6, nov. 1997.

MASINI, E. F. S., MOREIRA, M. A. (col.). *Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor, 2008.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*. v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011a.

_____. *Teorias de Aprendizagem*. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011b.

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

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa – A teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Learning how to learn*. Cambridge U. Press. 1984.

_____. *Aprender a aprender*. Trad. Carla Valadares. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

NOVAK, J. D. *Learning, creating and using knowledge*. 2. ed. New York: Routledge, 2010.

PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. *Química Nova*. v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.

SANTOS, B. de S. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. In: SANTOS, B. de S.; MENESES, M. P. (org.) *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Cortez, 2010.

SANTOS, B. de S.; MENESES, M. P. (org.) *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Cortez, 2010.

SILVA, P. H. F. Leite: Aspecto de composição e propriedades. *Química Nova na Escola*. n. 6, nov. 1997

TODESCATTO, C. *Obtenção de fermento láctico endógeno para produção de queijo típico da mesorregião sudoeste do Paraná*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Orientador Prof. Dr. Edimir Andrade Pereira, Coorientadora: Me. Simone Beux. Pato Branco, PR, 2014.

CAPÍTULO 8

AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA DE ENSINO QUE EMPREGOU MAPAS CONCEITUAIS E SABERES POPULARES NO ENSINO DE QUÍMICA

Introdução

Além da avaliação da aprendizagem apresentada nos capítulos 6 e 7, outro objetivo da pesquisa consistiu em verificar a opinião dos estudantes sobre a metodologia de ensino empregada na pesquisa, principalmente na UEPS. Para tanto, utilizamos os dados coletados na entrevista (apêndice H) realizada no final da pesquisa. Algumas questões da entrevista foram comparadas com as opiniões já manifestadas dos estudantes no estudo exploratório (capítulo 5).

As professoras participantes da pesquisa também foram entrevistadas (apêndice I) no final do desenvolvimento do projeto. Nessa entrevista, listamos algumas questões referentes ao desenvolvimento da pesquisa e solicitamos que as mesmas discorressem livremente sobre as mesmas. Consideramos também as pautas das reuniões que ocorreram durante o desenvolvimento da pesquisa para tratar de algumas questões.

Os moradores participantes da atividade prática do saber popular da produção de queijo foram ouvidos informalmente durante uma roda de conversa. A pesquisadora solicitou aos moradores, integrantes da família Bender, que avaliassem as atividades das quais participaram durante o projeto e discorressem livremente sobre suas percepções acerca do emprego de saberes populares para o ensino de Química.

Apresentação e discussão dos resultados

Organizamos a apresentação dos dados e a discussão dos mesmos em duas partes:

- ✓ Avaliação dos estudantes sobre a metodologia de ensino.
- ✓ Avaliação do projeto de pesquisa na perspectiva das professoras e detentores do saber popular.

A metodologia de análise adotada para esse conjunto de dados é a Análise Textual Discursiva (ATD), de Moraes e Galiuzzi (2011), já apresentada no capítulo 4. Para facilitar a leitura desse capítulo, incluímos as unidades de sentido e as categorias de análise antes de cada seção e alguns aspectos específicos que contribuem para a compreensão da análise.

Avaliação dos estudantes sobre a metodologia de ensino

Foram entrevistados 15 estudantes participantes do projeto, o critério para escolha desses estudantes foi o aceite espontâneo em colaborar com a pesquisa por meio da entrevista, a participação em todas as atividades, o desempenho ao menos satisfatório nas avaliações (atingindo no mínimo a média escolar) e facilidade de comunicação oral do estudante. A entrevista foi realizada individualmente em uma sala da escola, utilizamos a câmera de um celular acoplada em um tripé para registrar a entrevista guiada por um roteiro semi-estruturado. As entrevistas foram transcritas na íntegra.

Abaixo, seguem as unidades de sentido produzidas juntamente com as categorias a priori e emergentes:

Tema 1: Saber Popular no Processo de Ensino e Aprendizagem em Química

Categoria a priori 1.1: Conhecimento do saber popular da produção de queijo

Categoria a priori 1.2: Resgate e valorização dos saberes populares da comunidade

Categoria a priori 1.3: Saber popular como facilitador do processo de ensino e aprendizagem

Categoria emergente 1.4: Relação entre saber popular da produção de queijo e Cinética Química

Categoria emergente 1.5: Influência do emprego de saberes populares na predisposição em aprender

Tema 2: Mapas Conceituais no Processo de Ensino e Aprendizagem em Química

Categoria a priori 2.1: Emprego da técnica de mapeamento conceitual no contexto de sala de aula para ensinar e aprender

Categoria a priori 2.2: Elaboração de mapas conceituais como estratégia para auxiliar a compreensão dos conceitos estudados

Categoria a priori 2.3: Mapa conceitual e avaliação da aprendizagem

Tema 3: Recursos didáticos no Processo de Ensino e Aprendizagem em Química

Categoria a priori 3.1: Utilização de diferentes recursos didáticos

Categoria emergente 3.2: Potencialidade de diferentes recursos didáticos para atender a necessidades distintas de aprendizagem

Tema 4: Considerações Gerais sobre o Projeto - Ensino e Aprendizagem em Química

Categoria a priori 4.1: Avaliação das atividades

Categoria emergente 4.2: Avaliação da aprendizagem

No **Tema 1**, verificamos a opinião dos estudantes sobre o emprego de saberes populares no processo de ensino e aprendizagem em Química por meio de cinco categorias.

Em relação à **categoria 1.1** - Conhecimento do saber popular da produção de queijo -, constatamos que dos 15 estudantes entrevistados, nove possuíam algum conhecimento sobre a produção de queijo e seis não. Esses dados estão coerentes com as informações obtidas durante o desenvolvimento da atividade do saber popular da produção de queijo, pois ao iniciar a atividade os irmãos Bender perguntaram aos estudantes quais possuíam algum conhecimento sobre o processo de produção de queijo.

Conforme dados da entrevista, os estudantes que tinham algum conhecimento sobre a produção de queijo aprenderam, na maioria das vezes, com as avós, mães ou outros familiares. O estudante E01, por exemplo, informou que seu conhecimento é relativamente superficial, tal como o E02, que informou que às vezes observava a avó fazendo queijo, mas que não sabia quais ingredientes a avó usava e todas as etapas da produção. O estudante E04 evidenciou também conhecimento, entretanto, especifica que não compreendia a parte das reações envolvidas no processo, pois atualmente a família não tem tempo de produzir o queijo para o próprio consumo devido ao acúmulo de serviço da propriedade.

Tal como os dados obtidos no estudo exploratório (capítulo 5) sobre a produção de conservas de alimentos, constatamos que um número relativamente grande de estudantes possuía algum conhecimento sobre a produção de queijo, porque essa prática é comum nas famílias. Percebemos também que o saber popular da produção de queijo é disseminado geralmente pelas mulheres das famílias. Pela entrevista, observamos que a maioria dos estudantes que possuem algum conhecimento sobre a produção do queijo são moradores da área rural do município, suas atividades laborais estão relacionadas à agricultura familiar. No entanto, foi possível perceber que algumas famílias que residem atualmente na cidade já foram moradores da área rural e ainda

mantêm a prática desse saber popular em escala menor. Destacamos alguns trechos da entrevista sobre esta categoria.

Eu tinha um conhecimento superficial sobre a produção de queijo, a minha avó faz. E01

Eu sabia algumas coisas porque a minha avó faz e vende para a comunidade, então eu observo ela fazer às vezes, mas não sabia tudo que usava, como era o processo, cada etapa... Eu sabia que colocava o leite no fogo e depois virava queijo. E02

Eu já tinha certo conhecimento sobre a produção de queijo, mas não tinha conhecimento da parte das reações químicas. Minha mãe e avó sempre faziam queijo, principalmente quando eu era mais pequeno, agora, às vezes não tem tempo de fazer porque tem muito serviço, mas a gente fazia direto para nosso consumo. E04

Não sabia fazer queijo, as minhas tias fazem, mas eu nunca me interessei em aprender ou querer saber sobre o assunto. E05

Não tinha nenhum conhecimento sobre o queijo, ninguém na minha família faz. E11.

Eu já sabia fazer queijo, porque eu sou do Paraguai e quando “nós morava” lá era no sítio, “nós mexia” com vaca de leite e fazia queijo, a minha mãe que fazia e eu, às vezes, olhava. Era um pouco diferente de como foi feito aqui, não tinha algumas coisas, como a pasteurização. E14

O estudante E05 afirmou que suas tias fazem queijo, mas que nunca interessou-se em aprender. Já o estudante E11 informou que não possuía nenhum conhecimento sobre a produção do queijo, pois na família ninguém faz. Esses dois trechos representam os estudantes que não lidam com a prática do saber popular da produção de queijo na vida familiar. Dessa forma, a atividade desenvolvida com a participação da família Bender foi o primeiro contato dos estudantes com a produção do queijo.

Durante o desenvolvimento dessa atividade, alguns estudantes possuíam o saber popular da produção de queijo e outros não. Isso permitiu aos estudantes tanto o aprimoramento sobre o conhecimento do processo como uma situação de contato com saberes e conhecimentos totalmente novos. Percebemos que o ambiente de ensino e aprendizagem atendeu simultaneamente os dois grupos.

O trecho da entrevista do estudante E14 representa outro aspecto específico da região, a presença da cultura do país vizinho, Paraguai, na região. Pela proximidade e limites entre o Brasil e Paraguai, o município de Pato Bragado é residência de muitas famílias paraguaias que procuram estabelecer-se aqui, principalmente porque a rede de ensino pública oferece melhores condições que nos municípios paraguaios da fronteira. Dessa forma, a região do extremo oeste do Paraná influencia e é influenciada pela troca constante de saberes culturais e históricos dos dois países.

A escolha do saber popular da produção de queijo, entre tantos outros saberes típicos da cultura local, atendeu perfeitamente aos objetivos da pesquisa, pois os resultados obtidos evidenciaram que o conhecimento desse saber influenciou o processo de aprendizagem para aqueles estudantes que já possuíam algum saber sobre a produção de queijo e, para aqueles que não conheciam o processo, acabou instigando a predisposição em aprender, revertendo em resultados positivos em relação aos conhecimentos escolares e científicos estudados.

Em relação à **categoria 1.2** - Resgate e valorização dos saberes populares da comunidade – buscamos verificar a opinião dos estudantes sobre a valorização dos saberes populares das famílias da comunidade, como também perceber se os estudantes estão preocupados ou não em preservar e até mesmo em resgatar saberes que estão sendo esquecidos com o passar do tempo, vindo a descaracterizar a cultura das famílias e a própria história.

Os resultados obtidos por meio das entrevistas demonstram que para todos os estudantes os saberes populares devem ser preservados e disseminados entre as diferentes gerações das famílias (como exemplo o trecho do E05), para que a história e a cultura local não sejam esquecidas. Para os estudantes, a ideia de trazer pessoas da comunidade escolar para disseminar os saberes populares é importante e traz benefícios para o processo de aprendizagem, principalmente quando são realizadas atividades práticas como a da produção do queijo, desenvolvida pela família Bender. Destacamos alguns dos inúmeros trechos das entrevistas que evidenciam a excelente receptividade do emprego dessa metodologia para o processo de ensino e aprendizagem em Química.

Trazer pessoas que têm conhecimentos sobre um assunto faz com que os estudantes façam perguntas e eles sabem muito bem o processo e saberão responder, isso vai facilitar a aprendizagem... As pessoas também podem se sentir bem em passar conhecimento. E01

Eu acho que dá para trazer as pessoas da comunidade para difundir os conhecimentos, e nós podemos aprender com isso. Eu sabia fazer o queijo, mas não sabia as reações. Eles também não sabem as reações aí, a Química vai explicando, como a professora fez. E03

Eu acho que dá para usar os saberes porque daí esses conhecimentos nunca vão ficar de lado, não vão ficar só na história, vão sendo passados de geração para geração. E05

Eu acho que para as pessoas que vêm aqui para mostrar o que sabem também é bom. A minha mãe, ela não quis vir aqui porque ela fica sem jeito, envergonhada quando vocês pediram, mas tem outras pessoas que não, como a Tânia e o Anderson dos Bender. Para eles foi bom, porque eles passaram os conhecimentos que têm da família, e isso mostra que eles sabem e aprenderam com os pais e avós, como a Tânia falou, vai seguindo o conhecimento, não morre, não acaba. E07.

O estudante E01 e o E03 informam que a utilização de saber popular pode facilitar a aprendizagem e as pessoas podem sentir-se bem em passar os conhecimentos que possuem. O estudante E03 informou que já sabia fazer queijo, mas que não compreendia as reações, tal como os irmãos Bender, que, em sua opinião, também não sabiam todos os princípios químicos. Nesse processo, o ensino de Química ministrado pela professora veio a contemplar esse conhecimento escolar e científico.

O estudante E07 afirmou que é bom para os moradores demonstrar o que sabem, que sua mãe, ao ser convidada, não aceitou porque é muito tímida e envergonhada, mas que no caso da família Bender isso não foi um problema e que para eles foi bom vir ensinar o que eles aprenderam com seus pais e avós.

Em relação à **categoria 1.3** - Saber popular como facilitador do processo de ensino e aprendizagem – ao analisar o conteúdo de todas as entrevistas, a categoria 1.3 confirmou-se pela recorrente afirmação dos estudantes de que o saber popular da produção de queijo havia facilitado o processo de aprendizagem.

O estudante E08 evidenciou que a aprendizagem foi facilitada pela atividade prática da produção do queijo, pois o estudante conseguiu relacionar o ensino da Química com uma atividade de seu dia a dia, quer dizer, para esse estudante o saber popular atribuiu sentido ao que é estudado em Química. Para o estudante E09, a atividade prática em relação às atividades não práticas, como aquelas que envolvem a leitura de textos e explicações, facilitam a aprendizagem porque os estudantes participam de forma ativa do processo de aprendizagem. Os trechos na sequência destacam algumas afirmações que levaram ao estabelecimento dessa categoria.

Favorece bastante porque, tipo assim, na Química, né, você aprende coisas que sem essas atividades do queijo não aprenderia assim. Tipo isso tem relação com as coisas do nosso dia a dia, a Química tem um sentido com os conceitos estudados pela produção do queijo. E08

Facilita a aprendizagem fazer a atividade na prática, é diferente do que você somente explicar ou ler um texto. Quando você faz e participa da prática, como do queijo, você aprende mais facilmente, eu acho porque foi meu caso. E09

Eu melhorei bastante este ano em Química em relação ao ano passado e eu acho que isso é por causa do tipo de aula, porque ficou mais fácil de entender, aprendi com mais facilidade com os saberes do queijo transmitidos pelos Bender e trabalhado em aula. E13

Para a gente compreender e fixar o conteúdo dessa forma facilita muito a aprendizagem. E15

Para o estudante E13, a utilização do saber popular facilitou o processo de aprendizagem, o estudante comparou seu rendimento escolar com o ano anterior e avaliou que houve melhora, atribuiu essa melhor compreensão dos conceitos químicos ao tipo de aula

desenvolvida durante o corrente ano. Para o estudante E14, o emprego do saber popular contribuiu para a compreensão dos conteúdos, facilitando a aprendizagem.

As justificativas dos estudantes para essa categoria seguiram afirmando que o emprego do saber popular, principalmente como uma atividade prática, facilitou a compreensão dos conceitos estudados.

Com a **categoria 1.4 - Relação entre saber popular da produção de queijo e Cinética Química** – procuramos evidenciar por meio da entrevista se os estudantes estabeleceram relação entre a prática do saber popular da produção de queijo e os conceitos de Cinética Química.

Para todos os estudantes entrevistados foi possível relacionar a prática do saber popular da produção de queijo com alguns conceitos sobre Cinética Química. Para o estudante E04, que já possuía conhecimento sobre a produção do queijo, as aulas de Química sobre o processo ensinaram algumas reações ocorridas e a influência da temperatura na velocidade da reação na produção do queijo, como também a adição do coalho. O estudante E09 também já conhecia o processo de produção do queijo, inclusive o conceito de pasteurização empregado pela família Bender, no entanto, desconhecia sobre a adição do cálcio, qual substância é constituinte do coalho e como ela age. O estudante E12 também evidenciou que conseguiu relacionar a prática do saber popular da produção do queijo com os conceitos, e que as aulas no laboratório da escola também contribuíram para a aprendizagem.

Os trechos em destaque representam a opinião dos estudantes sobre essa categoria.

Eu sabia, por exemplo, fazer o queijo, mas você saber o que tem naquilo, as reações que foram estudadas, a velocidade e as substâncias... Só aconteceu depois com as explicações da professora da parte química. E04

Eu acho que dá perfeitamente para utilizar os saberes para estudar os conteúdos porque eu acho interessante. Como o queijo, eu sabia, o Bender pasteuriza o leite para fazer o queijo, lá em casa a gente não pasteuriza, é um pouco diferente, mas eu já sabia o que era pasteurizar, mas não sabia do cálcio, qual a substância dentro do coalho e como age na reação e na velocidade da reação. E09

As aulas no laboratório e do queijo foram muito boas porque deu para entender o conhecimento prático ensinado pela Tânia e depois nas aulas os conhecimentos do conteúdo, como a velocidade da reação alterada pela temperatura e o coalho. Tudo foi relacionado, em cada aula os conteúdos foram ensinados e como teve a prática ficou mais fácil de relacionar e aprender. E12

As aulas foram muito boas e a atividade do queijo... Aprendemos bastante porque foi explicado o que tem de Química, porque o processo pode ocorrer mais rápido ou não. E14

O trecho do estudante E12 demonstra que com a atividade prática do saber popular da produção de queijo foi possível aprender e compreender os princípios da Química envolvidos no processo, além de entender por que o processo pode ocorrer mais rápido ou não.

Durante o desenvolvimento da UEPS a professora buscou relacionar as etapas de produção do queijo e as reações envolvidas com os conceitos que estavam sendo estudados, para que os estudantes pudessem entender por que foi utilizado o saber popular nas aulas de Química. O emprego do saber popular nas aulas de Química deve contribuir significativamente para o processo de aprendizagem dos conceitos químicos, caso contrário, o resultado pode ser negativo para o processo de aprendizagem.

Para encerrar a unidade de sentido, estabelecemos a **categoria 1.5** - Influência do emprego de saberes populares na predisposição em aprender – essa categoria emergente foi estabelecida a partir da análise do corpus, pois evidenciou que praticamente todos os estudantes, em algum momento da entrevista, afirmaram que o emprego de saberes populares no processo de ensino e aprendizagem em Química influenciou na predisposição em aprender, o que veio a corroborar o nosso referencial teórico de que o estudante somente aprenderá com significado, caso esteja predisposto a aprender (AUSUBEL, 2003; NOVAK, GOWIN, 1996; MOREIRA, 2011b, 2011c).

O estudante E03, por exemplo, afirmou que existe muito desinteresse em aprender por parte dos colegas de sua turma, isso acaba prejudicando o rendimento e desempenho dos estudantes em relação à aprendizagem dos conteúdos. Para esse estudante, a utilização dos saberes populares influenciou positivamente no interesse dos estudantes em aprender. O trecho do estudante E04 destaca o conhecimento que esse e outros colegas têm da produção do queijo, enfatizando que as aulas despertaram a vontade de aprender para poder explicar para as famílias os conceitos químicos estudados. Foi possível perceber, durante a entrevista, que esse estudante estava orgulhoso do que havia aprendido e que a satisfação em poder transmitir aos familiares (no caso, sua mãe e avó) o que aprendeu nas aulas de Química justificava sua permanência na escola e a importância da mesma. Os trechos dos estudantes E03 e E04 estão na sequência.

Existe muito desinteresse da turma em aprender, geralmente um e outro acabam influenciando negativamente e o rendimento da turma fica prejudicado. Eu acho que todo o aluno pode compreender o conteúdo, mas precisa ir buscar. Assim trazer os saberes ajudou a turma inteira a se interessar a aprender, deu para ver. E03

Muitos de nós que somos colonos, como os colegas que têm sítio, nós sabemos e isso ajudou para aprender melhor, porque “nós só sabia” a prática de casa, aqui com a família Bender nós ficamos com vontade de aprender mesmo para poder dizer em casa. E04

Com as aulas que foram dos saberes ficamos com mais vontade de aprender do que nas aulas somente teóricas, porque a gente trabalha o dia inteiro. À noite, quem trabalha de dia, está cansado. Com essas aulas mais práticas, por mais que estamos cansados, nós fazemos tudo porque é mais dinâmico, até esquecemos o cansaço. E06

Sim, porque quando você está na sala é sempre aquela rotina, e quando a gente faz uma aula diferente como esta, é outro modo de aprender, a gente pega mais fácil. Para mim, o saber popular facilita e ajudou na aprendizagem, e o interesse acaba sendo despertado, porque o que é novo e diferente acaba fazendo a gente querer aprender. E07

Durante o período de observação que antecedeu o desenvolvimento da UEPS, notamos que um elevado número de estudantes demonstrava cansaço físico durante as aulas, principalmente no período noturno. Constatamos que a maioria dos estudantes matriculados no período noturno trabalhava durante o dia e o período da noite era destinado aos estudos. Dessa forma, após uma jornada longa de trabalho, que inicia para alguns antes de amanhecer o dia, o cansaço é inevitável. Assim, quando as aulas ocorrem centradas exclusivamente em explicações dos conteúdos pelos professores ou na realização de exercícios no livro didático, os estudantes acabam adormecendo debruçados nas carteiras escolares, não conseguindo acompanhar as explicações, o que vem a prejudicar o aproveitamento desses estudantes.

Para esses trabalhadores estudantes, como Chassot (2014) costuma dizer, as aulas que envolveram a prática do saber popular da produção de queijo e as aulas desenvolvidas no laboratório da escola contribuem positivamente, porque influenciam no interesse e na predisposição em aprender pelo caráter prático e dinâmico, como evidenciado pelo estudante E06.

O trecho destacado da entrevista do estudante E07 finaliza esta parte da análise afirmando que aulas diferentes daquelas estabelecidas na rotina da escola contribuem para o processo de aprendizagem dos conteúdos porque facilitam a aprendizagem, motivam e despertam o interesse dos estudantes em aprender.

No **Tema 2**, verificamos a opinião dos estudantes sobre o emprego de mapas conceituais no processo de ensino e aprendizagem em Química, por meio de três categorias.

Em relação à **categoria 2.1** – Emprego da técnica de mapeamento conceitual no contexto de sala de aula para ensinar e aprender –, buscamos identificar a opinião dos estudantes sobre a utilização dos mapas conceituais no processo de ensino e aprendizagem.

Pelos dados da entrevista, constatamos que as opiniões dos estudantes divergem sobre o emprego dos mapas conceituais. Para alguns estudantes, elaborar mapas no contexto da sala de aula, tendo como objetivo o ensino dos conteúdos, é uma boa estratégia quando conduzida pelo professor, como esclarecido pelo estudante E09 ao informar que a construção coletiva do mapa por meio da leitura de um texto, conforme estudo exploratório (capítulo 5), é viável porque os estudantes participam da atividade e o professor tem a oportunidade de explicar os conceitos.

Para os estudantes E03 e E06 o emprego de mapa para o ensino é uma boa opção. No entanto, para a aprendizagem dos conceitos, o uso do mapa conceitual tornaria o processo difícil e complicado, porque é necessário primeiro compreender de forma satisfatória os conceitos para depois elaborar os mapas. Nesse sentido, os mapas poderiam ser utilizados para demonstrar a aprendizagem dos conceitos após o período de ensino e aprendizagem.

Segundo o estudante E08, por meio de mapas conceituais é mais fácil identificar quais são os principais conceitos do corpo de conhecimentos em estudo e para o estudante E02, elaborar mapas conceituais exige mais dos alunos.

Extraímos alguns trechos das entrevistas que ilustram a opinião dos estudantes quanto à utilização dos mapas conceituais no processo de ensino e aprendizagem.

O mapa conceitual exige muito mais do aluno. E02

Inicialmente, eu não me apeguei muito aos mapas, porque às vezes eu confundo as coisas, onde vai colocar uma ligação ou outra, mas o professor utilizar o mapa conceitual como forma de ensino é muito vantajoso porque podemos ir acompanhando o raciocínio pelos conceitos e as ligações. E03

Para ensinar é bom, para aprender o conteúdo fazendo mapas é complicado... Você tem que saber bem os conceitos para saber fazer as ligações... Quando faz o mapa em grupo é mais fácil do que quando sozinha. E06

Eu acho que dá para usar mapas porque às vezes é muita teoria e a gente fica sem saber quais são realmente os principais conceitos, com o mapa vamos organizando os conceitos e tudo vai ficando claro. E08

É mais proveitoso fazer um mapa do que ficar lendo somente sobre o conteúdo... Agora, quando você faz a leitura do texto e vai separando os conceitos, como fizemos, é melhor, aí todo mundo participa, e a professora vai escrevendo o mapa no quadro, aí eu acho que a aula fica melhor. Você vai acompanhando e fazendo junto, depois, quando olha, você entende o mapa. E09

Eu acho que dá sim para utilizar os mapas. No começo, eu achei um pouco difícil e depois, conforme nós fizemos, foi ficando mais fácil. E10

Do primeiro mapa até o último nós melhoramos bastante porque deixamos de querer explicar no mapa e passamos a usar só os conceitos. E13

É interessante porque é outra forma de estudo, você responde seus conhecimentos do que você sabe, o que você não sabe não vai aparecer. E14

Comparando as respostas obtidas no estudo exploratório, quando os estudantes estavam em fase inicial de aprendizagem da técnica de mapeamento conceitual, com as informações obtidas nas entrevistas, notamos que para a maioria dos estudantes a técnica de mapeamento conceitual foi aperfeiçoada conforme novos mapas foram elaborados, tal como pode ser conferido no trecho dos estudantes E10 e E13. Para os estudantes, o uso dos conceitos para o estabelecimento de proposições ocorreu progressivamente, demonstrando que aos poucos os estudantes que apresentavam dificuldade em elaborar mapas passaram a dominar a técnica, substituindo as frases explicativas pelos conceitos.

Para ilustrar outro tipo de resposta fornecida pelos estudantes sobre essa categoria, destacamos o trecho do estudante E14, cuja justificativa do uso de mapas é sustentada pelo fato de que os mapas conceituais são caracterizados como uma nova forma de estudo, evidenciando o que você aprendeu ou sabe em relação ao que não foi aprendido.

De modo geral, considerando as entrevistas e a observação realizada pelos pesquisadores durante o desenvolvimento das aulas em que utilizamos mapas conceituais, a familiaridade com a técnica de mapeamento conceitual é um fator decisivo para a aceitação desse recurso no processo de ensino e aprendizagem. Conforme alguns estudantes, elaborar mapas exige mais conhecimento do conteúdo e dos conceitos. Temos a impressão de que essa justificativa pode estar associada ao fato de que os estudantes reconhecem que somente conseguirão estabelecer ligações entre os conceitos quando ocorrer a compreensão deles. Nesse sentido, não basta memorizar um ou outro conceito, como habitualmente acontece. Além disso, podemos observar com esse grupo de estudantes que é preciso esforço daquele que está aprendendo para formar as proposições. Esse tipo de atividade realmente exige mais dedicação dos estudantes, esse pode ser um dos motivos que levou os estudantes a considerar a elaboração de mapas conceituais uma tarefa difícil e complicada.

Por outro lado, constatamos também que, à medida que os estudantes percebiam que a aprendizagem estava ocorrendo, porque conseguiam diferenciar os conceitos de outras palavras, formando proposições coerentes e válidas para o corpo de conhecimento, um sentimento de satisfação e contentamento em elaborar um bom mapa tornava-se visível a todos. Nesse sentido, não podemos deixar de concordar com Novak e Gowin (1996) que todo o evento educativo deve estar amparado pela tríade pensar – agir – sentir.

Em relação à **categoria 2.2** - Elaboração de mapas conceituais como estratégia para auxiliar a compreensão dos conceitos estudados –, procuramos verificar se para os estudantes a elaboração de mapas conceituais pode ser uma estratégia para identificar se os conceitos estudados estão sendo compreendidos ou não.

Partimos da ideia de que ao elaborar mapas conceituais podemos perceber se os conceitos estudados foram ou não compreendidos, pois o grau de facilidade e dificuldade em estabelecer ligações e proposições pode ser um indicativo de aprendizagem. Algumas opiniões sobre essa categoria representam o conjunto das respostas obtidas.

Com o mapa, a gente consegue organizar melhor os conceitos, facilita a compreensão dos conceitos, mas se você não sabe, você precisa procurar e pesquisar, e... Fica fácil de ver o que não sabe. E01

Eu acho que quando eu não sei ligar os conceitos é porque não sei os conceitos. E05

Eu achei bem difícil de fazer os mapas, mas também é bem legal porque você precisa ligar os conceitos e, conforme vai fazendo, você vai “melhorando daquilo” que você não sabe. E12

Fazer mapas é mais fácil do que responder exercícios, porque assim, se eu tiver que só escrever, responder vem muita dúvida. Se eu tiver que organizar os conceitos é mais fácil para mim, parece que a gente vai buscando na memória tudo que aprendeu e os conceitos, vai tentando ligar, dando sentido para tudo aquilo, parece que é mais fácil de ver se a gente compreendeu o conteúdo. E13

Pelos mapas, quando estamos elaborando, dá para ver quando não compreendemos os conteúdos porque não vamos conseguir ligar os conceitos, mas aquela parte do conteúdo que a gente compreendeu também vai estar ali no mapa. E15

Ao questionar os estudantes entrevistados sobre essa categoria, averiguamos que para todos eles a elaboração de mapas pode evidenciar compreensão ou falta de compreensão dos conceitos estudados. No caso dos estudantes que afirmaram que os mapas conceituais evidenciam o que não foi compreendido, destacamos as respostas dos estudantes E01 e E05. Para o E01, elaborar mapas auxilia na organização dos conceitos e no entendimento, facilitando a identificação do que não foi compreendido e para o estudante E05, quando ele não consegue estabelecer as ligações entre os conceitos isso significa que não aprendeu, ou seja, expressa o que não sabe.

Na opinião do estudante E12, elaborar mapas é difícil, entretanto, ao mesmo tempo é bom porque é necessário ligar os conceitos, essa tarefa contribui para melhorar a compreensão do que não sabe, ou melhor, do que foi aprendido.

Destacamos o trecho do E13 que representa todas as respostas obtidas dos estudantes favoráveis à ideia de que a elaboração do mapa evidencia a compreensão dos conceitos estudados. Nesse trecho, podemos observar a comparação feita entre a elaboração de mapas e a resolução de exercícios. Segundo o estudante, o primeiro é melhor que o segundo porque os conceitos vão sendo organizados, buscando resgatar na memória a sequência dos conceitos

estudados, dando a impressão de estabelecimento de sentido para o corpo de conhecimento visto, o que facilita a compreensão.

Em outros casos, como nas respostas dos estudantes E01 e E15, a elaboração de mapas conceituais permite averiguar a compreensão e a falta de compreensão dos conceitos estudados, pois as ligações entre os conceitos demonstram a ocorrência ou não de aprendizagem.

As respostas obtidas nessa categoria, comparadas as do estudo exploratório (capítulo 5), demonstram que a percepção dos estudantes sobre essa categoria modificou-se principalmente porque ao final do desenvolvimento da pesquisa os estudantes apresentam maior domínio da técnica de mapeamento conceitual, o que influenciou na opinião desses em relação à categoria.

A **categoria 2.3** - Mapa conceitual e avaliação da aprendizagem –, foi proposta no estudo exploratório e mantivemos na entrevista para verificar se a opinião dos estudantes permanecia a mesma ou não.

As respostas obtidas na entrevista sobre a utilização de mapas conceituais como instrumento para avaliar a aprendizagem, modificaram-se significativamente em relação às respostas obtidas no estudo exploratório. No estudo exploratório, 13 respostas foram favoráveis ao uso de mapas conceituais para avaliação. Das 13, oito não justificaram e cinco atribuíram justificativas pouco relevantes, como ‘acho interessante’ ou ‘é um método prático e eficiente’. Na entrevista, os estudantes utilizaram justificativas relevantes ao analisar que os mapas conceituais podem ser empregados para avaliar a aprendizagem. Quatro estudantes, no estudo exploratório, responderam que não concordavam em utilizar mapas conceituais como avaliação, sendo que apenas um estudante justificou sua resposta. Abaixo, segue a resposta do estudante no estudo exploratório e sua resposta quanto ao emprego de mapas conceituais para avaliação na entrevista que realizamos.

Em nenhuma ocasião. (Estudo exploratório)

Pode utilizar o mapa para avaliação quando o aluno está bem adaptado a trabalhar com o mapa. E03 (Entrevista realizada ao final da pesquisa)

A partir das respostas atribuídas pelo estudante nas duas ocasiões, podemos constatar alteração da sua opinião após o desenvolvimento do projeto. O emprego dos mapas conceituais no processo de ensino e aprendizagem de conceitos químicos, junto ao saber popular da produção de queijo, provavelmente permitiu uma experiência diferente daquelas ocorridas anteriormente ao desenvolvimento da UEPS. Além disso, não podemos desconsiderar a própria opinião dos estudantes de que, com a familiarização com a técnica de mapeamento conceitual, a

habilidade em elaborar mapas torna a tarefa uma boa opção tanto para ensinar e aprender, como também avaliar a aprendizagem.

O trecho destacado do E08 também evidencia que o estudante modificou sua opinião sobre a utilização de mapas conceituais para avaliação da aprendizagem porque, segundo ele, é mais fácil estabelecer as ligações e ver o que foi aprendido ou não.

No início do ano se você “pergunta-se”, como perguntou, eu disse que não, mas agora eu acho que usar o mapa em uma avaliação é melhor que a prova, é mais fácil, porque numa prova você tem que ficar pensando em muitas coisas que não aprendeu direito e nos mapas você vai pensar nos conceitos e nas ligações e vai ficando melhor de ver o que você sabe. E08

É mais fácil responder à questão do mapa que trata de todo o conteúdo do que responder às questões da prova, no mapa você tem que relacionar. E05

Dependendo da pergunta que a professora pede na prova, a gente não consegue expressar o que sabe. No mapa, assim, vão os conceitos que você sabe, o que você aprendeu, eu acho que seria bom. No mapa, você vai fazer a sua prova, porque o que você sabe vai colocar no mapa, e não só o que é pedido na prova. E07

Eu acho que dá para usar mapas para avaliar... Se a professora explicou durante o trimestre inteiro o conteúdo. O que você aprendeu, provavelmente você vai colocar no mapa conceitual e a professora vai saber se você conseguiu entender o que ela explicou ou não, então, se você não entendeu, com certeza ela vai perceber. E11

Por mais que no mapa pode ter ligações erradas, que tu não conseguiu fazer direito... Vai ter o que tu aprendeu também. E13

Eu acho bem difícil, bem complicado usar o mapa para avaliação. E06

O estudante E05, por exemplo, indica que elaborar o mapa conceitual para avaliar é mais fácil do que responder às questões da prova, porque no mapa deve ser respondida “à questão do mapa”, esse estudante está referindo-se à ‘questão focal’, que se relaciona a todo o conteúdo trabalhado.

Para o estudante E07, ao elaborar o mapa conceitual, o próprio aluno está fazendo sua prova, porque vai constar tudo o que aprendeu. Pela prova não é possível expressar tudo o que aprendeu, consegue-se apenas demonstrar a aprendizagem sobre o que está sendo perguntado na prova e às vezes apenas uma pequena parte dos conceitos estudados constituem o conjunto de questões de uma prova.

A opinião do estudante E11 indica que pelos mapas o professor consegue perceber o que o estudante aprendeu e o que não aprendeu. Para o estudante E13, as ligações incorretas também podem evidenciar erros conceituais.

O estudante E06 considera que a utilização de mapas conceituais para avaliar a aprendizagem é ‘difícil e complicado’. Buscamos, durante a entrevista, uma justificativa para

essa opinião, mas o estudante não atribuiu nenhuma informação aparentemente relevante que contemplasse sua opinião. Analisando os mapas conceituais elaborados pelo estudante, constatamos que sua dupla utilizou explicações longas no mapa, ao invés de procurar selecionar apenas os conceitos. Dessa forma, esse pode ser um dos motivos que justifiquem a opinião desse estudante.

Apenas o estudante E06 é contrário à ideia de utilizar mapas conceituais como forma de avaliação. Todos os demais estudantes afirmaram que o recurso pode vir a ser uma opção a mais para avaliar a aprendizagem. Devemos considerar que os instrumentos empregados nas escolas para avaliar a aprendizagem, como no caso da escola em que foi desenvolvido o projeto, são constituídos de provas e trabalhos. Esse formato de avaliação está no regimento escolar, no entanto, se os estudantes estão adaptados à técnica de mapeamento conceitual, esse recurso pode ser incorporado na dinâmica do processo de ensino e aprendizagem, como também vir a compor um dos instrumentos de avaliação adotado pela escola, estando os professores e estudantes de acordo. Nesse sentido, nas considerações finais desta tese tratamos novamente desse assunto.

No **Tema 3**, verificamos a opinião dos estudantes sobre o emprego de diferentes recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem em Química por meio de duas categorias.

A **categoria 3.1** – Utilização de diferentes recursos didáticos para o processo de ensino e aprendizagem - foi proposta no estudo exploratório e mantivemos na entrevista ao final da pesquisa para verificar se a opinião dos estudantes manteve-se ou não.

Todos os estudantes entrevistados ao final da pesquisa informaram que o emprego de diferentes recursos didáticos nas aulas influencia positivamente na aprendizagem, tal como foi exposto no estudo exploratório.

