



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

SAMUEL PEDRO DANTAS MARQUES

**APRENDIZAGEM COOPERATIVA COMO POSSIBILIDADE DE
SUPERAÇÃO DAS DIFICULDADES NO APRENDIZADO DA
QUÍMICA: O OLHAR DOS EDUCANDOS NO ENSINO MÉDIO**

FORTALEZA

2013

SAMUEL PEDRO DANTAS MARQUES

**APRENDIZAGEM COOPERATIVA COMO POSSIBILIDADE DE
SUPERACÃO DAS DIFICULDADES NO APRENDIZADO DA
QUÍMICA: O OLHAR DOS EDUCANDOS NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Área de concentração: Físico-Química.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Audísio Dias Filho.

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- M321a Marques, Samuel Pedro Dantas.
Aprendizagem cooperativa com possibilidade de superação das dificuldades no aprendizado da química: o olhar dos educandos no ensino médio / Samuel Pedro Dantas Marques. – 2013.
141 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Mestrado (Dissertação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciência, Departamento de Química Orgânica e Inorgânica, Mestrado em Química, Fortaleza, 2013.
Área de Concentração: Ensino de Química.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Audísio Dias Filho.
1. Aprendizagem cooperativa. 2. Ensino de química. 3. Protagonismo estudantil.
4. Competitividade. I. Título.
-

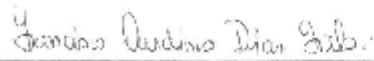
CDD 547

Esta Dissertação foi aprovada como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Química, área de concentração Química, outorgada pela Universidade Federal do Ceará, em cuja Biblioteca de Ciências e Tecnologia/UFC encontra-se à disposição dos interessados.

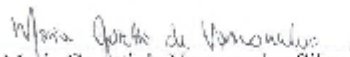

Samuel Pedro Dantas Marques

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 22/08/2013.

EXAMINADORES:


Prof. Dr. Francisco Aurélio Dias Filho
Universidade Federal do Ceará - UFC


Prof. Dr. José Nunes da Silva Junior
Universidade Federal do Ceará - UFC


Profa. Dra. Maria Goretti de Vasconcelos Silva
Universidade Federal do Ceará - UFC

AGRADECIMENTOS

À força positiva superior, chamada de Deus.

Aos meus pais, que sempre acreditaram no meu futuro acadêmico, me financiaram e sempre me deram carinho, amor, afeto, liberdade, cobrança e a orientação correta necessária para que chegasse até aqui.

Um agradecimento especial a minha mãe, Vera Dantas, por toda a ajuda e força.

Aos meus avós, presentes e ausentes, que são e sempre serão referências de caráter e moral pelo resto de minha vida. Uma ressalva a minha avó Maria Luiza, também grande responsável por esta vitória.

Aos meus filhos, fontes motivadoras que me fazem lutar por um amanhã mais justo, digno e menos hipócrita.

A minha companheira e namorada Nayara Lima de Mesquita que muito me ajudou e incentivou.

Aos amigos e colegas, sempre presentes em todos os momentos. Aos professores da pós-graduação de química.

Aos professores Audísio Filho, Manoel de Andrade, José Nunes e Maria Goretti.

A todos do laboratório Langmuir.

A meu grande amigo Assis Rabino.

RESUMO

A Aprendizagem Cooperativa – AC – é uma metodologia de ensino que propõe o trabalho em cooperação e a participação ativa dos educandos com base no estudo em grupos heterogêneos e interdependentes, de maneira a possibilitar a interação e a corresponsabilização dos educandos, promovendo não apenas a apreensão cognitiva, mas também o desenvolvimento das habilidades sociais. O presente trabalho tem como objetivos analisar as possibilidades de aplicação da AC no ensino da físico-química, mais especificamente, no estudo das soluções, integrada ao desenvolvimento das relações interpessoais; identificar aspectos relativos ao rendimento escolar dos estudantes e desenvolver instrumentos pedagógicos contendo os elementos fundamentais dessa abordagem. O percurso metodológico incluiu oficinas de sensibilização e histórias de vida, aplicação de técnicas distintas de AC, tendo como conteúdos os assuntos pertinentes ao estudo das soluções. No que diz respeito à avaliação cognitiva do aprendizado, aproximadamente 80% dos estudantes obtiveram média igual ou superior à média escolar nas avaliações individuais realizadas, com destaque para os testes relativos ao método dos pares e testes cooperativos com percentuais de 96 e 88%, respectivamente. Verificou-se ainda o crescimento processual do número de grupos que atingiram o critério de sucesso grupal que, ao início do percurso, estava entre 40 e 55%, chegando ao final estabilizado entre 80 e 100%. As histórias de vida e o processamento de grupo foram considerados por 96% dos estudantes como propiciadores do desenvolvimento de competências relacionais e sociais. A ambiência e a inclusão de práticas lúdicas foram referendadas pelos educandos como potencializadoras da criatividade. Dessa forma, a AC aponta como possibilidade metodológica no ensino de Química, na construção de relações cooperativas, que favorecem o protagonismo estudantil.

Palavras-chave: Aprendizagem cooperativa. Ensino de Química. Competitividade. Protagonismo Estudantil. Estudo das Soluções

ABSTRACT

Cooperative Learning is a teaching methodology that proposes the cooperative work and active participation of students in the study based on heterogeneous and interdependent groups, in order to make possible the interaction and co-responsibility of the students, promoting not only the cognitive apprehension, but also the development of social skills. This work aims to analyze the possibilities of application of Cooperative Learning in teaching physical chemistry, more specifically, in the study of solutions, integrated development of interpersonal relationships, identify aspects of school performance of students and to develop pedagogical tools containing the elements fundamental to this approach. The methodology included awareness workshops and life stories, applying different techniques of AC having as content issues pertinent to the study of solutions. Regarding the assessment of cognitive learning, approximately 80% of students scored at or above the average middle school in individual evaluations, especially for tests concerning the method of testing and peer cooperative with percentages of 96 and 88 %, respectively. It was further growth in the number of procedural groups that meet the criterion of success that group, at the beginning of the route was between 40 and 55% , reaching the end stabilized between 80 and 100%. The life histories and group processing were considered by 96% of students as providers of development social and relational skills. The ambience and the inclusion of playful practices were approved by the students as a potentiating creativity. Thus, the AC points as methodological possibility in teaching chemistry to build cooperative relationships that look after the student role.

Keywords: Cooperative Learning; Chemistry Teaching; Competitiveness; Student leadership; Study of Solutions

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Aprendizagem Cooperativa
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
PRECE	Programa de Educação em Células Cooperativas
JS	Jig Saw
MP	Método dos Pares
FC	Fila Cooperativa
TC	Teste Cooperativo
CE	Ceará

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela – 1	Agrupamento temático das palavras geradoras produzidas pelos educandos.....	58
Tabela – 2	Vantagens da AC em diferentes aspectos segundo os educandos.....	64
Quadro- 1	Características das técnicas utilizadas segundo os educandos.....	68

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura-1	Elementos fundamentais da AC.....	23
Figura-2	Representação esquemática Método Jig Saw.....	34
Figura-3	Representação esquemática Método dos pares.....	35
Figura-4	Representação esquemática Fila cooperativa.....	36
Figura-5	Representação esquemática Teste cooperativo.....	37
Figura-6	Fluxograma metodologia.....	42
Figura-7	Experiências dos educandos com atividades grupais (7a) Importância atribuída pelos educandos a essas experiências (7b)..	44
Figura-8	Resultados sobre as histórias de vida - (8a) oportunidades (8b) o que achou.....	47
Figura-9	Percentual de acertos individual Método Jig Saw (9a) - aula 1. (9b) aula 3.....	50
Figura-10	Percentual de acertos individual Método Jig Saw (10a) - aula 5 (10b) aula 8.....	51
Figura-11	Evolução das notas individuais - Método Jig Saw.....	52
Figura-12	Evolução da quantidade de grupos que obtiveram o critério de sucesso - Jig Saw.....	52
Figura-13	Percentual de acerto método dos pares (13a) individual (13b) em pares.....	53
Figura-14	Percentual de acerto individual fila cooperativa.....	54
Figura-15	Percentual de acertos teste cooperativo aula 4 (15a) individual (15b) pós-discussão grupal.....	55
Figura-16	Percentual de acertos teste cooperativo aula 7 (16a) individual (16b) pós-discussão grupal.....	55
Figura-17	Percentual de acertos teste cooperativo aula 9 (17a) individual (17b) pós-discussão grupal.....	56
Figura-18	Evolução de acertos com o teste cooperativo.....	56
Figura-19	Preferência dos educandos em relação às técnicas utilizadas.....	63

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Conteudismo e competitividade no Ensino Médio.....	12
1.2	Aprendizagem cooperativa.....	14
1.3	As dificuldades no ensino da química e a AC como forma de superá-los.....	15
2	OBJETIVOS.....	18
2.1	Objetivo Geral.....	18
2.2	Objetivos Específicos.....	18
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
3.1	Contextualização teórica sobre aprendizagem cooperativa (retrospectiva histórica)	19
3.2	Bases pedagógicas: competição x cooperação.....	22
3.3	A aprendizagem cooperativa e o ensino de química no Brasil.....	25
3.4	Diálogos entre aprendizagem cooperativa, educação popular e as histórias de vida.....	27
3.4.1	<i>Relação educador-educando e educando-educando</i>	28
3.4.2	<i>As bases metodológicas (a prática, caminho metodológico)</i>	29
4	METODOLOGIA.....	31
4.1	Contatos iniciais com a AC (produção dos planos de aula e materiais didáticos)	31
4.2	Técnicas de aprendizagem cooperativa utilizadas.....	32
4.3	Cenário da pesquisa, percurso e instrumentos de avaliação.....	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
5.1	O saber prévio do estudante acerca de abordagens grupais no processo de aprendizagem.....	42
5.2	As histórias de vida como espaço de interação entre educador-educando e educando-educando.	45
5.3	Análise individual e coletiva relativa ao aprendizado com as técnicas cooperativas.....	48
5.3.1	<i>Análise do aprendizado com a técnica do JIG SAW</i>	49
5.3.2	<i>Análise do aprendizado com o Método dos Pares</i>	52
5.3.3	<i>Análise do aprendizado com a técnica da Fila Cooperativa</i>	52
5.3.4	<i>Análise do aprendizado com o Teste Cooperativo</i>	53
5.4	A análise coletiva dos educandos sobre o processo - o círculo de cultura como instrumento de análise.....	56
5.4.1	<i>Contribuições da abordagem cooperativa para a dimensão cognitiva da aprendizagem</i>	58
5.4.2	<i>Contribuições desta abordagem na potencialização das relações interpessoais – a interação promotora</i>	60
5.4.3	<i>Contribuições da abordagem cooperativa aos valores e princípios para a formação profissional – o desenvolvimento de habilidades sociais</i>	60
5.5	Reflexões individuais dos estudantes no processo (pós atividades).....	62
5.5.1	<i>Adesão em relação às técnicas cooperativas</i>	

<i>utilizadas.....</i>	62
5.5.2 <i>Processamento de grupo e o aprimoramento do rendimento nas atividades grupais.....</i>	64
5.5.3 <i>Aspectos das técnicas de AC referendados pelos estudantes.....</i>	65
5.5.4 <i>Distinções entre AC e abordagem tradicional, segundo o olhar dos educandos.....</i>	65
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
REFERÊNCIAS.....	73
ANEXOS.....	77

1 INTRODUÇÃO

1.1 Conteudismo e competitividade no Ensino Médio

Na sociedade atual, a globalização proposta pelo sistema capitalista caracteriza-se, principalmente, pela competição na qual as nações com maior poder econômico travam uma guerra desigual para se impor diante daquelas menos favorecidas. Este processo, competitivo ao extremo, tem conduzido à desumanização da sociedade e, por consequência, ao fortalecimento do individualismo. (SANTOS, 2002).

Isto se reflete também no campo da Educação, que tem baseado os processos de ensino-aprendizagem na competição e com abordagens pautadas na transferência mecânica e memorização dos conteúdos. Esse foco na competitividade e no conteudismo representa um contrassenso, já que o mercado de trabalho, por um lado, aponta a necessidade de formar profissionais com competências para o trabalho em equipe, porém, não se percebe nas propostas pedagógicas mais comumente utilizadas pelas instituições de ensino no contexto atual, a prioridade no desenvolvimento destas competências.

Também no que diz respeito ao acesso à universidade, especialmente a universidade pública, processos seletivos como o vestibular, priorizam abordagens conteudistas, que desconsideram a importância da inter-relação entre conteúdo e cotidiano.

Este cenário vem passando por mudanças com a introdução do Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM como estratégia de acesso ao Ensino Superior, no qual tem sido considerado o desenvolvimento de competências e habilidades que promovam a compreensão, análise crítica, associabilidade e avaliação, relativas aos contextos cotidianos e, desse modo, incluem aspectos relativos à formação humana e cidadã, o que representa um desafio no que diz respeito ao Ensino Médio no Brasil. (BRASIL, 2006).

A utilização de abordagens majoritariamente conteudistas, como via de acesso ao Ensino Superior, privilegia os que puderam acessar de forma mais efetiva os espaços de aquisição de conhecimentos e, desse modo, desenvolver melhor as competências cognitivas que se traduzem no acúmulo de conteúdos de forma individual e desconsideram as habilidades sociais. Entre estas, podemos evidenciar a colaboração, a interação entre indivíduos e a construção de argumentações, processos referendados por Piaget e Vigotsky como essenciais à construção e validação de conhecimentos, assim como na produção de autonomia desses sujeitos. Assim, perpetua-se uma configuração de exclusão, na qual as

peessoas com maior capacidade cognitiva ou posição social têm acesso a um conhecimento mais efetivo. (VYGOTSKY, 1987).

Vários autores criticam a escolha de abordagens exclusivamente conteudistas no processo de ensino-aprendizagem, as quais, ao privilegiar os aspectos cognitivos, terminam por conduzir ao individualismo e à competição entre os alunos, promovendo a exclusão social dos que obtêm menor aproveitamento e desconsiderando a importância da aquisição de competências sociais, fundamentais para que os jovens possam enfrentar os desafios e as exigências atuais da sociedade (LOPES; SANTOS, 2009).

A visão conteudista e de outras abordagens pedagógicas, com foco na transferência mecânica e memorização dos conteúdos, coloca o educando como objeto da transferência desses conteúdos, sem que este participe efetivamente da construção do conhecimento, reduzindo as possibilidades de fortalecer a curiosidade epistemológica que tornam o educando sujeito dessa produção. (FREIRE, 1996).

Essa crítica se estende também às abordagens pedagógicas baseadas na competitividade, consideradas propiciadoras de redução da autonomia e da afetividade, tendo em vista que é sugerido aos educandos, como forma de alcançar seu lugar no mercado de trabalho, a superação daqueles com os quais compete no aprendizado. Estas, além de considerarem capazes apenas aqueles que conseguem maior acúmulo de conteúdos, têm o professor como a figura central do processo de ensino-aprendizagem.

Dessa forma, o professor referenda-se como o detentor do conhecimento que deve ser transferido aos alunos, considerados como meros receptores, produzindo uma relação vertical e autoritária, portanto, assimétrica, do processo pedagógico, reduzindo as possibilidades de produção de sujeitos autônomos, cooperativos e protagonistas de sua formação profissional. No entanto, a atual conjuntura educacional brasileira exige um novo perfil de laborabilidade e produção científica, que necessita mover-se dos conteúdos para as competências, concebidas como ações e operações mentais que articulam os conhecimentos, as habilidades e os valores e atitudes. (BRASIL, 2006).

Considerando a necessidade de formar profissionais com esse perfil e que possam fazer face às questões relativas à produção de tecnologias e de conhecimentos relativos ao mundo do trabalho em um contexto globalizado e competitivo, o ensino da Química é considerado estratégico para a produção dessas tecnologias, especialmente em áreas como a Nanotecnologia, Biotecnologia, Produção Industrial, entre outras. (MELO; COELHO, 2009).

Nesse cenário, ao mesmo tempo em que se revelam as limitações dos métodos tradicionais de ensino, evidencia-se a necessidade de desenvolver abordagens pedagógicas

onde os educandos se constituam atores principais do seu processo de aprendizagem, propiciando o desenvolvimento de competências que gerem autonomia, eficiência no aprendizado conceitual e aplicabilidade nos desafios cotidianos. (LIMA, 2012).

1.2 Aprendizagem cooperativa

O ensino de Química enfrenta, no contexto atual, grandes desafios no que diz respeito à busca de abordagens pedagógicas problematizadoras e estimuladoras da participação ativa do educando. Torna-se necessário pensar caminhos de construção do saber científico, possibilitando a interação e corresponsabilidade dos estudantes com o ambiente, de forma a superar abordagens com questionamentos pré-concebidos e respostas acabadas. (LIMA, 2012).

Neste contexto, os irmãos David e Roger Johnson sistematizaram uma metodologia de ensino denominada Aprendizagem Cooperativa - AC. Esta se pauta no estudo em grupos cooperativos com base em metas coletivas. Apontam o trabalho em cooperação como um dos fatores essenciais para a sobrevivência da espécie humana e reafirma a organização e coordenação como caminho referenciado historicamente para o êxito nos empreendimentos humanos.

A AC organiza o processo de aprendizagem de maneira a possibilitar a troca de informações entre os estudantes em atividades grupais estruturadas nas quais estes se corresponsabilizam por sua aprendizagem, além de contribuírem com a dos outros em um processo interdependente, caracterizado pela parceria e ajuda mútua, objetivando a aquisição de conhecimentos acerca de um determinado tema. (JOHNSON; JOHNSON; SMITH, 1998).