Segundo os estudantes, geralmente a rotina das aulas contempla o uso do quadro e do livro didático. A metodologia de ensino parte da explicação dos conceitos utilizando o quadro para a exemplificação, seguida da leitura do texto relativo ao conteúdo presente no livro didático. Na sequência, são propostas atividades do livro ou o professor fornece uma lista de exercícios para resolução e posterior correção.

Os estudantes informaram também que esse modelo é adotado pela maioria dos professores, com exceção da professora de Química, que aproveita esporadicamente o laboratório de Ciências da escola. Alguns professores também usam material audiovisual e filmes em algumas aulas. No estudo exploratório, solicitamos que os estudantes sugerissem quais recursos didáticos eles gostariam que a professora de Química utilizasse para desenvolver o conteúdo, os estudantes responderam que os saberes populares (já havíamos desenvolvido a

UEPS sobre a produção de conservas de alimentos) poderiam ser utilizados novamente nas aulas de Química. Praticamente todos os estudantes recomendaram a realização de atividades práticas no laboratório da escola. Dessa forma, incluímos na UEPS sobre o saber popular da produção de queijo duas atividades experimentais.

Separamos alguns trechos das entrevistas onde os estudantes opinam sobre o emprego de diferentes recursos didáticos para o processo de ensino e aprendizagem.

Quando os professores trazem diferentes recursos didáticos isso empolga, é importante porque desperta a curiosidade. E01

Eu gostei muito da aula prática do queijo e das outras aulas no laboratório também. E02

Eu acho que a utilização de recursos diferenciados, como por exemplo, este da produção do queijo, é muito importante... O professor mostra que está bastante empenhado em fazer com que o aluno aprenda quando usa diferentes recursos, mostra que o professor tem interesse, basta que o aluno aproveite. E03

Trazer diferentes recursos didáticos para a aula favorece a aprendizagem. Os materiais que vocês trouxeram para as aulas estavam muito bons, tudo bem preparado. E11

Os estudantes E02 e E03 fazem referência à prática do saber popular da produção de queijo como um recurso didático importante para o processo de aprendizagem. Para o estudante E03, o professor que está empenhado em fazer com que o estudante aprenda é aquele que se interessa em trazer recursos didáticos para as aulas.

Durante o período de observação das aulas, que antecederam o desenvolvimento da UEPS, diagnosticamos exatamente o que foi exposto pelos estudantes. Diante do cenário mencionado é fato que os estudantes acabam por sentir desânimo com a rotina das aulas. Atualmente, é reconhecido que o mundo tecnológico e as situações cotidianas que acontecem fora da sala de aula e da escola são mais atrativas para os estudantes. Para desenvolver o potencial dos estudantes, é fundamental que o planejamento das aulas contemple o uso de recursos didáticos variados, a fim de atender diferentes objetivos e perfil de estudantes.

O objetivo de utilizar saberes populares e mapas conceituais durante o processo de ensino perpassa pela intenção de que a aprendizagem seja significativa para os estudantes. Esses recursos didáticos podem modificar a relação do estudante com a escola para melhor, pois um ambiente dinâmico e rico em diferentes possibilidades de interação com materiais e metodologias de ensino pode influenciar positivamente na predisposição dos estudantes a aprender.

Os trechos extraídos das entrevistas evidenciam que o saber popular, as atividades práticas no laboratório e os mapas conceituais são recursos didáticos adequados e que favorecem a aprendizagem dos conceitos.

A **categoria 3.2** - Potencialidade de diferentes recursos didáticos para atender necessidades distintas de aprendizagem – emergiu ao analisar o corpus das entrevistas, pois identificamos que alguns estudantes fizeram referência às diferentes necessidades de aprendizagem dos alunos.

O estudante E05 indica que nem todos os estudantes aprendem da mesma forma, para atender às diferentes necessidades de aprendizagem, recursos didáticos distintos devem ser empregados pelos professores, como exercícios e vídeos.

Para o estudante E06, as aulas práticas (provavelmente está se referindo à atividade da produção do queijo e às aulas experimentais no laboratório da escola) são mais interessantes e a elaboração de mapas conceituais é considerada ‘complicada’, isso indica que esse recurso didático, na opinião do estudante, não contempla suas necessidades, mas atende as de outros estudantes. A informação admite que, para o estudante, o recurso didático que envolve aulas práticas é melhor para o processo de aprendizagem do que o mapa conceitual, isso porque a elaboração de mapas não é tarefa fácil para ele.

Segue alguns trechos retirados das entrevistas que representam as respostas dos estudantes em relação a essa categoria.

Eu me sinto mais motivada quando o professor usa diferentes recursos didáticos, nem sempre a gente aprende do mesmo jeito. Têm uns que querem somente exercícios, eu prefiro aulas práticas e vídeos, coisas assim, mais visual, não só teoria. E05

Eu acho que quando a gente fez as aulas práticas, foi muito interessante, mas na hora de fazer os mapas foi complicado, mas eu fiz. E06

Eu acho que cada aluno aprende de um jeito, mas todos aprendem. Eu achei um pouco difícil o mapa, mas é diferente, muitos gostaram, outros estavam bastante interessados nas aulas práticas, como eu. Foi excelente, nem parecia nossa turma. E12

Eu percebi que a aula inteira teve mais participação, não foi só eu, diferentes materiais são bons para diferentes alunos. E15

Os estudantes E12 e E15 notaram interesse e participação dos colegas nas aulas desenvolvidas durante a UEPS, atitude não percebida com frequência nas aulas ministradas pelos demais professores, situação já observada e relatada pelos pesquisadores em outros momentos. Para o estudante E12, a aprendizagem ocorre distintamente entre os estudantes. Da mesma forma, os recursos didáticos que melhor atendem às necessidades dos estudantes também variam.

O **Tema 4** foi estabelecido para coletar a opinião dos estudantes sobre os aspectos gerais do desenvolvimento do projeto. Para tanto, duas categorias foram estabelecidas.

A **categoria 4.1** – Avaliação das atividades – procurou averiguar como os estudantes avaliaram o conjunto das atividades desenvolvidas durante o desenvolvimento da UEPS, compreendendo a aprendizagem como uma unidade. Procedemos lembrando as principais atividades que compuseram a UEPS para que os estudantes pudessem visualizar o conjunto e não apenas as atividades principais.

Todos os estudantes entrevistados avaliaram positivamente as atividades do projeto. Espontaneamente muitos elogios foram proferidos ao conjunto das atividades, indicando que as experiências proporcionadas para a aprendizagem dos conceitos químicos relativos à Cinética Química surtiram resultados positivos. Dessa forma, podemos considerar que o material de ensino utilizado foi potencialmente significativo e influenciou na predisposição em aprender, vindo a corroborar os referenciais utilizados (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980; AUSUBEL 2003; NOVAK, 2010; MASSINI, MOREIRA, 2008; MOREIRA, 2010b, 2010c).

Destacamos algumas respostas fornecidas durante a entrevista referente a essa categoria, muitas outras poderiam ser utilizadas. No entanto, apenas algumas foram escolhidas.

Excelente as atividades do projeto, os roteiros das atividades práticas, a atividade do saber popular do queijo e a elaboração do mapa conceitual, os vídeos e até os exercícios. E01

Eu considero que as atividades foram muito boas, uma mistura de muitos recursos diferentes. Aulas dinâmicas e com muita qualidade. E03

A aula de Química do ano inteiro foi boa, talvez assistir mais vídeos explicativos, como aquele que vimos da velocidade das reações, que foi muito bom, com imagens, como quando apareceu as moléculas se chocando na reação dá para entender melhor quando forma o complexo ativado, a energia, a velocidade alterando e tudo mais. E08

Eu achei as atividades muito interessantes, principalmente porque minha mãe faz queijo e eu ajudo às vezes. E10

As atividades assim devem continuar. É bem mais fácil de entender, achei muito proveitoso os Bender vir para a escola e ensinar seus conhecimentos. E13

O estudante E01 classificou as atividades do projeto como excelentes, destacando especialmente os roteiros das atividades experimentais, a aula prática do saber popular da produção de queijo, os mapas conceituais, o vídeo e os exercícios. Esse estudante participou das aulas com bastante interesse, foi possível observar que à medida que as atividades propostas na UEPS ocorriam, sua dedicação em realizar as atividades ampliava-se, tal como sua predisposição em aprender. Ao final do desenvolvimento do projeto, os resultados referentes à aprendizagem

do estudante podem ser avaliados e o resultado é semelhante à classificação que o aluno dedicou às atividades do projeto: excelente.

Aulas dinâmicas e com muita qualidade resumiram a opinião do estudante E03 na avaliação do projeto. Esse estudante apresentou, durante a entrevista, preocupação com o desinteresse dos demais colegas como um fator negativo da turma, contrário a seu comportamento, sempre interessado e disponível para participar das atividades e aprender. A disponibilidade de subsunçores adequados para ancorar os novos conceitos foi notada durante o desenvolvimento da atividade do saber popular da produção de queijo, pois o estudante contribuiu com comentários e informações relevantes, influenciando na predisposição dos colegas em aprender.

Para o estudante E10, as aulas foram interessantes porque sua mãe produz queijo e ele, às vezes, ajuda nessa atividade. A justificativa demonstra que o estudante atribuiu significado para a aprendizagem porque está relacionada ao cotidiano de sua família. Nesse sentido, podemos sugerir que a aprendizagem foi significativa para esse estudante.

O emprego de um vídeo para ilustrar uma reação química e os conceitos referentes à teoria das colisões e Cinética Química foi significativo para o estudante E08, contemplando também a categoria 3.2 do tema 3. Na opinião do estudante E13, a presença da família Bender na escola, disseminando os conhecimentos sobre a produção de queijo foi muito proveitosa porque facilitou a aprendizagem.

De modo geral, constatamos que os dois principais recursos didáticos empregados na pesquisa – saber popular e mapas conceituais – constituem, para os estudantes, uma metodologia adequada ao processo de aprendizagem, por isso foram avaliadas junto com as demais positivamente.

A **categoria 4.2** – Avaliação da aprendizagem – emergiu para verificar como os estudantes avaliaram a ocorrência de aprendizagem durante o desenvolvimento da UEPS. Os dados analisados indicam que a aprendizagem dos conceitos químicos ocorreu de forma bastante satisfatória para os estudantes, inclusive para aqueles que apresentam, geralmente, dificuldade na compreensão dos conteúdos do componente curricular de Química.

Segundo o estudante E03, a atividade do saber popular da produção de queijo foi a única desse tipo proporcionada pela escola, pois nos anos anteriores nenhuma atividade igual a essa foi realizada. O estudante classificou sua aprendizagem como excelente, informando que isso pode ser comprovado pelas notas alcançadas. No caso do estudante E04, seu interesse em aprender os conceitos químicos foi ampliado porque já dominava a prática de produção de queijo.

As aulas experimentais no laboratório da escola, realizadas com o auxílio de um roteiro, foram bem avaliadas pelo estudante E07, como também a atividade prática do saber popular da produção de queijo e os mapas conceituais. Os trechos destacados representam essa categoria.

Este trabalho foi a primeira vez que fomos para fora da sala de aula, que vieram pessoas fora da escola e a aprendizagem, no meu caso, foi muito boa, é só olhar as notas e também os mapas. E03

Eu tinha muito interesse em aprender a parte química do queijo, porque a prática eu já sabia... Então a aprendizagem, para mim, foi quase excelente... Muito bom mesmo. E04

Eu gostei do laboratório, a gente ia fazendo, anotando e respondendo às perguntas, deixando tudo pronto. Na atividade do queijo, logo já fizemos o mapa, mais detalhes e isso fica registrado na cabeça e depois, quando vamos revisar para a prova, tudo tá organizado e completo. E07

Eu acho que o que foi ensinado sobre o queijo e a Química relacionada eu vou lembrar para sempre, porque tudo ficou muito esclarecido. E11

Atividades mais interativas envolvem mais os estudantes, tem que ter aulas assim, todos ficam interessados e parece que a maioria aprendeu. Até alguns que têm bastante dificuldade fizeram bons mapas. E14

Outra excelente avaliação foi do estudante E11, indicando que a aprendizagem da produção do queijo e a química relacionada a esse processo jamais serão esquecidas, porque o nível de esclarecimento foi muito bom. Para concluir, segundo o estudante E14, as aulas com caráter mais interativo envolvem mais os estudantes que participam e se interessam pelas aulas e pela aprendizagem, comentando que inclusive alguns estudantes que apresentam bastante dificuldade elaboraram bons mapas.

Durante a avaliação realizada sob forma de diálogo com todos os estudantes participantes da pesquisa, em cada uma das turmas, podemos constatar que os objetivos da pesquisa foram alcançados, pois a metodologia empregada para o processo de aprendizagem em Química conseguiu, a partir da ecologia de saberes, resultados positivos. Os resultados da análise da aprendizagem realizada no capítulo 6 e 7, junto com a análise da metodologia feita pelos estudantes, indicam indícios de ocorrência de Aprendizagem Significativa para os conceitos químicos estudados.

Avaliação do projeto de pesquisa na perspectiva das professoras e detentores do saber popular

O desenvolvimento das atividades do projeto de pesquisa só foram possíveis devido à disponibilidade das professoras de Química da escola e dos moradores do município, detentores do saber popular da produção de queijo, em participar de nossa pesquisa. A última etapa da investigação apresenta a avaliação desses colaboradores, considerando algumas questões que permearam a pesquisa, sendo estas as principais: saber popular, mapas conceituais, Aprendizagem Significativa e pesquisa colaborativa.

Na sequência, vamos tratar primeiramente de apresentar as considerações das professoras sobre o projeto desenvolvido, para, em seguida, as considerações dos detentores do saber popular.

Considerações das professoras

As professoras participantes da pesquisa possuem formação em Química Licenciatura e atuam na escola onde o projeto foi desenvolvido.

Uma das professoras possui duas especializações na área de Ciências, uma em Educação Ambiental e outra em Gestão em Meio Ambiente. Participou do Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE, promovido pela Secretaria de Educação do Estado do Paraná, programa destinado ao desenvolvimento de um projeto elaborado pelos próprios professores da educação básica por dois anos, permeados por um processo de formação continuada que conta com a participação das universidades estaduais públicas do Estado do Paraná e seus professores. Essa professora atua na educação básica há 20 anos nas disciplinas de Química no ensino médio e Ciências no ensino fundamental. Além dessa formação, em seu currículo consta sua participação em diferentes cursos de capacitação na área da educação e educação em Ciências e meio ambiente com elevada carga horária.

A segunda professora, além da formação em Química licenciatura, graduou-se em Física licenciatura no último ano. Possui especialização em Gestão Escolar e é Mestre em Ciências Ambientais. Atua como docente das disciplinas de Química, Física e Matemática há seis anos, quando ainda estava no período de sua primeira graduação.

Na primeira parte da entrevista, as duas professoras participaram em conjunto de uma roda de conversa com a pesquisadora. De maneira informal, fomos tratando dos temas que permearam a pesquisa e, voluntariamente, as professoras discorreram sobre os temas, a

pesquisadora registrou as informações no diário de campo. Na sequência, as professoras responderam algumas questões individualmente de forma escrita. Ao conjunto de dados obtidos, acrescentamos ainda os registros das reuniões ocorridas durante todo o período em que o projeto foi desenvolvido. As professoras estão identificadas como P1 e P2 no decorrer deste capítulo.

Abaixo seguem as unidades de sentido produzidas juntamente com as categorias a priori e emergentes:

Tema 1: Concepção de currículo

Categoria emergente 1.1: Definição de currículo

Categoria emergente 1.2: Critérios para definir o que deve ou não ser ensinado

Tema 2: Metodologia de Ensino e Recursos Didáticos

Categoria emergente 2.1: Referenciais teóricos e metodologia

Categoria a priori 2.2: Critérios para definir metodologia de ensino e recursos didáticos

Tema 3: Emprego de Saberes Populares no processo de Ensino e Aprendizagem de Química

Categoria a priori 3.1: Opinião sobre o emprego de saberes populares

Categoria a priori 3.2: Avaliação do emprego do saber popular da produção de queijo

Tema 4: Emprego de Mapas Conceituais no processo de Ensino e Aprendizagem de Química

Categoria a priori 4.1: Opinião sobre o emprego de mapas conceituais

Categoria emergente 4.2: Mapas conceituais e avaliação da aprendizagem

Tema 5: Projeto e Prática Docente

Categoria a priori 5.1: Considerações gerais

Categoria emergente 5.2: Pesquisa colaborativa e Prática Docente

Em relação ao **tema 1**, buscamos identificar qual é a concepção de currículo das professoras participantes da pesquisa. Sob nosso ponto de vista, tratar desse tema é fundamental, compreendemos que o debate acerca do que deve ou não ser ensinado nas aulas de Ciência, em especial de Química, deve ocorrer tanto nas escolas como nas universidades, local em que os professores passam pela formação inicial e também continuada.

Como já exposto no capítulo 3 desta tese, concordamos com nossos referenciais (APPLE, 2011; CANDAU, 2013; ABREU, LOPES, 2013, LOPES, 2013; MOREIRA, TADEU, 2011) com relação à ideia de que o currículo não é um documento neutro e desinteressado, seu conteúdo exprime ideias, valores, princípios e intenções. Dessa forma, seguir o currículo recomendado pelos órgãos reguladores educacionais, sem refletir sobre as especificidades dos sujeitos (estudantes, professores e comunidade em geral) e de todos os elementos constituintes de uma dada região (história, cultura, economia e política) levam a uma prática educacional reprodutora e acrítica.

Ao empregar saberes populares como recurso didático e metodológico nas aulas de Química, as questões referentes ao currículo e a escolha do que deve ou não ser ensinado, entra em debate, pois os elementos culturais e os saberes populares caracterizados como conhecimentos não científicos passam a compor, junto com os conhecimentos escolares e científicos, o currículo escolar, no modelo de ‘ecologia de saberes’ (SANTOS, 2010). Nesse sentido, para implantar práticas educacionais considerando os saberes populares, os professores precisam debater e refletir sobre as questões referentes ao currículo, pois, durante um ano letivo, o trabalho geralmente é organizado em bimestre ou trimestre e, em cada um desses períodos, um conjunto de conhecimentos e a avaliação da aprendizagem destes devem ser cumpridos.

Aproximar os saberes populares dos conhecimentos escolares e científicos não é uma tarefa fácil, requer esforços dos professores em analisar, refletir e estabelecer quais conteúdos são os mais importantes e fundamentais para um determinado nível de ensino e como eles podem ser relacionados aos saberes populares legítimos da comunidade constituinte da escola.

Nesse sentido, podemos afirmar que a equipe pedagógica da escola mostrou-se receptiva ao projeto de pesquisa apresentado pela doutoranda, permitindo que as professoras de Química e a pesquisadora adequassem o currículo de Química da 2ª série do ensino médio à proposta da pesquisa.

A **categoria 1.1** – Definição de Currículo – apresenta a ideia inicial de currículo das professoras. Os trechos abaixo foram extraídos das respostas individuais fornecidas por cada professora.

Eu entendo que currículo corresponde a um documento que organiza o processo de aprendizagem, trazendo normas e regras, além dos conteúdos que devem ser abordados dentro do processo de ensino/aprendizagem. P1
De uma forma simplista o Currículo é o conjunto de conteúdos que deverão fazer parte do processo de ensino/aprendizagem em determinado curso de formação, em qualquer nível. P2

É notável a percepção da P1 de que o currículo é um documento que deve organizar o processo de aprendizagem, compreendemos que esse ‘organizar’ perpassa a ideia de que o currículo não é apenas os conteúdos programáticos de uma área de conhecimento, mas engloba metodologia, conteúdos e avaliação.

Para a P2, de forma simplificada, o currículo resume-se ao conjunto de conteúdos que devem compor o processo de ensino e aprendizagem, atendendo aos diferentes níveis de ensino e especificidade de cursos.

Enquanto tratávamos do tema currículo em uma das reuniões de planejamento das atividades da UEPS e também quando dialogamos na roda de conversa, percebemos que a concepção de currículo das professoras envolve ‘autonomia’ como elemento constituinte do trabalho docente. Para as professoras, a escolha dos conteúdos deve adequar-se também ao perfil dos estudantes, da comunidade e considerar os aspectos culturais, históricos e sociais.

Ampliando a discussão sobre currículo e autonomia, elegemos a **categoria 1.2** - Critérios para definir o que deve ou não ser ensinado. Sobre essa categoria, extraímos dois trechos, um de cada professora.

Os conteúdos de Química a serem trabalhados devem seguir a Diretriz Curricular do Estado do Paraná, porém ao professor cabe definir quais conteúdos vai trabalhar. Os professores de Química do Núcleo Regional de Toledo em diversas oportunidades trocam ideia sobre quais conteúdos são mais relevantes no ensino da Química no Ensino médio, para que todas as escolas do nosso núcleo trabalhem conteúdos semelhantes. Outro fator que é importante a ser considerado é os conteúdos que mais são cobrados em avaliações como ENEM e Vestibulares de universidades públicas. P1

Para a P1, a definição dos conteúdos de Química a serem trabalhados não é uma decisão que visa contemplar apenas um documento, mas busca atender o coletivo, além de não desconsiderar as avaliações nacionais do desempenho dos estudantes e a seleção dos vestibulares. A P1 informa que a seleção dos conteúdos é tarefa dos professores, entendemos que o exercício da autonomia docente fica muito claro no trecho.

Em uma das reuniões de trabalho, a P1 informou que os documentos oficiais curriculares apresentam aspectos de primeira ordem, classificados como conteúdos elementares, importantes e relevantes e que devem ser trabalhados pelos professores porque são gerais/inclusivos. Esses, essencialmente, devem compor o planejamento do ano letivo. Por outro lado, os aspectos de segunda ordem envolvem os conteúdos menos inclusivos. Durante o planejamento da UEPS, compreendemos melhor essa diferenciação estabelecida por esta professora. Em relação ao conteúdo de Cinética Química, os conceitos mais inclusivos foram

todos aqueles trabalhados durante a UEPS, sendo reação química, energia de ativação, complexo ativado, geometria favorável, choque eficaz entre as moléculas e os fatores que afetam a velocidade das reações químicas. Os conceitos menos inclusivos, segundo a P1, constituem os cálculos que representam a velocidade das reações químicas em um nível de complexidade desnecessário ao ensino médio, cálculos envolvendo a ordem de reação e as etapas, entre outros.

O trecho da sequência representa a concepção da P2 sobre essa categoria.

Elaboro meu plano de trabalho docente englobando todos os conteúdos indicados nas diretrizes estaduais e procuro organizá-los de acordo com o livro didático adotado pela escola. No decorrer do ano letivo são necessários alguns replanejamentos e nem sempre é possível seguir o cronograma ou abordar todo o conteúdo, neste momento procuro selecionar os conteúdos básicos, sem muito aprofundamento. P2

Para a P2, os conteúdos selecionados para compor seu planejamento anual seguem a orientação das diretrizes estaduais, procurando incluir todas as sugestões desses documentos e atendendo ainda aos conteúdos presentes nos livros didáticos adotados pela escola. Quando a professora refere-se ao ‘replanejamento’, entendemos que durante o ano letivo os percalços da rotina escolar impedem que todos os conteúdos que integraram o planejamento da professora sejam cumpridos, cabendo a ela selecionar os mais básicos. Nesse sentido, acaba selecionando os conceitos mais inclusivos, deixando de lado os menos inclusivos.

De modo geral, podemos perceber que uma das professoras, provavelmente por ser mais experiente, tem mais segurança e autonomia em organizar o currículo que seguirá durante o ano, enquanto que a outra professora procura seguir as orientações repassadas tanto pela equipe pedagógica da escola como do núcleo de educação.

Durante as reuniões e demais momentos de diálogos entre pesquisadora e professoras, percebemos que a professora mais experiente procura atingir os estudantes, relacionando o ensino de Química com aspectos mais práticos e fáceis de serem observados na vida cotidiana dos estudantes. Sente-se mais segura em incluir e excluir conteúdos de seu planejamento, demonstra compreender os principais aspectos cognitivos envolvidos durante aprendizagem. Todos esses elementos são consequência de sua prática e experiência.

A professora menos experiente é muito inteligente, consegue dominar as situações de ensino com muita facilidade, tem aprendido com a prática e procura também que a aprendizagem de Química faça sentido aos seus estudantes.

O **tema 2** trata das questões voltadas à metodologia de ensino e os recursos didáticos. Duas categorias foram definidas para esse tema.

Na **categoria 2.1** - Referenciais teóricos e metodologia – procuramos identificar quais referenciais teóricos embasam as metodologias de ensino das professoras.

Para o trabalho no cotidiano não utilizamos apenas uma metodologia, pois dependendo do conteúdo e da turma a ser trabalhada a metodologia deve ser adequada. Mas em minhas aulas utilizo a metodologia da aprendizagem significativa. P1

Tenho como base a teoria da aprendizagem significativa e utilizo em praticamente todas as aulas a contextualização dos conteúdos. P2

A Teoria da Aprendizagem Significativa foi indicada pela P2 como base de sua prática docente, essa professora teve suas primeiras experiências com esse referencial teórico durante o curso de Química licenciatura e, posteriormente, em seu trabalho de conclusão de curso, orientado pela pesquisadora responsável por esta investigação e também fundamentado pela Teoria da Aprendizagem Significativa. Como indicado pela P2, sua prática docente atualmente está pautada nesse referencial, buscando também utilizar a contextualização dos conteúdos.

A P2 indicou que a metodologia utilizada é a da Aprendizagem Significativa, provavelmente a professora está referindo-se à Aprendizagem Significativa como teoria e também como metodologia, porque durante o desenvolvimento de nossa pesquisa discutimos bastante sobre a questão de que a Teoria da Aprendizagem Significativa engloba também um método de ensino, contemplada em situação prática de ensino pela Unidade de Ensino Potencialmente significativa (UEPS), proposta por Moreira (2011a).

Pela **categoria 2.2** - Critérios para definir metodologia de ensino e recurso didáticos utilizados –, averiguamos como são definidos os recursos didáticos e as metodologias de ensino.

Conforme a P1, o conteúdo e o perfil da turma são fundamentais para escolher a metodologia e os recursos didáticos a serem empregados, no entanto. As atividades experimentais com abordagem metodológica investigativa são usadas e a solicitação de pesquisas sobre os conteúdos também são frequentemente adotadas por esta professora. A utilização de saberes populares e mapas conceituais já foram utilizados em situações distintas. No entanto, os referenciais teóricos dessas metodologias de ensino foram melhor compreendidos com o desenvolvimento deste projeto.

Não podemos desconsiderar que a metodologia tradicional de ensino, empregando leitura de texto e discussão, constitui também a prática docente dessa professora. Como evidenciado em outros momentos pela mesma, são eficientes quando bem guiadas, atingindo bons resultados em relação à aprendizagem dos conceitos.

O conteúdo a ser trabalhado e o perfil da turma. A experimentação investigativa, a construção de mapas conceituais, o uso do saber popular, pesquisas, mas também em algumas aulas utilizo a metodologia tradicional (leitura e discussão de textos). P1

Recursos didáticos como experimentação, material audiovisual, imagens, simuladores, lousa e livro didático são utilizados no contexto no ensino de Química, segundo a P2, buscando contemplar aspectos cognitivos relativos à compreensão de conceitos abstratos da Química. Observa-se que a professora preocupa-se em variar os recursos didáticos e a metodologia de ensino para contemplar os diferentes conteúdos.

Conteúdos abstratos ou com muitas fontes de ilustração são compreendidos mais facilmente a partir de apresentações multimídia com vídeos e figuras. Conteúdos em que seja necessário observar uma alteração ou reação química são potencialmente experimentais, no entanto, nem sempre é possível realizar algumas práticas experimentais, esse déficit pode ser resolvido a partir de vídeos que mostram o procedimento experimental. A lousa é um recurso e instrumento básico para o desenvolvimento da aula, pois é possível na medida em que se aborda determinado conteúdo ir fazendo anotações, definições e esquemas das novas informações que o aluno recebe. O livro didático serve como apoio para o aluno, com o livro didático o aluno pode retomar os conceitos e conteúdos em casa, também pode ser utilizado como fonte de exercícios e atividades, além disso, muitos livros apresentam textos que relacionam o conteúdo com fatos, tecnologias, história, etc. contextualizando o tema. P2

As professoras buscam utilizar em suas aulas recursos didáticos variados, para atender a diferentes necessidades dos estudantes e do próprio conteúdo, visando facilitar a aprendizagem dos estudantes. No entanto, ambas afirmaram que o quadro e o livro didático são ainda muito utilizados nas aulas de Química e que adotar uma metodologia de ensino baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (MOREIRA, 2011b) requer uma postura bastante crítica do ensino que se pratica e daquele que se deseja, pautado nesta teoria.

Nos inúmeros momentos de diálogos entre as participantes da equipe de trabalho, vivenciamos os benefícios da pesquisa colaborativa, pois as aprendizagens decorrentes do trabalho que estava sendo desenvolvido permitiam a todos compreender que a teoria, fruto do conhecimento científico, só atinge sua plenitude quando vivenciada, discutida, refletida e compartilhada. Teorizar sobre metodologia de ensino e recursos didáticos passa a ter muito mais sentido quando a prática a acompanha.

Em relação ao **tema 3**, procuramos verificar a opinião das professoras sobre o emprego de saberes populares no processo de ensino e aprendizagem de Química. Para tanto, estabelecemos duas categorias.

Com a **categoria 3.1** - Opinião sobre o emprego de saberes populares – desejamos identificar a percepção das professoras sobre o emprego do saber popular da produção de queijo no contexto das aulas de Química.

A professora de Química que desenvolveu as atividades da UEPS já havia trabalhado anteriormente com alguns saberes populares. Sua experiência com essas atividades não estava associada ao emprego de mapas conceituais simultaneamente ao referencial da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), à Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica de Moreira (2011b), à Teoria Educacional, de Novak (1980) e aos mapas conceituais de Novak e Gowin (1996).

A opinião da P1 sobre o emprego dos saberes populares é extremamente positiva, como pode ser verificado no trecho que destacamos.

Acho muito importante, pois aproxima os conceitos químicos a realidade dos alunos e ajuda a mudar a visão de que a Química está relacionada somente a coisas ruins, venenos e substâncias tóxicas. P1

Para essa professora, trabalhar com saberes populares é benéfico porque a visão dos estudantes sobre a Química acaba modificando-se, pois os conceitos químicos trabalhados a partir dos saberes populares diminuem a distância de percepção da Química como algo ruim e prejudicial à vida humana e ao meio ambiente.

A professora destaca que com o emprego de saberes populares, dois aspectos positivos são claramente perceptíveis: um é o envolvimento da comunidade com a escola e, conseqüentemente, com o processo de ensino e aprendizagem e o outro é a identificação de conceitos químicos estudados nas atividades diárias de muitos estudantes, como consta no trecho da seqüência.

Aspectos Positivos: envolvimento da comunidade no processo de ensino aprendizagem, os alunos identificam situações vividas por eles nas suas casas e associam aos conceitos químicos. P1

Dois aspectos negativos foram citados pela P1. O primeiro é o pouco tempo de aula para o componente curricular de Química semanal, o que dificulta a realização de uma atividade prática com o saberes populares, sendo necessário contar com a disponibilidade de professores para trocar aulas para que as atividades ocorram de forma adequada. A segunda dificuldade também relaciona-se com o tempo, mas o dos detentores do saber popular, que necessitam também adequar a atividade do saber popular ao tempo da escola.

Aspectos Negativos: duas aulas semanais de 50 minutos é um tempo muito curto para realizar atividades na escola, ai é necessário realizar trocas de aulas com outros professores e adequar o horário para realizar a atividade. Sem contar que às vezes a disponibilidade de horário da pessoa convidada para realizar a atividade não condiz com o horário da aula. P1

Durante o desenvolvimento das atividades do projeto de pesquisa, o problema relativo ao tempo de aula e da prática do saber popular foi solucionada diante da disponibilidade de vários professores de outras disciplinas em ceder aulas para que a atividade prática do saber popular ocorresse integralmente. Contamos também com a disponibilidade da família Bender em realizar a prática do saber popular do queijo por três vezes consecutivas, uma em cada turno de aula, além da disponibilidade em se deslocar até a escola para realizar a atividade.

Ainda sobre a categoria 3.1, temos o seguinte registro da P2.

A utilização dos saberes populares é uma forma de aproximação e motivação dos estudantes para a aprendizagem, pois geralmente tratam de aspectos vivenciados no dia a dia, ou que estejam ligados a alguma forma de produção que se relaciona com a vida do estudante. P1

Conforme a P2, o emprego de saberes populares promove a motivação dos estudantes em aprender porque estão relacionados às experiências cotidianas dos estudantes e estão, geralmente, associados à forma de produção característica das famílias.

Para se utilizar os saberes populares no processo de ensino/aprendizagem é um pouco trabalhoso. Inicialmente é necessário conhecer o saber popular e manter contato com as pessoas da comunidade que detenham este saber. Depois estabelecer as relações do saber popular com o conhecimento científico. É necessário muitas vezes a saída da sala de aula e do espaço escolar e tempo de desenvolver todas as atividades, sendo necessário, às vezes, a colaboração de outros profissionais da instituição para que a atividade seja realizada. P2

A professora cita alguns aspectos relacionáveis ao emprego de saberes populares para o ensino de Química que não podem ser ignorados pela relevância, sendo: identificar os saberes populares típicos da comunidade em que a escola pertence e estabelecer contato com as famílias detentoras do saber popular; relacionar os conhecimentos científicos com os saberes populares adequados; variáveis - tempo, espaço, disponibilidade de outros profissionais da escola para auxiliar no trabalho e outros.

Todos esses itens listados pela professora, juntamente com os aspectos positivos e negativos citados pela P1, não podem ser desconsiderados no planejamento de uma UEPS que tenha como fio condutor o emprego de saberes populares da comunidade.

Na **categoria 3.2** - Avaliação do emprego do saber popular da produção de queijo –, pretendemos coletar informação sobre a avaliação das professoras quanto ao emprego de saberes populares. Nesse sentido, obtivemos a seguinte avaliação.

Gostei da experiência de participar do projeto, pois os alunos se mostraram interessados e participaram das atividades com perguntas, realizando atividades, pesquisas e até associando com as atividades desenvolvidas no seu cotidiano, mostrando que o ensino da química não precisa ser algo dissociado da realidade dos nossos alunos, pelo contrário é extremamente importante que seja inserido na realidade dos nossos alunos. P1

A avaliação contempla o contentamento da professora em ter participado do projeto que empregou saberes populares. Segundo a P1, os estudantes participaram das atividades de forma bastante satisfatória, o ensino privilegiou relacionar a Química ao cotidiano dos estudantes e as atividades práticas presente na vida de muitos.

A P2, como informado anteriormente, participou do planejamento das atividades desenvolvidas na UEPS, mas não conduziu a realização dessas atividades porque foi designada pelo Núcleo Educacional de Toledo a lecionar em outro componente curricular. Dessa forma, a avaliação do projeto não é necessária porque não acompanhou integralmente as atividades desenvolvidas. No entanto, a professora registrou sua avaliação quanto ao projeto, que ela mesma desenvolveu durante o estágio docente supervisionado do curso de Química licenciatura. Cabe ressaltar que a ideia de empregar saberes populares partiu dessa professora, o trabalho deu tão certo que acabou sendo foco desta pesquisa.

Com o projeto de conclusão de curso percebi que os colaboradores da comunidade sentiram-se valorizados pelos seus saberes, que gentilmente nos foram repassados. A escola ficou muito satisfeita em ter um projeto que estava relacionando os alunos com a comunidade e ao mesmo tempo com a Universidade. E eu, como pesquisadora, estava muito satisfeita em poder avaliar e obter resultados positivos nesta integração dos saberes. Percebi que os alunos se sentiam motivados por que as aulas passaram a ser diferentes e começaram a ficar interessados. P2

Mesmo não sendo a avaliação desse projeto, decidimos incluir as palavras da P2 porque são representativas da experiência com saberes populares que originou outros trabalhos além desta tese.

O registro de que os moradores, detentores do saber popular, sentiram-se valorizados também foi observado nesta pesquisa, pois em diferentes oportunidades podemos constatar que os integrantes da família Bender, tanto durante o desenvolvimento da prática do saber popular,

como também ao término, demonstraram sentimentos de alegria, satisfação e contentamento em poder contribuir com a escola, com os estudantes e com a universidade.

Outro foco importante da pesquisa relaciona-se ao **tema 4**, cujo objetivo é verificar o emprego de mapas conceituais no processo de ensino e aprendizagem de Química.

Na **categoria 4.1** - Opinião sobre o emprego de mapas conceituais – procuramos identificar aspectos referentes à opinião dos professores sobre o uso de mapas conceituais no contexto escolar. A professora P1 informou sua opinião, considerando o professor primeiramente e depois os estudantes.

Para o professor: no início eu estava insegura quanto á utilização dos mapas, mas depois que conheci e entendi a dinâmica eu acredito que é uma ferramenta muito interessante para o processo de ensino e aprendizagem, pois leva os alunos a pensar sobre o conteúdo para poderem fazer as ligações entre os conceitos. Por que a nossa maior dificuldade hoje é fazer os alunos pensarem e refletirem sobre o que estão estudando. P1

Sua opinião veio ao encontro da nossa percepção. Inicialmente, observamos que a professora sentia-se insegura em elaborar os mapas conceituais, mas à medida que novos mapas foram sendo elaborados, sobre diferentes temas, como aqueles da etapa do estudo exploratório, constatamos que a professora foi melhorando significativamente sua técnica em elaborar os mapas conceituais, corroborando a opinião dos estudantes sobre a produção de mapas conceituais.