Portanto, a AC pressupõe o aprendizado a partir de grupos constituídos, tendo como premissas cinco elementos fundamentais: a interdependência positiva, a responsabilidade individual, a interação promotora (face a face), a ênfase no ensino de habilidades sociais e o processamento de grupo. (JOHNSON; JOHNSON, 1994).

Nas últimas décadas, diversas pesquisas apontam o estudo em grupos cooperativos como eficazes no desenvolvimento de competências sociais nos indivíduos, com base em aprendizagens cognitivas, evidenciando a potência desta metodologia para promover a conjugação de esforços, a responsabilidade individual, interdependência positiva, explicitação dos conflitos e sua superação. (JOHNSON; JOHNSON; SMITH 1989; OXFORD, 1997; LOPES; SANTOS, 2009).

Portanto, salienta-se a importância da produção de pesquisas e publicações acerca dessa abordagem e sua aplicabilidade em sala de aula, de forma a promover sua visibilidade e utilização nos processos de ensino como forma de superação das dificuldades de aprendizagem.

1.3 As dificuldades no ensino da química e a AC como forma de superá-las

A valorização do conhecimento das ciências da natureza e sua incorporação nos currículos escolares foi um processo lento e permeado de muitas contradições. Somente no final do século XIX estes conteúdos passaram a ser considerados em consequência dos avanços tecnológicos em países do hemisfério norte (MELONI, 2012). No entanto, a velocidade evolutiva do Ensino Básico continua em um ritmo bastante lento se comparado à velocidade das inovações tecnológicas.

No que diz respeito ao ensino da química, poderíamos dizer que existe certa imagem negativa por parte de muitos estudantes do Ensino Fundamental e Médio que, em geral, consideram-na uma disciplina de difícil compreensão. Apesar de sua contribuição em vários campos, como Agricultura, Medicina, Indústria Têxtil, muitos ainda a associam à produção de produtos danosos à saúde e ao ambiente, tais como: agrotóxicos, conservantes, corantes, entre outros. (UEHARA, 2005).

Isto parece decorrer do fato que as informações acerca das contribuições desse campo de conhecimento não estão, via de regra, disponíveis à população, fruto da dicotomia entre os saberes científico e popular. Dessa forma, associar o ensino da Química às questões ligadas ao mundo real dos educandos configura-se um dos desafios postos aos educadores. (CHASSOT, 1995).

Neste cenário, alguns questionamentos são importantes, considerando o estudante, o educador e a produção dos currículos. Lima (2012) traz algumas provocações sobre a postura do educador e as oportunidades que são ofertadas aos estudantes em sua formação acadêmica no sentido de incentivar as questões inovadoras na produção do conhecimento.

A vivência cotidiana do autor como educador do Ensino Médio tem revelado grandes desafios no que concerne a essas dificuldades de aprendizagem que se expressam de forma mais nítida em alguns conteúdos, especialmente os temas ligados à físico-química, configurando, em muitos casos, certo desinteresse, ou mesmo rejeição acerca dos conceitos que englobam esta área, devido principalmente à dificuldade no domínio das relações matemáticas dedutivas que este campo exige. (UEHARA, 2005; PINHEIRO et al., 2010).

Diante desse cenário, a abordagem tradicional predominante no ensino da Química contribui para esse desinteresse e rejeição, evidenciando a necessidade de desenvolver estudos no sentido de experimentar possibilidades metodológicas que possibilitem caminhar rumo à superação desses desafios. Como já mencionado, a AC emerge como uma possibilidade de fazer face às questões aqui colocadas.

Os estudos que remetem a essa proposta pedagógica em âmbito nacional e internacional, embora representem um pequeno contingente das pesquisas no ensino da Química, revelam resultados significativos. No entanto, é possível vislumbrar que em sua maioria referem-se apenas a uma das técnicas da AC, conhecida como Jig Saw. Nesse contexto, apontamos alguns trabalhos ligados à química geral (EILKS, 2005), à química orgânica e ambiental (BARBOSA; JÓFILI, 2004; MENEZES; BARBOSA; JÓFILI, 2007) e à físico-química. (SILVA, 2008; FATARELI et al., 2012).

Além das publicações mencionadas, no Brasil, o estudo com aprendizagem cooperativa tem como principal referência a experiência desenvolvida no Programa de Aprendizagem Cooperativa em Células Estudantis (PRECE) na cidade de Pentecostes, estado do Ceará. Este existe há mais de 15 anos e iniciou-se no distrito rural de Cipó, envolvendo, atualmente, além deste município, várias cidades do Ceará. Baseia-se no estudo em células cooperativas, com o objetivo de proporcionar a preparação para o ingresso no Ensino Superior através do vestibular ou ENEM. Neste processo, os estudantes que conseguem ingressar na universidade retornam às suas comunidades de origem através da viabilização de bolsas de estudo, no intuito de contribuir com o acesso de outros colegas à universidade e, assim, sucessivamente.

Esse movimento cooperativo contribuiu para o acesso de mais de 500 jovens ao ensino superior na universidade pública. É importante referendar a existência, no município de Pentecoste, de uma escola, única referência no Brasil, que trabalha exclusivamente com as técnicas de AC em sua proposta pedagógica. (GOMES, 2012).

A experiência do autor como professor de química no Ensino Médio, há aproximadamente 10 anos, confirma a predominância de abordagens conteudistas e competitivas nas escolas, desvelando a necessidade de organizar processos interativos de ensino-aprendizagem que possam contribuir com a formação de profissionais mais cientes de seu papel na sociedade.

Considerando as limitações de aprendizagem apresentadas pelos métodos tradicionais, referendadas na literatura, e as lacunas de aprendizagem percebidas na experiência cotidiana com o ensino de química, urge a necessidade de desenvolver e aplicar

técnicas de ensino que propiciem a aprendizagem significativa, autonomia e afetividade dos educandos.

O envolvimento deste como pesquisador na área de físico-química constituiu-se desafio no sentido de buscar superar lacunas de aprendizado geradas em contextos semelhantes às reflexões até aqui produzidas. Os movimentos desencadeados nesse percurso – na perspectiva de preencher estas lacunas – evidenciaram a necessidade de pensar contribuições do lugar de educador, atuando no Ensino Médio, com relação à importância dos conceitos e técnicas trabalhados nesse campo para a sociedade, seja na economia, indústria ou no ambiente. Esse percurso foi revelador ainda da necessidade de pensar estratégias de sensibilização e incentivo para a formação de pesquisadores e trabalhadores nessa área, considerada de fundamental importância para o desenvolvimento social e econômico.

Dessa forma, considera-se a necessidade de buscar estratégias de ensino-aprendizagem que favoreçam a compreensão e a reflexão crítica dos estudantes de Ensino Médio acerca da importância da físico-química e sua aplicabilidade no cotidiano. Ao mesmo tempo, compreende-se que para que ocorra uma aprendizagem significativa é fundamental o estímulo à criatividade, à produção compartilhada do conhecimento, em um processo onde educadores e educandos possam se perceber protagonistas.

Essas reflexões constituem a motivação para a realização deste estudo, realizado no contexto de uma escola de Ensino Médio, na perspectiva de apreender possibilidades da AC e suas diversas técnicas no ensino das soluções. A escolha do conteúdo se deu pelo fato deste ser o tema inicial do ano letivo para as turmas do segundo ano do ensino médio, escolhido como base desta pesquisa.

Este estudo está organizado em cinco capítulos. No primeiro capítulo delineamos a introdução, na qual apresentamos o eixo geral do nosso estudo. O capítulo dois descreve os objetivos propriamente ditos, os quais esta pesquisa se dispôs a elucidar. O terceiro capítulo traz uma revisão bibliográfica acerca dos aspectos históricos e pedagógicos da abordagem cooperativa e seus diálogos com o ensino da química. O capítulo quatro versa sobre a metodologia utilizada neste trabalho. Já o capítulo quinto trata da análise e discussão dos dados e, por fim, apresentamos as considerações finais, seguida das referências.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Aplicar técnicas de aprendizagem cooperativa, no ensino das soluções, de forma a considerar a apreensão cognitiva relativa ao tema e o desenvolvimento de relações interpessoais.

2.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver instrumentos pedagógicos aplicados ao estudo das soluções que contenham os elementos fundamentais desta abordagem.
- Utilizar diferentes técnicas de aprendizagem cooperativa na perspectiva de identificar aspectos relativos ao rendimento escolar.
- Estabelecer parâmetros de análise da apreensão dos conteúdos com AC em relação às técnicas usualmente utilizadas na escola de origem.
- Problematizar com os estudantes a relação competitividade x cooperação.
- Analisar o papel das histórias de vida na interação entre educando-educando e educando-educador.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Contextualização teórica sobre aprendizagem cooperativa (retrospectiva histórica)

A capacidade de aprender, se organizar em grupos e cooperar mutuamente foram dois dos fatores mais determinantes para que a raça humana pudesse chegar ao nível de conhecimento atual. (JOHNSON; JOHNSON, 1974).