Outro fato importante destacado pela professora refere-se ao trabalho do professor em estimular os estudantes a pensar sobre os conceitos estudados. Segundo a professora, essa é uma tarefa muito difícil de cumprir, entretanto, os mapas conceituais ajudam os estudantes a pensar, porque para estabelecer as ligações entre os conceitos, e é necessário que os estudantes pensem sobre os conceitos.

A opinião da professora sobre o emprego de mapas conceituais contemplou também sua visão em relação aos estudantes, como podemos verificar na sequência.

Para os estudantes: a maioria dos alunos gostou, pois sai da rotina de ler o texto e depois responder questões sobre o conteúdo. Leva os alunos a dialogarem, defender seu ponto de vista e entrar em um consenso com os colegas para organizarem o mapa da melhor forma possível. Os alunos que não gostaram são os alunos que geralmente não participam das outras atividades também. P1

Para a P1, de modo geral, os estudantes receberam muito bem os mapas conceituais como recurso didático para as aulas de Química. A participação, a troca de informações e a

aprendizagem com os colegas são alguns aspectos apontados pela professora que justificam sua compreensão. A professora também afirmou que os estudantes que foram contra o emprego de mapas conceituais, geralmente são aqueles que não participam de outras atividades. Concordamos com a professora e pudemos verificar isso em muitos momentos e em diferentes situações de aprendizagem.

Em relação às considerações da P2 sobre o emprego de mapas conceituais, as informações que exprimem sua opinião foram obtidas por meio do relato dos estudantes, quando a mesma ministrava aulas de Física, como também pelo seu conhecimento da técnica de mapeamento conceitual.

Não apliquei os mapas conceituais em minhas aulas, mas ouvi relatos positivos de estudantes. Acredito que os mapas representem para os alunos uma forma de organizar hierarquicamente e estabelecer relações entre os conceitos novos e os já conhecidos. P2

Com a **categoria 4.2** – Mapas conceituais e avaliação da aprendizagem – verificamos o que os professores pensam sobre utilizar mapas conceituais para avaliar a aprendizagem em Química. A P1 considera que avaliar a aprendizagem por meio de mapas conceituais é possível porque dá para identificar o que realmente o estudante compreendeu.

Achei interessante a possibilidade de avaliar a aprendizagem utilizando os mapas, pois é possível observar quais conceitos ainda não foram compreendidos pelos alunos e dificulta as respostas prontas e decoradas dos livros didáticos. P1

Continua no mesmo trecho a indicação de que a avaliação da aprendizagem por meio dos mapas conceituais evita a utilização de respostas prontas extraídas dos livros didáticos, pois a dinâmica dos mapas está no estabelecimento de relações entre os conceitos e a formação de proposições.

A última unidade de sentido estabelecida é o **tema 5**, cujo conteúdo expressa as considerações gerais do projeto na perspectiva das professoras.

Na **categoria 5.1** – considerações gerais – incluímos questões suscitadas espontaneamente pelas professoras no transcorrer da entrevista.

A P1 indicou que no contexto de sala de aula, a elaboração de mapas conceituais valoriza o diálogo entre os colegas, a aprendizagem colaborativa e permite ao aluno perceber quais conceitos foram compreendidos e quais não, opinião muito parecida com a maioria dos estudantes.

Leva a um diálogo entre os colegas, além de uma reflexão sobre quais as melhores formas de realizar uma conexão entre os conceitos. Além de ser uma didática diferente, muito bem aceita pelos alunos... Permite ao aluno perceber quais conceitos ele ainda não entendeu. P1

Por outro lado, a professora P1 argumentou que o tempo de elaboração e apresentação dos mapas torna-se um problema para o professor, pois geralmente a carga horária da disciplina de Química no ensino médio não ultrapassa duas aulas semanais, isso dificulta o emprego dos mapas conceituais com mais frequência porque o planejamento de utilização desse recurso não pode desconsiderar o cumprimento de todas as etapas do processo para que os benefícios possam ser contemplados, caso contrário, os resultados podem ser bastante negativos. Outro ponto levantado pela mesma professora refere-se à dificuldade que encontrou em explicar para os estudantes os conceitos enquanto eles elaboravam os mapas e, ao mesmo tempo, não interferir na organização dos conceitos e estabelecimento das ligações dos estudantes.

Acho que o único ponto negativo, mas que necessariamente não é ruim é o tempo que os alunos precisam para organizar seus mapas, apresentar aos colegas e corrigir se necessário. Isto só se torna um ponto negativo por que temos apenas duas aulas semanais de Química e muitos conteúdos importantes para serem trabalhados. Outro ponto é não opinar na construção do mapa dos alunos (esclarecer as dúvidas e não dar a minha opinião sobre qual a ligação que deveria ser feita). P1

A manifestação da P1 sobre esses dois aspectos demonstra que os mapas conceituais, na opinião da professora, constituem um recurso didático com grande potencial para uso na sala de aula porque promove a troca de conhecimentos dos estudantes e a negociação de significados. Além desses fatores, alguns aspectos negativos foram apontados. Entre eles, destacamos a apresentação dos mapas conceituais elaborados em sala de aula. Essa atividade foi realizada com o MCA para duas das três turmas, no entanto, não conseguimos permanecer com essa dinâmica porque o tempo disponível para realização das atividades propostas na UEPS excederia o estipulado, caso fossem apresentados os mapas conceituais elaborados em todas as etapas. Dessa forma, a professora achou melhor excluir do planejamento esta atividade.

Os mapas conceituais constituem uma ferramenta importante no processo de aprendizagem segundo a P2, porque representam uma forma de organizar os conceitos hierarquicamente e ligar os conceitos subsunçores aos novos conceitos.

Acredito que os mapas representem para os alunos uma forma de organizar hierarquicamente e estabelecer relações entre os conceitos novos e os já conhecidos. Para a utilização de mapas conceituais, é necessária uma aula de introdução para a elaboração dos mesmos

Ao utilizar os mapas conceituais no contexto de sala de aula, é necessário que o professor demonstre como elaborar os mapas conceituais, como indicado pela P2. É fundamental explicar aos estudantes como proceder na seleção dos conceitos e de palavras de ligação adequadas para elaborar os mapas conceituais. Indicamos aos professores a elaboração de mapas conceituais coletivos quando os estudantes ainda não dominam satisfatoriamente a técnica de mapeamento conceitual, pois isso contribuirá significativamente na compreensão dos elementos constitutivos dos mapas conceituais.

A **categoria 5.2** – Pesquisa colaborativa e prática docente – complementa a categoria 5.1, pois as professoras expuseram livremente suas opiniões sobre o projeto, considerando aspectos referentes à pesquisa colaborativa e a prática docente.

Sintetizamos algumas das principais considerações das professoras e listamos na sequência. Não identificamos cada tópico porque entendemos que isso é desnecessário e não influencia no conteúdo e compreensão dos sentidos:

- Na opinião das professoras, a pesquisa colaborativa é extremamente importante, pois o processo de ensino e aprendizagem não pode ser algo fragmentado, porque todos fazem parte da mesma sociedade;
- A integração entre os diferentes segmentos faz com que os conhecimentos produzidos na universidade cheguem até as escolas e a comunidade;
- Outro fator importante é a percepção que os estudantes passam a ter de que os conhecimentos científicos estão presentes no nosso cotidiano;
- Para as professoras, existe grande dificuldade de diálogo entre os diferentes segmentos, que nesta pesquisa dialogaram perfeitamente, assim:

A Universidade: deve criar mecanismos para o acesso dos docentes da educação básica aos conhecimentos produzidos na universidade.

A Escola: disposição da escola de buscar novos conhecimentos, bem como possibilitar o desenvolvimento de projetos em parceria com a comunidade, fortalecendo os vínculos.

A Comunidade: disposição em partilhar com a escola os seus saberes.

- Outro aspecto positivo é a possibilidade da universidade, representada por seus professores e acadêmicos, vivenciar o cotidiano escolar. A comunidade é beneficiada pelo reconhecimento e acesso ao conhecimento e a escola promove a construção de

novos saberes, experiências e possibilita uma excelente formação aos seus estudantes ao realizar pontes entre a universidade que representa o conhecimento científico e os saberes da comunidade;

- Sugerir outras áreas do conhecimento à pesquisa;
- Desejamos participar de novos projetos, pois a experiência foi muito boa, acreditamos que ganhamos com o desenvolvimento desta pesquisa, especialmente os alunos que puderam vivenciar situações que resultam em aprendizagens significativas;
- Quando se desenvolve uma pesquisa há muitos fatores planejados, monitorados e avaliados. Esta pesquisa é um exemplo para que os professores apoiados e motivados pela escola insiram algumas práticas no planejamento de suas aulas. Não é necessário que se assumam a dimensão de uma pesquisa ou um projeto, mas algumas ações diferenciadas de abordagem dos conteúdos, a partir de saberes populares e a utilização de mapas conceituais em algumas de suas aulas já fazem a diferença;
- Aprendemos muito e colocamos hoje em prática em nossas aulas as metodologias aprendidas e os referenciais teóricos estudados (aprendizagem significativa, mapas conceituais e os saberes populares).

A última categoria de análise buscou demonstrar que, na opinião das professoras, aspectos positivos e negativos compõem tanto o desenvolvimento de uma pesquisa, como também os resultados.

Considerações dos detentores do saber popular

Muitas das considerações dos integrantes da família Bender sobre o desenvolvimento do projeto de pesquisa e alguns fatos relativos à família e o saber popular da produção de queijo foram apresentados aos estudantes no decorrer da atividade de produção do queijo e essas informações constam no capítulo 4 e 6.

As informações adicionais sobre a opinião da família Bender com relação ao projeto serão apresentadas a partir da interpretação das informações obtidas pela pesquisadora. Essas informações foram coletadas por meio de conversas informais estabelecidas na casa da família Bender antes e após o desenvolvimento da prática do saber popular.

Ao solicitar aos integrantes da família Bender uma entrevista para coletar algumas informações sobre o projeto, um deles pediu que isso ocorresse de forma coletiva, ao final da tarde e saboreando um chimarrão, como já havíamos procedido em outros momentos. Dessa

forma, as informações obtidas por meio da roda de conversa foram registradas como notas em um diário de campo.

Durante a roda de conversa, abordamos três questões e os integrantes da família espontaneamente foram expondo suas opiniões e considerações:

Questão 1: Opinião geral sobre a participação da família no projeto por meio da produção de queijo

Quanto à participação da família no projeto, os integrantes afirmaram que o desenvolvimento da atividade prática da produção de queijo foi excelente, o espaço da escola atendeu às necessidades da família para realizar todas as etapas e as professoras e a direção da escola providenciou todos os equipamentos necessários para que a atividade pudesse ser realizada dentro do planejamento inicial.

Os irmãos Bender informaram que, ao iniciar cada uma das práticas (uma em cada turno), sentiram um pouco de nervosismo e ansiedade devido ao fato da experiência ser nova, ambos estavam apreensivos porque desejavam que nada desse errado. Segundo os irmãos Bender, o trabalho de produção de queijo é uma tarefa diária em suas vidas, no entanto, isso sempre ocorre na casa da família ou na fábrica, espaço que eles conhecem. Na escola, o ambiente é diferente e, de certa forma, todas as atenções estavam voltadas para eles. Estudantes, professores, pesquisadora, funcionárias da escola, todos atentos observando e fazendo perguntas em cada uma das etapas.

Passados os minutos iniciais da produção do queijo, o ambiente já não parecia tão novo e a atividade transcorria dentro do previsto. Os irmãos Bender tomaram o cuidado de passar as informações aos estudantes sobre cada etapa, utilizando sempre, na medida do possível, a mesma linguagem, para evitar que uma turma recebesse mais informações e detalhes que as outras.

Outro fato destacado pela família Bender refere-se à participação e à troca de informações sobre a produção do queijo. Para os irmãos Bender, o interesse, a curiosidade e a disponibilidade dos estudantes em ajudar em uma ou outra etapa do processo promoveu algumas pequenas mudanças nas explicações e, às vezes, nas informações repassadas.

Para concluir, podemos afirmar que os integrantes da família Bender demonstraram bastante satisfação em participar da atividade. A disponibilidade em reproduzir a prática três vezes confirmou que a intenção da família centrou-se no desejo de que todos os estudantes pudessem aprender o processo de produção do queijo e que, dessa forma, isso facilitasse a compreensão dos conceitos químicos presentes no processo.

Questão 2: Aspectos positivos e negativos em relação à difusão dos saberes populares para estudantes da educação básica

Alguns aspectos negativos sobre a difusão do saber popular da produção do queijo foram lembrados pelos irmãos Bender, esses aspectos tem conotação negativa sob o ponto de vista deles. No entanto, isso não significa que para a pesquisa ou para o processo de ensino e aprendizagem tais aspectos sejam considerados negativos.

Os irmãos Bender comentaram que a explicação sobre alguns fatores que interferem na produção do queijo, como o teor de gordura do leite, e alguns aspectos específicos, como os diferentes tipos de queijos, poderiam ser mais bem explorados durante o processo de produção do queijo. Entendemos que a ideia de utilização de saberes populares, como fio condutor do processo de ensino e aprendizagem, deve conduzir à construção do conhecimento mediado pelas informações recebidas pelos detentores do saber popular, não sendo necessário o esgotamento da transmissão de todas as informações sobre o processo durante a atividade prática do saber popular.

Os aspectos positivos destacados pelos irmãos Bender sobre a difusão do saber popular da produção do queijo centra-se na possibilidade dos estudantes que não possuem nenhum conhecimento sobre esse saber popular passarem a tê-lo após o desenvolvimento do projeto. Para a família Bender, isso é muito importante porque inclusive valoriza a prática não só deles, como produtores, mas também de todas as famílias que possuem e preservam saberes como esses.

Outro aspecto positivo refere-se aos estudantes que demonstraram possuir algum conhecimento sobre a produção de queijo. Nesse caso, tanto os irmãos Bender, como os estudantes puderam trocar experiências, informações e conhecimento relativo às especificidades que cada família tem sobre a produção de queijo.

Percebemos que, para os irmãos Bender, os aspectos positivos relativos à difusão do saber popular da produção de queijo são consideravelmente maiores que os aspectos negativos.

Questão 3: Opinião sobre o modelo de ensino que promove a integração entre escola, universidade e comunidade.

Sobre a opinião do modelo de pesquisa colaborativa apresentada à família Bender, verificamos que houve aceitação e desejo de que esse modelo de ensino passe a integrar o currículo da escola.

Procuramos verificar a opinião dos integrantes da família Bender sobre a possibilidade de firmar novas parcerias englobando escola, universidade e comunidade, com o objetivo de

oportunizar às crianças e jovens do município experiências de metodologias e aprendizagem mais adequadas e próximas de suas vidas.

Para a família Bender, a experiência em participar do projeto foi muito significativa, pois os filhos estudaram na escola em questão, os netos estudam e boa parte dos alunos da escola são filhos de pessoas conhecidas, quer dizer, existe uma proximidade muito grande da família com a escola e também com a comunidade. Assim, colaborar com a escola por meio da difusão de seus saberes, segundo a família Bender, é muito recompensador, principalmente quando os estudantes mostram mais interesse e passam a obter melhor resultado nas avaliações.

Para a família Bender, se toda a comunidade colaborar um pouco com a escola, é provável que os estudantes sintam mais interesse em ir para a escola e, conseqüentemente, venham a ter mais desejo em aprender.

Sobre a presença da universidade na escola, na figura da pesquisadora, a família Bender acredita que essa aproximação é muito importante para melhorar a qualidade de ensino, porque o conhecimento produzido na universidade é fundamental para o desenvolvimento do município e da região. Para a família, a presença da universidade na escola e na comunidade pode vir a incentivar os jovens a concluir a educação básica e ingressar em um curso superior, a presença das professoras da universidade pode inclusive despertar o interesse das próprias professoras da escola a voltar a estudar e participar de cursos de formação. Os benefícios desse tipo de trabalho (referindo-se à pesquisa colaborativa) atingem certamente todos os envolvidos.

Questão 4: Considerações finais e possíveis parcerias

Para concluir, solicitamos que os integrantes da família Bender resumissem com algumas palavras um pouco do que foi vivenciado durante o desenvolvimento do projeto e dissessem se parcerias como essas poderiam ser estabelecidas em um futuro próximo.

Dona Delci Bender falou pela família algumas poucas palavras que também representa nossa percepção sobre o desenvolvimento da pesquisa: “Quando as pessoas fazem aquilo que se propõem com dedicação e amor, o resultado sempre é bom. Eu vejo que cada um de nós fez o possível para que tudo desse certo e que as crianças/jovens aprendessem, então, podemos fazer isso novamente sempre que a professora achar necessário, cada um vai contribuir com o que sabe isso é fundamental”.

Considerações Finais

Ao final da análise dos dados, os resultados evidenciam que os estudantes e professores avaliaram positivamente o emprego de saberes populares e mapas conceituais como metodologia para o ensino de conceitos químicos de Cinética Química.

A primeira parte do capítulo foi dedicada a compreender a opinião dos estudantes sobre cada um dos temas e categorias estabelecidas. Os estudantes avaliaram que os saberes populares da comunidade podem ser utilizados como metodologia de ensino, principalmente porque as aulas passam a ter um formato mais dinâmico e prático, o que acaba influenciando na predisposição em aprender e nos resultados da aprendizagem.

Evidenciaram também que os detentores de saber popular sentem-se valorizados e respeitados quando são utilizados seus saberes para o processo de ensino e aprendizagem.

Em relação aos mapas conceituais, os resultados também foram bastante positivos, foi possível constatar que a avaliação do emprego dos mapas conceituais para diferentes situações foi modificada devido à melhora na técnica de mapeamento conceitual obtida pelo contato mais frequente com esse recurso, ou seja, a familiaridade com a técnica de mapeamento conceitual promoveu a compreensão dos estudantes da potencialidade dessa ferramenta.

Os estudantes informaram que o emprego de mapas conceituais pode ocorrer tanto para o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos, como forma de verificar a compreensão e falta de compreensão dos estudantes sobre os conceitos em estudo. Informaram ainda que os mapas conceituais podem ser utilizados como ferramenta de avaliação.

A segunda parte do capítulo foi reservada para a avaliação das professoras e detentores do saber popular sobre as questões relativas ao desenvolvimento do projeto.

As professoras avaliaram o emprego dos saberes populares, os mapas conceituais e o projeto de pesquisa de modo geral. Em relação ao emprego de saberes populares para o ensino de Química, a avaliação foi positiva, destacaram que essa metodologia de ensino promoveu a compreensão de que a Química é uma ciência que faz parte das atividades do cotidiano dos estudantes e que os saberes populares, os conhecimentos escolares e científicos podem integrar o currículo de Química, concordando com a ideia de contemplar um ensino pautado na ecologia de saberes nas aulas.

Em relação aos mapas conceituais, a avaliação também foi bastante positiva. Para as professoras, os mapas conceituais constituem um importante recurso didático para o estudante e também para os professores, podendo ser utilizado para a aprendizagem, para o ensino e para

avaliação. Destacaram ainda que pelos mapas conceituais é fácil perceber quais conceitos foram compreendidos e os que não foram compreendidos.

O tempo foi um aspecto destacado como negativo pelas professoras em relação ao emprego de mapas conceituais, pois a obtenção de bons resultados com esse recurso passa pela disponibilidade de aulas, para que os estudantes possam elaborar os mapas, apresentar aos colegas e professor e discutir sobre as ligações estabelecidas. Para corrigir a incompreensão conceitual apresentada nos mapas, o professor deve ainda oportunizar aos estudantes a reelaboração dos mapas.

Professoras e detentores do saber popular avaliaram positivamente a ideia de realizar pesquisas colaborativas envolvendo escola, comunidade e universidade, destacando os benefícios dessa parceria principalmente para a aprendizagem dos estudantes.

Referências

AUSUBEL, D. P; NOVAK J. D; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Trad. Lígia Teopisto. *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view* (2000) Kluwer Academic Publishers. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

CHASSOT, A. *Para que(m) é útil o ensino?*. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2014.

COSTA BEBER, S. Z.; DEL PINO, J. C. Pesquisa Colaborativa e Prática Docente: os saberes populares no processo de facilitação do ensino de Química. *Enseñanza de las Ciencias - Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*. Vol. Extraordinário. set. p. 205-209, 2017.

MASINI, E. F. S., MOREIRA, M. A. (col.). *Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor, 2008.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011a.

_____. *Teorias de Aprendizagem*. 2. ed. ampl. São Paulo: EPU, 2011b.

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

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa – A teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprender a aprender*. Trad. Carla Valadares. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

NOVAK, J. D. *Learning, creating and using knowledge*. 2. ed. New York: Routledge, 2010.

SANTOS, B. de S. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. In: SANTOS, B. de S.; MENESES, M. P. (org.) *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Cortez, 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES

No primeiro capítulo desta tese, destacamos alguns aspectos que caracterizam o sistema educacional brasileiro, principalmente aqueles relacionados ao contexto da sala de aula, e, em especial, com o componente curricular de Química.

Enfatizamos que a aprendizagem mecânica dos conceitos é o principal modelo adotado pelos estudantes da educação básica. A intenção dos estudantes, geralmente, é apenas memorizar para reproduzir nas avaliações respostas idênticas aos livros, ou seja, respostas corretas.

Abordamos também que os conhecimentos prévios dos estudantes geralmente são desconsiderados no processo de ensino e aprendizagem, como também as especificidades culturais dos estudantes e da comunidade escolar. Os currículos de Ciência/Química são organizados apenas com base nos conhecimentos científicos, produzidos pela ciência moderna ocidental, e não são discutidos os critérios para definir os conteúdos que devem ou não ser ensinados na escola.

Com base nessas constatações, formulamos algumas questões que traduzem nosso problema e objeto de pesquisa, sendo:

A utilização de uma metodologia de ensino baseado nos saberes populares de uma comunidade facilita a Aprendizagem Significativa de conceitos químicos?

A Teoria da Aprendizagem Significativa, de Ausubel, consegue amparar teoricamente e metodologicamente o desenvolvimento de conceitos químicos com estudantes do ensino médio?

Mapas conceituais utilizados como recurso instrucional podem evidenciar a aprendizagem com significado e a compreensão de conceitos químicos nos saberes populares investigados?

Os saberes populares, enquanto constituintes de uma ecologia de saberes, podem influenciar na predisposição dos estudantes a aprender significativamente por valorizar e resgatar os saberes produzidos localmente pela comunidade escolar?

A Teoria da Aprendizagem Significativa, a técnica de mapeamento conceitual e os saberes populares são referenciais teóricos e metodológicos capazes de dar suporte a um estudo que pretende verificar a aprendizagem de conceitos químicos?

A partir dessas questões, o objetivo principal da nossa pesquisa foi estabelecido: “Investigar se a utilização de uma metodologia de ensino que emprega saberes populares e mapas conceituais pode favorecer a Aprendizagem Significativa de conceitos químicos de estudantes do ensino médio de uma escola pública”.

Ao final da investigação, podemos tecer algumas respostas transitórias pautadas nos resultados obtidos e listar algumas implicações da pesquisa para a comunidade de pesquisadores em Ensino de Ciências.

Os saberes populares e os mapas conceituais, enquanto metodologias e recurso didáticos, mostraram-se eficazes para o processo de ensino e aprendizagem em Química. Cada qual com suas especificidades. Os mapas conceituais são excelentes recursos para diagnosticar e acompanhar o processo de aprendizagem dos estudantes. Na nossa pesquisa, mostrou ser muito eficiente para sistematizar os conhecimentos do saber popular da produção de queijo e também para verificar a aprendizagem do corpo de conhecimentos estudados ao final do desenvolvimento da UEPS.

Conforme avaliação dos estudantes e professoras, à medida que o mapa conceitual passa a fazer parte da rotina de sala de aula, o domínio da técnica promove o aperfeiçoamento, sendo possível identificar a compreensão e a falta de compreensão dos conceitos estudados.

Para alguns estudantes, os mapas conceituais podem ser utilizados na sala de aula, principalmente pelo professor para ensinar ou para os estudantes trabalharem em equipe, mas o emprego para avaliação não foi bem avaliada por uma parcela pequena de estudantes.

O emprego de saberes populares foi aprovado por todos os estudantes participantes da pesquisa, pelas professoras e demais profissionais da escola. Para os estudantes, a atividade prática que envolveu o saber popular da produção de queijo alterou significativamente a predisposição em aprender e promoveu o interesse para compreender os conhecimentos científicos e escolares relacionados à produção do queijo, facilitando a aprendizagem.

As professoras compartilharam da mesma opinião dos estudantes sobre o emprego de saberes populares para o processo de ensino dos conceitos químicos. No entanto, ressaltaram que o tempo reduzido destinado às disciplinas de Ciências, dificulta a utilização de metodologias de ensino como essas. A sugestão delas é realizar adaptações no planejamento e propor trabalhos interdisciplinares com os colegas de outras áreas. Dessa forma, o tempo de aula poderia ser administrado para favorecer o emprego das metodologias em questão.

Ao visualizar a pesquisa em sua íntegra, somos favoráveis à ideia de que o emprego de saber popular e mapa conceitual podem facilitar a Aprendizagem Significativa dos conceitos químicos.

Ao retornar a uma das nossas perguntas de pesquisa, podemos também afirmar que a Teoria da Aprendizagem Significativa, de Ausubel e colaboradores, a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, de Moreira, a Teoria Educacional e os Mapas Conceituais, de Novak e Gowin, e o modelo de Ecologia de Saberes, de Boaventura de Sousa Santos, são referenciais teóricos e metodológicos que podem suportar eficientemente pesquisas em ensino de Ciências e a prática docente nas escolas de educação básica.

Além dos resultados da pesquisa já apresentados, destacamos algumas possíveis implicações desta para a área de ensino de Ciências.

Uma dessas implicações é reconhecer que o professor exerce grande influência no processo de aprendizagem dos estudantes. Conforme determina Ausubel (2003), três condições facilitam a Aprendizagem Significativa - identificação dos conhecimentos prévios, material potencialmente significativo, predisposição para aprender – e o desenvolvimento desta pesquisa demonstrou que o “professor” merece ser incluído na tríade indicada por Ausubel. Os bons resultados desta pesquisa perpassam pelo excelente trabalho das professoras que participaram do projeto, em especial, a professora de Química que ministrou todas as aulas.

Reconhecemos o mérito do professor em facilitar a Aprendizagem Significativa e sugerimos que o contato dele com os referenciais teóricos e metodológicos empregados na pesquisa poderia ocorrer por meio dos cursos de formação inicial de professores, cursos de formação continuada e em cursos de pós-graduação, com linhas de pesquisa sobre o tema.

O modelo de pesquisa colaborativa adotado para esta investigação também pode ser um caminho para ampliar o conhecimento dos referenciais e promover o trabalho coletivo a favor da melhoria da aprendizagem em Ciências.

Para finalizar este ciclo de pesquisa, retornamos à ideia de que a diversidade de conhecimentos disponível no mundo é muito grande e desperdiçar os saberes populares dominantes de uma sociedade é impedir que seus próprios integrantes compreendam a relação entre as diferentes formas de produzir e transmitir conhecimento. Assim, adotar uma metodologia de ensino de Ciência pautado no conceito de ecologia de saberes pode implicar em aprendizagem com significado.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Título do Projeto: Saber popular, aprendizagem significativa e mapas conceituais: aporte teórico e metodológico para desenvolver conceitos químicos no ensino médio

Pesquisador responsável e colaboradores com telefones de contato:

Doutoranda: Silvia Zamberlan Costa Beber (45) 9902-XXXX

Profa. Luciana Schuster (45) 9927-XXXX

Profa. Cristiane Weirich (45) 9979-XXXX

Convidamos você, ou o menor sob sua responsabilidade, a participar de nossa pesquisa que tem o objetivo de realizar um estudo sobre os saberes populares da comunidade pato bragadense para embasar o desenvolvimento de conceitos químicos presentes no currículo escolar do ensino médio. Sua participação na pesquisa consiste em elaborar mapas conceituais, responder questionário e produzir pequenos textos relacionados a conteúdos de Química sob orientação das professoras de Química e Física. Além destas atividades específicas espera-se que os estudantes participem de todas as aulas propostas durante o desenvolvimento da pesquisa. Será coletada sua opinião sobre a utilização de mapas conceituais e de saberes populares para o processo de ensino e aprendizagem significativa de conceitos químicos por meio de uma entrevista.

Para algum questionamento, dúvida ou relato de algum acontecimento os pesquisadores poderão ser contatados a qualquer momento nos telefones acima especificados. O sujeito da pesquisa não pagará nem receberá para participar do estudo, será mantida a confidencialidade do sujeito e os dados serão utilizados apenas para fins científicos. A participação na pesquisa poderá ser cancelada a qualquer momento. O telefone do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos é (45) 3220-3272, caso o sujeito necessite de maiores informações.

Caso durante a realização das atividades de coleta de dados você não se sentir bem e for necessário atendimento de emergência, entraremos em contato com os bombeiros para atendimento por meio do SAMU (Serviço de atendimento móvel de urgência).

Se por acaso o estudante sentir algum desconforto ao responder o questionário, construir o mapa conceitual, responder as questões da entrevista, ou durante a realização de qualquer outra atividade poderá solicitar a interrupção imediatamente. O TCLE será entregue em duas vias, sendo que uma ficará com o sujeito da pesquisa e o outro com os pesquisadores.

A responsabilidade desta pesquisa é da doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul de Porto Alegre/RS. Os resultados obtidos durante o desenvolvimento da pesquisa serão analisados, discutidos e apresentados pela doutoranda para uma banca examinadora, o produto final consiste na publicação de uma tese de doutorado. Pretendemos que os resultados desta pesquisa ampliem a discussão sobre a utilização de “saberes populares” e “mapas conceituais” no processo de ensino e aprendizagem da Química.

Declaro estar ciente do exposto e autorizo _____ a participar da pesquisa.

Nome do responsável: _____

Assinatura: _____

Pato Bragado, _____ de _____ de 20__.

Eu, **Silvia Zamberlan Costa Beber**, declaro que forneci todas as informações do projeto ao participante e responsável.

Silvia Zamberlan Costa Beber

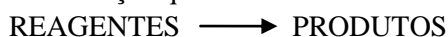
APÊNDICE B - Questões para identificar conhecimentos prévios (pré e pós-teste)

- 1) Considere as seguintes situações e utiliza (TF) para indicar Transformações Físicas e (TQ) para Transformações Químicas (TQ):
- () Combustão da gasolina no motor de veículos.
 - () Liberação de gás ao abrir uma garrafa de refrigerante.
 - () Apodrecimento de uma fruta.
 - () Condensação de vapor de água presente no ar atmosférico na superfície de um recipiente de vidro.
 - () Obtenção de coalhada após a adição de coalho no leite, etapa da produção de queijo.
 - () Elevação da temperatura do leite para pasteurização.
 - () Amassar uma lata de alumínio para posterior reciclagem.
 - () Adição de fermento químico na massa de pães e bolos.
- 2) Reações químicas ocorrem praticamente em todos os lugares do Universo com materiais de diferentes substâncias e com velocidades diversas. Para que uma reação química ocorra, é necessário que as substâncias envolvidas “**reagentes**” encontrem condições favoráveis para a formação de um ou mais “**produtos**”. Cite dois exemplos de cada tipo de reação química, conforme o quadro abaixo.

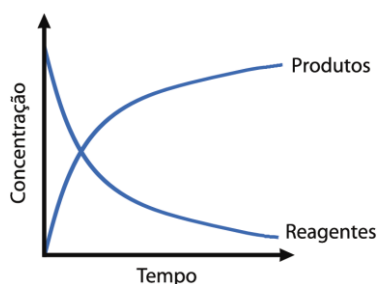
Reação química lenta	Reação química rápida
_____	_____
_____	_____

- 3) A sabedoria popular indica que, para acender uma lareira ou fazer uma fogueira, devemos utilizar inicialmente lascas de lenha e só depois colocarmos toras. Em condições idênticas e utilizando massas iguais de madeira em lascas e toras, verifica-se que madeira em lascas queima com mais velocidade.
- Qual é o fator determinante para essa maior velocidade da reação.

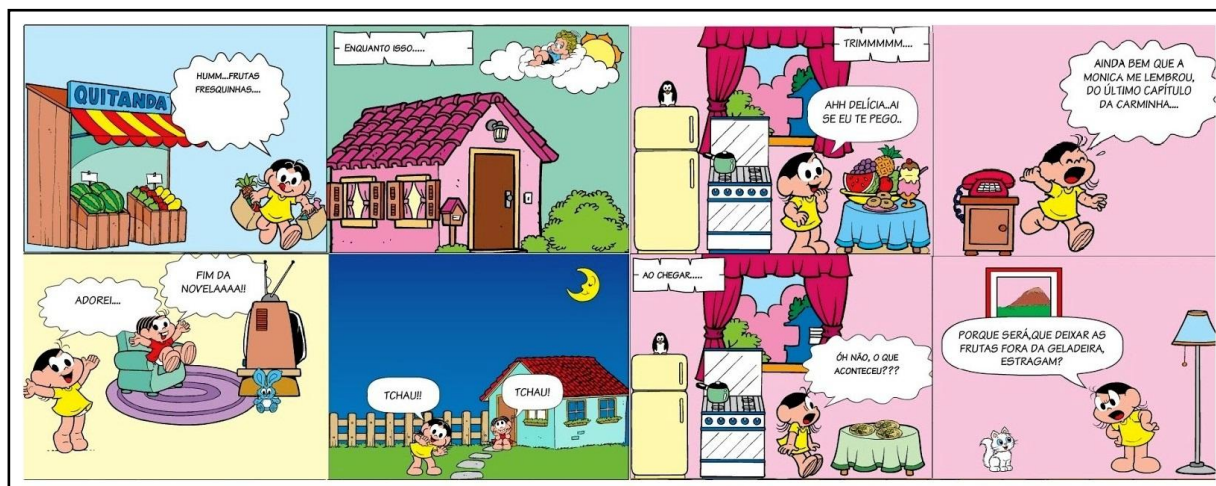
- 4) O gráfico abaixo representa uma reação química.



Considerando seus conhecimentos dos conceitos químicos já estudados, explique esta reação.



Leia a tirinha da Turma da Mônica e ajude a Magali respondendo ao questionamento realizado ao final do texto.



Fonte: http://cineticaemquimica.blogspot.com.br/p/blog-page_26.html

5) Por que as frutas estragam fora da geladeira?

APÊNDICE C - ROTEIRO ATIVIDADE EXPERIMENTAL – Identificação dos constituintes do leite e
Identificação de substâncias estranhas no leite

Identificação dos constituintes do Leite

Materiais	Reagentes
Vidro relógio	Sulfato de Cobre anidro
Conta gotas	Ácido acético (vinagre)
Erlenmeyer	Leite
Béquer	
Bastão de vidro	
Funil	
Papel filtro	
Termômetro	

PROCEDIMENTO

Etapa 1: Em um vidro de relógio, coloque duas pequenas amostras de sulfato de cobre anidro distantes uma da outra. A seguir, pingue uma gota de água em uma delas e uma gota de leite na outra.

a) O que observaram? Procure explicar os fatos observados considerando o texto sobre os constituintes do leite.

Etapa 2: Aqueça 100 mL de leite (50 °C a 60 °C) em um béquer, adicione ácido acético gota a gota e agite com bastão de vidro até observar mudança no aspecto físico da solução.

b) Descreva o que observaram depois da adição do ácido acético ao leite.

Etapa 3: Separe os constituintes da etapa 2 usando erlenmeyer, funil e papel filtro. Reserve os constituintes para usá-los na atividade experimental a seguir.

a) Qual o nome dessa técnica de separação de mistura utilizada?

b) Quais são as substâncias separadas?

Etapa 4: Espalhe o conteúdo do papel filtro nele mesmo e deixe descansando até a próxima aula.

a) Descreva os aspectos observados no material.

Etapa 5: Aqueça 50 mL de soro (obtido na etapa 3) em um béquer por alguns minutos (80°C a 90°C). A seguir, adicione ácido acético gota a gota até observar mudança no aspecto físico da solução.

a) Descreva o que observou depois da adição de ácido acético no soro.

Etapa 6: Filtre novamente o conteúdo do béquer usando papel filtro, em seguida, aqueça 10mL da parte líquida até secar.

a) Qual(is) substâncias restaram no fundo do béquer?

b) O leite é uma substância ou uma mistura de substâncias?

c) A produção artesanal do queijo também foi realizada em etapas, você consegue identificar os produtos obtidos nas diferentes etapas daquele processo com os produtos separados e identificados na atividade experimental realizada no laboratório da escola? Explique.

Identificação de substâncias estranhas no leite

Teste para identificar a presença de Amido

Materiais	Reagentes
Tubo de ensaio Proveta Pipeta	Leite Solução de iodo

Procedimento

Adicione 10mL de leite no tubo de ensaio e aqueça ligeiramente.
Pingue de 5 a 6 gotas de solução de iodo.

Descreva suas observações.

Teste para identificar a presença de ácido salicílico e salicilatos

Materiais	Reagentes
Proveta Pipeta	Soro de Leite Solução aquosa de cloreto de ferro (III) (2g/100mL)

Procedimento

Adicione de 4 a 5 gotas de solução de cloreto de ferro (III) em cerca de 10mL de soro de leite.

Descreva suas observações?

Teste para identificar a presença de ácido bórico

Materiais	Reagentes
Proveta Tubo de ensaio	Leite Solução de fenolftaleína 0,5% Solução aquosa de hidróxido de sódio 0,1mol/L Glicerina

Procedimento

Adicione 5mL de leite no tubo de ensaio e acrescente cerca de 3 gotas de solução de fenolftaleína.
Junte gota a gota a solução de hidróxido de sódio 0,1mol/L até o aparecimento de uma leve cor rósea.
Acrescente 1mL de glicerina e agite.

Descreva suas observações?

APÊNDICE D - ROTEIRO DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL - Fatores que afetam a velocidade das reações químicas

Atividade Experimental 1 - COMPRIMIDO EFERVESCENTE

Reagentes e Materiais

- ✓ Comprimido efervescente inteiro e triturado;
- ✓ Água;
- ✓ Béquers;
- ✓ Proveta;
- ✓ Relógio.

Água	Temperatura (°C)	Tempo (segundos)
Béquer 1	5°C a 10°C	
Béquer 2	25° a 30°C	
Béquer 3	75°C a 80°C	

1º Procedimento

- I. Em três béqueres colocar aproximadamente 100 mL de água conforme temperatura que constam na tabela;
- II. Adicionar simultaneamente 1/2 comprimido efervescente em cada um dos béqueres;
- III. Anotar o tempo de duração de cada reação na tabela ao lado.

Questão 1: Descreva as observações realizadas em cada béquer (sistema).

Questão 2: Qual fator influenciou na diferença de velocidade das reações em cada sistema?

Conclusão:

2º Procedimento

- I. Em dois béqueres colocar aproximadamente 100 mL de água em temperatura ambiente;
- II. Adicionar em um dos béqueres um comprimido efervescente inteiro e no outro béquer um comprimido efervescente triturado, isto simultaneamente;
- III. Observar a reação até o término controlando o tempo de reação de cada sistema.

	Comprimido Efervescente	Tempo (segundos)
Béquer 1	Inteiro	
Béquer 2	Triturado	

Questão 1: O que foi possível observar nos dois sistemas? Qual fator influenciou na diferença de velocidade das reações?

Conclusão:

Atividade Experimental 2 – SULFATO DE COBRE

Reagentes e Materiais

- ✓ Solução de Sulfato de Cobre;
- ✓ Pregos;
- ✓ Barbante;
- ✓ Béquers;
- ✓ Proveta;
- ✓ Relógio.

1º Procedimento

- I. Mergulhe um prego na solução de sulfato de cobre (**A**) e outro prego na solução de sulfato de cobre (**B**);
- II. Aguarde durante 3 minutos e retire os pregos ao mesmo tempo.

Questão 1: Observe os aspectos dos dois pregos. Descreva suas observações.

Questão 2: Qual fator influenciou na velocidade da reação?

Atividade Experimental 3 – BATATA

Reagentes e Materiais

- ✓ Batata crua;
- ✓ Peróxido de hidrogênio (água oxigenada) a 10 volumes;
- ✓ Vidro de relógio.

1º Procedimento

- I. Corte a batata em duas partes, em uma das partes adicione 5 gotas de peróxido de hidrogênio na casca e observe por 1 minuto;
- II. Na outra parte da batata (interna) adicione 5 gotas de peróxido de hidrogênio e observe por 1 minuto.

Questão 1: Registre as observações?

Questão 2: Proponha uma explicação para as observações.

Conclusão:

Atividade Experimental 4 - LEITE

Reagentes e Materiais

- ✓ Leite;
- ✓ Ácido acético;
- ✓ Bastão de vidro;
- ✓ Béquero;
- ✓ Proveta;
- ✓ Relógio.

1º Procedimento

- I. Separe quatro amostras de 50 mL de leite, uma em cada béquer;
- II. Adicione ácido acético gota a gota em cada amostra até coalhar o leite;
- III. Utilize um cronômetro ou relógio para verificar o tempo gasto para coalhar o leite em cada amostra;
- IV. Anotar as informações na tabela ao lado.

Temperatura (°C)	Tempo (segundos)
5	
25	
55	
75	

Questão 1: Analise os resultados da tabela e proponha uma explicação para justificar os resultados.

Questão 2: Em relação a quantidade de ácido acético utilizado para coalhar cada amostra, o volume variou? Caso sim, qual volume, aproximadamente, foi consumido de ácido acético em cada amostra.

Questão 3: Qual fator influenciou na diferença da velocidade da reação da formação da coalhada (produto) em cada amostra?

APÊNDICE E - Questões para avaliar a aprendizagem nas atividades experimentais

- 6) O leite é uma mistura de várias substâncias, isto pode ser comprovado em uma atividade experimental denominada “Investigando os Constituintes do Leite”. Relacione as principais substâncias constituintes do leite que foram separadas na referida atividade.

- 7) Por meio de testes simples realizados no laboratório da escola foi possível verificar a presença de algumas substâncias estranhas no leite. A tabela abaixo apresenta os resultados obtidos em cada teste com base na coloração da amostra do leite após efetuar os procedimentos indicados.

Substância		Teste Positivo	Teste Negativo
I.	Presença de amido	Coloração roxa ao preto	Coloração amarelada
II.	Presença de ácido salicílico	Coloração rosa ao violeta	Coloração amarelada (soro do leite)
III.	Presença de ácido bórico	Coloração branca	Coloração levemente rosa

Cada grupo que participou desta atividade experimental pode verificar se a amostra de leite testada apresentava ou não amido, ácido salicílico e ácido bórico.

- a) A presença destas substâncias no leite indica o quê?

- b) Como estas substâncias agem no leite?

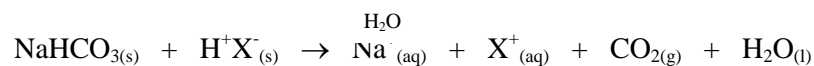
- c) Os testes realizados por seu grupo evidenciou a presença de alguma destas substâncias?

- 8) O que você faria para aumentar a velocidade de dissolução de um comprimido efervescente em água?
- I. Usaria água gelada.
 - II. Usaria água a temperatura ambiente.
 - III. Dissolveria o comprimido inteiro.
 - IV. Dissolveria o comprimido em 4 partes.

Assinale das alternativas abaixo a que responde corretamente à questão.

- a) I e IV.
- b) I e III.
- c) III.
- d) II e III.
- e) II e IV.

9) (Unifesp-SP) Para investigar a cinética da reação representada pela equação:



Onde: H^+X^- é um ácido inorgânico sólido

Foram realizados três experimentos, empregando comprimidos de antiácido efervescente, que contêm os dois reagentes no estado sólido. As reações foram iniciadas pela adição de iguais quantidades de água aos comprimidos, e suas velocidades foram estimadas observando-se o desprendimento de gás em cada experimento. O quadro a seguir resume as condições em que cada experimento foi realizado.

Experimento	Forma de adição de cada comprimido (2g)	Temperatura da Água °C
I	Inteiro	40
II	Inteiro	20
III	Moído	40

Assinale a alternativa que apresenta os experimentos em ordem crescente de velocidade de reação.

- I, II, III.
- II, I, III.
- II, III, I.
- III, I, II.
- III, I, II.

APÊNDICE F - Questões para avaliar a aprendizagem relacionada à produção do queijo

10) Na atividade prática sobre a “produção artesanal do queijo” vocês puderam observar transformações físicas e químicas. Indique ao menos duas (02) transformações físicas e duas (02) transformações químicas observadas.

11) Uma das etapas da “Produção Artesanal de Queijo” é denominada **pasteurização**. Explique **como e por que** é realizada a pasteurização do leite na produção de queijo.

APÊNDICE G - Questões para avaliar a aprendizagem dos conceitos de cinética química

12) Seja a reação: $X \rightarrow Y + Z$ A variação na concentração de X em função do tempo é:

X(mol/L)	1,0	0,7	0,4	0,3
Tempo(s)	0	120	300	540

A velocidade média da reação no intervalo de **2 a 5 minutos** é:

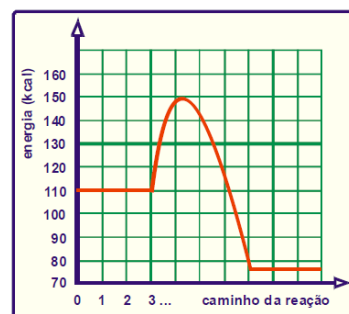
- 0,3 mol/L.min.
- 0,1 mol/L.min.
- 0,5 mol/L.min.
- 1,0 mol/L.min.
- 1,5 mol/L.min.

13) Com relação à reação ao lado podemos afirmar que: $2A + 3B \rightarrow 2C + D$

- Os reagentes (A e B) são consumidos com a mesma velocidade.
- A velocidade de desaparecimento de A é igual à velocidade de aparecimento de C.
- A velocidade de aparecimento de D é três vezes maior que a velocidade de desaparecimento de B.
- Os produtos (C e D) são formados com a mesma velocidade.
- A velocidade de desaparecimento de A é a metade da velocidade de aparecimento de D.

14) (FAFI-MG) No diagrama abaixo o valor da energia de ativação correspondente (em kcal) é:

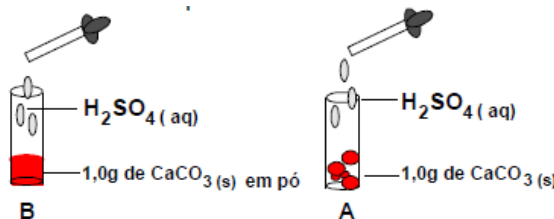
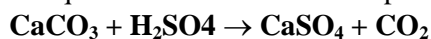
- 25 kcal.
- 85 kcal.
- 110 kcal.
- 65 kcal.
- 40 kcal.



15) Em uma reação química, o complexo ativado:

- Possui mais energia que reagentes ou os produtos.
- Age como catalisador.
- Sempre forma produtos.
- É um composto estável.
- Possui menos energia que os reagentes ou os produtos.

16) (UNESP) O esquema refere-se a um experimento realizado em um laboratório de química, a reação que ocorre nos tubos está representada abaixo:



- No tubo A é mais rápida, pois a superfície de contato dos reagentes é maior.
- No tubo B é mais lenta, pois a superfície de contato dos reagentes é menor.
- Nos tubos A e B ocorre ao mesmo tempo.
- No tubo B é mais rápida, pois a superfície de contato dos reagentes é maior.
- No tubo A é mais rápida, pois a superfície de contato dos reagentes é menor.

17) Estudamos que alguns fatores afetam a velocidade das reações químicas. Isto ocorre segundo as duas justificativas abaixo?

- (1) Aumenta o choque entre as moléculas dos reagentes.
 (2) Diminuição da energia de ativação.

Relacione as justificativas com o(s) referido(s) fator(s):

- () Temperatura
 () Catalisador
 () Superfície de Contato
 () Concentração

18) O diagrama ao lado representa uma reação química.

Onde:

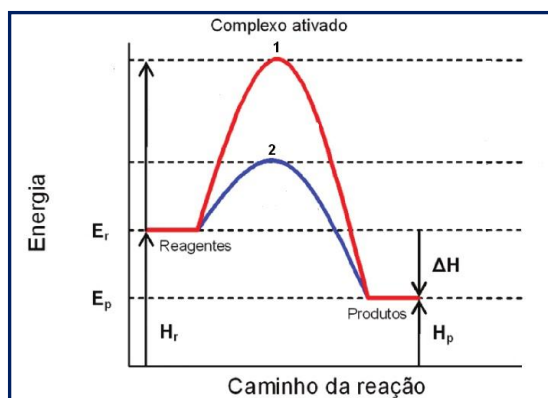
E_r = Energia dos reagentes

E_p = Energia dos produtos

H_r = Entalpia dos reagentes

H_p = Entalpia dos produtos

ΔH = Diferença de entalpia



Com base neste diagrama, classifique as afirmativas como verdadeira (V) e falsa (F):

- () A curva 2 refere-se à reação catalisada e a curva 1 refere-se à reação não catalisada.
 () Se a reação se processar pelo caminho 2, ele será mais rápido.
 () O complexo ativado da curva 1 apresenta a mesma energia do complexo ativado da curva 2.
 () A adição do catalisador transforma a reação endotérmica em exotérmica.

ROTEIRO DE ENTREVISTA

I. Ensino e Aprendizagem em Química

- ✓ Qual sua opinião sobre a utilização de diferentes recursos didáticos (atividade experimental, utilização de audiovisual, pesquisa, mapa conceitual, situações-problemas, exercícios, entre outros, para o processo de aprendizagem em Química? Justifique.
- ✓ Qual sua opinião sobre as atividades desenvolvidas durante o projeto.
- ✓ Quais suas sugestões para melhorar as atividades de Química.
- ✓ Em sua opinião as atividades propostas e o material preparado pelos professores estavam adequados ao ensino médio?

II. Saber Popular

- ✓ Você considera importante resgatar e valorizar os saberes populares da comunidade para estudar os conceitos relacionados à Química?
- ✓ Você já possuía algum conhecimento (saber popular) sobre a produção de queijo?
- ✓ Fale um pouco do que você achou da atividade de produção de queijo a partir dos saberes populares.
- ✓ Em sua opinião utilizar saberes populares para trabalhar conceitos químicos pode facilitar o aprendizado dos estudantes? Justifique.

III. Mapas Conceituais

- ✓ Qual sua opinião sobre a utilização de Mapas Conceituais para o processo de ensino e aprendizagem.
- ✓ Elaborar mapas conceituais pode ajudar os estudantes na compreensão dos conceitos químicos e a identificar a falta de compreensão dos conteúdos estudados?
- ✓ Você considera viável a utilização de mapa conceitual como ferramenta de avaliação da disciplina de Química?
- ✓ Você sentiu alguma dificuldade na elaboração do Mapa Conceitual? Caso sim, qual?
- ✓ Fale um pouco sobre as aulas em que foram elaborados os mapas conceituais (dinâmica, atividade em grupo, socialização dos saberes, entre outros?
- ✓ Sugestões.

ROTEIRO DE ENTREVISTA

I. Formação Profissional

- Período de formação inicial, tipo de curso (licenciatura ou bacharel);
- Formato do curso de formação inicial, disciplinas específicas da área e de formação docente;
- Formação continuada;
- Experiência profissional.

II. Currículo

- Visão sobre currículo;
- Escola e currículo;
- Definição do currículo (escolha dos conteúdos de química, critérios para definir o que deve ou não ser ensinado);

III. Metodologia de Ensino e Materiais Didáticos

- Suporte teórico que sustenta a metodologia de ensino utilizada;
- Recursos didáticos utilizados (livro didático, atividades experimentais, recursos áudio-visual, entre outros);
- Critérios para definir recursos didáticos a serem utilizados;

IV. Mapas Conceituais

- Opinião sobre utilização de mapas conceituais no processo de ensino e aprendizagem: Para o professor e para os estudantes;
- Opinião sobre a utilização de mapas conceituais para avaliação da aprendizagem;
- Opinião sobre a utilização de mapas conceituais na dinâmica de sala de aula;
- Observações gerais.

V. Saber Popular

- Opinião sobre a utilização de saberes populares no processo de ensino e aprendizagem em Química;
- Aspectos positivos e negativos quanto à utilização de saberes populares (tempo de sala de aula, local, sujeitos envolvidos, etc.);
- Observações gerais.

VI. Pesquisa e Prática Docente

- Opinião sobre a pesquisa envolvendo escola, universidade e comunidade (Pesquisa Colaborativa);
- Aspectos positivos e negativos;
- Contribuições de cada segmento;
- Aspirações para novas pesquisas, projetos e parcerias;
- Sugestões para dar continuidade na pesquisa.

APÊNDICE J - Trabalho apresentado no 6º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa – 6º ENAS- 2016
São Paulo/SP

ANÁLISE DE UMA UNIDADE DE ENSINO DE QUÍMICA: RELAÇÕES ENTRE SABER POPULAR, MAPAS CONCEITUAIS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA¹⁵

SILVIA ZAMBERLAN COSTA BEBER

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)/Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências- Química da Vida e Saúde e Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)/Centro de Engenharias e Ciências Exatas/Curso de Química Licenciatura/Campus Toledo/ silviacostabeber@hotmail.com

LUCIANA SCHUSTER

Colégio Estadual Pato Bragado-PR/ lucianaschuster@hotmail.com

JOSÉ CLAUDIO DEL PINO

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)/Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências- Química da Vida e Saúde/ delpinoj@yahoo.com.br

Resumo: Apresentamos neste artigo os resultados obtidos ao analisar uma unidade de ensino em Química desenvolvida como teste piloto para ajustar/delimitar o planejamento de um projeto de pesquisa de pós-graduação em Educação em Ciências/Química. Participaram dezessete (17) estudantes da 2ª série do ensino médio de uma escola pública. A metodologia do trabalho é constituída por oito (08) etapas, sendo: questões/conhecimento prévio, atividade experimental demonstrativa, atividades de aprendizagem (duas), atividade prática de produção de conservas, elaboração de mapas conceituais (dois), questionário de opinião. Apresentamos apenas as considerações gerais da análise realizada em todos os dados obtidos devido ao espaço limitado disponível para o texto. Consideramos satisfatório o desenvolvimento deste estudo porque garantiu aos pesquisadores a identificação das fragilidades e potencialidades do projeto de pesquisa, possibilitando realizar os ajustes necessários considerando os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).

Palavras-chave: Teoria da Aprendizagem Significativa; Propriedades Coligativas; Ensino de Química; Produção de Conservas de Alimentos.

Abstract: We present in this paper the results obtained by analyzing a teaching unit in chemistry developed as a test pilot to set/define the planning of a graduate research project in education in science/chemistry. Participated in seventeen (17) students from high school to a public school. The methodology of the work consists of eight (08) steps: questions/prior knowledge, experimental activity, learning activities (two), practical activity of canning, elaboration of conceptual maps (two), opinion survey. We present only the general considerations of the analysis carried out in all data obtained due to the limited space available for text. We consider satisfactory the development of this study because researchers ensured the identification of weaknesses and potential of the research project, making it possible to carry out the necessary adjustments considering the assumptions of the theory of meaningful learning (MLT).

Keywords: Meaningful Learning Theory; Colligative Properties; Chemistry teaching; Production of canned Foods.

¹⁵ Financiamento Capes.

1 – Introdução

Apresentamos neste artigo considerações gerais de um estudo exploratório integrante de uma pesquisa de pós-graduação em Educação em Ciências. Na referida pesquisa, nosso principal objetivo é investigar se a utilização de uma metodologia de ensino que valoriza os saberes populares, a partir da elaboração de mapas conceituais, pode favorecer a aprendizagem significativa de conceitos químicos de estudantes do ensino médio de uma escola pública.

O objetivo deste estudo exploratório é testar os métodos e instrumentos didáticos (saber popular e mapas conceituais) antes do desenvolvimento da pesquisa propriamente dita, assim, nossa preocupação aqui não é apresentar uma análise profunda sobre a aprendizagem dos estudantes, mas sim, verificar as fragilidades, lacunas e potencialidades da nossa proposta para realizar as alterações necessárias no projeto de pesquisa.

Para tanto, elaboramos uma unidade de ensino, contemplando conceitos sobre “Propriedades Coligativas”, utilizamos o saber popular da “Produção de Conservas de Alimentos”, apresentamos a técnica de “Mapeamento Conceitual” aos estudantes e consideramos os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) como referencial teórico e metodológico. Destacamos no marco teórico estes componentes e na metodologia a sequência das etapas de desenvolvimento da unidade de ensino.

2 – Marco Teórico

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980) apresenta um conjunto de ideias sobre a cognição e os fatores essenciais nos processos educativos. Para Ausubel (2003) e Moreira (2010, 2011, 2013) o fator isolado mais importante no processo de aprendizagem são os conhecimentos prévios dos estudantes, definido como subsunçores, que integram a estrutura cognitiva e que devem ancorar os novos conceitos da matéria de ensino. Os conceitos mais inclusivos (gerais) devem ser trabalhados inicialmente e na sequência os conceitos menos inclusivos são explorados favorecendo a interação entre conceitos subsunçores e novos conceitos.

A aprendizagem ocorre por meio de um processo contínuo, de aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa, do armazenamento de ideias e conceitos não relacionados para a aprendizagem com significado, quando o estudante busca a relação entre os conceitos (subsunçores e novos) atribuindo significado ao que se aprende.

Neste sentido, os Mapas Conceituais (MC) propostos por Novak e Gowin (1996) constituem uma importante ferramenta de ensino e de aprendizagem, pois auxiliam os estudantes na organização dos conceitos presentes na estrutura cognitiva durante sua elaboração e também permitem aos mesmos identificar lacunas na compreensão e relação entre os conceitos estudados em uma unidade de ensino. Para o professor, os MCs permitem identificar a estrutura conceitual dos estudantes, a ocorrência ou não de

assimilação de novos conceitos, e evidências de ocorrência ou não de aprendizagem mecânica e significativa (NOVAK e CAÑAS, 2010).

Aprendizagem significativa e mapas conceituais frequentemente constituem referenciais em pesquisas educacionais, em nosso estudo associamos a estes os saberes populares (CHASSOT, 2011; PINHEIRO e GIORDAN, 2010; RESENDE, CASTRO e PINHEIRO, 2010; GONDIM e MÓL, 2008; VENQUIARUTO et al., 2011) como fio condutor para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem em Química. Chassot (2011) sugere a necessidade de resgate de saberes populares para que estes não cheguem a seu declínio total, sinalizando inclusive “esta como uma direção para pesquisas em programas de Pós-Graduação” (p. 195), assim, visualizamos um cenário promissor na comunidade onde a pesquisa está sendo desenvolvida utilizando os saberes populares locais.

3 – Metodologia

O desenvolvimento desta pesquisa é constituído pela elaboração e desenvolvimento de uma unidade de ensino e posterior análise geral dos dados obtidos. Participaram dezessete (17) estudantes da 2ª série do ensino médio de uma escola pública. A metodologia do trabalho apresenta oito (08) etapas, sendo: questões/conhecimento prévio, atividade experimental demonstrativa, atividades de aprendizagem (duas), atividade prática de produção de conservas, elaboração de mapas conceituais (dois), questionário de opinião. Especificações das etapas são descritas junto à apresentação dos resultados e discussão.

Tendo em mãos o conjunto de dados obtidos nas etapas de desenvolvimento, apresentamos a análise geral realizada considerando que o referencial norteador centra-se na TAS e nos MC.

4 – Apresentação e Discussão dos Dados

A unidade de ensino desenvolvida possibilitou a pesquisadora maior aproximação com os estudantes, pois até o momento, esta ocupava apenas a posição de observadora (ocorrendo no contexto escolar e nas aulas de química há aproximadamente dois meses), além disso, foi possível reconhecer as potencialidades e fragilidades do projeto de pesquisa elaborado, permitindo assim, realizar modificações para atender melhor tanto a demanda dos objetivos do projeto de pesquisa, como também, as prioridades da professora de Química da escola, ambas trabalharam juntas no desenvolvimento das atividades.

A seguir apresentamos os dados e a análise geral deste estudo.

Questões/Organizador Prévio: nesta primeira etapa os pesquisadores propuseram aos estudantes a resolução de seis (06) questões de pesquisa no livro didático, tendo como objetivo reconhecer os conhecimentos prévios dos estudantes e apresentar novos conceitos (mais inclusivos) sobre “propriedades coligativas” a partir da interpretação do texto. A

professora havia trabalhado conceitos como: temperatura de ebulição, temperatura de solidificação, estados físicos da matéria, pressão, entre outros, em anos anteriores, tanto nos anos finais do ensino fundamental (8º e 9º) como na 1ª série do ensino médio; assim, existia uma previsão de quais conceitos estes estudantes compreendiam. Estas questões também serviram como organizador prévio, pois segundo Moreira (2010) este recurso pode servir como uma ponte entre o que o estudante já sabe e o que ele deveria saber sobre determinado assunto/conceito. Neste sentido, esta atividade contribuiu com o aprendizado de conceitos que inicialmente não identificamos e também oportunizou aos estudantes recordar conceitos já aprendidos anteriormente.

Após resolução das questões, a professora propôs a discussão sobre as respostas atribuídas. Neste momento, a exposição verbal dos estudantes e a utilização do quadro para apresentar as respostas, facilitaram a troca de conhecimento e o compartilhamento de significados e ideias acerca dos principais conceitos. Percebemos durante a atividade, que conceitos como: ponto de ebulição, evaporação, temperatura e estados físicos da matéria eram compreendidos pelos estudantes de forma razoável, entretanto, a falta de relação entre estes também pôde ser percebida. Constatamos ausência na estrutura cognitiva dos conceitos de pressão de vapor e volatilidade, tal como a relação entre estes.

Nesta primeira etapa, apresentamos primeiramente conceitos novos mais inclusivos para que os menos inclusivos os procedessem (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2010, 2012), seguindo os pressupostos da TAS e do modelo educacional de Novak e Gowin (1996).

Atividade Experimental: a segunda etapa consistiu em realizar uma atividade experimental demonstrativa para que os estudantes observassem alguns fenômenos relativos aos conceitos de "propriedades coligativas". A atividade ocorreu em sala de aula utilizando três placas de Petri, com amostras de álcool, acetona e água para demonstrar a velocidade de evaporação das substâncias (volatilidade). O enunciado de um problema que apresentava a seguinte afirmativa "ao adicionar sal à água fervente observa-se a interrupção da fervura... passado pequeno tempo a fervura inicia-se" também foi utilizado.

A partir da observação dos fenômenos a professora passou a questionar os estudantes acerca dos conceitos de volatilidade e pressão de vapor. Com esta atividade, avançamos conceitualmente, uma vez que a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa acompanharam o processo de ensino e aprendizagem. A atividade experimental, mesmo com caráter demonstrativo, pode facilitar a aprendizagem quando o estudante participa das discussões propostas, os significados atribuídos aos conceitos, quando ancorados em seus conhecimentos prévios, permitem a aprendizagem significativa, diferente da aprendizagem mecânica. Por meio desta atividade evidenciamos que a predisposição a aprender evidencia-se, a literatura especializada tem apresentado inúmeras

pesquisas dos bons resultados obtidos no processo de aprendizagem em Ciências quando os professores utilizam em suas aulas atividades de cunho experimental

Atividades de Aprendizagem: propomos aos estudantes a resolução de algumas atividades de aprendizagem para relacionar os conhecimentos prévios com os novos conceitos trabalhados até o momento. Nesta atividade, priorizamos apresentar situações onde são observados fenômenos referentes a propriedades coligativas, no dia a dia dos estudantes e da comunidade. Relacionar fenômenos cotidianos aos conteúdos escolares desenvolvidos na matéria de Química também é um dos objetivos da nossa pesquisa.

Ao término da resolução das atividades, os estudantes apresentaram suas respostas ao passo que a professora conduziu uma discussão que priorizou relacionar teoria e prática. Nesta ocasião, negociamos os significados com os estudantes utilizando também os erros conceituais, pois é neste espaço real que ocorre a construção e reconstrução do conhecimento e dos conceitos, estando estes permeados pelo viés da significação.

Atividade Prática: os estudantes foram divididos em quatro grupos e conduzidos ao laboratório de Ciências da escola para iniciar o trabalho. A professora distribuiu para cada grupo instruções de como proceder na produção das conservas. Durante o desenvolvimento desta atividade observamos claramente a predisposição em aprender por parte dos estudantes, considerado por Ausubel (2003) o fator mais importante dentro de um evento educativo. A figura 1 demonstra os estudantes realizando a atividade sobre o saber popular.



Figura 1: Atividade Prática – produção de conservas **Fonte:** Silvia Z. Costa Beber

Como previsto, evidenciamos alguns conhecimentos dos estudantes sobre a técnica de produção de conservas de alimentos, para alguns, esta técnica é habitual nas famílias, para outros não muito. Evidenciamos inicialmente que a utilização de um determinado saber popular pode contribuir para o processo de aprendizagem de conceitos químicos.

Nossa hipótese é de que o saber popular pode ser um meio de viabilizar uma aprendizagem com significado, pois, se bem conduzida pelo professor e pesquisador, pode facilitar a compreensão de conceitos químicos presentes no cotidiano dos estudantes.

Atividade Mapa Conceitual Coletivo: primeiramente a professora de Química e a pesquisadora apresentaram aos estudantes algumas especificidades e sugestões para construção de mapas conceituais conforme pressupostos de Novak e Gowin (1996),

seguindo também as orientações de Moreira (2010), pois os estudantes não conheciam esta técnica. Na sequência, os estudantes foram orientados a realizar a leitura de um texto sobre "Propriedades Coligativas" e destacar os conceitos principais sobre o assunto. Ao término desta etapa, a professora registrou no quadro as palavras/conceitos selecionados, e, a partir desta relação, propôs aos estudantes a elaboração de um mapa conceitual coletivo. A elaboração procedeu de forma que a professora questionava os estudantes acerca dos conceitos que deveria iniciar o mapa e a qual outro conceito poderia ligar-se, em seguida, discutiu-se sobre a palavra de ligação que colocariam para formar a proposição. Desta forma o MC sobre o assunto foi elaborado coletivamente, alguns estudantes contribuíram mais na construção sugerindo conceitos, ordem de ligação, palavra de ligação, localização dos conceitos no mapa, outros observaram, contribuindo com pequenas sugestões. Na figura 2 temos o registro do desenvolvimento da atividade.



Figura 2: Elaboração de Mapa Conceitual coletivo **Fonte:** Silvia Z. Costa Beber

Nossas considerações sobre estas etapas foram extraídas das expressões verbais espontâneas dos estudantes, registradas no diário de campo da pesquisadora e também da observação direta da professora e da pesquisadora. As opiniões dos estudantes divergem quanto à elaboração de MCs, passando pela excitação de um estudante ao observar toda a unidade de ensino exposta em um MC, afirmando ter apreciado muito o aprendizado da técnica de mapeamento conceitual, ao pessimismo de outro estudante ao afirmar que achou muito difícil fazer o MC, principalmente se for sem a ajuda da professora e colegas. Outros, demonstrando um pouco de cautela, apresentaram satisfação com a elaboração do MC, entretanto, afirmaram que a técnica apresenta um grau elevado de dificuldade porque é diferente de tudo que já fizeram na escola, demonstrando certa preocupação, pois é necessário "*domínio da matéria*" para elaborar um MC e também "*pensar muito*".

Com mais esta etapa executada, ampliamos nossas percepções sobre os métodos e recursos que estavam sendo testados.

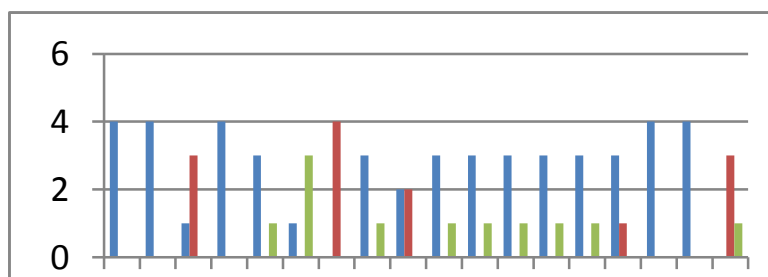
Atividades de Aprendizagem: a professora organizou os estudantes em quatro (04) grupos e propôs a resolução de dezoito (18) questões variadas sobre “propriedades coligativas”. O quadro 1 expõe as especificidades das questões:

Quadro 1: Descrição das questões da atividade de aprendizagem

Número de Questões	Especificações das Questões
7	Questões descritivas, apresentando situações do cotidiano.
1	Questão descritiva relacionando os conceitos químicos estudados com o processo de produção de conservas.
2	Questões para julgar os itens como corretos ou errados.
2	Questões de múltipla escolha.
2	Questões de múltipla escolha com um texto introdutório.
1	Questão de múltipla escolha com dados em uma tabela. Relação massa/volume.
1	Questão de múltipla escolha com gráfico.
1	Questão de múltipla escolha com figura ilustrativa de frascos com diferentes volumes de uma mesma substância.
1	Questão descritiva a partir da análise da concentração de três amostras diferentes.

O formato adotado pelas pesquisadoras para a resolução das atividades intencionou promover a discussão e troca de conhecimentos entre estudantes, sobre a orientação da professora de química, e facilitar a aprendizagem significativa dos conceitos, tal como preconizam Ausubel (2003), Ausubel, Novak e Hanesian (1980); Novak e Gowin (1996), Moreira (2010, 2012), Moreira e Masini (2001) e Masini e Moreira (2008). Neste sentido, observamos os estudantes discutindo sobre os conceitos na busca de resolver as questões. Notamos em cada grupo, comportamentos diferentes, como: interesse em realizar a atividade; predisposição a aprender; responsabilidade em concluir a atividade; comprometimento com colegas e professora, entre outras. Um dos grupos atendeu de forma bastante insatisfatória os elementos listados acima, fato este que a pesquisadora já havia percebido durante as observações realizadas no decorrer de dois meses, como também a professora de química já havia relatado. Outro grupo apresentou muita dificuldade em resolver as questões, fato este já esperado pela professora.

O gráfico 1 apresenta o resultado geral da análise nas respostas atribuídas pelos estudantes. A professora classificou as respostas como: correta, parcialmente correta, incorreta. Entretanto, para classificar a resposta de cada questão observamos também os aspectos idiossincráticos dos respectivos grupos.



Atividade Mapa Conceitual: os estudantes foram orientados a elaborar um MC com os conceitos estudados na unidade de ensino sobre "Propriedades Coligativas". Obtivemos dez (10) MC sendo que destes, dois (02) estavam idênticos. Quatro (04) estudantes elaboraram individualmente seus MC e cinco (05) elaboraram em dupla, um (01) foi elaborado em trio.

Os dez (10) MC apresentaram "Propriedades Coligativas" como o conceito mais inclusivo. Outros conceitos utilizados frequentemente foram tonoscopia, ebulioscopia, crioscopia, osmose, osmose reversa, pressão de vapor, pressão osmótica, Lei de Raoult, aumento de temperatura, diminuição de temperatura e dessalinização. Em uma análise geral podemos verificar que a maioria compreendeu a estrutura dos MC, ou seja, conceitos ligados formando proposições. Palavras de ligação foram utilizadas em todos os MC exibindo a compreensão ou não dos conceitos apresentados. A maioria atendeu a orientação de utilizar conceitos ou palavras que representam conceitos, entretanto, em um (01) MC os estudantes incluíram explicações nos retângulos, demonstrando dificuldade em utilizar os conceitos. Em outro MC os estudantes incluíram explicações extensas como palavra de ligação, tornando a leitura e compreensão um pouco confusa.

Não avaliamos os MC no sentido de verificar a compreensão e significado atribuídos pelos estudantes aos conceitos estudados, apenas apresentamos a análise geral.

Questionário de Opinião: os estudantes atribuíram opiniões em um questionário constituído por nove (09) perguntas, abordando dois assuntos: a) saber popular da produção de conservas de alimentos; b) utilização de mapas conceituais e recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de Química.

As respostas atribuídas ao assunto 'a' indicaram que os estudantes aprovaram a utilização do saber popular da produção de conservas no processo de ensino e aprendizagem em Química, afirmaram inclusive que conseguiram relacionar parcialmente os conceitos de propriedades coligativas com a atividade. Exemplificamos com uma das questões: "Você considera importante resgatar saberes populares da comunidade para trabalhar saberes escolares relacionados à Química?" Os dezessete (17) estudantes responderam sim, sendo que nove (09) atribuíram justificativas como "*Para que essas sabedorias continuem sendo praticadas pela comunidade*"; "*São diferentes formas de aprendizado e ajudam na compreensão do aluno*"; "*Porque muitas vezes os jovens não conhecem os saberes populares e isso poderá ajudar*".

Para as questões do assunto 'b' as opiniões também foram positivas em relação a sua utilização como recurso didático, como instrumento de avaliação e para o processo de ensino e aprendizagem. Exemplificamos com a questão: "Elaborar mapas conceituais pode ajudar os estudantes na compreensão dos conceitos químicos?" Quatorze (14) estudantes responderam 'Sim', acompanhados de justificativa como "*Pois fica mais fácil de entender o conteúdo*"; "*Pois simplifica o conteúdo*"; "*Pois dá uma resumida nos pontos mais*

importantes”; ‘O entendimento é maior’. Dois (02) responderam ‘Não’ e não justificaram e um (01) estudante respondeu “Para alguns sim e outros não”.

As opiniões dos estudantes acerca do “saber popular” e dos “mapas conceituais” permitiram as pesquisadoras redimensionar o delineamento metodológico em aspectos que demonstraram fragilidade, tornou-se também um importante recurso de diálogo porque os estudantes puderam expressar suas ideias em relação às atividades que realizaram.

5 – Considerações Finais

Com este estudo, podemos reavaliar a metodologia proposta para o projeto de pesquisa delimitando aspectos metodológicos e teóricos. Em relação à utilização dos saberes populares, a aceitação dos estudantes foi muito positiva, percebemos que estes consideram importante o “resgate de saberes populares” como garantia de que a cultura popular das famílias perpetue nas novas gerações. Sobre a facilitação da aprendizagem significativa ao utilizar os saberes populares nas aulas de química, ainda não temos uma conclusão, pois a análise minuciosa dos dados está em curso, ao término, pretendemos apresentar as considerações finais sobre a análise dos dados deste estudo exploratório. A maioria dos estudantes também aprovou a utilização de mapas conceituais no processo de ensino e aprendizagem em Química, entretanto, foi possível verificar inicialmente que os estudantes encontraram dificuldade na elaboração dos MC principalmente porque não dominam a técnica.

6 - Referências

AUSUBEL, D. P; NOVAK J. D; HANESIAN, H. **Psicología educacional**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Tradução de Teopisto, L. Revisão científica, Teodoro, V. D. Lisboa. Editora Plátano. 1ª ed. PT – 467 – Janeiro de 2003. Trad. do original: *The acquisition and retention of knowledge*.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. 5º ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Adaptação da obra: Lana Mara Siman. Trad. Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Artmed; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa em Mapas Conceituais. Série Textos de Apoio ao Professor de Física, Vol. 24, N. 6, 2013. PPGEnFis/IF-UFRGS. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24_n6_moreira_.pdf> Acesso: 13 de maio de 2016.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. SP: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa – A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

NOVAK, J.D. e GOWIN, D.B. **Aprender a aprender**. Lisboa. Plátano Edições Técnicas. 1996. Tradução ao português, de Carla Valadares, do original *Learning how to learn*.