Ainda na Pré-História, os “homens das cavernas” passaram a se organizar na elaboração de tarefas cotidianas. Para abater os grandes mamíferos (mamutes, rinocerontes lanudos, bisões e alces), começaram a organizar-se em grupos e a estabelecer laços de cooperação e solidariedade, pois disso dependia a própria sobrevivência da espécie. (JAGUARIBE, 2001)

Na Grécia Antiga, muitos filósofos, tais como Sócrates (470 a.C. – 390 a.C), já despertavam para o estudo em grupos como forma de potencializar o aprendizado. Uma das características das escolas de Filosofia naquele tempo era o trabalho com as oratórias, onde o mestre elaborava seus discursos e provocava discussões com os discípulos. Escritos antigos, tais como a *Bíblia*, o *Talmud* fazem referência a práticas cooperativas. Também se encontra registros destas práticas na Idade Média, através dos grêmios de artesãos, que envolviam os aprendizes para compartilhar suas habilidades (GOMES, 2012).

Outros relatos referem-se ao trabalho cooperativo no início do século XVII em campos como a retórica, a Filologia (Quintinilo) e a filosofia (Sêneca) (JOHNSON; JOHNSON; SMITH, 1998).

Nos períodos supracitados ainda não existia uma formalização dessa metodologia de ensino-aprendizagem. Os processos cooperativos ocorriam informalmente devido à interdependência natural entre os indivíduos. As primeiras experiências com estratégias cooperativas emergem no final do século XVIII, com os estudos realizados por Jean Gay Lancaster, que desenvolveu o Método Lancasteriano ou Sistema Monitoral, no qual os educandos contribuíam com a prática pedagógica do educador pela inclusão de um estudante mais experiente (decurião), que orientava um grupo de dez alunos (decúria), supervisionados por um inspetor. (NEVES, 2003).

Esse método referenciou a prática de ensino no Brasil, no início do século XIX, quando a deficiência de professores era evidente e as escolas em geral dispunham apenas de um educador. Foi implantado oficialmente no Brasil pela Lei de 15 de outubro de 1827, que definia, em linhas gerais, as diretrizes do ensino (NEVES, 2003).

Nos primeiros anos do século XIX esta proposta foi trazida ao continente americano e foi nos Estados Unidos, mais especificamente na Escola Lancaster, que ocorreram os primeiros trabalhos de sistematização e aplicação com abordagens baseadas em processos de grupo para o ensino de todas as áreas do conhecimento e seus respectivos níveis (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2012).

Na década de 1830, surge o “Common School Movement”, movimento norte-americano que defendia a educação universal, e como tal, instrumento de promoção da democracia; rompendo com a concepção vigente na época que considerava a educação como uma questão privada e de responsabilidade familiar. Esse movimento, surgido em meio a uma transição da era colonial para a republicana, construiu a base do atual sistema de ensino público norte-americano, trazendo ênfase em Aprendizagem Cooperativa (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2012).

Nas últimas décadas do século XIX e início do século 20, observa-se uma intensificação dos grupos que trabalhavam com sistematização de ensino baseado em técnicas de cooperação nos Estados Unidos, destacando-se autores como Parker e John Dewey (JOHNSON; JOHNSON; SMITH, 1998).

Na década de 30, a Europa assistiu à ascensão de líderes totalitários como Hitler, Mussolini, entre outros, que culminou na deflagração da Segunda Guerra Mundial. A Índia, uma das várias colônias britânicas, liderada por Mahatma Gandhi, estruturou um movimento para sua independência, que aconteceria apenas em 1947. A China, invadida pelo Japão, enfrentava uma guerra civil. Os Estados Unidos amargavam os efeitos da “Grande Depressão de 29”. Estes embates geraram consequências significativas em todo o mundo e provocaram uma profunda mudança na forma de pensar a educação dos indivíduos (HOBSBAWM, 2012).

Nos Estados Unidos, os aspectos econômicos potencializaram a ênfase nas questões individuais ao tratar das relações interpessoais. Esse tipo de abordagem permaneceu inalterada pelas instituições públicas de ensino naquele país até o início da década de 50. Consequentemente, a competição era vista como a principal motivação para a aprendizagem, interação com os colegas e produção de resultados significativos de aprendizagem. Mas é somente na década de 70 que a aprendizagem voltada para métodos cooperativos é retomada e passa a ser abordada por muitos pesquisadores, destacando-se as pesquisas desenvolvidas pelos irmãos Roger e Andrews Johnson, professores da Universidade de Minnessota, nos EUA (PROGRAMA DE EDUCAÇÃO EM CÉLULAS COOPERATIVAS - PRECE, 2012).

Estes autores sistematizaram uma metodologia de ensino-aprendizagem baseada no estudo de grupos cooperativos e a descrevem como fundamento chave do aprendizado

baseado em problemas. Mantém íntima relação com a aprendizagem colaborativa, cuja ênfase está no “aprendizado natural” a partir de grupos não estruturados nos quais criam suas próprias situações de aprendizado. (JOHNSON; JOHNSON; SMITH 1998).

Um dos aspectos pesquisados pelos autores foi a interação estudante-estudante e as suas relações com o processo de aprendizagem, buscando identificar as evidências de como funciona. Outro aspecto que tem sido objeto de estudo diz respeito à diferenciação dos grupos cooperativos em relação ao trabalho em grupo não sistematizado. Neste sentido, colocam que na aprendizagem cooperativa as atividades são estrategicamente preparadas para que ocorra a formação do “ambiente de cooperação”, o que não necessariamente ocorre nos . grupos não sistematizados.

A obra de Morton Deutsch é apontada como referência para a base teórica atual da AC. Partindo desta obra, os irmãos Johnson passaram a desenvolver pesquisas e projetos práticos de aplicação da metodologia no Centro de Aprendizagem Cooperativa da Universidade de Minnesota, onde ainda hoje se estudam as bases pedagógicas da interação discente no ensino-aprendizagem, de forma que os educadores possam adaptá-los para a sua realidade. (JOHNSON; JOHNSON; SMITH, 1989, 1998).

No contexto europeu, apesar de vários países desenvolverem estudos sobre a Aprendizagem Cooperativa – tais como Noruega, Suécia, Israel, Canadá, Austrália e Portugal – destacam-se duas grandes linhas de estudos acerca dos grupos cooperativos: a aprendizagem cooperativa como meta educativa, com ênfase no desenvolvimento de competências sociais, que tem sido estudada especialmente em Oxford, Grã-Bretanha; e a linha que investiga a relação entre cooperação e inteligência, desenvolvida especialmente na escola de Genebra. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, 2012).

As questões relacionadas à interação social e aos processos cognitivos, representados pela ideias de Vygotsky e Piaget, influenciaram significativamente a AC por atribuírem um papel determinante à interação social no desenvolvimento cognitivo. (MENEZES; BARBOSA; JÓFILIS, 2007).

No Brasil, o estudo com aprendizagem cooperativa tem como principal referência a cidade de Pentecostes, estado do Ceará. A referência na aplicação desta metodologia ocorreu a partir do desenvolvimento do Programa de Educação em Células Cooperativas (PRECE), que existe há mais de 15 anos nos distritos rurais, sede e cidades circunvizinhas de Pentecostes. Este projeto baseia-se no estudo em células cooperativas, com objetivo de proporcionar uma preparação para o ingresso no Ensino Superior, através do vestibular e exame nacional do ensino médio (ENEM). Neste processo, os estudantes que conseguem

ingressar na universidade, retornam às suas comunidades de origem através da viabilização de bolsas de estudo, no intuito de contribuir com o acesso de outros colegas à universidade e, assim, sucessivamente. Esse movimento cooperativo contribuiu com o acesso ao ensino superior de mais de 500 jovens daquela região, inclusive no âmbito da pós-graduação, com mestres e doutores oriundos do projeto (PROGRAMA DE EDUCAÇÃO EM CÉLULAS COOPERATIVAS - PRECE, 2012).

A ideia principal desse projeto é que cada aluno possa atuar como multiplicador da metodologia, contribuindo para o ingresso de novos estudantes.

Ainda em Pentecostes existe uma escola profissional na rede estadual de ensino, na qual alunos do Ensino Médio e Técnico aprendem os assuntos sugeridos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, utilizando a metodologia da AC.

3.2 Bases pedagógicas: competição x cooperação

Segundo seus sistematizadores, para que uma aula ou qualquer outro instrumento pedagógico seja considerado de aprendizagem cooperativa, estes devem conter os cinco elementos fundamentais. (JOHNSON; JOHNSON; SMITH,1989; JOHNSON; JOHNSON, 1992).

- A interdependência positiva;
- A responsabilidade individual;
- A interação promotora (face a face);
- O ensino de habilidades sociais;
- Processamento de grupo.

Figura-1: Elementos fundamentais da AC



A interdependência positiva é um elemento fundamental para que se crie o ambiente de cooperação. Tem como premissa a teoria da *interdependência social*. Esta afirma que a forma como as pessoas interagem é determinada pela maneira como a interdependência social é estruturada, conseqüentemente influenciando os resultados. Quando as pessoas se estimulam e facilitam os esforços mutuamente para o aprendizado, tem-se a interdependência positiva (cooperação), que resulta em interação promotora. Quando não ocorre este estímulo e os esforços mútuos para chegar ao aprendizado são obstruídos, ocorre a interdependência negativa (competição), que resulta tipicamente em interação de resistência. No individualismo não ocorre uma interdependência funcional, portanto, não existe interação, visto que os indivíduos trabalham independentemente, sem intercâmbio um com o outro. (JOHNSON; JOHNSON; SMITH 1998),

Para gerar a interdependência positiva, o facilitador deve preparar o material didático e o plano de aula de maneira que cada aluno dependa do outro para alcançar o objetivo final. Este objetivo é uma meta coletiva denominada critério de sucesso que, ao ser atingido, possibilita uma espécie de bonificação do grupo.

A interdependência positiva é o elemento fundamental que diferencia o trabalho em grupos cooperativo dos grupos tradicionais. Este aspecto é planejado intencionalmente, de maneira que todos os membros devam participar para que a tarefa seja completada. Ou seja, para que uma abordagem cooperativa se efetive, uma condição inicial é que os estudantes acreditem na necessidade da construção coletiva e assumam a responsabilidade individual e coletiva na apreensão dos conteúdos que lhes são atribuídos com a compreensão de que o sucesso só pode ser obtido de forma coletiva. (JOHNSON; JOHNSON 1994).

Segundo os autores mencionados “sem interdependência positiva, não há cooperação”. Os alunos devem entender que, para que um obtenha sucesso, todo o grupo deve obter também. Para estes existem diversos tipos de interdependência, que pode ser de metas e de materiais, como de papéis e de identidade. Os conflitos produzidos no processo grupal podem acabar por gerar a competição entre os mesmos e, assim, promover o que se chama de interdependência negativa.

Nesse percurso, a identidade social dos estudantes necessita ser compreendida para que se possa desenvolver uma identidade única e, nesse contexto, é fundamental considerar aspectos étnicos, históricos e culturais da identidade de cada estudante, respeitando a todos como colaboradores do processo. A interdependência positiva acentua a cultura comum, os liga a todos os outros membros da sociedade e define os valores e a natureza da sociedade em que vivem. (LOPES; SANTOS, 2009).

Considerando a meta coletiva, que só pode ser alcançada com o sucesso de todos do mesmo grupo, surge outro elemento da aprendizagem cooperativa denominada **responsabilidade individual**. Como os indivíduos são interdependentes é necessário que cada um seja responsável por sua parte, a fim de que se estabeleça a responsabilidade individual. Como as metas estabelecidas são coletivas, todos os componentes do grupo devem cumprir a sua meta individual, caso contrário, todo o grupo será prejudicado no processo. A responsabilidade individual ocorre na medida em que o desempenho individual é avaliado e seus resultados compartilhados com o grupo. Com isso, busca-se que os próprios estudantes se auto estimulem no processo de elaboração de suas tarefas individuais, para depois partilhar seus conhecimentos com o grupo, bem como aprender os outros pontos com seus colegas.

Dentro do processo grupal é fundamental que os alunos interajam discutindo olho no olho. Algumas atividades cognitivas e dinâmicas interpessoais só ocorrem quando os alunos se envolvem na aprendizagem uns dos outros como, por exemplo, a capacidade de se influenciarem uns aos outros, conclusões coletivas e as recompensas interpessoais. Grupos nos quais os indivíduos não interajam apresentam rendimento inferior, tendo em vista que cada estudante tem uma visão particular dos assuntos abordados e isto não deve ser desperdiçado. Tem-se então outro elemento da aprendizagem cooperativa, denominado de **interação promotora**. A interação promotora ocorre quando os componentes estimulam uns aos outros a participar na execução das tarefas, isto inclui a explicação oral de como se resolvem problemas, a discussão sobre a natureza dos conceitos que estão a ser apreendidos e o ensinar os colegas a relacionar a matéria que está a ser aprendida com a que já foi ensinada antes. Todas estas características aumentam significativamente quando a interação promotora ocorre entre os membros do grupo (LOPES; SANTOS, 2009).

Para que os estudantes superem todas as adversidades e conflitos de maneira construtiva, gerados na discussão, estes precisam desenvolver as **habilidades sociais**. Alguns exemplos de habilidades sociais são: saber ouvir atentamente; esperar a vez de falar; criticar ideias, e não pessoas; partilhar ideias; ajudar ao outro; inserir. Estas habilidades são fundamentais para o processo grupal. A apreensão destas habilidades extrapola o processo de sala de aula, possibilitando a formação de indivíduos mais críticos, ativos e engajados com a sociedade, além de contribuir para a interação entre educandos de culturas e grupos étnicos diferentes, constituindo-se também fator preponderante no sucesso acadêmico dos grupos.

O **processamento de grupo** é considerado um dos elementos mais importantes da AC: Ao final de todo o processo o grupo deve se reunir para discutir o que aconteceu de positivo, negativo e propor ideias para maximizar o aprendizado no grupo. O processamento

de grupo deve conter questionamentos que proporcionem aos grupos se autoavaliarem quanto à utilização das habilidades sociais e a prática da interação promotora. Este momento permite aos grupos observarem a eficácia do trabalho em cooperação. Com as repetições destes momentos, as equipes aprimoram o trabalho em equipe, estimulando a participação e, dessa forma, contribui para a redução dos conflitos, dos efeitos negativos e para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes (NETO, 2012).

3.3 A aprendizagem cooperativa e o ensino de química no Brasil

Por quase todo o século XIX, as instituições de ensino no Brasil pautavam o ensinamento de conteúdos com caráter clássico-humanístico no qual os temas se situavam principalmente nas línguas e relações matemáticas. Consequentemente, os conteúdos relacionados ao ensino das ciências da natureza (química, física e biologia) permaneciam à margem dos currículos. As poucas instituições que incluíam esses conteúdos colocavam um tempo mínimo para sua exposição. Portanto, o processo de incorporação de química e das ciências em geral foi demorado e permeado de contradições e minúcias, existindo, nitidamente, segundo a literatura, uma resistência das instituições de ensino à incorporação destes conteúdos na matriz curricular. (MELONI, 2012).

Porém, no final do século XIX, o progresso e a civilização alcançados em alguns países do Hemisfério Norte promoviam a valorização das ciências naturais e, conseqüentemente, os movimentos para a superação das resistências à inclusão destas disciplinas nos currículos escolares. Essa valorização e os avanços dela decorrentes, especialmente nos EUA e Europa, contribuíram para que, no final deste século, algumas instituições de ensino no Brasil passassem a incluir exames contendo esses conceitos. Vale acrescentar que a definição da concepção de ciência que deveria ser ensinada nas escolas não foi unânime e a inclusão desses saberes nos currículos decorreu de processos sociais e culturais da época, e não somente pela importância desses conteúdos (MELONI, 2012).

Ainda segundo Meloni (2012), duas correntes se destacavam: uma delas defendia o ensino desses conceitos como ferramenta para dinamizar a produção; a outra acentuava a importância desses conteúdos para a formação de um cidadão culto.

Esse percurso foi influenciado por fatos históricos do mundo ocidental, como a Contra-Reforma e a Revolução Industrial, que contribuíram para a institucionalização e a profissionalização da Ciência; e a Segunda Guerra Mundial, que interferirá de forma definitiva na sua socialização (MELONI, 2012).

Neste contexto, ao ser reconhecido socialmente, a ciência sofre mudanças na sua própria natureza, passando a pautar-se na observação e racionalidade objetivas, voltando-se para a explicação da natureza e se excluindo de domínios como a religião ou a política.

Em consequência, a inclusão do estudo das Ciências no ensino formal, principalmente no último século, decorre, sobretudo, dos avanços sociais proporcionados pelo desenvolvimento científico e da expansão das novas invenções.

Neste sentido, a inclusão da química nos currículos do ensino formal no Brasil passou a orientar-se predominantemente por um caráter tecnicista e conteudista.

O formato do ensino de química no Brasil tem se caracterizado por abordagens pautadas na transmissão de conhecimentos, nas quais, ao invés de priorizar a compreensão do significado lógico e da interpretação química e físico-química dos fenômenos, são enfatizadas apenas as relações matemáticas destes conteúdos, sem a sua devida contextualização (GIESBRECHT, 1994).

Lima (2012) pontua sobre os desafios postos para os profissionais que lidam com o Ensino de Química no Brasil. Segundo ele, desde a década de 1980, várias pesquisas explicitam precariedades no ensino, despertando inquietudes no cotidiano, especialmente nos profissionais comprometidos com suas responsabilidades e com a possibilidade de mudança em suas práticas pedagógicas em relação a esta disciplina, no sentido de proporcionar novas formas de abordagem que contribuam para sua integração no cotidiano.