PINHEIRO, P. C.; GIORDAN, M. O preparo do sabão de cinzas em minas gerais, Brasil: do *status* de etnociência à sua mediação para a sala de aula utilizando um sistema hipermídia etnográfico. **Investigação no ensino de ciência**. V15(2), pp. 355-383, 2010. Disponível: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/main/artigos/openAbstract.php?idArtigo=241> <15 jan 2015>.

RESENDE, D. R.; CASTRO, R. A. de; PINHEIRO, P. C. O saber popular nas aulas de química: relato de experiência envolvendo a produção do vinho de laranja e sua interpretação no ensino médio. **Química Nova na Escola**. Vol. 32, Nº 3, ago, p. 151-160, 2010.

VENQUIARUTO, L. D.; DALLAGO, R. M.; VANZETO, J.; DEL PINO, J. C. Saberes Populares Fazendo-se Saberes Escolares: Um estudo envolvendo a produção artesanal do pão. **Química Nova na Escola**, vol. 33, Nº 3, ago, p. 135-141, 2011.

APÊNDICE K - Trabalho apresentado no 6º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa – 6º ENAS- 2016
São Paulo/SP

UNIDADE DE ENSINO PARA O DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS QUÍMICOS BASEADA NOS PRESSUPOSTOS DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

SILVIA ZAMBERLAN COSTA BEBER

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)/Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências– Química da Vida e Saúde e Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)/Centro de Engenharias e Ciências Exatas/Curso de Química Licenciatura/Campus Toledo/ silviacostabeber@hotmail.com

KATHIA REGINA KUNZLER

Instituto Federal do Paraná (IFPR)/Campus Assis Chateaubriand/kathia.kunzler@ifpr.edu.br

JOSÉ CLAUDIO DEL PINO

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)/Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências– Química da Vida e Saúde/ delpinojc@yahoo.com.br

Resumo: Este artigo apresenta o desenvolvimento e análise de uma proposta de ensino envolvendo os conceitos químicos referentes a “Estrutura Atômica”, junto à estudantes do Instituto Federal do Paraná/IFPR. A metodologia de trabalho e a análise estão pautadas nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa e no Mapeamento Conceitual. A unidade de ensino foi dividida em cinco etapas e resultou em um relato escrito e construção de dois mapas conceituais (MC) por parte dos estudantes. Para interpretação, elencou-se uma categoria de análise e a dividiu em quatro subcategorias. Uma abordagem qualitativa foi adotada, prevalecendo à descrição sistemática, considerando as subcategorias definidas. Os resultados obtidos após análise indicam indícios de incorporação de novos conceitos e assimilação destes na estrutura cognitiva dos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem. Destacamos que a utilização de um documentário e a elaboração de MC durante o desenvolvimento da unidade contribuiu para melhor compreensão dos conceitos estudados sobre estrutura atômica.

Palavras-chave: Mapas Conceituais; Ensino de Química; Estrutura Atômica.

Abstract: This article presents the development and analysis of a proposal for teaching involving the chemical concepts relating to “Atomic Structure”, by the students of the Federal Institute of Paraná / IFPR. The methodology itself and analysis procedures were guided from the premises of Theory of Meaningful Learning (TML) and conceptual mapping. The teaching unit was divided in five steps and the feedback provided by the students are a written report and two conceptual maps (CM). For interpretation, presented an analysis category and split into four subcategories. A qualitative approach was adopted and its prevailing systematic description also considered the defined subcategories. The results obtained after analysis show evidence of incorporation of new concepts and assimilation of these cognitive structure of students during the teaching and learning process. We emphasize that the use of a documentary and CM during the development of the unit contributed to better understanding of the concepts studied on atomic structure.

Keywords: Conceptual maps; Chemistry teaching; Atomic structure.

1 – Introdução

Os processos de ensino e aprendizagem em Química constituem a principal linha de pesquisa do Grupo de Estudo sobre Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa

(GEMCAS). Adotamos os pressupostos do referencial da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposto por Ausubel e colaboradores (1980, 2003), amplamente divulgada por Moreira (2010, 2011, 2013), e a proposta dos Mapas Conceituais (MC) defendida por Novak e Gowin (1996) em nossas discussões teóricas e metodológicas das pesquisas realizadas pelo grupo.

Encontramos nesses referenciais suporte para a reflexão sobre nossas ações como professores/pesquisadores. A cada nova investigação procuramos respostas às questões já pontuadas ao passo que permanecemos atentos às novas perguntas que emergem do processo da pesquisa, que substituem nossas certezas pelas incertezas, pois, é por meio dessas que vamos constituindo-nos professores/pesquisadores preocupados em melhorar as práticas de ensino e aprendizagem em Química.

Nesse artigo, apresentamos as etapas de desenvolvimento e a análise dos dados de uma proposta de ensino de Química envolvendo conceitos de "Estrutura Atômica". Temos os seguintes objetivos com esta pesquisa: i) comparar os mapas conceituais elaborados pelos estudantes no sentido de identificar aspectos referentes à ampliação da compreensão dos conceitos abordados durante o desenvolvimento da unidade de ensino. ii) verificar se os recursos didáticos utilizados no desenvolvimento da proposta auxiliam os estudantes na elaboração e reelaboração dos conceitos. iii) Identificar indícios de aprendizagem significativa dos conceitos estudados.

No aporte teórico apresentaremos alguns pressupostos da TAS e dos MC.

2 – Aporte teórico

O conteúdo teórico da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e dos Mapas Conceituais (MC) é constituído de uma fundamentação aprofundada sobre o processo de aprendizagem, sendo necessário um grande número de páginas para contemplar todos os aspectos. Este texto limita-se apenas a discorrer sobre algumas ideias gerais.

2.1 – Teoria da Aprendizagem Significativa

O processo de ensinar e aprender na perspectiva da TAS envolve uma dinâmica com contribuições específicas tanto do professor quanto dos estudantes. Para contemplar uma aprendizagem significativa, o professor precisa organizar um material de ensino que potencialize a construção de conhecimento, além de adotar uma postura de mediador do processo de aprendizagem, atribuindo também a responsabilidade de aprender para os estudantes. Integrado a esta postura tem-se o pressuposto de que o estudante precisa estar predisposto a aprender (AUSUBEL, 2003, AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980), ou seja, é necessária a intenção de tornar 'significativo' os conceitos, tal como evidencia Moreira e Masini (2001) ao indicarem que as ideias devem ser relacionadas "de maneira não-arbitrária e substantiva (não literal)" (p. 23), pois, ao não atender ao pressuposto da

predisposição, geralmente o estudante acaba por memorizar conceitos armazenando-os de forma arbitrária, acabando por não estabelecer relações conceituais, desta forma, o resultado das aprendizagens são aquelas definidas por Moreira (2010) como mecânica.

Outro aspecto importante é identificar os conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva dos estudantes, denominados 'subsunçores'. Ausubel (2003) identifica este como o fator isolado mais importante da aprendizagem significativa, estabelecendo que o professor ensine a partir do que o estudante sabe (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980).

2.2 – Mapas Conceituais

Joseph Novak desenvolveu no início da década de setenta os MC (NOVAK e CAÑAS, 2010) junto a um programa de pesquisa na Universidade de Cornell. Na ocasião, Novak e demais pesquisadores trabalhavam com questões relativas à compreensão das crianças sobre ciência, utilizando-se como principal instrumento de coleta de dados "entrevistas", que posteriormente eram transcritas e analisadas. A metodologia utilizada, segundo Novak, dificultava a compreensão dos pesquisadores sobre objeto de estudo, assim, com base nos pressupostos da Teoria da Assimilação de Ausubel de 1963 e da sua posterior edição em 1968, com a colaboração de Novak e Hanesian, surgiu a ideia de que o conhecimento das crianças fosse representado por meio de um MC. Logo a técnica de mapeamento conceitual passou a ser utilizada para outros fins, além de sua proposição inicial.

O mapeamento conceitual é uma técnica pedagógica de representação gráfica que consiste em relacionar conceitos que representam, sobre o ponto de vista de quem o faz, a organização conceitual de um corpo de conhecimentos. Utilizam-se palavras que representam conceitos em retângulos ou círculos e unem-se estes por linhas, acrescentam-se palavras, geralmente verbos, junto às linhas, para atribuir sentido a proposição formada.

Atualmente esta técnica é muito usada no campo educacional para atender objetivos como: organizar o currículo; instrumento de avaliação; recurso didático durante o processo de ensino e aprendizagem; entre outros.

É necessário trabalhar com a ideia de que o processo de elaborar o MC e apresentar o mesmo ao professor/colegas é mais importante do que ter um MC que venha a ser considerado correto ao final da atividade. Segundo Moreira (2013) a relevância da utilização dos MC no processo de aprendizagem está na possibilidade de negociar os significados dos conceitos entre os estudantes, o exercício de pensar na relação existente entre os conceitos, favorece a aprendizagem significativa.

Pesquisas apontam que no campo do ensino de Ciências, os MC são utilizados em diferentes situações com mais intensidade no ensino de Física e Biologia, sendo que no ensino de Química as investigações ainda são pouco expressivas, merecendo estudos e investigações que contribuam para o debate sobre este referencial. Em nossas pesquisas no ensino de Química temos utilizado MC para verificar a aprendizagem significativa e

também como recurso para favorecer o processo de aprendizagem dos estudantes (COSTA BEBER *et al*, 2013).

A aprendizagem por meio de MC leva os estudantes a estabelecerem relações entre os novos conceitos e aqueles já presentes em sua estrutura cognitiva. Os MC são instrumentos muito flexíveis, entretanto, seu uso é ainda incipiente no ensino de Química.

3 – Metodologia

Descrevemos inicialmente a metodologia de trabalho e em seguida especificamos os critérios adotados para análise dos dados obtidos na pesquisa.

Nossa amostra é constituída de uma turma de trinta (30) estudantes do primeiro ano do curso Técnico Integrado em Informática do Instituto Federal do Paraná/IFPR – *Campus Assis Chateaubriand*. Dezesesseis (16) aulas de Química, distribuídas em cinco (05) semanas foram utilizadas para o desenvolvimento da unidade de ensino denominada “Estudo dos conceitos de Estrutura Atômica”, organizada metodologicamente em cinco (05) etapas, conforme Quadro 1.

Quadro 1. Caminhos metodológicos.

ETAPAS/ATIVIDADES		DESCRIÇÃO
1	Exibição do documentário “O átomo” – Disco 1 “Duelo de titãs” ¹⁶ (duração de 60 minutos). Elaboração de relatório.	O documentário apresenta um relato das batalhas intelectuais entre grandes cientistas, desde a descoberta do átomo até o desenvolvimento da mecânica quântica, explicando a partir de uma linha cronológica e de forma detalhada, a história do estudo do átomo e de que forma cientistas entraram muitas vezes em conflito para revelar o mistério da matéria, destacando ainda como esse comportamento motivou grandes discussões científicas. No decorrer da exibição efetuaram-se pausas para discussões com os estudantes bem como para que estes realizassem anotações.
2	Desenvolvimento do primeiro Mapa Conceitual (MC1)	Para o desenvolvimento dos MC, dez (10) conceitos foram fornecidos aos estudantes, sendo estes: matéria, átomos, modelos atômicos, Rutherford, saltos quânticos, cátions, núcleo, elemento químico, número atômico, Bohr.
3	Abordagem teórica da unidade de ensino “Estudo dos conceitos de Estrutura Atômica”.	Utilizando material de apoio (<i>slides</i> e multimídia) iniciou-se a etapa de identificar os conceitos mais inclusivos presentes no documentário, trabalhando estes de forma a diferenciá-los até chegar aos conceitos menos inclusivos, seguindo uma linha dialógica caracterizada pela progressividade e aprofundamento conceitual.

¹⁶ **Série – Átomo.** Direção: Tim Osborne. Produção: BBC. Apresentador: Professor Jim Al-Khalili. Londres: Oxford Scientific Films Production for BBC, 180min, NTSC, 2010. 3 DVDs.

4	Atividade experimental - "Teste da chama de diferentes sais".	Atividade experimental realizada para verificar a cor emitida pela chama do bico de Bunsen ao entrar em contato com sais contendo diferentes cátions metálicos. As observações possibilitaram relacionar prática com a teoria das transições eletrônicas citadas no modelo atômico de Bohr.
5	Desenvolvimento do segundo Mapa Conceitual (MC2)	Os MC2 foram elaborados com a ferramenta computacional <i>Cmap Tools</i> ¹⁷ . Os mesmos conceitos da etapa 2 foram disponibilizadas para elaboração do MC2.

Considerando a metodologia de trabalho acima descrita, segue as especificações da análise realizada no relatório escrito e nos dois mapas conceituais elaborados pelos estudantes. As observações da professora acerca de todos os elementos que compõem o processo de ensino e aprendizagem estão presentes nas discussões.

No Quadro 2 apresentamos as subcategorias eleitas para a análise da categoria conceitos, acompanhadas de uma breve descrição.

Quadro 2. Categoria e subcategorias de análise e descrição

CATEGORIA		DESCRIÇÃO
1	Conceitos	Identificação de conceitos da unidade de ensino nos materiais elaborados pelos estudantes, observando assimilação de novos conceitos, ampliação e melhor compreensão dos conceitos já trabalhados.
	1.1 Estrutura Atômica	Átomo como estrutura composta por: núcleo (prótons e nêutrons); eletrosfera (elétrons); Reconhecimento de outras partículas (pósitron, neutrino, méson, fóton).
	1.2 Modelo Atômico	Principais modelos atômicos e suas especificações: Filósofos Demócrito e Leucipo (ideia inicial); Dalton (Bola de Bilhar), Thomson (Pudim de Passas); Rutherford (Experimento com partículas alfa); Bohr (Saltos quânticos, níveis e subníveis de energia); De Broglie (dualidade partícula-onda); Heisenberg (Princípio da Incerteza); Schrödinger (Equação de Schrödinger).
	1.3 Átomo	Características (número atômico e massa atômica); Representação (elementos químicos e seus símbolos); Íons (formação de cátions e ânions e suas cargas).
	1.4 Atividade Científica	Formulação de teorias científicas; Atividade experimental e teórica; Confronto de ideias e teorias científicas; construção de teorias como processo em constante evolução.

¹⁷ Software desenvolvido pelo IHMC. Institute for human and machine cognition.

Antes da apresentação dos dados e discussão vale ressaltar que os estudantes realizaram as atividades propostas basicamente em duplas ou grupos, assim, temos um conjunto de dados produzidos em diferentes situações. A análise pauta-se no conjunto e não nas individualidades. Para melhor compreensão, denominamos os grupos (G) identificando cada um com números de 1 a 10 (G1, G2, G3,...G10). Os mapas conceituais (MC) são identificados como MC1 para o mapa desenvolvido na etapa 2 (conforme metodologia) e MC2 para o mapa da etapa 5. Apresentaremos trechos dos relatórios produzidos em alguns casos e denominaremos estes conforme o grupo.

A abordagem qualitativa foi adotada para análise e interpretação dos dados (LAVILLE & DIONNE, 1999, p. 197), prevalecendo à descrição sistemática da análise, considerando as subcategorias definidas.

4 – Apresentação e Discussão dos Dados

Iniciamos esta seção apresentando um panorama geral dos dados e resultados da categoria 1. Na sequência, expomos os dados de dois (02) grupos (G1 e G3) para ilustrar a análise realizada, justificamos a escolha destes grupos porque estes representam de forma satisfatória os demais grupos, uma vez que pelo espaço limitado não podemos expor detalhadamente os dados e a discussão de cada grupo.

Categoria 1:

Na tabela 1, expomos um panorama geral dos conceitos presentes nos MC1 e MC2 elaborados pelos estudantes. Estabelecemos a relação entre os conceitos que foram fornecidos para elaborar os mapas com os conceitos adicionais apresentados. Observar esta relação ajuda a visualizar a categoria 1 (C), pois este paralelo demonstra exatamente a descrição desta categoria. Estes dados melhoram a visualização dos dados e a discussão.

Tabela 1: Relação entre conceitos fornecidos e conceitos adicionais nos MC

Grupo	MC1			MC2		
	Conceitos fornecidos	Conceitos adicionais	Nº total conceitos	Conceitos fornecidos	Conceitos adicionais	Nº total conceitos
G1	8	9	17	9	32	41
G2	7	9	16	7	29	36
G3	8	13	21	10	28	38
G4	8	12	20	7	15	22
G5	7	15	22	9	51	60
G6	8	5	13	10	13	23
G7	8	3	11	10	15	25
G8	8	2	10	10	22	32
G9	8	5	13	9	18	27
G10	8	2	10	9	22	31

Na tabela 1, é possível observar que na construção do MC2 quatro (04) grupos utilizaram todos os conceitos fornecidos e quatro (04) grupos deixaram de utilizar apenas um (01) conceito, diferente dos MC1 onde o máximo de conceitos fornecidos utilizados foram oito (08). Estes resultados são indícios que novos conceitos passaram a ter significado para os estudantes, e, portanto, foram utilizados, possibilitando aos mesmos apresentá-los em seus MC, assim como, ligá-los a outros conceitos, indicando aquisição e assimilação de conceitos, adquiridos em ligação com conhecimentos âncora, obtidos anteriormente. Podemos considerar que a metodologia utilizada possibilitou a incorporação de novos conceitos na estrutura cognitiva dos estudantes da mesma forma que os conceitos subsunçores foram reorganizados.

De acordo com Zompero e Laburú (2010) a estrutura cognitiva é um fator preponderante que interfere na aprendizagem, é necessário que o ensino proporcione a reorganização dos conhecimentos dos alunos, para isso, as atividades de ensino devem ter como finalidade fazer os alunos construir representações coerentes com o conhecimento científico e a metodologia utilizada pelo professor, poderá ou não favorecer essa construção.

Ainda, conforme a tabela 1, observamos que na construção dos MC1 a quantidade de conceitos adicionais apresentados permaneceu entre dois (02) a quinze (quinze) conceitos, enquanto que nos MC2 esta quantidade aumentou para treze (13) e cinquenta e um (51), evidenciando novamente a ocorrência de aquisição de conhecimento, com formação e assimilação de novos conceitos, conforme preconizam Moreira e Masini (2001) quando afirmam que a aprendizagem subordinada ou combinatória ocorre quando novos conhecimentos são adquiridos e se ancoram em um conjunto de conhecimentos prévios adquiridos e relevantes na estrutura cognitiva.

A partir da análise geral dos dados da tabela 1 passamos a descrição, interpretação e discussão dos dados dos G1 e do G3.

Análise do G1: Os relatórios apresentam muitas informações sobre o conteúdo do documentário. É evidente a compreensão dos estudantes acerca das diferentes teorias científicas e estrutura atômica, as divergências teóricas, principalmente de Bohr e Einstein, as contribuições de Heisenberg e Schrödinger, a ênfase no gosto pela atividade com viés mais teórico de Bohr e experimental de Rutherford, entre outras importantes especificações.

O MC1 (figura 1) e o MC2 (figura 2) evidenciam a evolução significativa na compreensão dos conceitos, principalmente os das subcategorias 1.1, 1.2 e 1.3. Comparamos, por exemplo, o conceito "modelo atômico", presente nos dois MC, no MC1 este aparece ligado a "estruturas compostas", proposição não adequada e fora do contexto, no MC2 este conceito está ancorando os nomes dos cientistas e seus modelos para átomos.

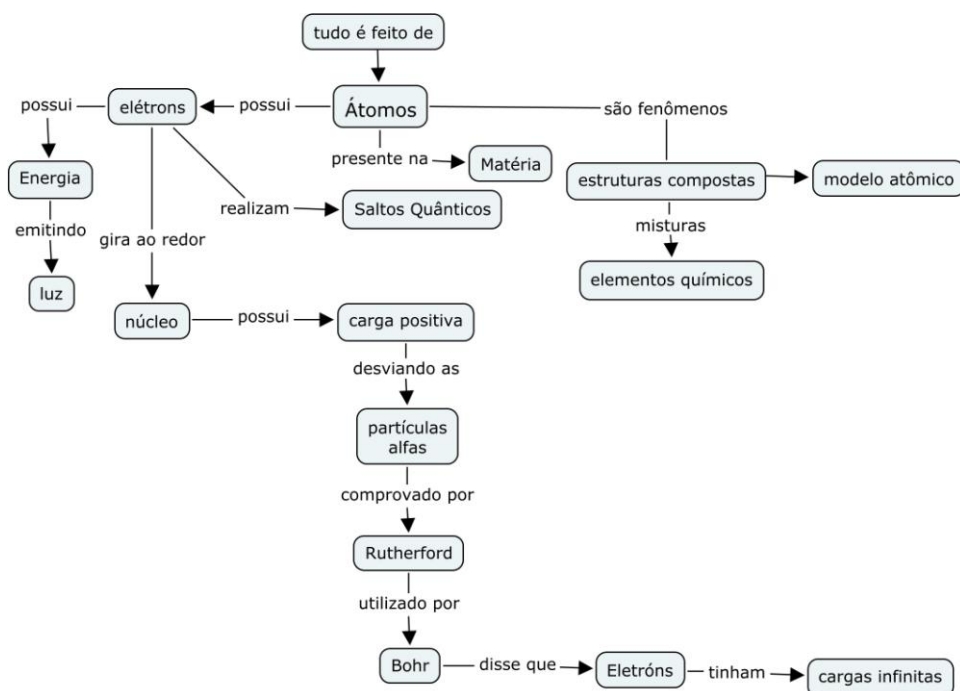


Figura 1: MC1 - G1

Verificamos a diferenciação progressiva dos conceitos e o entendimento de que os modelos explicavam as teorias e estavam sujeitos a modificações conforme mudava a compreensão da constituição da matéria. A variação na quantidade de conceitos no MC2 (quarenta e um) é relativamente maior que do MC1 (dezessete), avaliamos que novos conceitos foram incorporados na estrutura cognitiva, tal como evidenciamos uma reorganização conceitual como pode ser observado na figura 2.

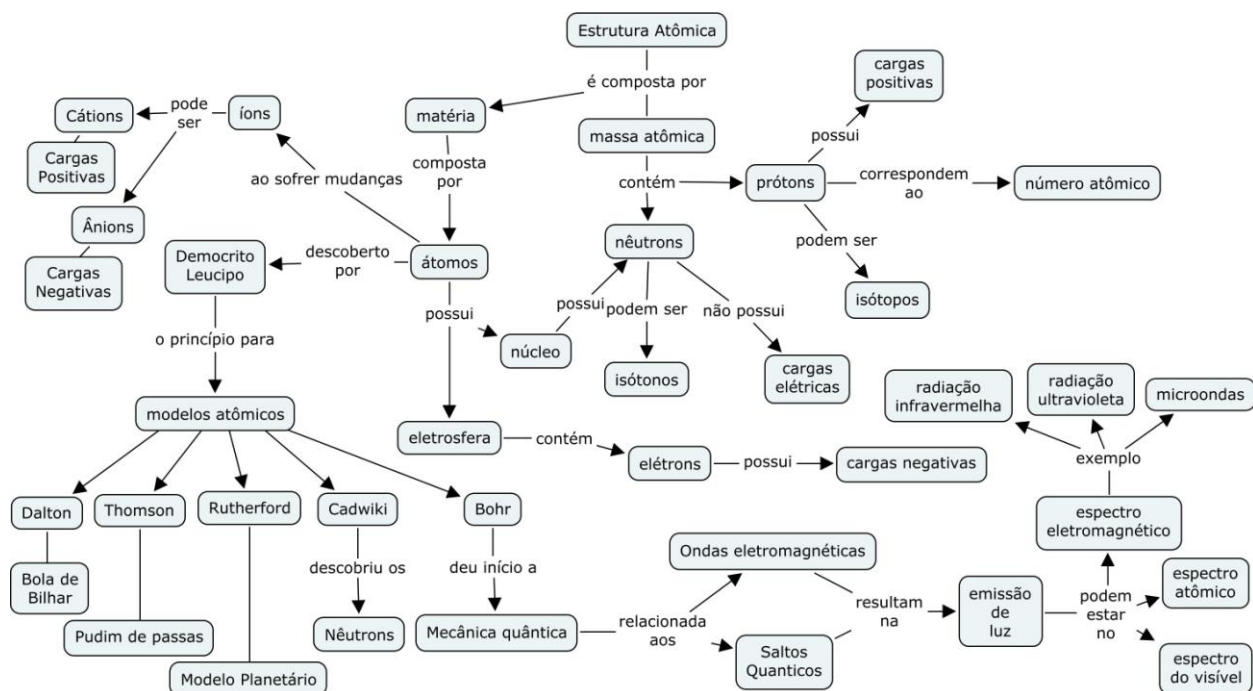


Figura 2: MC2 - G1

Análise do G3: O G3 apresenta no relatório aspectos que contemplam uma visão geral do conteúdo do documentário, as informações estão bem organizadas, seguindo uma linha cronológica de exposição, tal como o documentário. O foco está principalmente nas descobertas de Rutherford e Bohr, e o trecho "*Rutherford que amava tecnologia e Bohr que era mais da escrita em papel*" evidencia a compreensão do viés experimental de Rutherford e Teórico de Bohr para os estudantes. Na continuidade do relatório há especificações sobre a atividade experimental de Rutherford e fatos que ajudaram este cientista e seus colaboradores na formulação de sua teoria.

O MC1 (figura 3) apresenta uma proposição (elipse vermelha) que destaca a atividade experimental de Rutherford, pois é utilizada a palavra de ligação "descobriu", entretanto, outra proposição (elipse em verde) neste mesmo mapa demonstra falta de compreensão sobre a carga do elétron, proposição que no MC2 (elipse verde) esta de acordo com a teoria cientificamente aceita (subcategoria 1.1 e 1.3). Em relação à subcategoria 1.2, ao comparar o MC1 com o MC2 visualizamos a inclusão de dois conceitos que submetem teorias atômicas, Dalton e Thomson (elipse vermelha), juntamente com especificações das teorias, como a proposição "Dalton – é a – Teoria da Bola de Bilhar" e este último conceito presente na proposição "Átomos são – indivisíveis/indestrutíveis". Em relação à subcategoria 1.1 e 1.2 observamos que no MC2 o conceito "Rutherford" não está realizando uma proposição com o conceito "eletrosfera" que aparece do outro lado do MC2, esta ligação era esperada uma vez que os demais modelos atômicos apresentados como conceitos estão formando proposições que demonstram suas especificidades. Podemos inclusive afirmar que aspectos da reconciliação integrativa poderiam estar presentes neste MC. A proporção de conceitos fornecidos e adicionais (tabela 1) confirmam positivamente as subcategorias, pois no MC2 os estudantes utilizam os dez (10) conceitos fornecidos e vinte e oito (28) conceitos adicionais, demonstrando importante compreensão, assimilação e hierarquização conceitual

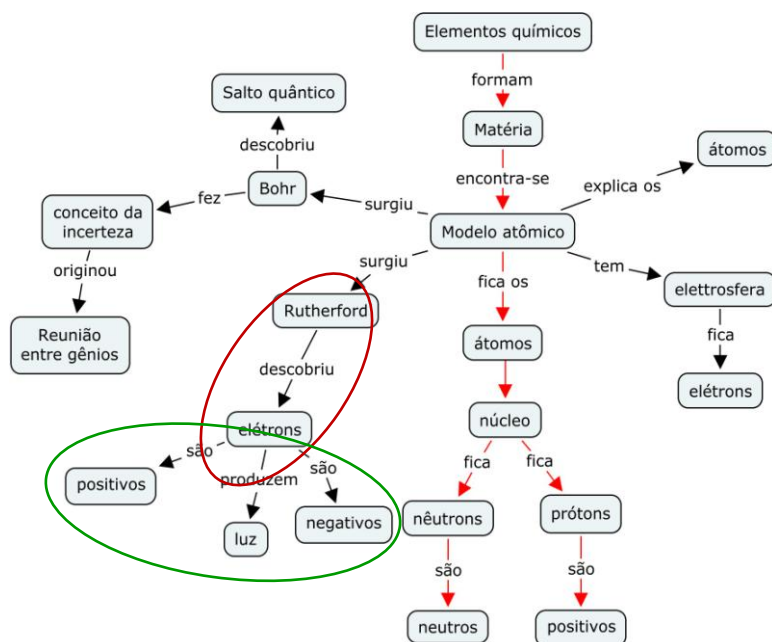


Figura 3: MC1 - G3

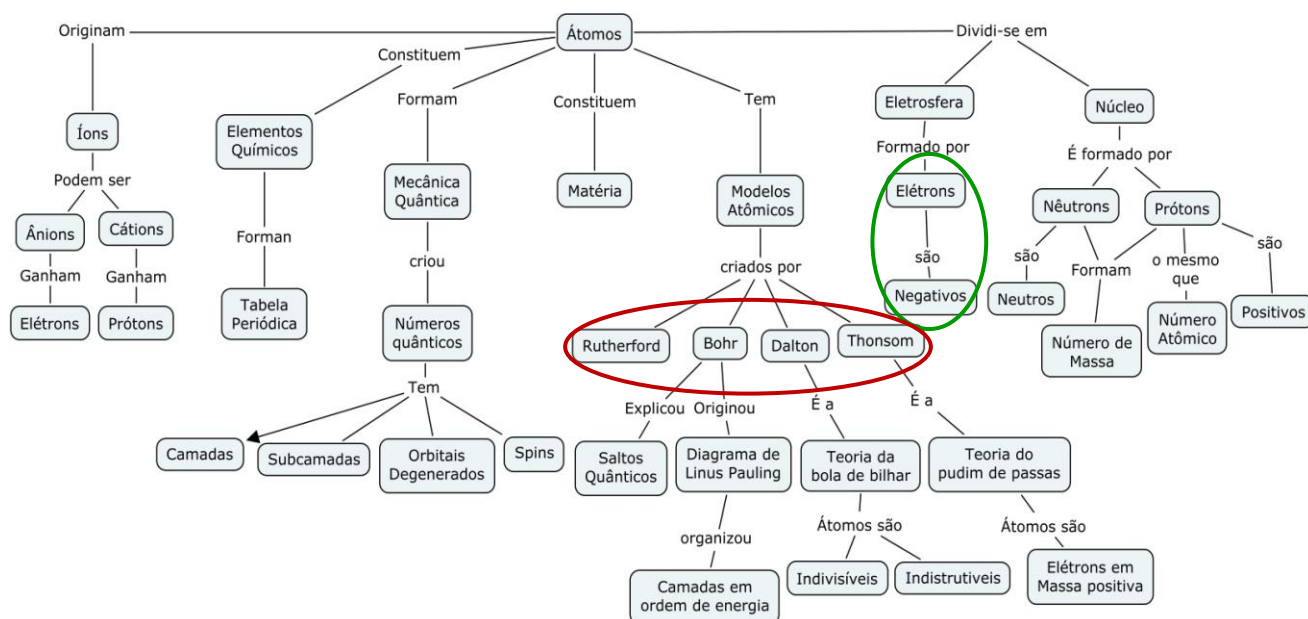


Figura 4: MC2 - G3

Destacamos ainda que o conceito mais inclusivo (átomo) do MC2 expressa maior significado do conteúdo geral que estava sendo estudado do que o conceito mais inclusivo (elementos químicos) do MC1.

5 – Considerações Finais

O desenvolvimento e análise da unidade de ensino permitiu aos pesquisadores contemplar os objetivos propostos e refletir sobre a importante contribuição da utilização do referencial da TAS e dos MC no processo de ensino e aprendizagem em Química. Os resultados mostram que esta metodologia privilegiou a ampliação da compreensão dos conceitos pelos estudantes, comparando os MC observamos quais conceitos subsunções estavam presentes na estrutura cognitiva, a incorporação de novos conceitos, a assimilação destes e o significado atribuído por cada grupo aos conceitos de estrutura atômica.

Por fim, podemos considerar que o conjunto da análise possibilitou aos pesquisadores apontar indícios de aprendizagem significativa e também de aprendizagem mecânica, lembramos que segundo Ausubel (2003) não podemos pensar numa dicotomia entre estas, pois temos um contínuo entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa.

5 – Referências

AUSUBEL, D. P; NOVAK J. D; HANESIAN, H. **Psicología educacional**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Tradução de Teopisto, L. Revisão científica, Teodoro, V. D. Lisboa. Editora Plátano. 1ª edição. PT – 467 – Janeiro de 2003.

COSTA BEBER, S. Z. et. al. Mapas conceituais: uma estratégia para verificar a aprendizagem dos conceitos de funções inorgânicas. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, IX ENPEC, 2013, Águas de Lindóia. **Anais Eletrônicos...** Águas de Lindóia: SP, 2013. Livro de Programação. Disponível em: <<http://www.abrapec.ufsc.br/ix-enpec/>> Acesso: 15 de maio 2016.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Adaptação da obra: Lana Mara Siman. Trad. Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Artmed; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa em Mapas Conceituais. Série Textos de Apoio ao Professor de Física, Vol. 24, N. 6, 2013. PPGEnFis/IF-UFRGS. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24_n6_moreira_.pdf> Acesso: 13 de maio de 2016.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. SP: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa – A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010. Disponível em: <<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TeoriaSubjacenteAosMapasConceituais.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

NOVAK, J.D. e GOWIN, D.B. **Aprender a aprender**. Lisboa. Plátano Edições Técnicas. 1996. Tradução ao português, de Carla Valadares, do original *Learning how to learn*.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **As atividades investigativas no ensino de ciências e suas relações com a aprendizagem significativa**. In: VI Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa 3º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, 2010. São Paulo, *Anais...* São Paulo, 2010. p. 616 – 624.

Princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa e os Saberes Populares: referencias para o ensino de Ciências¹⁸

Principles of Meaningful Learning Theory and Popular knowledge: references to science education

Silvia Zamberlan Costa Beber^{19,20}

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

silviacostabeber@hotmail.com

José Claudio Del Pino²¹

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

delpinojc@yahoo.com.br

Resumo

Este texto apresenta a ideia de que é possível aproximar os fundamentos da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel com os princípios de utilização de saberes populares nos processos de ensino e aprendizagem em ciências. Para tanto, destacamos as três condições fundamentais para a ocorrência da aprendizagem significativa: 1) Material potencialmente significativo; 2) Identificação de subsunçores adequados na estrutura cognitiva; 3) Predisposição para aprender. Os saberes populares são incorporados a estas condições como facilitadores do processo de ensino e aprendizagem. Concluimos que a utilização de saber popular contribui com o planejamento do material potencialmente significativo porque a escolha e sequência dos conteúdos são planejadas a partir deste e não guiada por currículos pré-estabelecidos; facilita a identificação de subsunçores porque o estudante participa espontaneamente das atividades envolvendo saber popular; atua a favor da predisposição dos estudantes em aprender significativamente porque aproxima os saberes populares dos conhecimentos escolares.

Palavras chave: ensino de química, educação científica e cultura, subsunçor, material potencialmente significativo, predisposição para aprender.

Abstract

¹⁸ Pesquisa com financiamento da Capes - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

¹⁹ Professora Assistente do Centro de Engenharia e Ciências Exatas – Química Licenciatura – *Campus Toledo*

²⁰ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências – Química da Vida e Saúde - PPGQVS

²¹ Professor Dr. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências – Química da Vida e Saúde - PPGQVS

This text presents the idea that it is possible to approximate the foundations of meaningful learning theory of Ausubel with the principles of use of popular knowledge in the processes of teaching and learning in science. To this end, we highlight the three fundamental conditions for the occurrence of meaningful learning: 1) potentially meaningful material; 2) identification of appropriate subsumers on cognitive structure; 3) Predisposition to learn. Popular knowledge are incorporated into these conditions as facilitators of the teaching and learning process. We conclude that the use of know popular contributes the potentially meaningful material planning because the choice and sequence of content are planned from this and not guided by pre-established curriculum; facilitates the identification of subsumers because the student participates spontaneously activities involving know popular; acts in favor of students predisposition to learn meaningful because approaching the lore of school knowledge.

Key words: chemistry education, scientific education and culture, subsumers, potentially meaningful material, predisposition to learn.

Introdução

As pesquisas sobre ensino de ciências são permeadas por uma multiplicidade de referenciais teóricos, muitas investigações realizadas pela comunidade acadêmica articulam diferentes referenciais com o objetivo de aprofundar as discussões sobre o ensino de ciências, propondo novas interpretações e compreensões que possam contribuir com as práticas em sala de aula, diminuindo o distanciamento entre pesquisa e prática docente. Neste texto, articulamos algumas ideias e conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel e colaboradores (1963, 1968, 1980, 2003) e dos Mapas Conceituais (MC) no modelo definido por Novak e Gowin (1984) com questões referentes à possível utilização de Saberes Populares (SP) no processo de ensino e aprendizagem em ciências.

Iniciamos o texto apresentando algumas questões pontuais da TAS na perspectiva de seus autores e colaboradores, incluímos as contribuições de Novak (1980), Novak e Gowin (1984) para esta teoria e as especificidades da técnica de mapeamento conceitual. A definição de SP e sua relação com os saberes escolares e científicos são expostos na sequência. No último tópico, apresentamos nossa compreensão de que o SP pode facilitar o ensino de ciências quando subsidiado pelos referenciais teóricos e metodológicos da TAS.

Pelos caminhos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)

David Ausubel em 1963 publicou sua obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*, e, em 1968 o livro *Educational Psychology: a cognitive view*, estas duas obras apresentam as ideias básicas da denominada “Teoria da Aprendizagem Significativa”, que posteriormente, é revisada e publicada em co-autoria com Joseph D. Novak e Helen Hanesian (1980). Passado mais de três décadas, no ano de 2000, Ausubel publica *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*, reafirmando sua teoria inicial quase integralmente.

A teoria de aprendizagem de Ausubel é cognitivista, segundo François “o objetivo principal das teorias cognitivistas é fazer inferências plausíveis e úteis sobre os processos mentais que intervêm entre input e output e sobre o que entendemos como **significado** [grifo do autor] (2013, p. 223), neste sentido, as relações que o sujeito estabelece com o mundo externo passam a ter significação, neste processo dinâmico, os significados “são pontos de partida para a atribuição de outros significados [...] originando, então, a estrutura cognitiva” como explica Masini e Moreira (2001, p. 13).

Os conceitos formados, geralmente até os seis anos, constituem a estrutura cognitiva dos sujeitos, que por meio da aprendizagem está em constante movimento, às novas informações vão interagir ou não com o conteúdo da estrutura cognitiva do sujeito, esta interação pode resultar, por exemplo, na assimilação ou formação de novos conceitos, a forma como ocorre esta interação é que vai determinar o tipo de aprendizagem (AUSUBEL, 1968, 2003; AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980; MOREIRA, 2011; MASINI, MOREIRA, 2008).

O principal conceito da teoria de Ausubel é ‘aprendizagem significativa’, o termo ‘significativo’ parece inicialmente carregar uma definição que por si só não requer muitas explicações, entretanto, segundo Moreira (2010, 2011), atualmente um dos maiores divulgadores desta teoria, aprender com significado é compreender o que se aprende, é ser capaz de aplicar, transferir e compartilhar os conhecimentos aprendidos em diferentes situações, assim, “*a aprendizagem é significativa quando o aprendiz vê sentido nas situações de aprendizagem e atribui significado a elas*” (MASINI e MOREIRA, 2008, p. 9).

Os significados podem ser denotativos, aqueles compartilhados por participantes de certa comunidade, e também conotativos, são aqueles significados de caráter idiossincrático, pessoal, fruto das nossas experiências pessoais com o meio social, ambos são fundamentais durante o processo de aprendizagem (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980).

Mas como ocorre o processo de Aprendizagem Significativa (AS)?

Para Ausubel (1963, 2003) a AS ocorre quando uma nova informação (conceito novo) relaciona-se não arbitrária, e sim substantivamente, com um conceito relevante existente na estrutura cognitiva do aprendiz, denominado conceito subsunçor, ou apenas subsunçor, como por exemplo, “*uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição*” (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1980, p. 34) A estrutura cognitiva do aprendiz configura-se como uma rede de conceitos organizada, e, em constante modificação, assim, durante o processo de AS, o subsunçor deverá ancorar o novo conceito. O produto da AS é o resultado entre a *interação* do subsunçor com o novo conceito, assim, o subsunçor sofre modificações, ficando mais elaborado e amplo. Um exemplo ilustrativo pode ser o conceito ‘substância’ utilizado em Química, ao considerar que o aprendiz tem em sua estrutura cognitiva este conceito definido, com certo grau de estabilidade, ele poderá utilizá-lo não arbitrariamente como subsunçor para ancorar o conceito de substância inorgânica e orgânica, o produto desta interação será um conceito de substância mais elaborado e refinado, que comporta o entendimento de que as substâncias podem ser classificadas como inorgânicas e orgânicas

Algumas condições influenciam no processo de aprendizagem segundo Ausubel (2003):

- 1) **Material potencialmente significativo:** o professor ao desejar que a aprendizagem ocorra de forma significativa, deve organizar um material que potencialize esta aprendizagem, para tanto, necessita identificar os conceitos mais inclusivos e os mais específicos do corpo de conhecimentos que pretende trabalhar. Na sequência, o material organizado deve ser apresentado priorizando esta ordem, dos conceitos mais gerais para os conceitos mais específicos, contemplando o que Ausubel (2003) denominou *diferenciação progressiva e reconciliação integrativa*.
- 2) **Disponibilidade de conceito subsunçor adequado na estrutura cognitiva:** é necessário que o professor identifique os conhecimentos prévios dos estudantes antes de começar a trabalhar com o material potencialmente significativo. Nesta etapa, o objetivo é verificar, se o subsunçor adequado integra a estrutura cognitiva, ou seja, se entre os conhecimentos prévios estão presentes os conceitos que denominamos como conceito subsunçor, pois estes são fundamentais para o processo de AS. A identificação de subsunçores pode ocorrer por meio da utilização de algum recurso didático, como mapa mental, mapa conceitual, atividade experimental, situações problemas, SP, ou aquele da preferência do professor, às vezes, um diálogo entre professore e estudantes, pode ser um ótimo recurso para identificar subsunçores. Para Ausubel (2003) este é o fator isolado mais importante para a AS do aprendiz, o foco principal de sua teoria “*O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso seus ensinamentos*” (s/p).
- 3) **Predisposição para aprender:** para que a AS ocorra é necessário que o aprendiz manifeste intenção em querer aprender significativamente, sem predisposição para aprender, o que geralmente ocorre é a aprendizagem mecânica (AM), neste tipo de aprendizagem o conceito novo não interage com os subsunçores presente na estrutura cognitiva, o aprendiz memoriza um corpo de conceitos para reproduzir em um curto espaço de tempo, não conseguindo explicar, transferir ou aplicar este conhecimento em outra situação, porque não ocorreu compreensão, apenas memorização. Moreira (2011) afirma que tanto a universidade como a escola tem favorecido apenas a AM.

Das três condições para ocorrência da AS, duas partem, principalmente, da ação do professor e uma do

estudante, logicamente não podemos demarcar rigorosamente os limites, porque na ação do professor, temos, por exemplo, os elementos do currículo e da sua formação, a influenciando, para a ação de intencionalidade do estudante em aprender, temos elementos psicológicos e afetivos, material didático e também o professor o influenciando. Podemos chegar à compreensão de que estas condições devem ser consideradas como um conjunto, que atuam decisivamente na aprendizagem do estudante.

Além destas condições para a ocorrência da AS, para Novak e Gowin (1984), pensamentos, sentimentos e ações devem estar integrados para promover o empoderamento (*empowerment*) do ser humano. Mas como isto pode se efetivar no contexto escolar, principalmente nas situações de aprendizagem? A possibilidade está em considerar não apenas os aspectos cognitivos envolvidos no processo de aprendizagem, mas também os aspectos afetivos. Com esta ideia, há a inclusão de elementos de teorias humanistas para a teoria cognitivista da AS. Novak (1980) justifica o que convencionou chamar de teoria educacional, pelo longo período de trabalho de investigações, no campo da educação e no ensino de ciências.

Foi justamente na prática de investigação sobre o ensino de ciências que Novak e Gowin (1984) propõem a técnica de mapeamento conceitual como forma de identificar como crianças compreendiam conceitos científicos, pois em entrevistas que realizam tinham dificuldade em identificar os significados e também as possíveis mudanças de compreensão sobre ciências das crianças (NOVAK e CAÑAS, 2010). MC são diagramas de conceitos conectados por linhas formando proposições, ao incluir palavras de ligação nas linhas, é possível compreender o significado das relações conceituais. Esta técnica é utilizada para várias finalidades no campo educacional, no ensino de ciências é usada frequentemente para identificar subsunçores, organizar o currículo ou um material de ensino e em avaliações que buscam identificar indícios de AS, como demonstram algumas pesquisas realizadas por Costa Beber et al. (2013, 2015); Costa Beber, Kunzler, Del Pino (2016).

Saber Popular e o ensino de Ciências

A humanidade ao longo de sua história tem produzido diferentes conhecimentos, sendo que o conjunto destes conhecimentos são os saberes sociais. Para Lopes (1999) conhecimento científico e conhecimento cotidiano integram os saberes sociais e se inter-relacionam com o conhecimento escolar.

Não vamos buscar definir o que é ciência ou como o conhecimento científico é produzido, temos intenção apenas de discutir sobre a possibilidade dos SP serem utilizados como facilitadores do processo de ensino de ciências.

Para Chassot “*Os saberes populares são os muitos conhecimentos produzidos solidariamente e, às vezes, com muita empiria*” (2011, p. 210) o autor apresenta vários exemplos. Frequentemente este autor propõe o resgate de SP, para evitar que sejam extintos, como é o caso da “*pesquisa feita por uma aluna sobre a produção de carvão nas margens do Rio Gravataí na região da grande Porto Alegre.*” (CHASSOT, 2011, p. 220). Chassot sugere que os programas de pós-graduação podem atuar no sentido de resgatar os SP (2011, p. 195).

Pinheiro e Giordan (2010) dizem que “*É comum ver os saberes populares sendo associados aos ‘mitos’, ‘crendices’, ‘superstições’, ‘feitiços’, o ‘animismo’, ‘xamanismo’, a ‘possessão espiritual’ e ao ‘fazer’ que se sobrepõe ao saber*” (p. 357), o empirismo também é a base desses saberes que para muitos são saberes destituídos de explicações e conhecimento teórico, por manter a especificidade de ser popular estão acessível a todos.

Os SP são produzidos nas práticas dos sujeitos e transmitidos entre gerações, na dinâmica “aprendi com minha mãe, que aprendeu com minha avó, que aprendeu com a mãe dela...”, estes saberes compartilhados pelas famílias representam sua identidade, as tradições e os costumes, todos estes elementos que compõem a cultura dos sujeitos.

A ideia de utilização de SP está associada ao entendimento de que tanto o conhecimento científico quanto o conhecimento escolar podem compartilhar o espaço da escola ao lado dos SP dos estudantes e da comunidade. Cada qual tem seu valor e função, e podem conjuntamente compor o currículo de ciências.

Xavier e Flôr (2013) investigaram em periódicos nacionais o tema “Saberes Populares na pesquisa em Educação e Ciências” e chegaram à conclusão de que a pesquisa sobre inserção de SP no ensino de ciências é incipiente, isto evidencia que o campo de investigação com este tema tem muito ainda para ser explorado.

Aprendizagem Significativa e Saberes Populares para o ensino de Ciências

Compreendemos que é possível incorporar SP as três condições facilitadoras da AS e propomos algumas justificativas que amparam nossas ideias.

Saber Popular e Material Potencialmente Significativo: por meio de SP identificados da comunidade dos estudantes é possível organizar um material que tenha significado lógico, ou seja, os conceitos e os conteúdos devem estar adequados aos níveis de compreensão intelectual da faixa etária dos estudantes e da série, deve-se priorizar a apresentação dos conceitos mais inclusivos para os menos inclusivos, pois é mais fácil aprender do todo para as partes do que das pequenas partes para o todo (MASINI e MOREIRA, 2001).

Exemplifiquemos pelo “Saber Popular da Produção de Pães”, utilizando este SP, o professor vai trabalhar inicialmente conceitos de transformação física e química da matéria (ao aquecer o leite; colocar o fermento biológico na água morna), explora os conceitos de temperatura, mistura de substâncias, proporção, estes são conceitos gerais, mais inclusivos, na sequência os conceitos mais específicos do conteúdo são trabalhados a partir do SP da produção de pães, como as reações químicas, a reação de fermentação alcoólica presente neste processo, equações químicas, estequiometria, e todos os que fizerem parte do planejamento do material potencialmente significativo.

Este exemplo demonstra que é possível organizar um material potencialmente significativo orientando-se por um SP. Sabemos que geralmente os professores de ciências utilizam como referência a sequência de conteúdos pré-estabelecido nos livros didáticos, demonstram resistência e muita dificuldade em organizar uma sequência de conteúdos diferente das estabelecidas, a reflexão sobre os conteúdos integrantes do currículo estão distantes das práticas dos professores de ciências da maioria das escolas públicas brasileiras.

Saber popular e Subsunçor: a identificação de subsunçores relevantes na estrutura cognitiva dos estudantes também pode ocorrer pela utilização de SP. Muitas vezes, os professores têm dificuldade para identificar os conhecimentos prévios e os subsunçores dos estudantes por meio de questões dissertativas, produção textual, resolução de problemas, entre outros, porque em muitos casos, os estudantes simplesmente não respondem as questões propostas com tal finalidade, porque não compreendem o que está sendo solicitado na questão ou até mesmo estranham a atitude do professor de identificar os conhecimentos prévios.

Vamos destacar a identificação de subsunçores, por meio de SP, utilizando duas ferramentas. Numa, o professor pode utilizar uma roda de conversa sobre um SP para identificar as ideias gerais e os conhecimentos escolares dos estudantes que podem ancorar as novas informações (conceito novo). A outra é propor aos estudantes que apresentem suas ideias sobre determinado SP por meio de um mapa mental (BUZAN, 2009), este tipo de mapa diferencia-se do MC porque em sua estrutura é permitido colocar não só conceitos, mas tudo que possa representar o entendimento do estudante sobre determinado tema (símbolos, nomes, formas, imagens). No exemplo do “Saber Popular da Produção de Pães”, o estudante poderá incluir no mapa mental seus conhecimentos sobre proporção de ingredientes,

temperatura, reação química, um nome associado a algum familiar que detém este SP, como o nome da avó que fazia pães na sua infância que para o estudante tem um significado idiossincrático, tipos de pães, quando e como é consumido, valor nutricional, entre outros. Estas duas atividades possibilitam ao professor identificar os subsunçoes pelos SP, e a partir deste reconhecimento ensinar a matéria de ensino de acordo, como preconiza Ausubel (1963, 1968, 2000).

Saber Popular e Predisposição para Aprender Significativamente: a predisposição para aprender significativamente não é um problema, mas a realidade enfrentada pela maioria dos professores de ciências que atuam nas escolas brasileiras. Poderíamos até falar em indisposição para aprender mecanicamente, porque nos deparamos frequentemente com estudantes que não tem intenção nenhuma de aprender, seja significativamente ou mecanicamente. Os estudantes reclamam das metodologias de ensino dos professores, que contemplam quase que unicamente a exposição oral e o livro didático, metodologias estas que nem sempre favorecem a aprendizagem. Diante desta realidade, a utilização de SP, pode influenciar na predisposição, condição fundamental para a aprendizagem, por proporcionar aos estudantes uma metodologia diferente daquelas reclamadas.

Destacamos que o SP é fruto das aprendizagens, experiências e relações sociais que estabelecemos ao longo da vida, como Chassot (2011), Pinheiro e Giordan (2010) afirmam, os SP têm sua origem exatamente na história, cultura, trabalho, atividade social e religiosa dos sujeitos, estão carregados de significados idiossincráticos, que vão atuar na predisposição para aprender (MASINI e MOREIRA, 2001). Resgatar e valorizar os SP pode despertar o desejo de compreender melhor o mundo natural que nos rodeia e que fazemos parte. Chassot (2011) vem alertando para o desaparecimento de SP pela não valorização da cultura mediante a imersão de um mercado global cada vez mais voltado aos bens de consumo industrializados.

Diante destas colocações, entendemos que a intencionalidade em aprender ultrapassa a simples motivação, porque vai mexer com os fatores cognitivos e afetivos dos estudantes, o SP como produção social do sujeito pode atuar positivamente na predisposição em aprender, facilitando o processo de aprendizagem com significado. O estudante, sentindo que sua cultura, seus saberes e fazer são valorizados pela escola, acaba tornado-se mais responsável pelo processo de aprendizagem, atuando colaborativamente, não apenas como receptor de um ensino praticado por um professor para a aprendizagem dos estudantes.

Para fechar esta seção, voltando ao exemplo do “Saber Popular da Produção de Pães”, certamente o estudante que possui algum conhecimento sobre este SP ou vivencia esta prática, estará mais predisposto para aprender, vai participar com espontaneidade, interagindo por meio de falas, relatos, demonstrações. Em relação àqueles estudantes que desconhecem este SP, sugere-se colocá-lo em contato com o saber a partir da própria prática, o efeito de intencionalidade pode ser despertado no estudante pela ação no processo de aprendizagem.

A articulação entre TAS e SP aqui apresentados foram delimitados por apenas alguns aspectos, muitos outros podem ser contemplados. Nossa compreensão sobre este referencial e sua possível aproximação com a utilização de SP se dá pelas investigações empíricas que realizamos e pelos estudos teóricos. Destacamos que várias experiências de utilização de SP têm sido testadas e algumas integradas nos currículos escolares, outros SP são utilizados como recurso metodológico para o ensino de ciências, principalmente no ensino de Química (VENQUIARUTO et al., 2011; PINHEIRO e GIORDAN, 2010; COSTA BEBER, SCHUSTERS e DEL PINO, 2016; GONDIM e MÓL, 2008). Além destas, outras possibilidades de inclusão de SP podem favorecer os processos de ensino e aprendizagem.

Considerações finais

A aproximação entre o referencial da TAS e os SP é um caminho viável para a Educação em Ciências, entretanto, é fundamental melhor compreensão por parte dos professores que atuam na educação básica, sobre os aspectos teóricos e metodológicos destes referenciais, a parceria entre universidade e escola pode contribuir com a solução deste problema.

Destacamos algumas perspectivas para novas demandas de pesquisa em Educação em Ciências, tendo como foco a relação entre educação científica e cultura, sejam elas: inclusão em cursos de formação de professores, da área de ciências, de ementas que vinculem questões relacionadas à educação científica e cultura, tais como as relações entre universalismo, relativismo, multiculturalismo, pluralismo cultural, entre outras; formação de grupos de pesquisa com atuação na graduação e pós-graduação em Educação em Ciências e formação de equipes colaborativas de pesquisa compostas por professores universitários e professores da educação básica; desenvolvimento de projetos de pesquisa e extensão visando a inclusão das comunidades detentoras de SP, com vistas ao resgate e valorização de seus saberes e fazeres, visando melhorar os processos de ensino e aprendizagem em ciências.

Uma revisão do tema sobre SP na pesquisa em Educação em Ciências, realizado por Xavier e Flôr (2013), indica que investigações são ainda incipientes com este tema, sendo este um campo promissor para investigação desta área, concordamos com estas pesquisadoras.

Agradecimentos e apoios

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes.

Referências

- AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Gruner and Stratton, 1963.
- AUSUBEL, D. P. **Educational Psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1968.
- AUSUBEL, D., NOVAK, J., HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Trad. Lígia Teopisto. Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- BUZAN, T. **Mapas Mentais**. Trad. Paulo Polzonoff Jr.. Rio de Janeiro: Sextante, 2009.
- CHASSOT, A. I. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. 5. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2011.
- COSTA BEBER, S. Z. et al. Mapas conceituais: uma estratégia para trabalhar conceitos de funções inorgânicas. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – IX ENPEC**. Águas de Lindoia, SP, 2013.
- COSTA BEBER, S. Z. et al. Aprendizagem significativa em aulas de química: analisando mapas conceituais elaborados por estudantes do ensino médio. **Anais de VII Encontro Internacional sobre**

Aprendizaje Significativo e V Encuentro Iberoamericano sobre Investigación em Enseñanza de las Ciencias. Burgos, Espanha, 2015.

COSTA BEBER, S. Z., SCHUSTERS, L., DEL PINO, J. C. Análise de uma unidade de ensino de química: relações entre saber popular, mapas conceituais e aprendizagem significativa. **Anais do 6º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa.** SP, 2016.

COSTA BEBER, S. Z., KUNZLER, K. R., DEL PINO, J. C. Unidade de ensino para o desenvolvimento de conceitos químicos baseada nos pressupostos da teoria da aprendizagem significativa. **Anais do 6º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa.** SP, 2016.

LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da aprendizagem.** 5. ed. Trad. Vera Magyar. rev. José F. B. Lomônaco. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano.** RJ: EdUERJ, 1999.

MASINI, E. F. S., MOREIRA, M. A. (col.). **Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos.** São Paulo: Vetor, 2008.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem.** 2. ed. ampl. São Paulo: E. P. U, 2011.

MOREIRA, M. A., MASINI, E. F. S., **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel.** São Paulo: Centauro, 2001.

NOVAK, J. D., CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, v. 5, n. 1, 2010, p. 9-29.

NOVAK, J. **Uma teoria de educação.** São Paulo: Pioneira, 1980.

NOVAK, J., GOWIN, B. **Learning how to learn.** New York: Cambridge University, 1984.

PINHEIRO, P. C., GIORDAN, M. O preparo do sabão de cinzas em Minas Gerais, Brasil: do *status* de etnociência à sua mediação para a sala de aula utilizando um sistema hipermídia etnográfico. **Investigações em Ensino de Ciências.** V. 15, n.2, 2010, p. 355-383.

VENQUIARUTO, L. D., DALLAGO, R. M., VANZETO, J., DEL PINO, J. C. Saberes Populares Fazendo-se Saberes Escolares: Um estudo envolvendo a produção artesanal do pão. **Química Nova na Escola.** V. 33, n.3, 2011, p. 135-141.

XAVIER, P. M. A., FLÔR, C. C. Uma revisão do tema saberes populares na pesquisa em educação em ciências. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – IX ENPEC.** Águas de Lindoia, SP, 2013.

Pesquisa Colaborativa e Prática Docente: os saberes populares no processo de facilitação do ensino de Química

Silvia Zamberlan Costa Beber
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

José Claudio Del Pino
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO: A partir de uma proposta de ensino de Química duas questões são discutidas à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa: 1) Podemos facilitar o ensino e a aprendizagem significativa de conceitos químicos utilizando saberes populares da comunidade na qual a escola e a universidade estão inseridas? 2) Quais aprendizagens provenientes da experiência da pesquisa colaborativa podem contribuir significativamente para as práticas dos professores? Os resultados indicam que os saberes populares influenciam positivamente na predisposição em aprender facilitando e potencializando a aprendizagem significativa, seu emprego promove a valorização da cultura local. As experiências compartilhadas na pesquisa colaborativa resultaram em aprendizagens de engrandecimento humano e profissional da equipe, reduzindo o distanciamento entre universidade, escola e comunidade.

PALAVRAS CHAVE: Aprendizagem Significativa, Mapas Conceituais, Reações Químicas, Produção de Pães.

APRESENTAÇÃO E OBJETIVO

Os professores que atuam na educação básica frequentemente criticam as pesquisas desenvolvidas pelas universidades porque estas são produzidas *para a escola* ao invés de serem produzidas *na escola*, com seus professores (Trazzi & Oliveira, 2015). Frente a gravidade de tal problema, equipes de professores têm discutido possíveis formas de modificar a relação entre universidade, escola e sociedade (Leite & Zanon, 2015; Rosa-Silva & Lorencini Júnior, 2007; Martins & Schnezler, 2015), realizando pesquisas denominadas colaborativas.

Muitas pesquisas colaborativas são sustentadas pela pesquisa-ação (Elliot, 1998), geralmente constituídas por uma equipe de professores universitários e professores de educação básica. Para Martins & Schnezler (2015, p. 3-4) neste tipo de pesquisa “*a definição de objetivos é coletiva, onde as relações não podem ser hierarquizadas e a liderança deve ser compartilhada*”. A

investigação-ação pautada na perspectiva de pesquisa colaborativa pode ser um meio para reduzir o distanciamento entre pesquisa e prática docente.

Apresentamos neste artigo, algumas considerações de uma pesquisa colaborativa que esta em percurso. Expomos duas questões norteadoras da discussão: 1) *Podemos facilitar o ensino e a aprendizagem significativa de conceitos químicos utilizando saberes populares da comunidade na qual a escola e a universidade estão inseridas?* 2) *Quais aprendizagens provenientes da experiência da pesquisa colaborativa podem contribuir significativamente para as práticas dos professores?* Nosso propósito é discutir e refletir sobre as questões buscando no referencial aproximá-la.

MARCO TEÓRICO

Ausubel e seus colaboradores (1980; 2003) defendem a ideia de aprendizagem significativa (AS), que decorre da interação entre o conceito subsunçor com o novo conceito. Três condições são fundamentais para favorecer a AS:

Material potencialmente significativo: a identificação pelo professor de conceitos mais inclusivos e específicos do conteúdo, deve anteceder a organização do material, priorizando esta ordem em sua apresentação.

Disponibilidade de conceito subsunçor adequado na estrutura cognitiva do aprendiz: identificar os conceitos subsunçores é o fator isolado mais importante para promover a AS, sendo este o foco principal da teoria de Ausubel (2003).

O aprendiz manifeste predisposição para aprender: aspecto determinante para o processo de AS, pois, sem predisposição para aprender, o que geralmente ocorre é a aprendizagem mecânica (AM).

Complementando estas condições para ocorrência da AS, Novak, co-autor da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), defende que as experiências educativas devem contribuir para o engrandecimento (*empowerment*) do ser humano, porque não se pode dissociar os aspectos cognitivos, afetivos e psicomotores envolvidos na aprendizagem, “pensar – agir – sentir”, porque estes são indissociáveis (Novak, 1980; Novak & Gowin, 1984).

Com base nestes referenciais adotamos como fio condutor de nossas pesquisas os Saberes Populares (SP) presentes na comunidade, com a intenção de contemplar a tríade pensamentos, sentimentos e ações. Segundo Chassot (2011) há uma “*necessidade de se buscar uma valorização dos saberes populares e uma conscientização do respeito que os mesmos merecem*” (p. 216).

Nas pesquisas realizadas por Pinheiro & Giordan (2010) (SP da produção de sabão de cinzas) e Venquiaruto et al. (2011) (SP de produção de cachaça, vinho e pão) encontramos um suporte inicial para desenvolver nossas investigações sobre SP.

METODOLOGIA

Esta investigação é de natureza qualitativa e tem seus fundamentos na pesquisa-ação (Elliot, 1998) com características de pesquisa colaborativa (Leite & Zanon, 2015; Rosa-Silva & Lorencini Júnior, 2007; Martins & Schnetzler, 2015).

Participam da pesquisa dois professores universitários, dois professores da educação básica, uma turma de estudantes de uma escola pública de educação básica do estado do Paraná/Brasil e uma moradora da comunidade local detentora do SP de produção artesanal de pães.

Esta pesquisa colaborativa integra um projeto de doutorado em Educação em Ciências que está em percurso. Nesta etapa, desenvolvemos uma proposta de ensino de Química denominada “*Estudo das Reações Químicas por meio dos Saberes Populares da Produção Artesanal de Pães*”. Em sua implementação, priorizamos as etapas de identificação de subsunçores sobre a temática, produção de Mapas Conceituais (MC) sobre conceitos presentes em reações químicas, atividade experimental, produção artesanal de pães com a colaboração da moradora convidada, registro e aprofundamento do conteúdo científico, produção e apresentação de novos MC.

Neste texto nos limitamos a discutir as duas questões já apresentadas buscando aproximá-las. A investigação sobre a aprendizagem dos conceitos químicos está em andamento e não será tratada aqui.

As questões apresentadas são discutidas com base no referencial da TAS sendo empregada a Análise Textual Discursiva (ATD) (Morales & Galiazzi, 2013) para analisar as transcrições de entrevistas semiestruturadas e as notas de campo provenientes das observações, gravações audiovisuais e diálogos entre professor, estudante e moradora da comunidade.

RESULTADOS

As questões pontuadas neste artigo têm a intenção de contribuir com as discussões e reflexões sobre este, que é um dos grandes temas atuais, do contexto da pesquisa em Didática das Ciências: Como reduzir o distanciamento entre pesquisa e prática docente?

Temos defendido a hipótese de que a pesquisa com caráter colaborativo constitui um fator determinante para reduzir este distanciamento. Pautados nas duas questões levantadas e na proposta de ensino de Química propomos discutir os resultados e sustentar a hipótese defendida:

- 1) *Podemos facilitar o ensino e a aprendizagem significativa de conceitos químicos utilizando saberes populares da comunidade na qual a escola e a universidade estão inseridas?*

Com base nos resultados obtidos podemos considerar que a utilização de SP da comunidade não só facilitam mas também potencializam o processo de ensino e aprendizagem em Química. Apontamos dois fatores como essenciais, considerando nossos referenciais teóricos.

Um destes fatores está relacionado a **importância em resgatar e valorizar os SP da comunidade preservando a cultura local**, saberes estes compartilhados também pela maioria dos estudantes. Esta importância pode ser percebida durante o desenvolvimento de toda a proposta de ensino. Ao iniciar a atividade trazendo elementos do SP da produção de pães artesanais, os estudantes, de forma voluntária responderam as questões apresentadas pela professora, relataram seus saberes de forma espontânea, deixando transparecer suas concepções, algumas de senso comum, outras de acordo com os conceitos cientificamente aceitos. Este comportamento superou nossas expectativas, porque em muitas outras situações de ensino, estes estudantes demonstraram desinteresse e indisposição para expressar verbalmente seus conhecimentos e experiências, tornando difícil a tarefa de identificar os subsunçores presentes na estrutura cognitiva.

Neste sentido, a importância da utilização de SP associa-se a valorização da cultura da comunidade, que perpassou pelo desenvolvimento de toda a proposta de ensino, podendo o estudante, perceber que a escola está interessada nos seus saberes e fazeres, tal como com aqueles que se dispuseram a compartilhar seus SP, que também sentiram-se valorizados, porque contribuíram com o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes. Para esta pequena comunidade, o trabalho de pesquisa colaborativa permitiu agregar conhecimentos diferentes e importantes, conforme relatado da moradora que participou da produção de pães:

“[...] eu aprendi com minha mãe a receita do pão italiano, este branco que nós fizemos agora e depois fui aprendendo outras receitas com as vizinhas, com o pessoal da Associação dos Produtores... hoje eu aprendi com vocês sobre o glúten gostei muito, muito mesmo e os alunos aprenderam comigo porque o pão estava demorando a crescer... no final das contas quanta coisa nós tudo aprendemos, coisa boa né:: vocês aí da universidade, esta prof. que eu vi crescer e estes alunos que eu conheço os pais da maioria”.

O discurso da moradora da comunidade traduz a importância do trabalho colaborativo desenvolvido, pois segundo ela, todos aprendemos.

O outro fator que destacamos relaciona-se diretamente com a **predisposição em aprender**, fator determinante para a AS segundo Ausubel (2003), Ausubel, Novak & Hanesian (1980), Moreira (2011), Masini & Moreira (2008). Este fator tem relação direta com a valorização do SP e da cultura da comunidade, porque os estudantes demonstraram intencionalidade em aprender quando foi colocado em questão SP pertencentes as suas vidas cotidianas.

Ausubel (2003) declara que o aprendiz precisa estar predisposto a aprender significativamente, caso contrário, se sua intenção for apenas de memorizar conceitos, fórmulas, símbolos, então, o resultado será a AM. Destacamos a fala do estudante denominada E10:

“[...] eu gosto de estudar química, mas quando a aula é assim, prática, fica melhor. A (moradora da comunidade) ensinou muitas coisas de química e ela disse que parou de estudar na quinta série... imagina só:: Eu adorei ir para a cozinha, fazer pão, aprender, entender, e eu também sabia algumas coisas que minha mãe e a Nona me ensinou”.

Este trecho indica que a utilização de SP não só facilita, mas também potencializa o processo de AS dos estudantes, porque influencia na predisposição em aprender significativamente.

Segunda questão:

2) *Quais aprendizagens provenientes da experiência da pesquisa colaborativa podem contribuir significativamente para as práticas dos professores?*

Ao analisar nosso *corpus* por meio da ATD percebemos que a maior contribuição situa-se em nossa própria aprendizagem neste processo, pois:

Aprendemos...

... que é possível adequar o currículo de Química para melhorar a aprendizagem dos estudantes, valorizando os SP da comunidade;

... que o trabalho colaborativo leva ao engrandecimentos profissionais e humano da equipe, tal como Novak (1980) propõe em sua teoria educacional;

... que compartilhar experiências docentes contribui para encurtar distâncias entre a pesquisa e a prática docente;

... que as pesquisas desenvolvidas com a escola e para a escola, são mais eficientes do que aquelas desenvolvidas na universidade para a escola;

... que os professores também precisam estar predispostos para mudar suas práticas educativas, caso contrário, as pesquisas, os estudos, os cursos, as especializações não serão suficientes para melhorar nosso ensino e a aprendizagem dos estudantes;

... que pensar, planejar, desenvolver e refletir juntos é fundamental, porque vamos reconhecendo juntos nossas dificuldades e potencialidades.

Todas estas aprendizagens podem influenciar as novas práticas dos professores envolvidos na pesquisa. Para Oliveira & Trazzi (2015) “aprender a planejar juntos, pensar juntos, refletir juntos” (p. 7) são aspectos que se destacam nas pesquisas colaborativas, concordamos com estas autoras.

CONSIDERAÇÕES

Os resultados indicam que os SP influenciam positivamente na predisposição em aprender, facilitando e potencializando a AS, seu emprego promove a valorização da cultura local. As experiências compartilhadas na pesquisa colaborativa resultaram em aprendizagens de engrandecimento humano e profissional da equipe, fato este que veio corroborar com nossa hipótese de que esta modalidade de pesquisa reduz a distância entre universidade, escola e comunidade.

Constatamos que a investigação proporcionou a equipe a reflexão sobre aspectos metodológicos, teóricos e epistemológicos, influenciando na tomada de decisão conjunta e de forma comprometida.

AGRADECIMENTOS E APOIO

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, à Universidade, à Escola e Comunidade participantes desta investigação.

REFERÊNCIAS

- Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. Tradução de Lígia Teopisto. Revisão científica Vitor D. Teodoro. Lisboa: Editora Plátano.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Chassot, A. I. (2011). *Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação*. 5. ed. Ijuí: Editora Unijuí.
- Elliot, J. (1998). Recolocando a pesquisa-ação em seu lugar original e próprio. In.: Geraldi, Fiorentini e Pereira (orgs). *Cartografias do trabalho docente: professor(a) pesquisador(a)*. Campinas, SP: Mercado das Letras. 153-181.
- Leite, F. de A., Zanon, L. B. (2015) Investigação-ação emancipatória: interlocuções colaborativas na formação de professores da área de ciencias da natureza. *Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC*. Águas de Lindoia, SP.
- Martins, J. P. de A., Schnetzler, R. P. (2015). Inserção da educação ambiental crítica no ensino fundamental: proposta e análise de um programa de formação continuada de professores fundado na investigação-ação e na parceria colaborativa. *Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC*. Águas de Lindoia, SP.
- Masini, E. F. S., Moreira, M. A. & col. (2008). *Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor.
- Moraes, R., Galiazzi, M. C. (2013). *Análise Textual Discursiva*. 2. ed. rev. Ijuí: Editora Unijuí.

- Moreira, M. A. (2011). *Teorias de aprendizagem*. 2. Edição ampl. São Paulo: EPU.
- Novak, J. D. (1980). *Uma teoria de educação*. São Paulo: Pioneira.
- Novak, J. D., Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
- Pinheiro, P. C., Giordan, M. (2010). O preparo do sabão de cinzas em Minas Gerais, Brasil: do *status* de etnociência à sua mediação para a sala de aula utilizando um sistema hipermídia etnográfico. *Investigações em Ensino de Ciências*. 15(2), 355-383.
- Rosa-Silva, P. de O e Lorencini Júnior, A. (2007) Superando conflitos na construção de uma pesquisa colaborativa na escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 9(2), 220-236.
- Trazzi, P. S., Oliveira, I. M. (2015). Enunciados e sentidos produzidos em um percurso de pesquisa colaborativa: o papel da mediação na formação continuada de professores. *Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências X ENPEC*. Águas de Lindoia, SP.
- Venquiaruto, L. D., Dallago, R. M., Vanzeto, J. & Del Pino, J. C. (2011). Saberes Populares Fazendo-se Saberes Escolares: Um estudo envolvendo a produção artesanal do pão. *Química Nova na Escola*. 33(3), 135-141.

APÊNDICE N - Trabalho apresentado no 8º Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa – 8º EIAS – 2017 – Esquel – Província de Chubut/Argentina

TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E EPISTEMOLOGIAS DO SUL: REFERENCIAIS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS^{22,23}

Silvia Zamberlan Costa Beber

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Toledo, Paraná, Brasil.

silviacostabeber@hotmail.com

José Claudio Del Pino

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

delpinojc@yahoo.com.br

Luciana Schuster

Colégio Estadual Pato Bragado (Seed) Pato Bragado, Paraná, Brasil.

lucianaschuster@hotmail.com

Resumo

Este texto apresenta inicialmente alguns fundamentos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel e das Epistemologias do Sul (ES) de Boaventura de Sousa Santos, para em seguida aproximá-los em torno da ideia de que o ensino de ciências em um contexto formal, quando subsidiado por estes referenciais, pode favorecer a aprendizagem significativa. Pautamos a discussão destes referenciais a partir de três eixos: 1) Relação entre Ensino de Ciências e Ecologia de Saberes; 2) Relação entre Saberes Populares e Condições para ocorrência de Aprendizagem Significativa (identificação de subsunções e predisposição para aprender); e 3) Relação entre Currículo de Ciências e Epistemologias do Sul. Argumentamos que os saberes populares, os conhecimentos científicos e os conhecimentos escolares constituem o conjunto denominado ecologia de saberes. Apresentamos exemplos de investigações em ensino de ciências com embasamento teórico na TAS e pretendemos abrir o debate visando aproximar uma teoria cognitivista de aprendizagem com uma teoria social.

Palavras-Chave: Ecologia de Saberes. Saber Popular. Conhecimentos Prévios. Predisposição para Aprender.