Nessa perspectiva, referenda-se Lima (2012), que considera a necessidade de que o ensino de Química assuma um caráter problematizador que desafie e estimule o estudante à construção do saber científico. A forma tradicional de ensino baseada em questões pré-concebidas e respostas acabadas poderá ser substituída por caminhos que o levem à corresponsabilização e interação mais efetiva com o seu ambiente (LIMA, 2012).

Ao refletir sobre a importância da reconfiguração do Ensino de Química no Brasil torna-se necessário buscar caminhos de renovação das concepções metodológicas que historicamente têm norteado este ensino.

Independente da concepção metodológica escolhida é importante fundamentar os saberes produzidos no ensino de Química, em estratégias que promovam a curiosidade e a criatividade dos educandos, de forma a contribuir para a potencialização de sua inventividade, motivando-o e relacionando-a aos fatos do seu cotidiano (ASTOLFI, 1995).

Diversos autores têm construído reflexões sobre as possibilidades de rever esses caminhos. Mortimer (1992), por exemplo, referenda a reconfiguração metodológica articulada à noção de perfil epistemológico. Dessa forma, para o autor, a história da Química se

constitui, ao mesmo tempo, fundamento e eixo orientador do processo de ensino/aprendizagem, no que concerne à abordagem dos conteúdos, e busca referendar os fatos que levaram à produção desse conhecimento ao longo da história, evidenciando o seu caráter essencialmente dinâmico na perspectiva de superação das abordagens tradicionais e dogmáticas.

Já Maldaner e Schnetzler (1998) defendem a adoção de um caminho metodológico onde a experimentação oportunize ao estudante a construção de uma reflexão crítica do mundo. Segundo ele, a experimentação promove o envolvimento ativo, criador e construtivo do educando, potencializando o desenvolvimento cognitivo com base nos conteúdos abordados.

Ainda no que concerne às possibilidades de reestruturação metodológica no ensino da Química, Eichler (2007) aponta a elaboração de materiais pedagógicos pelos próprios educadores como caminho de contextualizar os conteúdos fundamentais tratados na disciplina.

Hartwig (1985), por sua vez, chama atenção para as diversas possibilidades técnicas e metodológicas que podem ser desenvolvidas e aplicadas em sala de aula na impossibilidade de acesso às tecnologias acessadas através dos computadores. Para este autor, essas possibilidades podem contribuir para que o espaço da sala de aula possa se constituir num ambiente agradável e motivador do processo de aprendizagem do educando, desafiando-o a construir novas possibilidades.

Diante deste contexto, pode-se depreender que a AC possibilita a articulação entre conteúdos e habilidades sociais no ensino da Química, emergindo por suas possibilidades de construção compartilhada, do protagonismo dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem e do envolvimento não apenas das dimensões cognitivas destes, como ferramenta pedagógica para a necessária reestruturação metodológica que a literatura sugere.

3.4 Diálogos entre aprendizagem cooperativa, educação popular e as histórias de vida

Tendo com referência o legado pedagógico do educador Paulo Freire, a educação popular, enquanto referencial pedagógico caracteriza-se pelo diálogo entre os sujeitos, pela compreensão integral dos seres humanos e pela perspectiva emancipatória dos educandos, considerados sujeitos protagonistas dos processos educativos. Nesse sentido, constrói um agir educativo ancorado na ideia de participação ativa do educando, que valoriza os aspectos subjetivos, culturais e sociais, e incorpora princípios como a humanização e a solidariedade.

Outra questão fundamental da educação popular refere-se à importância do saber prévio dos educandos no processo de construção do conhecimento, que Freire chamou de “saber de experiência feito” (1996), a partir dos quais propõe um processo de reflexão sobre a sua realidade, problematizando-a, possibilitando a formação de uma consciência crítica sobre as condições que geram as “situações- limite” nos seus processos educativos, buscando suas potencialidades para os movimentos de superação. Portanto, a ação educativa embasada na educação popular é essencialmente problematizadora, contextualizada e inclui os saberes da vida dos educandos.

Nesse sentido, ao nos debruçarmos sobre as bases teórico- metodológicas da AC, pode-se perceber amplas possibilidades de diálogos e interfaces entre essas duas práticas pedagógicas.

3.4.1 Relação educador-educando e educando-educando

Como mencionado anteriormente, a AC é baseada na formação de grupos heterogêneos e estruturados, nos quais o aluno deve ser o principal protagonista de seu processo de aprendizagem, tendo o professor como facilitador deste processo. Por se tratar de uma metodologia baseada no trabalho em grupo e na responsabilidade individual, o processo de aprendizagem surge da interação entre educador e educando, e dos educandos entre si. Para que ocorra a interação promotora é necessário que os participantes da atividade (educador e educando) estejam integrados e dialoguem entre si. Nessa perspectiva, a postura acolhedora do educador é um dos aspectos importantes e se aproxima de um dos princípios defendidos por Freire, que é o princípio da amorosidade. Para Freire (1996), a amorosidade é um dos aspectos constitutivos do diálogo e nutre-se do afeto, da humildade, da esperança, da fé e da confiança. Segundo a concepção freireana, a amorosidade nasce de uma matriz crítica e, dessa forma, produz criticidade, ao mesmo tempo que promove a construção de vínculos e a solidariedade. Nesse sentido, o diálogo produz comunicação ao reconhecer a subjetividade e a alteridade construídas nas relações entre os sujeitos.

Outro aspecto importante para o fortalecimento da interação educador-educando, que dialoga com a educação popular, diz respeito à possibilidade do educador considerar, valorizar e incluir o “saber de experiência feito” (FREIRE, 1996) dos educandos. O compartilhamento de suas histórias de vida, ao mesmo tempo em que potencializa essa interação, proporciona ao educador a oportunidade de conhecer os contextos de vida dos educandos, suas lutas, sonhos, dificuldades. Ao mesmo tempo, a possibilidade dos educandos

conhecerem a história de vida do educador pode constituir-se um aspecto estimulador para os educandos. Essa é uma questão importante e determinante na postura do educador, que se permite expor-se aos educandos em suas potências e fragilidades, podendo se dar ali a construção de vínculos que fortalecem a cooperação (HOLANDA, 2009).

O trabalho pedagógico através de grupos cooperativos não minimiza a importância e responsabilização do educador, pelo contrário: fortalece essa importância, tendo em vista que, por um lado, a construção dos materiais pedagógicos utilizados no processo dos grupos, assim como a condução cuidadosa do processo grupal em seus vários momentos requer rigor metodológico.

Ainda no que se refere ao papel do educador e os diálogos com a educação popular, podemos acentuar a responsabilização deste no estímulo à participação ativa do educando durante as atividades grupais, seja nos processos de leitura ou discussão, na perspectiva de gerar autonomia a partir da responsabilização com a construção do seu processo educativo. Compreende-se que um processo educativo que produza autonomia nos educandos terá sempre um caráter processual e necessita centrar-se em experiências que estimulem a tomada de decisão e a responsabilização, portanto, que estimulem sua autonomia e amadurecimento (FREIRE, 1996).

Esse percurso exige o desenvolvimento de competências cognitivas e relacionais, que dialogam com as matrizes pedagógicas da educação popular e da AC, tais como a capacidade de preparar e recriar materiais pedagógicos, de construir reflexões coletivas e, conseqüentemente, constituir diálogos, seja entre os educandos entre si, seja com o educador. Esse processo exige do educador a consciência do seu inacabamento e a compreensão de que o educador também aprende com o educando, e que, dessa integração, são geradas as condições que propiciam a construção do conhecimento, tendo em vista que, concordando com Freire (1996), ensinar não é transferir conhecimentos, mas produzi-los como os sujeitos do processo.

3.4.2 As bases metodológicas (a prática, caminho metodológico)

No que se refere à dimensão metodológica, percebe-se que a AC traz em suas bases vários princípios da educação popular, especialmente aqueles referentes aos desenvolvimentos das habilidades sociais. Na AC, o interesse não foca exclusivamente na compreensão dos conteúdos, mas sim na formação de indivíduos mais ativos e críticos no seu processo de aprendizagem. Aprender a falar em público, saber escutar, criticar ideias e não as

peças são habilidades que o estudante deve desenvolver para a prática com ensino baseado na cooperação.

O processo de interação entre indivíduos une nitidamente a educação popular com a AC, pois, para que estes se desenvolvam criticamente e sejam capazes de interagir e modificar suas realidades, é necessário que possam trabalhar interagindo face a face. A produção dos conflitos no ambiente de aprendizagem coloca os educandos em situações-chave que permitem a estes se desenvolverem mais efetivamente.

Um desafio permanente do educador refere-se à possibilidade de motivar os educandos. Dessa forma, tem a responsabilidade de elaborar estratégias que possibilitem esse estímulo e, nesta perspectiva, o educador encontra amparo em ambas abordagens.

Mendonça (2007) reforça a importância de introduzir métodos que se coloquem como alternativas aos processos de ensino-aprendizagem orientados prioritariamente na transmissão de conteúdos. Dessa forma, reforça o desenvolvimento de ações curriculares que promovam a cooperação, a convergência, a produção de projetos comuns, as atividades interpessoais e de grupo, o sentido de responsabilidade e do respeito mútuo.

4 METODOLOGIA

O percurso metodológico escolhido para realização da pesquisa de campo e análise dos dados referentes à utilização das técnicas de AC no ensino da Química transitou, por um lado, pelas abordagens metodológicas da própria AC e, por outro, em abordagens da educação popular como os círculos de cultura e as histórias de vida.

No que diz respeito à AC, esta se constituiu a base do primeiro momento da pesquisa de campo com a utilização de diversas técnicas dessa abordagem em sala de aula. O momento de análise do processo de aprendizagem foi realizado a partir de três enfoques: o círculo de cultura, aplicação de instrumentos de avaliação e a observação participante. Os referidos instrumentos de avaliação tratam-se de questionários com questões objetivas e subjetivas relativas ao aprendizado com AC.

4.1 Contatos iniciais com a AC (produção dos planos de aula e materiais didáticos)

O primeiro movimento para desenhar a metodologia deste trabalho foi o envolvimento do pesquisador/autor no curso de formação em aprendizagem cooperativa para professores (de todas as disciplinas) de escolas públicas do Ensino Fundamental e Médio do estado do Ceará, realizado de agosto a dezembro de 2012.

Este curso foi constituído através da parceria entre PRECE e SEDUC, objetivando a discussão teórica acerca desta metodologia. Os encontros eram ministrados pelo Prof. Dr. Manoel de Andrade Neto e convidados, culminando com a elaboração de planos de aula e material didático, utilizando diversas técnicas de aprendizagem cooperativa.

Os planos elaborados durante o curso foram selecionados para a apresentação no II Encontro Cearense de Aprendizagem Cooperativa, realizado em Fortaleza – CE, no período de 10 a 12 de dezembro de 2012, e contou com a presença dos sistematizadores da metodologia: Roger e David Johnson.

Os planos de aula com a temática: “estudo das soluções”, que foram elaborados ao longo de todo o curso de formação, foram submetidos à apreciação de uma banca formada por quatro professores da Escola Profissional de Pentecostes, durante o processo seletivo de professores, principal referência na aplicação da abordagem cooperativa no Ceará e única instituição no Brasil a adotar esta abordagem em todas as suas séries. Com base na apreciação da banca foram selecionados 09 planos para aplicação com os estudantes (ANEXO I, p. 77).

As atividades foram planejadas com aulas geminadas de 100 minutos (2 horas-aula), contendo os seguintes subtemas referentes ao “estudo das soluções”:

- Principais tipos de dispersões, características, propriedades e aplicações;
- Introdução ao estudo das soluções (propriedades e classificações);
- Coeficiente de solubilidade de sólidos em água, suas relações matemáticas e aplicações no cotidiano;
- Tipos de solubilidade e solubilidade gasosa (demonstração e aplicações da Lei de Henry);
- Relações quantitativas entre soluto e solvente (unidades de concentração);
- Diluição, mistura de soluções e titulação;
- Propriedades coligativas.

Para cada subtema foi elaborado um material didático (ANEXO II, p. 88) contendo informações teóricas e instrumento de avaliação, incluindo as habilidades e competências exigidas pelo ENEM sobre o assunto, utilizando o material didático adotado pela escola e outras referências encontradas em bases de dados sobre o tema. (BRADY; HUMISTON, 1995; BROWN; LEMAY, 2005; ATKINS; JONES, 2006; FRANCO, 2009; REIS, 2011).

4.2 Técnicas de aprendizagem cooperativa utilizadas

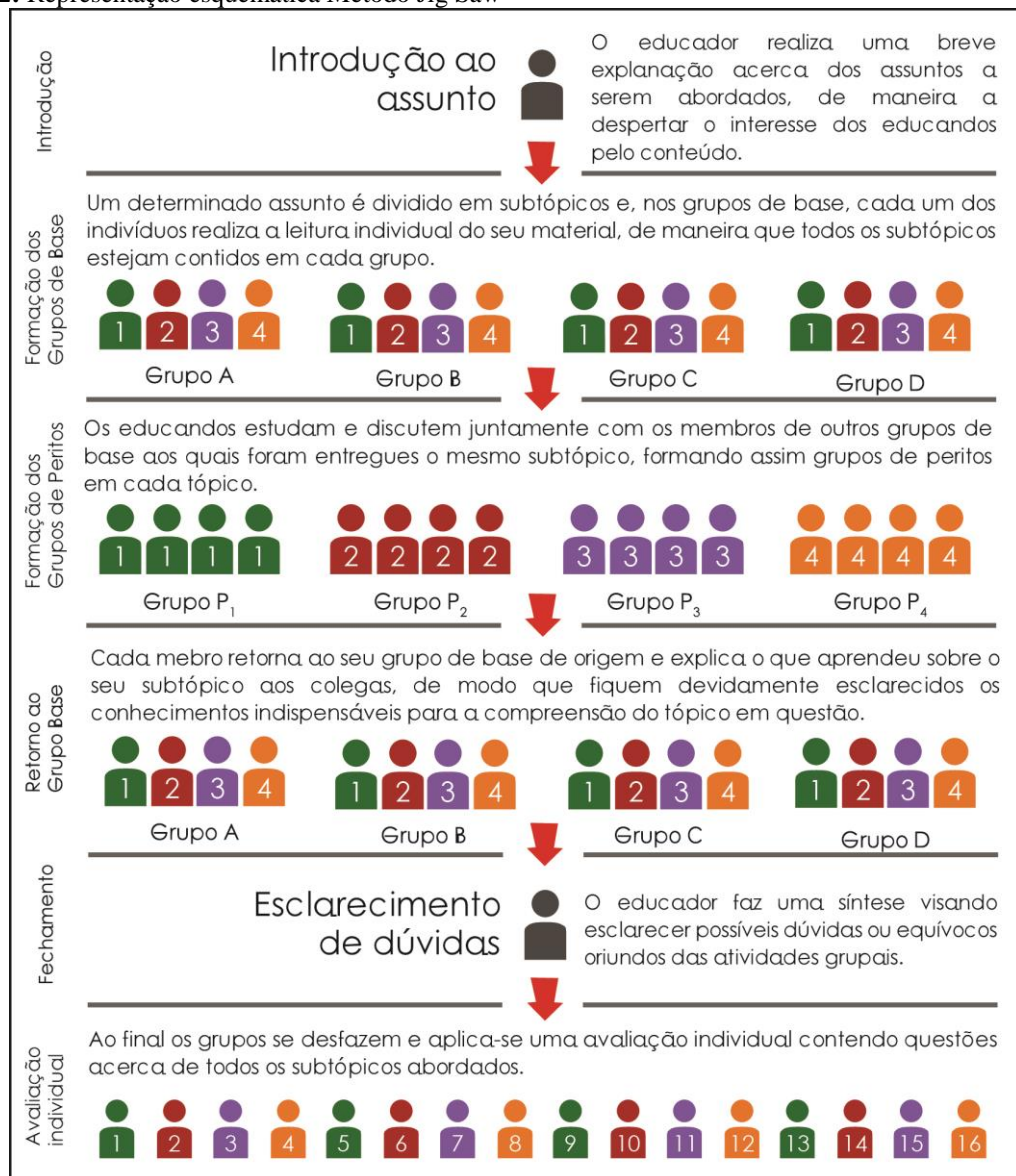
Foram utilizadas quatro técnicas distintas de AC na elaboração dos instrumentos pedagógicos: Método Jig Saw (JS), Método dos Pares (MP), Fila Cooperativa (FC) e Teste Cooperativo (TC), adaptados a partir de diversas referências estudadas (LOPES; SANTOS, 2009; FATARELI et al., 2010).

A escolha das técnicas se fez com referência no estudo bibliográfico e análise daquelas que mais se adequaram à temática e ao contexto do estudo. A pesquisa bibliográfica revela que os métodos cooperativos, quando bem empregados, podem favorecer o processo de aprendizagem. (BARBOSA; JÓFILI, 2004; LOPES; SANTOS, 2009; FATARELI et al., 2010).

Aronson e colaboradores (1978) desenvolveram um método de ensino que dialoga diretamente com os elementos da AC, denominado Jig Saw (JS) ou quebra-cabeças sistematizado, com processos específicos e particularmente adequados ao desenvolvimento de competências cognitivas.