Abstract

This text initially presents some fundamentals of David Ausubel's Theory of Meaningful Learning (MLT) and the Southern Epistemologies (SE) of Boaventura de Sousa Santos, and then bring them closer to the idea that teaching science in a context Formal education, when subsidized by these references, can favor meaningful learning. We discussed the discussion of these references from three axes: 1) Relationship between Science Teaching and Knowledge Ecology; 2) Relationship between popular knowledge and conditions for occurrence of meaningful learning (identification of subsumes and predisposition to learn); and 3) Relationship between Science Curriculum and Southern Epistemologies. We argue that popular knowledge, scientific knowledge and school knowledge constitute the set called ecology of knowledge. We present examples of research in science teaching with theoretical foundation in the MLT and we intend to open the debate aiming to approach a cognitivist theory of learning with a social theory.

Palavras-Chave: Ecology of Knowledge. Popular Knowledge. Previous Knowledge. Predisposition to Learn.

Resumen

Este texto presenta inicialmente algunos fundamentos de la Teoría del Aprendizaje Significativo (TAS) de David Ausubel y de las Epistemologías del Sur (ES) de Boaventura de Sousa Santos, para luego acercarlos en torno a la idea de que la enseñanza de las ciencias en un contexto formal, cuando es subvencionado por estos referenciales, puede favorecer el aprendizaje significativo. La discusión de estos referenciales a partir de tres ejes: 1) Relación entre Enseñanza de Ciencias y Ecología de Saberes; 2) Relación entre Saberes Populares y Condiciones para ocurrencia de Aprendizaje Significativo (identificación de subsumidores y predisposición para aprender); y 3) Relación entre Currículo de Ciencias y Epistemologías del Sur. Argumentamos que los saberes populares, los

²² Uma versão preliminar deste texto foi apresentada no XI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (XI ENPEC) ocorrido em Florianópolis, Santa Catarina, Brasil entre os dias 03 a 06 de julho de 2017. Partimos da fundamentação apresentada da TAS daquele texto para neste incluir o referencial das ES aprofundando nossa reflexão teórica.

²³ Pesquisa com financiamento da Capes – Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior

conocimientos científicos y los conocimientos escolares constituyen el conjunto denominado ecología de saberes. Presentamos ejemplos de investigaciones en enseñanza de ciencias con base teórica en la TAS y pretendemos abrir el debate para aproximar una teoría cognitivista de aprendizaje con una teoría social.

Palavras-Chave: Ecología de Saberes. Saber Popular. Conocimientos Previos. Predisposición para Aprender.

Introdução

Uma versão preliminar deste texto foi apresentada no XI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, ocorrido em julho de 2017, com o título “Princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa e os Saberes populares: referências para o ensino de Ciências” (COSTA BEBER; DEL PINO, 2017), no entanto, o espaço reduzido de laudas característico deste tipo de evento, não permitiu incluir o debate acerca do referencial das Epistemologias do Sul (SANTOS, 2010) que se desejava. Utilizamos a sessão sobre a TAS daquele texto e a partir da inclusão da sessão sobre as ES neste, realizamos a aproximação destes dois referenciais teóricos.

Após as sessões referentes a TAS e as ES apresentamos a terceira sessão do texto em que pautamos a discussão destes referenciais a partir de três eixos: 1) Relação entre Ensino de Ciências e Ecologia de Saberes; 2) Relação entre Saberes Populares e Condições para ocorrência de Aprendizagem Significativa (identificação de subsunçores e predisposição para aprender); 3) Relação entre Currículo de Ciências e Epistemologias do Sul. Estes três eixos são trabalhados considerando as seguintes indagações: i) O ensino de ciências que favorece a aprendizagem significativa de conceitos pode ser ministrado considerando conjuntamente os saberes populares da comunidade escolar, os conhecimentos científicos da área e os conhecimentos escolares, denominando o que entendemos como ecologia de saberes? ii) A identificação de subsunçores relevantes e estáveis e a predisposição do estudante para aprender são duas condições para a ocorrência da aprendizagem significativa e podem ser contempladas e influenciadas pela adoção de uma metodologia de ensino que emprega saberes populares da comunidade escolar? iii) Os conhecimentos produzidos por métodos diferentes do método científico e por grupos não pertencentes à comunidade científica tradicional podem compartilhar o mesmo espaço nos currículos escolares de ciências, equiparando sua importância no processo de ensino e aprendizagem em relação aos conhecimentos tradicionalmente produzidos pela Ciência Moderna Ocidental?

O referencial da TAS é apresentado por meio das principais obras de Ausubel (1963, 2000, 2003), Ausubel, Novak e Hanesian (1980) e seus interlocutores Moreira (2011) e Moreira e Masini (2001). As principais ideias das ES são apresentadas a partir da obra “Epistemologias do Sul” de Santos e Meneses (2010) e Santos (2010). Para ilustrar a discussão da terceira sessão do texto, expomos alguns exemplos oriundos de nossa investigação de doutoramento em Educação em Ciências (em andamento). Encerramos o texto por meio das considerações finais e as referências.

Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)

A teoria de aprendizagem de Ausubel é cognitivista, segundo François “*o objetivo principal das teorias cognitivistas é fazer inferências plausíveis e úteis sobre os processos mentais que intervêm entre input e output e sobre o que entendemos como **significado** [grifo do autor] (2013, p. 223), neste sentido, as relações que o sujeito estabelece com o mundo externo passam a ter significado, neste processo dinâmico, os significados “são pontos de partida para a atribuição de outros significados [...] originando, então, a estrutura cognitiva” como explicam Moreira e Masini (2001, p. 13).*

Os conceitos formados, geralmente até os seis anos, constituem a estrutura cognitiva dos sujeitos, que por meio da aprendizagem desenvolvem-se e modificam-se constantemente, às novas informações vão interagir ou não com o conteúdo da estrutura cognitiva do sujeito, esta interação pode resultar, por exemplo, na assimilação ou formação de novos conceitos, a forma como ocorre esta interação é que vai determinar o tipo de aprendizagem (AUSUBEL, 1968, 2003; AUSUBEL; NOVAK;

HANESIAN, 1980; MOREIRA, 2011).

O principal conceito da teoria de Ausubel é ‘aprendizagem significativa’, o termo ‘significativo’ parece inicialmente carregar uma definição que por si só não requer muitas explicações, entretanto, segundo Moreira (2010, 2011), atualmente um dos maiores divulgadores desta teoria, aprender com significado é compreender o que se aprende, é ser capaz de aplicar, transferir e compartilhar os conhecimentos aprendidos em diferentes situações, assim, “*a aprendizagem é significativa quando o aprendiz vê sentido nas situações de aprendizagem e atribui significado a elas*” (MASINI; MOREIRA, 2008, p. 9).

Os significados podem ser denotativos, aqueles compartilhados por participantes de certa comunidade, e também conotativos, são aqueles significados de caráter idiossincrático, pessoal, fruto das nossas experiências pessoais com o meio social, ambos são fundamentais durante o processo de aprendizagem (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Mas como ocorre o processo de Aprendizagem Significativa (AS)?

Para Ausubel (1963, 2003) a AS ocorre quando uma nova informação (conceito novo) relaciona-se não arbitrária, e sim substantivamente, com um conceito relevante existente na estrutura cognitiva do aprendiz, denominado conceito subsunçor, ou apenas subsunçor, como por exemplo, “*uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição*” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980, p. 34) A estrutura cognitiva do aprendiz configura-se como uma rede de conceitos organizada, e, em constante modificação, assim, durante o processo de AS, o subsunçor deverá ancorar o novo conceito. O produto da AS é o resultado entre a *interação* do subsunçor com o novo conceito, assim, o subsunçor sofre modificações, ficando mais elaborado e amplo. Um exemplo ilustrativo pode ser o conceito ‘substância’ utilizado em Química, ao considerar que o aprendiz tem em sua estrutura cognitiva este conceito definido, com certo grau de estabilidade, ele poderá utilizá-lo não arbitrariamente como subsunçor para ancorar o conceito de substância inorgânica e orgânica, o produto desta interação será um conceito de substância mais elaborado e refinado, que comporta o entendimento de que as substâncias podem ser classificadas como inorgânicas e orgânicas

Algumas condições influenciam no processo de aprendizagem segundo Ausubel (2003):

4) **Material potencialmente significativo:** o professor ao desejar que a aprendizagem ocorra de forma significativa, deve organizar um material que potencialize esta aprendizagem, para tanto, necessita identificar os conceitos mais inclusivos e os mais específicos do corpo de conhecimentos que pretende trabalhar. Na sequência, o material organizado deve ser apresentado priorizando esta ordem, dos conceitos mais gerais para os conceitos mais específicos, contemplando o que Ausubel (2003) denominou *diferenciação progressiva e reconciliação integrativa*.

5) **Disponibilidade de conceito subsunçor adequado na estrutura cognitiva:** é necessário que o professor identifique os conhecimentos prévios dos estudantes antes de começar a trabalhar com o material potencialmente significativo. Nesta etapa, o objetivo é verificar, se o subsunçor adequado integra a estrutura cognitiva, ou seja, se entre os conhecimentos prévios estão presentes os conceitos que denominamos como conceito subsunçor, pois estes são fundamentais para o processo de AS. A identificação de subsunçores pode ocorrer por meio da utilização de algum recurso didático, como mapa mental, mapa conceitual, atividade experimental, situações problemas, saber popular, ou aquele da preferência do professor, às vezes, um diálogo entre professore e estudantes, pode ser um ótimo recurso para identificar subsunçores. Para Ausubel (2003) este é o fator isolado mais importante para a AS do aprendiz, o foco principal de sua teoria “*O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso seus ensinamentos*” (s/p).

6) **Predisposição para aprender:** para que a AS ocorra é necessário que o aprendiz manifeste intenção em querer aprender significativamente, sem predisposição para aprender, o que geralmente ocorre é a aprendizagem mecânica (AM), neste tipo de aprendizagem o conceito novo não interage com os subsunçores presente na estrutura cognitiva, o aprendiz memoriza um corpo de conceitos para

reproduzir em um curto espaço de tempo, não conseguindo explicar, transferir ou aplicar este conhecimento em outra situação, porque não ocorreu compreensão, apenas memorização. Moreira (2011) afirma que tanto a universidade como a escola tem favorecido apenas a AM.

Das três condições para ocorrência da AS, duas partes, principalmente, da ação do professor e uma do estudante, logicamente não podemos demarcar rigorosamente os limites, porque na ação do professor, temos, por exemplo, os elementos do currículo e da sua formação, o influenciando, para a ação de intencionalidade do estudante em aprender, temos elementos psicológicos e afetivos, material didático e também o professor o influenciando. Podemos chegar à compreensão de que estas condições devem ser consideradas como um conjunto, que atuam decisivamente na aprendizagem do estudante.

Além destas condições para a ocorrência da AS, para Novak e Gowin (1984), pensamentos, sentimentos e ações devem estar integrados para promover o empoderamento (*empowerment*) do ser humano. Mas como isto pode se efetivar no contexto escolar, principalmente nas situações de aprendizagem? A possibilidade está em considerar não apenas os aspectos cognitivos envolvidos no processo de aprendizagem, mas também os aspectos afetivos. Com esta ideia, há a inclusão de elementos de teorias humanistas para a teoria cognitivista da AS.

Epistemologias do Sul (ES)

O sociólogo português Boaventura de Sousa Santos tem tratado amplamente de um conjunto de ideias que denominou “Epistemologias do Sul (ES)”.

As ES são um conjunto de procedimentos que visam reconhecer e validar o conhecimento produzido por aqueles que têm sofrido sistematicamente a opressão, a dominação, as injustiças e a exclusão causados pelo capitalismo, o colonialismo e patriarcado, sendo estas, não as únicas fontes de opressão, mas talvez, as mais importantes. Este conhecimento nasce nas lutas contra estes mecanismos (SANTOS, 2010).

Para Santos (2010) “*O pensamento moderno ocidental é um pensamento Abissal*” (p. 31), este pensamento fundamenta-se na distinção de que existe uma demarcação radical da realidade social entre ‘este lado da linha’ e o ‘outro lado da linha’, dois universos distintos, sendo que para ‘este lado da linha’, o ‘outro lado da linha’ é inexistente, invisível²⁴, assim, é excluído do universo porque não existe enquanto realidade. “*A característica fundamental do pensamento abissal é a impossibilidade da copresença dos dois lados da linha*” (SANTOS, 2010, p. 32). Esta distinção vigora entre as sociedades metropolitanas e os territórios coloniais, fundados na tensão entre regulação e emancipação social, uma dicotomia que se aplica apenas as sociedades metropolitanas, para os territórios coloniais emprega-se a dicotomia apropriação e violência (Ibid).

As ES, portanto, referem-se ao lado da linha que é inexistente, mas que ao mesmo tempo existe porque temos do lado visível da linha as Epistemologias do Norte (EN). Santos (2010) afirma que este ‘Sul’ não significa o ‘sul geográfico’, mas sim um ‘sul geopolítico’, que se constitui como um conjunto de países, grupos sociais, movimentos, organizações e nações que sofreram e sofrem as opressões ou a exclusão dos sistemas dominantes que nos referimos anteriormente. Dentro do ‘norte geográfico’ temos o ‘norte e o sul geopolítico’, tal como dentro do ‘sul geográfico’, temos o ‘norte e o sul geopolítico’ (SANTOS, 2010, 2016, 2017).

Santos (2010) propõem as ES somente porque existem as EN, a ideia do autor consiste no desaparecimento das ES logo que seja possível, porque no momento que não existirem EN não faz sentido algum existir as ES, neste sentido, as ES são um esforço epistemológico sobre a política do conhecimento, sobre a construção do conhecimento que luta exatamente contra a dominação das EN.

Mas afinal, o que são as EN? Para Santos (2010), elas são fundamentalmente um paradigma que nasce no século XVII, tem sua grande deificação no século XIX e vão se prolongar por todos os outros

²⁴ Sociologia das Ausências (SANTOS, 2017)

cem anos como um paradigma fundamentado na ideia de que há apenas uma forma de conhecimento rigoroso, e que este conhecimento se chama CIÊNCIA. Este conhecimento rigoroso é o único conhecimento válido, e esta validade vai disputar a hegemonia do conhecimento, que até então, era legítimo apenas da Filosofia e da Teologia. A Ciência vai se afirmar no início do século XVII como a grande forma de conhecimento, que contrariamente a Filosofia e a Teologia, fundamenta-se em novas premissas, como a separação total entre sujeito e objeto, ou seja, estabelece um procedimento que afasta a experiência do mundo e o substitui pela experimentação do mundo, o rigor do método científico, este rigor pela observação de regularidades que vão se afirmar em leis. Assim, esta nova forma de conhecimento é o que vamos chamar de Ciência Moderna.

Esta epistemologia do conhecimento passa a atuar como uma política de conhecimento, buscando transformar ativamente o mundo, exercendo forte influência na sociedade moderna ocidental, isto porque esta transformação não ocorre fora das instituições e das relações sociais, mas sim nos parâmetros do capitalismo, do colonialismo e do patriarcado. Este paradigma legitima este modelo de dominação e se transforma em força produtiva a serviço do capitalismo. O conhecimento científico torna-se um instrumento de ascensão de uma classe revolucionária, que se liberta da dominação cultural, econômica e política imposta pela Filosofia e Teologia, assim, não se pode negar o caráter revolucionário da Ciência neste tempo.

Esta força revolucionária dominante exercida pela burguesia vai passar a atuar como força reacionária, se opondo a outras forças revolucionárias e de progresso do mundo, que não estão pautadas pelo capitalismo. Assim, a primeira grande crítica à Ciência surge não por ela ser um mau conhecimento, mas por ela rogar-se ser o único conhecimento rigoroso, colocando-se acima de todas as outras formas de conhecimento, seja da Filosofia, Teologia, Senso Comum, Conhecimento Indígena, Tradicional, Saber Popular, e tantos outros. Outra questão, é que a Ciência por seu caráter ativo e transformador proporciona a quem a domina a ideia de apropriação do mundo. Surgem então, algumas questões levantadas por Santos (2010), como: E quem não tem Ciência? E quem não produz Ciência? E quem está fora dos grandes centros hegemônicos de produção de Ciência? Para estes, certamente a visão será que a Ciência não permite apropriar-se do mundo. A Ciência, portanto, vai produzir uma visão de mundo eurocêntrica.

No final da década de 1980, Santos faz uma crítica interna a Ciência Moderna sobre a Epistemologia do Positivismo na sua obra “Um discurso sobre as ciências” (SANTOS, 2008). Em seguida seu foco centra-se na crítica ao capitalismo por meio das obras “A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência” (SANTOS, 2000) e “Pela mão de Alice: o social e o político na pós-modernidade” (SANTOS, 1997). Em seguida, sua reflexão sobre a Ciência Moderna é traduzida em uma crítica externa, reivindicando a validade de outras formas de conhecimento, pois, segundo o autor, é imprescindível reconhecer outras formas de conhecimento, que podem vir a atender diferentes objetivos e práticas sociais. Para Santos (2010) é extremamente negativo que a modernidade ocidental tenha dado a ciência o privilégio exclusivo do rigor, não que esta não seja rigorosa, o problema está em este ser o único conhecimento rigoroso aceito, surge então, a reivindicação de assegurar a diversidade de epistemologias para atender diferentes objetivos.

Os vários conhecimentos de povos não-ocidentais e por vezes ocidentais, que mantêm em seus cotidianos conhecimentos nativos, ancestrais, próprios das suas culturas, não podem ser desconsiderados. Lembra Santos, que muitos destes conhecimentos foram suprimidos, dizimados, ridicularizados pela ditadura do capitalismo e seu sistema opressor. As ES visam considerar exatamente estas outras formas de conhecimento, como já dito, que nascem das lutas dos indígenas, afro-descendentes, camponeses, povos ribeirinhos, dos movimentos dos ambientalistas, do movimento feminista, movimento LGBT, dos saberes populares e tantos outros conhecimentos.

Retornando a ideia do pensamento abissal, Santos (2010) vai propor “*o pensamento pós-abissal é um pensamento não-derivativo, envolve uma ruptura radical com as formas ocidentais modernas de pensamento e ação*” (p. 53). Neste sentido, este pensamento não-derivativo, tem o sentido de pensar a

partir do outro lado da linha abissal. “*O pensamento pós-abissal pode ser sumariado como um aprender com o Sul usando uma ES. Confronta a monocultura da ciência moderna com uma ecologia de saberes*” (Ibid, grifo nosso).

O conceito de ecologia de saberes assenta exatamente na diversidade epistemológica do mundo, na pluralidade cultural e nas tantas formas de conhecer o mundo natural, interpretar seus fenômenos, empregar os conhecimentos na vida cotidiana, resolver problemas, relacionar os acontecimentos, preservar as variadas possibilidades de compreensão da cosmovisão dos sujeitos que habitam os diferentes espaços.

Muitos outros elementos poderiam ser trazidos para demonstrar a amplitude do referencial teórico das ES, no entanto, constam aqui algumas considerações que podem servir como meio para sustentar o diálogo de aproximação entre as ES com a TAS.

Aproximando os referenciais: TAS e ES

O referencial da TAS tem norteado nossa compreensão sobre os processos de ensino e aprendizagem, sendo estes direcionados efetivamente para o espaço escolar, local por excelência de desenvolvimento destes processos como afirma Ausubel (2003). As investigações em ensino de Ciências utilizando este referencial, têm nos levado a ampliar nossa compreensão sobre as metodologias de ensino, os recursos didáticos, o sistema de avaliação, o currículo, entre outros. No entanto, nossa atenção está direcionada mais atentamente para as questões relacionadas aos currículos de Ciências, sobre este tema, uma pergunta tornou-se prioritária: Quais conhecimentos devem integrar o currículo de Ciências da educação básica? A partir desta pergunta, passamos a buscar uma compreensão mais elaborada sobre os conhecimentos científicos e os conhecimentos escolares que, predominantemente, tem ocupado os currículos de Ciência nas últimas décadas, pensando também que a reflexão sobre o que deve ou não ser ensinado, é praticamente ausente, ou se faz presente em raras ocasiões de planejamento dos professores, gestores escolares, pedagogos, não chegando até os estudantes, pais e comunidade escolar.

Além da questão do currículo, em outra pesquisa investigamos saberes populares de uma comunidade para trabalhar conceitos químicos com estudantes do ensino médio. Portanto, duas investigações, que aparentemente andavam lado a lado, passaram a seguir um caminho de cruzamento, no sentido de se pensar conjuntamente nestes dois grandes temas, isto acabou por culminar na proposta de relacionar os referenciais da TAS com as ES. Neste sentido, colocamos lado a lado uma teoria de aprendizagem cognitivista e uma teoria sociológica, que para nós tem amparado efetivamente nossas discussões.

Passamos a apresentar os três eixos estabelecidos para tratar a relação entre TAS e ES:

1) Relação entre Ensino de Ciências e Ecologia de Saberes

A indagação elaborada para discutir este eixo foi à seguinte: “O ensino de ciências que favorece a aprendizagem significativa de conceitos pode ser ministrado considerando conjuntamente os saberes populares da comunidade escolar, os conhecimentos científicos da área e os conhecimentos escolares, denominando o que entendemos como ecologia de saberes?”

Chegamos à compreensão que sim. Nossa justificativa assegura-se exatamente na possibilidade defendida pelas ES, ou seja, podemos utilizar conhecimentos científicos quando nossos objetivos de ensino são mais satisfeitos pela explicação do conhecimento científico, como podemos também, utilizar o saber popular como um veículo eficiente para proporcionar o entendimento de determinada situação. Podemos citar como exemplo, o trabalho que desenvolvemos utilizando o saber popular da produção artesanal de conservas de legumes e frutas, para trabalhar os conceitos referentes a propriedades coligativas, nesta situação de aprendizagem, sistematicamente os estudantes apresentam dificuldade em compreender os conceitos de osmose, osmose reversa, ebulioscopia, crioscopia, tonoscopia, entre outros

conceitos gerais e específicos, a utilização do saber popular característico da comunidade, proporcionou a aprendizagem destes conceitos a partir da compreensão dos sujeitos da comunidade, camponeses, pequenos comerciantes que detém o saber de produzir conservar de legumes e frutas, adquirido da prática, da observação, registro, no método de tentativa e erro com base nas experiências e conhecimentos adquiridos, compartilhados, transmitidos entre os integrantes da comunidade. No que nos diz Chassot (2011):

Pessoas detentoras de riquezas contidas nos saberes populares estão disponíveis para que conheçamos o que elas sabem. Usualmente não oferecem dificuldades para a disseminação, pois consideram que seus conhecimentos, por terem sido produção coletiva, são da comunidade. Em geral são pessoas de larga experiência construída numa larga empiria. Estes mestres, detentores de uma diplomação outorgada pela *prática sempre continuada*, superam, muitas vezes, a Escola na capacidade de ensinar. (CHASSOT, p. 226, 2011. Grifo do autor)

Este exemplo ilustra a relação possível entre Ensino de Ciências e Ecologia de Saberes.

2) *Relação entre Saberes Populares e Condições para ocorrência de Aprendizagem Significativa (identificação de subsunçores e predisposição para aprender)*

Para obter resposta para este eixo elaboramos a pergunta: “A identificação de subsunçores relevantes e estáveis e a predisposição do estudante para aprender são duas condições para a ocorrência da aprendizagem significativa e podem ser contempladas e influenciadas pela adoção de uma metodologia de ensino que emprega saberes populares da comunidade escolar?”

Segundo os referenciais que utilizamos e a luz da interpretação destes, consideramos que o fator da predisposição para aprender (AUSUBEL, 2003), essencial para ocorrência da aprendizagem significativa, pode ser influenciado em situações de emprego de saberes populares pertencentes à comunidade nas atividades escolares, como observado, por exemplo, em situações de ensino (COSTA BEBER; DEL PINO, 2017; COSTA BEBER; SCHUSTER; DEL PINO, 2016) em que os estudantes passam a compartilhar conhecimentos e saberes de forma espontânea, demonstrando interesse, assumindo responsabilidade na própria ação de aprender. Em uma experiência que empregamos o saber popular da produção de pães, identificamos os subsunçores necessários para ancorar os novos conhecimentos que se pretendia trabalhar, referente a reações químicas, e ampliamos consideravelmente a predisposição dos estudantes em aprender. Mais uma vez, o conhecimento que muitos compartilhavam sobre a produção de pães, foi capaz de levar os estudantes a compreender o processo de ação do fermento biológico na produção de pães, levando em conta as explicações originárias do saber popular, sendo que num segundo momento observamos que os estudantes, por intermédio dos conceitos presentes no livro texto e nas explicações da professora, iniciaram um processo de assimilação dos conhecimentos científicos referente à reação de fermentação alcoólica. Um processo dinâmico onde a ecologia de saberes, representada pelos saberes populares e pelos conhecimentos científicos contribuíram mutuamente para o processo de aprendizagem dos estudantes.

Concluimos que a indagação elaborada é respondida de forma afirmativa.

3) *Relação entre Currículo de Ciências e Epistemologias do Sul*

Para finalizar, propusemos a questão: Os conhecimentos produzidos por métodos diferentes do método científico e por grupos não pertencentes à comunidade científica tradicional podem compartilhar o mesmo espaço nos currículos escolares de ciências, equiparando sua importância no processo de ensino e aprendizagem em relação aos conhecimentos tradicionalmente produzidos pela Ciência Moderna Ocidental?

Para nossa compreensão, isto é possível por meio do conceito “Ecologia de Saberes”, que levamos a compreender as ES e compartilhar da ideia de Santos (2010). A determinação do que deve ser

ensinado ou não na escola, precisa superar a imposição hegemônica da Ciência Moderna Ocidental e passar a aceitar outras formas de conhecimento, permitindo que os estabelecimentos de ensino tenham autonomia para decidir pela inclusão ou exclusão de diferentes conhecimentos e saberes que integram ou possam vir a integrar os currículos de ciência.

As ES trazem a ideia de que o conhecimento deve servir como meio de emancipação, assim, nas nossas experiências, os conhecimentos científicos, os conhecimentos escolares e os saberes populares transitam na sala de aula, confrontam-se, são valorizados, ocupam espaços de discussões, são compartilhados em nossas experiências e tem ampliado o leque de perguntas sobre os temas relativos ao ensino de ciências, política do conhecimento, sobre a necessidade de refletir os problemas emergentes da atualidade proporcionando uma emancipação diante do sistema, que procura às vezes, limitar a autonomia do professor na tomada de decisões. A TAS além de passar a desempenhar também a função de guia filosófico, tem se mostrado atual e capaz de contribuir com a melhora dos processos de ensino e aprendizagem, porque se apóia em princípios simples, como identificação de subsunçores e predisposição em aprender, mas que junto com as ES e com a Ecologia de Saberes tem exercido adequadamente sua função como referencial teórico.

Considerações Finais

Por meio deste texto, buscamos trazer alguns elementos estruturantes dos referenciais da TAS e das ES. A TAS, após completar meio século da sua primeira versão, mostra-se atual diante do cenário educacional. Os grandes problemas com os processos de ensino e aprendizagem em Ciências da educação básica brasileira nos motivam a aprofundar nossos estudos sobre a teoria ausubeliana e ampliar as possibilidades teóricas e metodológicas de sua aplicação no contexto da educação.

As ES, propostas pelo cientista social Boaventura de Sousa Santos, à aproximadamente uma década, permitem aos educadores da ciência da natureza a compreensão de que é possível o emprego de uma ecologia de saberes no ambiente formal de ensino. Santos (2010) nos alerta que o conhecimento pode ser uma ferramenta de emancipação e também de opressão, portanto, se a favor da perpetuação da hegemonia da ciência moderna ocidental, pode agir poderosamente como força opressora, mantendo a margem da sociedade contemporânea aqueles que estão do outro lado da linha abissal. Mas, se o conhecimento produzido fora dos centros hegemônicos romper esta linha abissal, sua ação poderá levar a emancipação e a possibilidade de que outras formas de conhecimentos sejam legitimadas e difundidas na sociedade.

Entendemos que a aproximação entre estes referenciais têm permitido aos professores, estudantes, pesquisadores, comunidade, escola e universidade momentos de intensas aprendizagens. As oportunidades criadas durante as experiências de nossas pesquisas têm provocado desconforto aos seus integrantes e gerado um estado de inconformismo de todos, diante de temas emergentes da atual sociedade, que estão sistematicamente sendo postergados diante da imposição de um discurso que valoriza as questões econômicas e políticas e diminui o espaço de discussão de temas como a preservação do meio ambiente, a discussão sobre os direitos humanos e o grave problema de migração mundial.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Gruner and Stratton, 1963.
- AUSUBEL, D. P. **Educational Psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1968.
- AUSUBEL, D., NOVAK, J., HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Trad. Lígia Teopisto. Lisboa: Editora Plátano, 2003.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 5. ed. rev. Ijuí: editora Unijuí, 2011.

COSTA BEBER, S. Z.; DEL PINO, J. C. Princípios da Teoria da aprendizagem Significativa e os Saberes Populares: referências para o ensino de Ciências. **Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências – XI – ENPEC**. Florianópolis, SC, 2017.

COSTA BEBER, S. Z., SCHUSTERS, L., DEL PINO, J. C. Análise de uma unidade de ensino de química: relações entre saber popular, mapas conceituais e aprendizagem significativa. **Anais do 6º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa**. SP, 2016.

LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias da aprendizagem**. 5. ed. Trad. Vera Magyar. rev. José F. B. Lomônaco. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

MASINI, E. F. S., MOREIRA, M. A. (col.). **Aprendizagem Significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos**. São Paulo: Vetor, 2008.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

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

_____; MASINI, E. F. S., **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

NOVAK, J., GOWIN, D. B. **Learning how to learn**. New York: Cambridge University Press, 1984.

SANTOS, B. de S. Para uma sociologia das ausências. **Jornal de Letras**. Coluna - Ideias 20, 7 -20 jun. 2017.

_____. **A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência**. São Paulo: Cortez, 2000.

_____. **Um discurso sobre as ciências**. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2008

_____. **Pela mão de Alice. O social e o político na pós-modernidade**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 1997.

_____. Para além do Pensamento Abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. In SANTOS, B. de S.; MENESES, M. P. (Orgs.) **Epistemologias do Sul**. São Paulo: Cortez, 2010.

_____; MENESES, M. P. (Orgs.) **Epistemologias do Sul**. São Paulo: Cortez, 2010.

APÊNDICE O - Trabalho apresentado no 8º Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa – 8º EIAS -
2017 – Esquel – Província de Chubut/Argentina

MULTIMETODOLOGIAS DE ENSINO BASEADAS NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: CONSIDERAÇÕES DOS ESTUDANTES^{25,26}

Silvia Zamberlan Costa Beber

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Toledo, Paraná, Brasil.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

silviacostabeber@hotmail.com

Kathia Regina Kunzler

Instituto Federal do Paraná (IFPR), Assis Chateaubriand, Paraná, Brasil.

kathia.kunzler@ifpr.edu.br

José Claudio Del Pino

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

delpinojc@yahoo.com.br

Layani Crystini Antonio da Silva

Instituto Federal do Paraná (IFPR), Assis Chateaubriand, Paraná, Brasil.

layani.silva@ifpr.edu.br

Simone Lazarino

Instituto Federal do Paraná (IFPR), Assis Chateaubriand, Paraná, Brasil.

simonelazarino93@gmail.com

Resumo

Estudantes do ensino médio participantes de uma pesquisa qualitativa em Ensino de Ciências avaliaram, por meio de um questionário, uma unidade de ensino fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. As respostas obtidas e o registro das notas de campo foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva de Moraes e Galiazzi. Três questões nortearam a investigação: 1) contribuição da metodologia para o processo de aprendizagem; 2) avaliação dos recursos didáticos e 3) técnica de mapeamento conceitual. Para os estudantes, o emprego de multimetodologias contribui amplamente para a aprendizagem porque atende a necessidades diferentes. Os recursos didáticos dinâmica, lista de exercícios, mapa conceitual e aula expositiva dialogada foram mais bem avaliados que leitura de artigos e atividade experimental. A técnica de mapeamento conceitual precisa ser mais trabalhada para que os estudantes compreendam sua relação com a aprendizagem significativa. Destacamos que os estudantes identificaram-se com o emprego de multimetodologias e são favoráveis ao trabalho coletivo e colaborativo como forma de superar as dificuldades de aprendizagem.

Palavras-Chave: Aprendizagem Significativa. Mapas Conceituais. Ensino de Química. Pesquisa-ação.

Abstract

High school students participating in a qualitative research in Science Teaching evaluated, by means of a questionnaire, a unit of teaching based on the Significant Learning Theory of Ausubel. The answers obtained and the recording of the field notes were analyzed by the Discursive Textual Analysis of Moraes and Galiazzi. Three questions guided the research: 1) contribution of the methodology to the learning process; 2) evaluation of didactic resources and 3) conceptual mapping technique. For students, the use of multi-methodologies contributes broadly to learning because it meets different need. The didactic resources dynamics, exercises list, conceptual map and dialogic expository class were better evaluated than reading articles and experimental activity. The conceptual mapping technique needs to be worked more on so that students understand their relationship to meaningful learning. We emphasize that the students identified themselves with the use of multi-methodologies and are favorable to the collective and collaborative work as a way to overcome the learning difficulties.

Keywords: Significant Learning. Conceptual Maps. Chemistry teaching. Action research.

²⁵ Pesquisa com financiamento da Fundação Araucária. 020/2017

²⁶ Pesquisa com financiamento da Capes – Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior

Resumen

Estudiantes de la Enseñanza Media, participantes de una pesquisa cualitativa en la Enseñanza de Ciencias, evaluaron por medio de un cuestionario una unidad de Enseñanza basada en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel. Las respuestas obtenidas y el registro de las notas de campo fueron analizados por medio del Análisis Textual Discursivo de Moraes y Galiuzzi. Tres cuestiones nortearon la investigación: 1) contribuciones de la metodología para el proceso de aprendizaje; 2) evaluación de los recursos didácticos y 3) técnica de mapeamiento conceptual. Para los estudiantes el empleo de multimetodologías contribuye ampliamente para el aprendizaje porque atiende la necesidad de estudiantes distintos. Los recursos didácticos dinámica, lista de ejercicios, mapa conceptual y clase expositiva dialogada fueron mejor evaluados que lectura de artículos y actividad experimental. La técnica de mapeamiento conceptual necesita ser más trabajada para que los estudiantes comprendan su relación con el aprendizaje significativo. Destacamos que los estudiantes se identificaron con el empleo de multimetodologías y son favorables al trabajo colectivo y colaborativo como manera de superar las dificultades de aprendizaje.

Palabras-Claves: Aprendizaje Significativo. Mapas Conceptuales. Enseñanza de Química. Investigación-acción.

1. Introdução

O conhecimento em ciências é fundamental para que os cidadãos possam compreender o mundo científico e tecnológico que estão inseridos. O ensino de ciências que promova a aprendizagem significativa (AS) dos conceitos se evidencia como adequado para esta finalidade. Segundo Ausubel (2003), a AS ocorre quando as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com o que o aprendiz já sabe. Aprender significativamente implica atribuir significados pessoais aos conhecimentos, aprimorando as suas redes cognitivas. O material de ensino deve possuir significado lógico, os elementos que o compõem precisam estar organizados em uma estrutura e não apenas sobrepostos de forma arbitrária, é preciso que as conexões entre os temas sejam explicitadas aos estudantes, para facilitar a percepção da estrutura conceitual a ser aprendida. (MOREIRA, 2010).

Visando alcançar a AS é necessário considerar a estrutura cognitiva (EC) do estudante e proporcionar condições de relação dos conhecimentos prévios (CP) com o novo conhecimento, desta forma, a utilização de multimetodologias podem auxiliar o processo de aprendizagem e atender um grupo maior de aprendizes que se identificam com metodologias distintas. (KLEIN; LABURÚ, 2012).

No entanto, o sistema brasileiro de educação apresenta uma dinâmica de ensino muito diferente da proposta ausubeliana, privilegiando o ensino por memorização, cujo objetivo é treinar os estudantes a dar respostas corretas nas avaliações e nos diversos processos de seleção que atualmente os jovens são submetidos, como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), exames vestibulares, o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA). Nossos estudantes apresentam baixo desempenho nestes exames, assim, o desejo do governo brasileiro é melhorar estes níveis. Concordamos que temos muito a avançar, entretanto, nossa preocupação consiste em desviar o foco da aprendizagem mecânica (AM) (AUSUBEL, 2003) e focar no processo de ensino a favor da AS.

Nossa ação em defesa de um ensino de ciências com fundamento teórico e metodológico na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) efetiva-se atualmente por meio de um projeto de pesquisa desenvolvido entre duas instituições públicas de ensino superior, sendo que uma também atende o ensino médio técnico. Participam deste projeto professores da área de ciências (Química, Física e Biologia) e matemática, estudantes bolsistas e não bolsistas do ensino médio e de graduação em Licenciatura em Química e Ciências Biológicas. Este projeto de pesquisa iniciou em 2013 estendendo-se até 2015, neste período o trabalho consistiu em explorar os fundamentos da TAS e a técnica de mapeamento conceitual (MC) (NOVAK; GOWIN, 1984) concretizando as primeiras investigações práticas no campo de atuação da equipe de pesquisadores. A partir de 2016 um novo ciclo de investigação iniciou e está em andamento atualmente, tendo como principal objetivo o aprofundamento teórico dos pesquisadores, o planejamento, desenvolvimento, análise e avaliação de UE dos diferentes componentes curriculares de ciências e matemática, buscando colocar em prática metodologias de ensino pautadas na TAS, que atenda as necessidades dos estudantes, das instituições e do grupo de pesquisa. No primeiro ciclo da pesquisa, uma das demandas indicou a necessidade de ir a campo testar situações de ensino pautadas na TAS, isto

porque o perfil metodológico de alguns professores seguia uma linha permeada pelo processo de transmissão e recepção do conhecimento, o desafio dos pesquisadores seguiu na perspectiva de mudança na prática docente, adotando um perfil adequado aos referenciais teóricos e metodológicos da TAS.

Dentre as UE desenvolvidas pela equipe selecionamos uma de Química referente aos conceitos de Equilíbrio Químico (EQ) para apresentar os resultados e a análise da avaliação realizada pelos estudantes referente à metodologia e os recursos didáticos (RD) utilizados no transcorrer da UE. Todas as UE seguem os pressupostos da TAS, visando atender principalmente as duas condições essenciais para a AS segundo Moreira (2011): I) a utilização de um material de aprendizagem que seja potencialmente significativo e II) favorecimento na predisposição em aprender.

2. Fundamentação Teórica

A TAS se fundamenta no pressuposto de que um indivíduo aprende significativamente quando é capaz de relacionar uma nova informação com um conhecimento integrante da sua estrutura EC, assim temas vividos pelo estudante em seu cotidiano são associados aos conteúdos em sala de aula. (VALADARES, 2011; AQUINO; CAVALCANTE, 2017). Para ocorrer AS é necessário que o material seja potencialmente significativo e o estudante esteja predisposto a aprender, participando ativamente na construção do conhecimento. (MOREIRA, 2010).

No processo de estruturação de um novo conhecimento, o indivíduo relaciona o conhecimento que possui com os novos, no entanto, apenas os conhecimentos mais relevantes e relacionáveis aos conceitos que serão trabalhados são considerados subsunçores, e efetivamente servirão de âncora para o novo conhecimento. (MOREIRA, 2010). Na condição de indisponibilidade de subsunçores em sua EC, faz-se necessário o uso de organizadores prévios (OP), que são recursos estratégicos, utilizados como materiais auxiliares, apresentados antes do material de aprendizagem, com função de facilitar o desenvolvimento de subsunçores para ancorar os novos conhecimentos, ou organizar a forma como estes estão dispostos na EC do estudante, ou ainda estabelecer elos entre subsunçores e a nova informação. (BRUM; SILVA, 2015). Os OP em conjunto com os MC constituem uma estratégia facilitadora da AS. (ROCHA; SPOHR, 2016; PARISOTO *et al.*, 2016).

Segundo a TAS, o sujeito é responsável pela estruturação do seu conhecimento, o processo de AS é construtivo e reconstrutivo, valoriza-se a EC prévia de quem aprende, pois esta deve estar ativa para garantir a associação do novo conhecimento a subsunçores de sua EC, portanto, em coerência com estes princípios tem-se que a TAS é uma teoria construtivista. (VALADARES, 2011).

O processo de ensino e aprendizagem é bastante complexo, exigindo uma dedicação tanto por parte dos estudantes como também do professor, que assume o papel de pesquisador de técnicas que demonstrem ser facilitadoras neste processo. O professor deve oferecer estratégias de ensino que possibilitem o modo particularizado de cada um alcançar a AS, desta forma se torna necessária a utilização das mais variadas metodologias de ensino. (VINTURI, *et al.*, 2014).

As metodologias utilizadas devem ser constantemente testadas, pois a sala de aula é um ambiente que apresenta especificidades e sofre diversas mudanças ao longo do processo educativo, sendo amplamente defendida a ideia de uma metodologia pluralista, que atenda às necessidades educacionais dos estudantes. Nesta abordagem, o professor busca examinar, inovar, arriscar e experimentar diversas propostas, com objetivo de enriquecer e facilitar o desenvolvimento pessoal e social, sendo necessária uma preparação por parte do professor, que precisa desenvolver esforços para superar desafios que venham a surgir. (LABURÚ, ARRUDA & NARDI, 2003).

O pluralismo metodológico não busca substituir um conjunto de regras por outro, mas defender que todos os modelos e metodologias têm vantagens e restrições, sendo o professor o responsável pela escolha das principais metodologias a serem utilizadas, e que um trabalho pedagógico com maior variedade de ferramentas metodológicas pode levar a um aprendizado mais significativo. (LABURÚ, ARRUDA & NARDI, 2003).

Dentre as diversas ferramentas de ensino que visam a AS, temos os MC, os quais permitem organizar e representar o conhecimento que está sendo construído pelo estudante, sendo considerado um instrumento que pode ser utilizado no processo de ensino e aprendizagem para investigação dos conhecimentos prévios do estudante, como recurso para promover a AS, como ferramenta didática ou instrumento de avaliação. (ROCHA; SPOHR, 2016).

Segundo Moreira (2011), é de importância que o MC seja utilizado para evidenciar os significados atribuídos a determinados conceitos e também a relação entre estes. Esta ferramenta de ensino tem sido usada por diversos profissionais para facilitar o processo de aprendizagem, de forma que o estudante seja instigado a construir seu próprio MC, assim, terá possibilidade de desenvolver uma AS através da externalização dos conteúdos estudados.

A construção de MC pode ser considerada uma estratégia potencialmente eficaz, entretanto, se realizada apenas pelo professor resulta em uma exposição metodológica tradicional. (SILVA; NEVES; SILVA, 2014). Desta forma é importante uma postura mediadora do professor, possibilitando que a construção do MC e posterior explicação dos conceitos, sejam realizadas pelo estudante. (MOREIRA, 2011). A utilização da técnica de MC como recurso de aprendizagem possibilita a percepção sobre o conhecimento que o aluno adquiriu. (PARISOTO *et al.*, 2016; ROCHA; SPOHR, 2016).

3. Metodologia

Esta pesquisa educacional de abordagem qualitativa (BOGDAN & BIKLEN, 1994) tem a escola em seu ambiente natural, como fonte direta de coleta de dados e os pesquisadores (docentes) como sujeitos participantes do processo de investigação, caracterizando-se como pesquisa-ação. (THIOLLENT, 2011). Participou do desenvolvimento da UE uma turma de quinze (15) estudantes da terceira série do ensino médio técnico integrado do Instituto Federal do Paraná - IFPR. Dezesesseis (16) aulas de cinquenta minutos foram utilizadas para o desenvolvimento da proposta e coleta de dados.

Os dados foram coletados por questionário e registro de observações em diário de campo. Três questões foram formuladas e serão respondidas qualitativamente: 1) contribuição da metodologia para o processo de aprendizagem; 2) avaliação dos recursos didáticos e 3) técnica de MC. A análise auxiliará os pesquisadores a evidenciar fatores positivos e negativos que possibilitem a ocorrência de AS no desenvolvimento da UE, principalmente em relação aos RD, contribuindo para o aperfeiçoamento de outras propostas de ensino de ciências, todas com fundamento teórico da TAS.

Para facilitar a compreensão da avaliação que os estudantes realizaram da UE apresentamos as nove etapas desenvolvidas com a turma no espaço escolar e seus objetivos.

Quadro 1 - Etapas e Objetivos da Unidade de Ensino

Etapas	Descrição/Objetivo
I - Dinâmica/Simulação	Favorecer o resgate de CP para a partir destes trabalhar os conceitos de EQ.
II - Mapa Conceitual/ Organização conceitual	Organizar os conceitos evidenciados na etapa I e conduzir os estudantes a utilizar os termos adequados para EQ.
III - Aula expositiva dialogada	Auxiliar a construção de significados aceitos no contexto de EQ.
IV - Leitura de Artigo/Construção de MC	Destacar conceitos que sirvam para a ampliação conceitual daqueles obtidos na etapa I, II e III e, ainda, que possibilitem a ancoragem de novos conceitos a serem adquiridos nas etapas seguintes
V - Atividade de aprendizagem	Propor a resolução de atividades e situações problemas visando empregar conceitos estudados em diferentes situações.
VI - Aula expositiva dialogada	Favorecer o estabelecimento de relações entre conceitos subsunçores e novos conceitos de forma colaborativa entre professor e estudantes.
VII - Atividade experimental/ Seminário	Proporcionar aos estudantes o desenvolvimento de atividades compartilhadas de ensino (professor e estudante) atribuindo responsabilidade aos estudantes durante o processo.
VIII - Questionário avaliativo dos conceitos	Verificar indícios de AS.
IX - Questionário avaliativo da metodologia e recursos didáticos	Coletar informações a respeito da metodologia adotada para o desenvolvimento da UE e a relação desta com a aprendizagem.

Optamos em não apresentar a avaliação da aprendizagem dos conceitos de EQ em detrimento da avaliação dos estudantes sobre a metodologia e os RD utilizados pelos pesquisadores durante a UE.

Adotamos como referência a Análise Textual Discursiva (ATD) Moraes e Galiuzzi (2011), cuja dinâmica é estabelecida por um ciclo organizado em quatro etapas: 1) desmontagem dos textos (neste caso das respostas fornecidas pelos estudantes e notas de campo) no sentido de desconstrução e unitarização; 2) por meio das unidades são definidos temas e categorias *a priori* ou emergentes; 3) um metatexto é produzido como resposta às compreensões que emergiram do fenômeno estudado; 4) processo auto-organizado que reflete a aprendizagem viva resultante da desconstrução – emergência – comunicação. O Quadro 2 apresenta as três unidades de sentido (temas) e as categorias estabelecidas.

Quadro 2 - Temas e Categorias de Análise

Temas		Categorias/Subcategorias		
1	Contribuição da metodologia para a aprendizagem dos conceitos de EQ	1.1 Importância da metodologia para a aprendizagem dos conceitos de EQ.		
		1.2 Importância dos conceitos de EQ para compreensão de situações cotidianas.		
		1.3 Importância dos conceitos de EQ para processos seletivos.		
		1.4 Importância dos conceitos de EQ para a compreensão de conteúdos em outras unidades de ensino.		
2	Recursos didáticos utilizados	2.1 Dinâmica	2.2 MC	2.3 Lista de exercício
		2.4 Aula expositiva dialogada	2.5 Leitura de artigos	2.6 Atividades experimentais
3	Técnica de mapeamento conceitual	3.1 Possibilidades de elaboração/uso de MC e a contribuição para a aprendizagem		
		3.1.1 Construir MC em sala e com auxílio do professor 3.1.2 Construir MC em sala e com auxílio apenas dos colegas 3.1.3 Construir MC fora do horário de aula com auxílio apenas dos colegas 3.1.4 Construir MC e apresentá-los em sala de aula para discussões 3.1.5 Construir individualmente MC fora do horário de aula 3.1.6 Estudar um MC já pronto		
		3.2 Comparativo entre a técnica de MC e listas de exercícios		

4 Apresentação e discussão dos resultados

Para melhor visualização dos dados coletados optamos em incorporar no metatexto quadros e figuras. Alguns trechos das respostas dos alunos também são incorporados ao metatexto, sendo identificados pela letra “A” de “alunos” seguido de um número (A01, A02, ... A15).

O **Tema 1** busca elucidar as considerações dos estudantes quanto a contribuição da metodologia para a aprendizagem e a importância atribuída para a aprendizagem dos conceitos de EQ. Estabelecemos quatro categorias visando compreender com mais detalhe o tema.

De modo geral, pelas categorias buscamos visualizar se os estudantes consideram que a metodologia contribuiu ou não com a aprendizagem, e, se a importância atribuída se deve à efetiva aprendizagem dos conceitos, ao considerarem que estes auxiliam no entendimento de fatos presentes no cotidiano, em outras UE de química ou demais componentes curriculares. A opção de escolha, importância dos conceitos de EQ para processos seletivos está relacionada com a presença desse em exames de vestibular e ENEM. O Quadro 3 apresenta os resultados referentes ao **Tema 1**.

Quadro 3 - Avaliação quanto à importância da metodologia para a aprendizagem dos conceitos de EQ

Categorias	Avaliação dos estudantes
1.1 Importância da metodologia para a aprendizagem dos conceitos de EQ	11 importantes 3 importantes em certos aspectos 1 indeciso
1.2 Importância dos conceitos de EQ para compreensão de situações cotidianas	7 importantes 7 importantes em certos aspectos 1 indeciso
1.3 Importância dos conceitos de EQ na formação acadêmica	10 importantes 4 importantes em certos aspectos 1 indeciso
1.4 Importância dos conceitos de EQ para a compreensão de conteúdos em outras UE	14 importantes 1 importantes em certos aspectos

Conforme Quadro 3, os estudantes avaliam que a metodologia utilizada contribuiu para a aprendizagem, sugerindo que obtiveram conhecimentos de EQ. Conhecimento para Parisoto *et al.* (2016) é aquilo que se sabe depois que se aprendeu, é uma consequência da percepção do aluno.

Em relação à importância atribuída para aprendizagem dos conceitos de EQ, para quatorze (14) estudantes esta metodologia contribui para a compreensão de conteúdos em outras UE, e para o entendimento de situações presentes em seu dia a dia. Se o estudante consegue compreender os fenômenos do cotidiano e associá-los com os temas tratados na sala de aula, isto significa que não consegue somente estabelecer conexões mais efetivas nas suas redes cognitivas, como esses temas passam a ter significado para ele. (AQUINO; CAVALCANTE, 2017).

A consideração de que os conceitos de EQ são importantes para processos seletivos, sugerida por quatorze (14) estudantes, não possibilita a afirmação de relação com a aprendizagem, pois, considerando que são estudantes do nível médio, estes almejam o ingresso em instituições de ensino superior, sendo necessário prestarem processos seletivos, portanto, é plausível a consideração de importância quanto a este aspecto, no entanto, esta pode não estar relacionada à aprendizagem dos conceitos, ao contrário, se somente este for o interesse, há grande probabilidade da ocorrência de AM, considerando os modelos característicos de provas que estes processos exigem.

A AS acontece mais facilmente quando significados conceituais adquiridos são englobados sob conceitos amplos e inclusivos. Uma aprendizagem desenvolvida unicamente para a resolução de problemas caracteriza-se por um perfil dogmático e fechado, disseminando concepções problemáticas do fazer e do conhecimento científico. É necessário que a educação científica contribua para desenvolver competências necessárias à formação cidadã. (DAMASIO; PEDUZZI, 2015).

A aprovação quanto à contribuição da metodologia para a aprendizagem pela maioria dos estudantes sugere que, os diferentes RD, a metodologia, as discussões, o conhecimento construído em conjunto professor/estudante foi fundamental para atender a aprendizagem, possibilitando estabelecer relações entre conceitos estudados em sala, com situações práticas presentes no dia a dia e também com conceitos presentes em outras UE. O trecho do relato do estudante A10 justifica nossa compreensão [...] metodologias envolvendo relatório, dinâmica, exercícios, MC com a professora e a turma ou ainda aquela que proporcionava momentos de discussões entre os alunos foram muito importantes, porque assim, todos estabeleciam as relações e conseguiam lembrar de tudo.

Visando obter as considerações dos estudantes quanto à metodologia e os RD utilizados, estabeleceu-se o **Tema 2**. A Figura 1 possibilita visualizar mais amplamente as atribuições dos estudantes para cada um dos recursos didáticos.

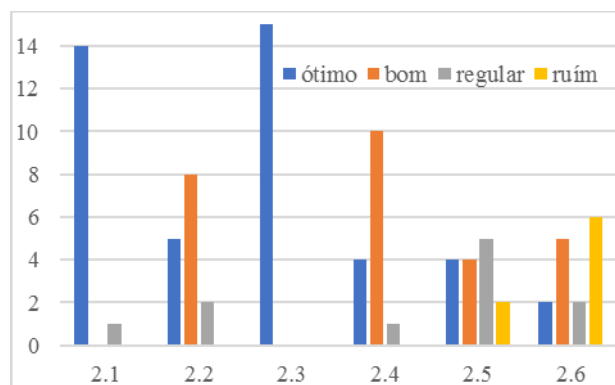


Figura 1. Avaliação dos estudantes em relação aos recursos didáticos utilizados. **Fonte:** Os autores.

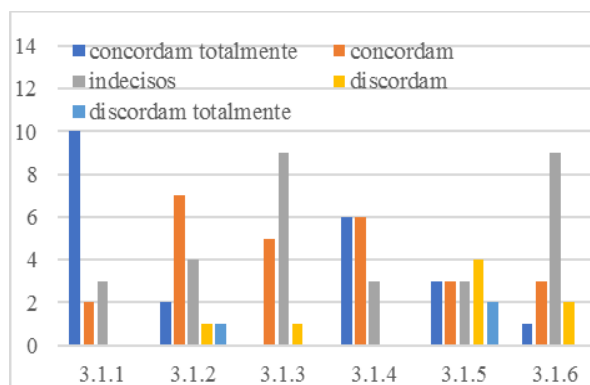


Figura 2. Avaliação dos estudantes em relação às diferentes possibilidades para elaboração dos MC. **Fonte:** Os autores.

Em relação à dinâmica, o trecho da resposta do estudante A7 representa a visão geral quanto à importância deste recurso [...] Com a dinâmica, além de trabalhar em conjunto com os colegas de sala, podemos desenvolver a abstração sobre o conteúdo, ou seja, não só imaginar como aquilo acontece, mas

também encenar. Darroz, Rosa e Ghiggi (2015) afirmam, que materiais de ensino potencialmente significativos carregam conhecimentos que só terão significado para quem os atribui, o estudante faz uso de seus CP para dar significados a um novo conhecimento pela interação entre eles, o papel do material potencialmente significativo é fazer esse elo entre os dois conhecimentos. O estudante A7, ao afirmar que a dinâmica possibilitou desenvolver a abstração do conteúdo, demonstra a importância que este recurso representou para que os conceitos passassem a “fazer sentido”, ou seja, para que fossem compreendidos. É possível sugerir que a dinâmica atingiu sua finalidade.

Durante a dinâmica o professor participou como mediador, negociando significados, instigando os alunos a relacionar as observações macroscópicas com situações microscópicas. Segundo Moreira (2011), é o aprendiz que deve ter a intencionalidade de relacionar o novo material à sua EC, atribuindo significados aos conceitos, caracterizando a predisposição em aprender. Não se trata de motivação, mas de significados resultantes do aprendizado. Neste sentido, a dinâmica utilizada obteve aprovação e podemos sugerir que contribuiu no desenvolvimento de uma intencionalidade para a aprendizagem, e, ainda, favoreceu a aquisição e o resgate de subsunções o que leva a uma possível ocorrência de AS.

Ao analisarmos os resultados obtidos em relação à metodologia utilizando o recurso listas de exercícios, é possível observar que todos os estudantes aprovaram. Destacamos trechos das narrativas dos estudantes **A3**, **A4** e **A15** respectivamente *x[...] é uma forma de buscarmos o conhecimento [...] resolvendo os exercícios fica mais claro o conteúdo [...] considero ótimas, são altamente precisas e desafiadoras, muito raciocínio na interpretação do exercício, são excelentes [...]*.

Partindo do princípio de que as salas de aula são detentoras de ampla heterogeneidade, não existe um único método que garanta e assegure a aprendizagem de todos de forma igual, cabe ao professor a análise do perfil de seus estudantes e a escolha dos métodos que melhor se adaptem às necessidades de aprendizagem deles. (VINTURI *et al.* 2014). O objetivo da utilização do recurso lista de exercícios foi o desenvolvimento de atividades englobando situações problemas que favorecessem a ampliação conceitual, visando torná-los mais elaborados. Segundo Costa, Passerino e Zaro (2012), no ensino de química primeiramente é necessária a abordagem das leis e princípios, somente depois desta compreensão é que o estudante possui capacidade para interpretar as situações particulares, sendo assim, o autor considera tanto o ensinar quanto o aprender conceitos químicos como tarefa difícil, pois para haver a aprendizagem o indivíduo necessita de um constante estímulo do professor.

Na avaliação dos estudantes referente ao recurso MC (2.2), observamos na Figura 1 que dois estudantes consideraram regular, os demais consideraram ótimo ou bom. Ao analisar os dados é possível obter informações detalhadas quanto às considerações referentes a este recurso, conforme estudantes **A03**, **A05**, **A06**, **A12** e **A14** *[...] facilita a organização dos conceitos, e assim conseguimos organizá-los em nossa mente, mas às vezes é cansativo [...] é bom porque, se passa como um resumo complexo, sem muitos detalhes específicos [...] dá para entender melhor o conteúdo e de uma forma mais simples e faz a gente pensar em todos os conceitos para montar o mapa [...] incentiva o raciocínio e o relacionamento entre os conteúdos e tópicos estudados [...] mesmo achando bom, não gosto de fazer*.

De acordo com Moreira (2010), MC são instrumentos que podem levar a profundas modificações na maneira de ensinar, de avaliar e de aprender, visam promover a AS e muitas vezes entram em choque com técnicas tradicionais voltadas para a AM. MC muitas vezes não são muito atraentes para professores, que preferem a segurança de ensinar sem muita margem para interpretações pessoais, nem para alunos habituados a ensino e metodologias tradicionais, a recepção de informações, a memorização e reprodução de conteúdo. Os MC demonstram a relação entre os conceitos, ao mesmo tempo em que organizam a informação diagramática, potencializando o processamento do conteúdo pela memória de trabalho, sendo capaz de lidar simultaneamente com estímulos verbais e imaginéticos, auxiliando a aprendizagem ativa e a AS. (CORREIA; AGUIAR, 2017).

Nesta UE, o recurso MC foi utilizado no sentido de organização dos conceitos que serviram de veículo para a aprendizagem e os conceitos que se esperava que fossem aprendidos na UE. Os MC foram

construídos de maneira colaborativa entre os estudantes, atuando o professor como mediador no processo de aprendizagem, sendo, portanto, utilizado tanto pelo professor para obter informações do grau de entendimento dos estudantes referentes aos conceitos aceitos no contexto de EQ, como também uma ferramenta para que os estudantes adquirissem novos significados e ampliassem os CP.

Trabalhos na literatura mostram que muitas vezes a adoção de MC no processo de ensino esbarra em dificuldades devido ao uso inadequado da técnica, no treinamento ineficaz ou inexistente dos professores, na pouca importância dada aos fundamentos teóricos, entre outros. Para Correia e Aguiar (2017), um período de treinamento da técnica, assim como processos colaborativos, pode evitar o uso ingênuo dos MC em sala de aula e estimular a AS. Os estudantes que participam da pesquisa conhecem a técnica de MC, no entanto, fica claro que ainda existem falhas na compreensão quanto à relação dos MC com a aprendizagem. Respostas como *“resumo complexo, sem muitos detalhes específicos”* podem ser indícios de uma compreensão equivocada de alguns estudantes, podendo sugerir que estes podem estar visando à memorização do MC após a elaboração.

A metodologia que utiliza aula expositiva dialogada (2.4) obteve boa aceitação, conforme Figura 1, reforçando a importância da utilização de multimetodologias a fim de atingir as diferentes necessidades educacionais presentes na sala de aula. Alguns alunos reforçam esta aceitação, embora sugeriram serem *“cansativas”* em alguns momentos. Segundo o estudante **A15** [...] *A forma expositiva com slides são formadas por uma sequência de fácil aprendizagem, além de permitir um estudo posterior por serem de fácil acesso, possibilitam também a utilização do quadro pela professora, o que deixa ainda mais claro o entendimento a partir dessa didática.*

Os recursos leitura de artigos (2.5) e atividades experimentais (2.6) não foram bem aceitos por alguns estudantes, principalmente o recurso atividades experimentais. Nas aulas utilizando estes recursos, optou-se por descentralizar acentuadamente a figura do professor, direcionando aos estudantes autonomia e liberdade durante as atividades. Assim, na etapa VII, quando em equipes tiveram que elaborar, desenvolver e explicar com embasamento científico, uma atividade experimental sobre a temática deslocamento de EQ, sentiram-se incapazes e incomodados com a proposta, diferente do método convencional, a qual os estudantes estão habituados. Segundo Moreira (2011), a busca do conhecimento possibilita o aperfeiçoamento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos estudantes, além de torná-los mais ativo na busca pelo próprio conhecimento, aumentando a compreensão sobre a fundamentação do trabalho científico. No entanto, foi possível observar que os estudantes habituados a atividades experimentais orientadas apresentaram dificuldade nas atividades que centralizam neles a busca pelo conhecimento e seus próprios significados.

Sustentamos esta ideia devido ao fato de que ao solicitar no questionário a indicação de recursos didáticos, que na opinião deles facilitam a aprendizagem, as atividades experimentais foram lembradas conforme os estudantes **A02** e **A05** [...] *as aulas poderiam ter mais idas ao laboratório [...] mais aulas práticas, pois o resto, trabalhos, tarefas, etc, já está sendo realizado.* Por meio destes trechos compreendemos que a atividade experimental desenvolvida durante a UE não foi integralmente aceita devido ao fato de sua estrutura fugir do padrão atual de atividade experimental, do qual estão habituados, no entanto, grande parte reivindicou a inclusão deste RD nas aulas, provavelmente pensando no modelo que geralmente estão habituados.

Para o Tema 3 optou-se em subdividi-lo em duas categorias, a primeira visando informações sobre a técnica de MC e a segunda um comparativo com a metodologia lista de exercícios, porque esta última apresenta grande aceitação dos estudantes e professores de ciências.

No Tema 2 (categoria 2.2) foi possível obter informações referentes a técnica de MC. Conforme Figura 1, treze (13) estudantes avaliaram a técnica como boa ou ótima. Porém, a análise dos relatos quanto a esta técnica demonstra que alguns estudantes podem apresentar dificuldade quanto à compreensão da relação MC como recurso facilitador da AS. Assim, a análise do **Tema 3** objetiva coletar informações sobre as considerações referentes a este recurso ser compreendido como facilitador do

processo de aprendizagem ou não, e, em que circunstâncias de utilização/elaboração os estudantes consideram que mais contribui para o processo de aprendizagem. A Figura 2 apresenta os resultados quanto às possibilidades de elaboração/uso dos MC e a contribuição para a aprendizagem.

Conforme observado no Tema 2, alguns estudantes acreditam que os MC não facilitam a aprendizagem, como consta na Figura 2, as subcategorias 3.1.2, 3.1.3, 3.1.5 e 3.1.6, pois alguns discordaram com as afirmativas. Ainda, para todas as subcategorias alguns estudantes mostraram-se indecisos perante a afirmativa do recurso ser facilitador da aprendizagem, corroborando com a análise realizada pelos relatos obtidos no Tema 2. Portanto, fica evidente a necessidade de esclarecimento para que ocorra melhor compreensão quanto à relação dos MC com a aprendizagem. No entanto, há grande quantidade de estudantes que afirma que o recurso contribui para a aprendizagem. Para estes, a maior aprovação está nas subcategorias 3.1.1, 3.1.2 e 3.1.4, considerando a classificação concordam totalmente e concordam. Nota-se que grande parte de estudantes concorda que a aprendizagem é favorecida quando o recurso MC é utilizado possibilitando a negociação de significados, seja com o professor ou com colegas. A afirmativa de doze (12) estudantes na subcategoria 3.1.4 de que construir MC e apresentá-los em sala de aula para discussões contribui com o aprendizado dos conceitos estudados é um indício de que a troca de informações, a negociação de significados auxilia na aprendizagem e, pode levar a ocorrência de AS. A escolha de quatro (04) estudantes por estudar um MC pronto (3.1.6), demonstra necessidade de esclarecer que o objetivo da elaboração de MC no processo de aprendizagem está na recursividade da dinâmica de elaboração e não na ideia de utilizá-lo para memorizar para posterior reprodução.

Realizamos uma comparação entre a técnica de MC com a lista de exercícios, obtemos os seguintes resultados: sete (07) estudantes preferem a utilização de lista de exercícios enquanto um (01) os MC, sete (07) estudantes preferem o uso em conjunto dos recursos. Realizamos esta comparação porque o recurso listas de exercícios é amplamente utilizado pelos docentes e conhecida entre os estudantes, que a consideram como uma alternativa de “guia de estudos”, afirmando que muitas vezes a aprendizagem acontece quando estes são resolvidos. Destacamos que os estudantes resolvem as listas de exercícios reunidos em grupos nos horários de atendimento extracurricular oferecido pelos docentes, momento que proporciona discussão, negociação e ampliação de significados.

A escolha do recurso listas de exercícios frente à técnica de MC pode ser explicada pela familiaridade dos estudantes com este recurso e pela forma de avaliação convencional. Observamos que alguns estudantes consideram as listas de exercícios um guia de treinamento avaliações futuras, isto pode sugerir, quando esta for à situação, a ocorrência de aprendizagem com pouco ou nenhum significado, sem compreensão e intenção de relacionar os conceitos. No entanto, se analisarmos a situação em que este recurso é desenvolvido, em um horário extracurricular não obrigatório, com discussões, negociação de significados, troca de conhecimentos, apontamos para fatores que levam a sugerir a possibilidade da ocorrência de AS, tais observações, corroboram com a opção de escolha pela elaboração dos MC conforme subcategorias 3.1.1, 3.1.2 e 3.1.4, ambas as situações possibilitam a discussão no decorrer da elaboração dos MC, negociação de significados, conhecimento sendo construído de maneira conjunta e colaborativa entre estudantes e professor.

5. Considerações Finais

Ao término da análise dos três temas e categorias concluímos que para os **estudantes** o emprego de multimetodologias contribui amplamente para a aprendizagem porque atende a necessidade de diferentes estudantes; os RD: dinâmica, lista de exercícios, mapa conceitual e aula expositiva dialogada foram mais bem avaliados que leitura de artigos e atividade experimental; a técnica de MC precisa ser mais trabalhada para que os estudantes compreendam sua relação com a AS. Destacamos que os estudantes identificaram-se com o emprego de multimetodologias e são favoráveis ao trabalho colaborativo como forma de superar as dificuldades de aprendizagem.

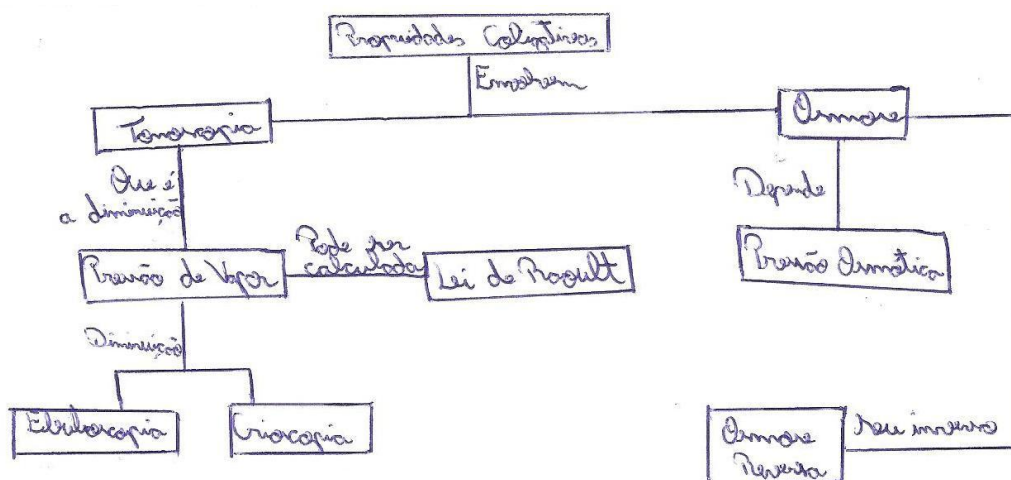
Para os **pesquisadores** a ATD proporcionou a compreensão das considerações dos estudantes sobre o emprego das multimetodologias e possibilitou ampliar nosso entendimento e discussão a respeito do processo de ensino e aprendizagem em Ciências pautado na TAS.

REFERÊNCIAS

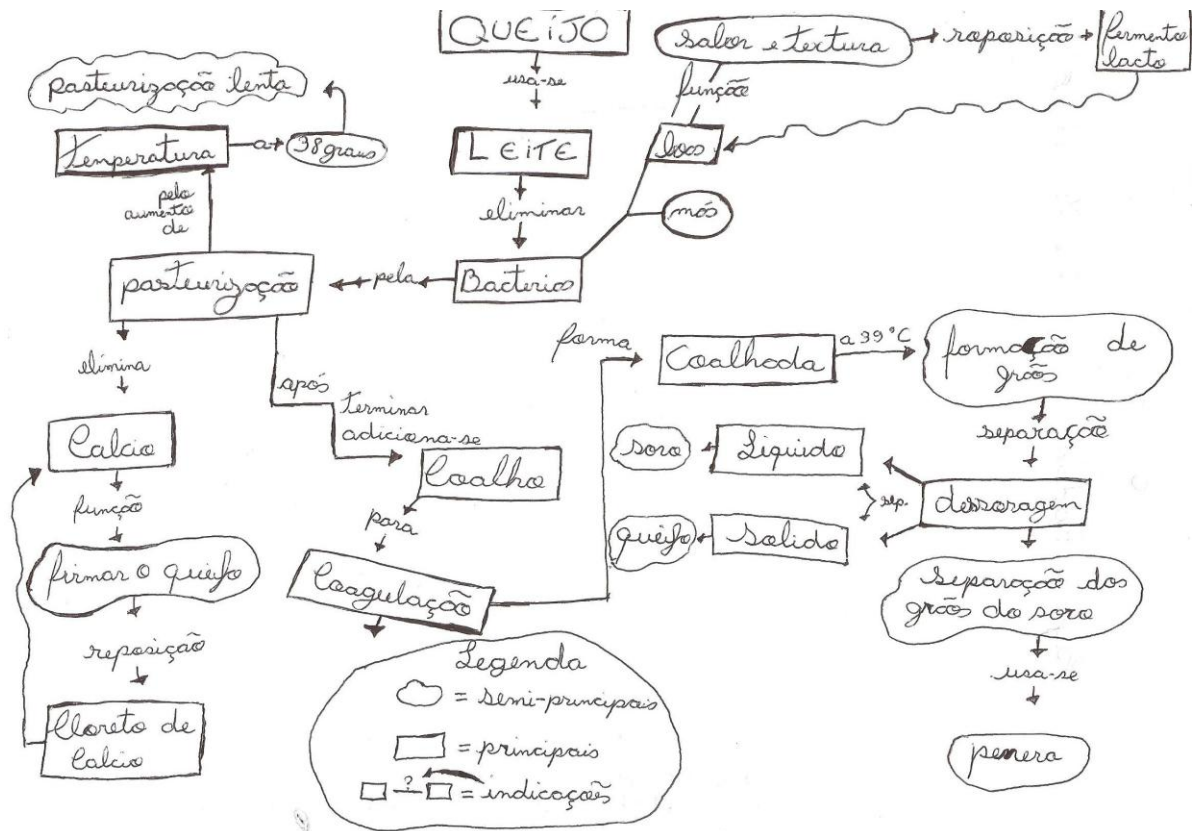
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Trad. Lígia Teopisto. Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- AQUINO, K. A. da S.; CAVALCANTE, P. S. Análise da construção de conhecimento significativo utilizando a produção de curtas metragens no ensino de química orgânica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 1, p. 117-131, 2017.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em Educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BRUM, W. P.; SILVA, S. de C. R. D. A utilização de uma UEPS no ensino de matemática: uma investigação durante a apresentação do tema probabilidade. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 5, n. 1, p. 15-32, 2015.
- CORREIA, P. R. M.; AGUIAR, J. G. Avaliação da proficiência em mapeamento conceitual a partir da análise estrutural da rede proposicional. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 1, p. 71-90, 2017.
- COSTA, R. G.; PASSERINO, L. M.; ZARO, M. A. Fundamentos Teóricos do Processo de Formação de Conceitos e suas Implicações para o Ensino e Aprendizagem de Química. **Revista Ensaio**, v. 14, n. 1, p. 271-281, 2012.
- DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. A coerência e complementaridade entre a teoria da aprendizagem significativa crítica e a epistemologia de Paul Feyerabend. **Investigações em ensino de ciências**, v. 20, n. 3, p. 61-83, 2015.
- DARROZ, L. M.; ROSA, C. W.; GHIGGI, C. M. Método Tradicional x Aprendizagem Significativa: Investigação na ação dos professores de Física. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 5, n.1, p. 70-85, 2015.
- KLEIN, T. A. S.; LABURÚ, C. E. Multimodos de representação e TAS: possíveis interconexões na construção do conceito de Biotecnologia. **Revista Ensaio**, v. 14, n. 2, p. 137-152, 2012.
- LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. 2. ed. rev. Ijuí: Unijuí, 2011.
- MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.
- _____. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- NOVAK, J., GOWIN, D. B. **Learning how to learn**. New York: Cambridge University Press, 1984.
- PARISOTO, M. F; MOREIRA, M. A.; MORO, J. T.; KILIAN, A. S. DRÖSE NETO, B. Utilização de mapas conceituais para buscar indícios de aprendizagem significativa na Física aplicada à Medicina. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 3, p. 347-362, 2016.
- ROCHA, C. E. dos S.; SPOHR, C. B. O uso de Mapas Conceituais como instrumento didático para identificar indícios de aprendizagem significativa em diferentes níveis de ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 3, p. 23-52, 2016.
- SILVA, P. F. Z. de O.; NEVES, M. C. D.; SILVA, S. de C. R. Análise de mapas Conceituais: uma perspectiva fenomenológica. **Aprendizagem Significativa em Revista**. V. 4, n. 3, p. 1-10, 2014.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18 ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- VALADARES, J. A Teoria da Aprendizagem Significativa como Teoria Construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 1, p. 36-57, 2011.

VINTURI, E. F.; VECCHI, R. de. O.; IGLESIAS, A.; GHILARD-LOPES, N. P. Sequências Didáticas para a promoção da alfabetização científica: relato de experiência com alunos do Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 3, 2014.

ANEXO A - Mapa conceitual elaborado por estudante no (capítulo 5 - estudo exploratório)



ANEXO B - MCA-E19 - Mapa conceitual elaborado por estudante (capítulo 6)



ANEXO C - MCB-E09 - Mapa conceitual elaborado por estudante (capítulo 7)