O JS consiste em fragmentar um tema principal em tópicos. Os educandos são inicialmente organizados em grupos de base nos quais cada um recebe um dos tópicos preparados e faz a leitura individual. Após a leitura o educando segue para outro grupo denominado grupo de peritos, constituído de educandos com o mesmo tópico. O objetivo deste grupo é aprofundar a discussão sobre este tópico. Posteriormente, cada participante retorna ao grupo base, onde compartilha seu aprendizado de forma que todos podem aprender acerca de todos os tópicos. Ao final, realiza-se uma avaliação escrita individual, a partir da qual objetiva-se obter o critério de sucesso da atividade, que é uma meta coletiva com relação ao grupo de base (ao ser definida pelo educador). A figura 2 demonstra, de maneira simplificada, o processo:

Figura-2: Representação esquemática Método Jig Saw

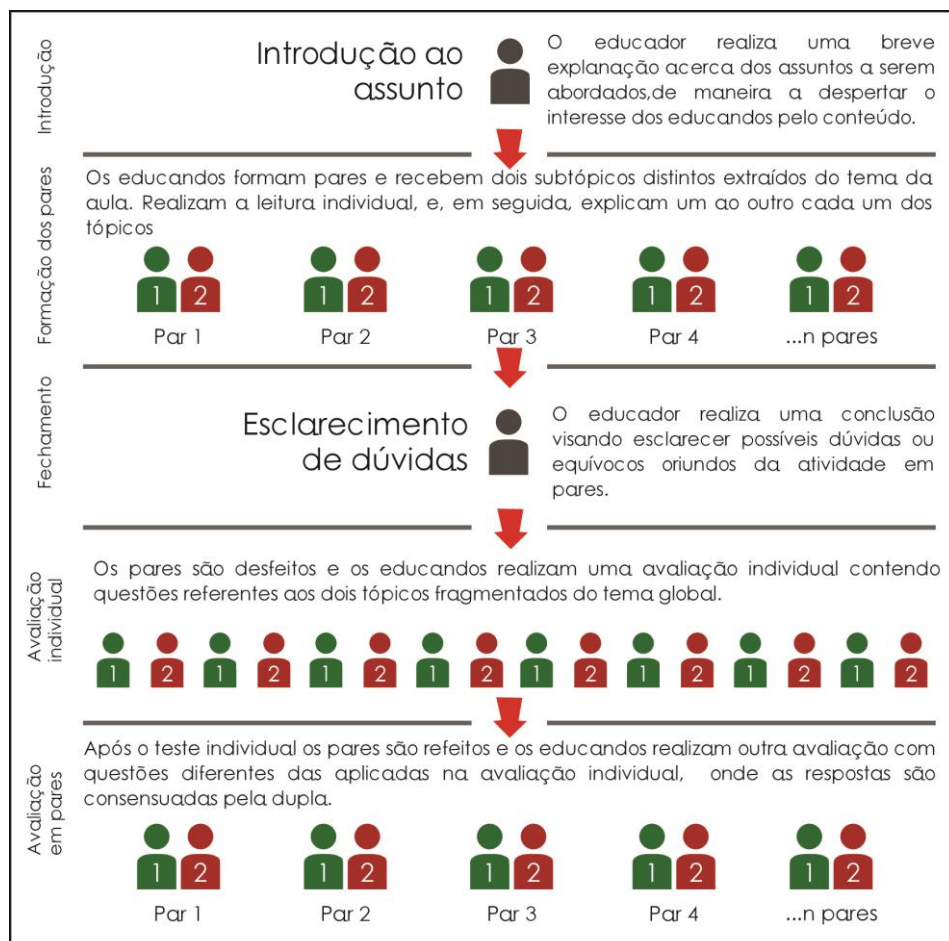


Fonte: Adaptado de Fatarelli, 2010.

A pesquisa bibliográfica revela que este método é um dos mais utilizados, pois propicia a produção de um conhecimento mais aprimorado, porém sua utilização para estudos com química ainda é recente e existem poucos trabalhos publicados na literatura. (BARBOSA; JÓFILIS, 2004; FATARELLI et al., 2010)

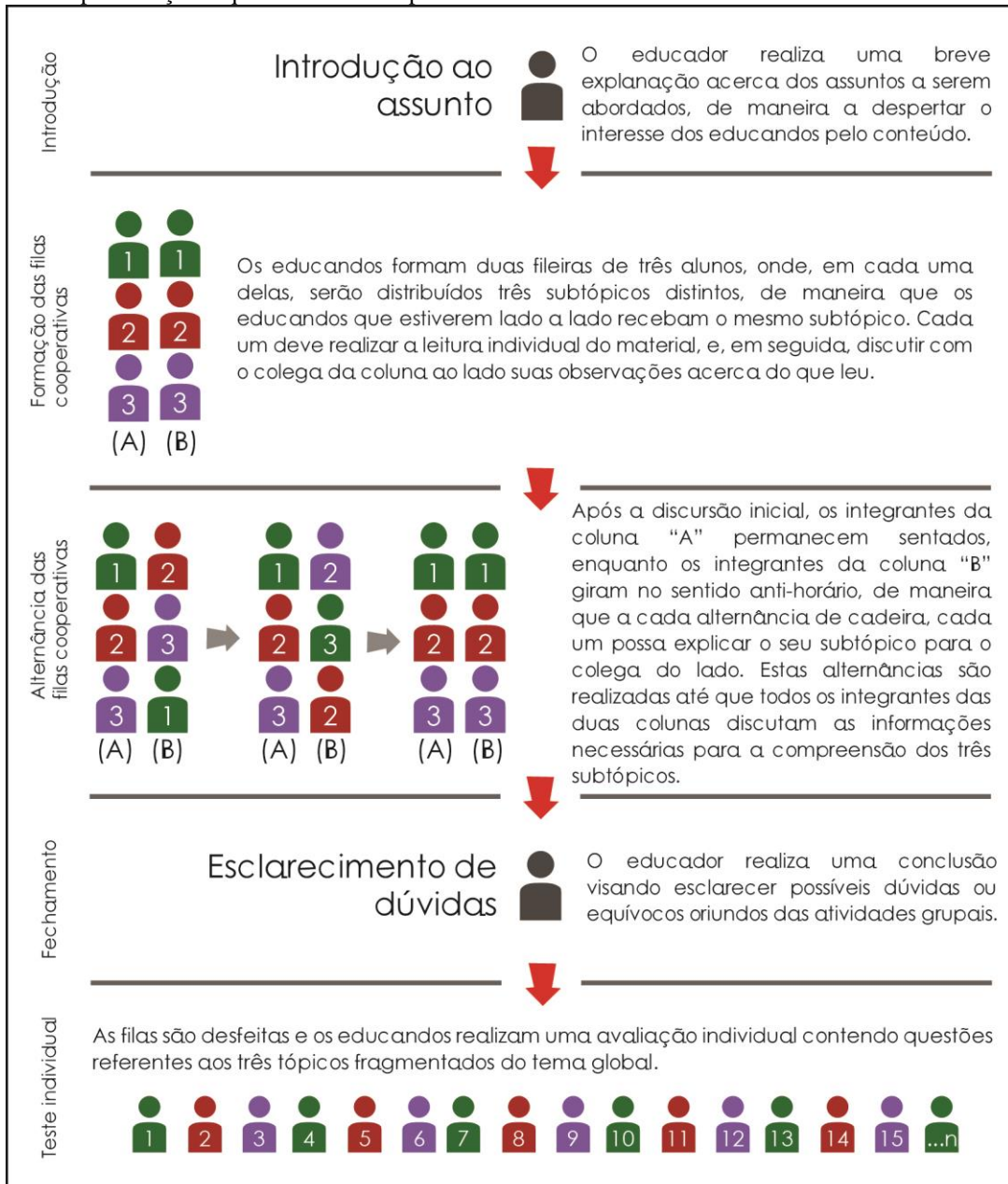
O método dos pares consiste na formação de duplas. Cada componente da dupla recebe um dos dois materiais didáticos diferentes e intercomplementares preparados pelo facilitador. Os estudantes devem realizar a leitura individual de seu tópico, anotar os tópicos mais significativos e, em seguida, deve explicá-lo ao outro componente da dupla, e realizar uma discussão acerca do mesmo. O mesmo ocorrerá com o outro componente da dupla. Assim, após as leituras, explicações e discussão cada componente vai realizar um teste escrito individual contendo questões estilo ENEM sobre os dois tópicos abordados no processo. Após o teste individual os pares são refeitos e estes realizam uma nova avaliação com questões diferentes das iniciais, porém as respostas devem ser dadas em consenso pela dupla (BARBOSA; JÓFILIS, 2004; LOPES; SANTOS, 2009). A figura abaixo descreve o processo:

Figura-3: Representação esquemática Método dos Pares



A fila cooperativa visa alternar temas em fileiras, onde os alunos possuem tópicos distintos e vão construir explicações para compartilhar uns com os outros conforme demonstra a figura 3. Os integrantes da fila A permanecem sempre fixos, enquanto os integrantes da fila B se alternam no sentido horário até que o ciclo se complete. Após as discussões realizam uma atividade avaliativa com uma meta coletiva sobre todos os temas abordados.

Figura-4: Representação esquemática fila cooperativa

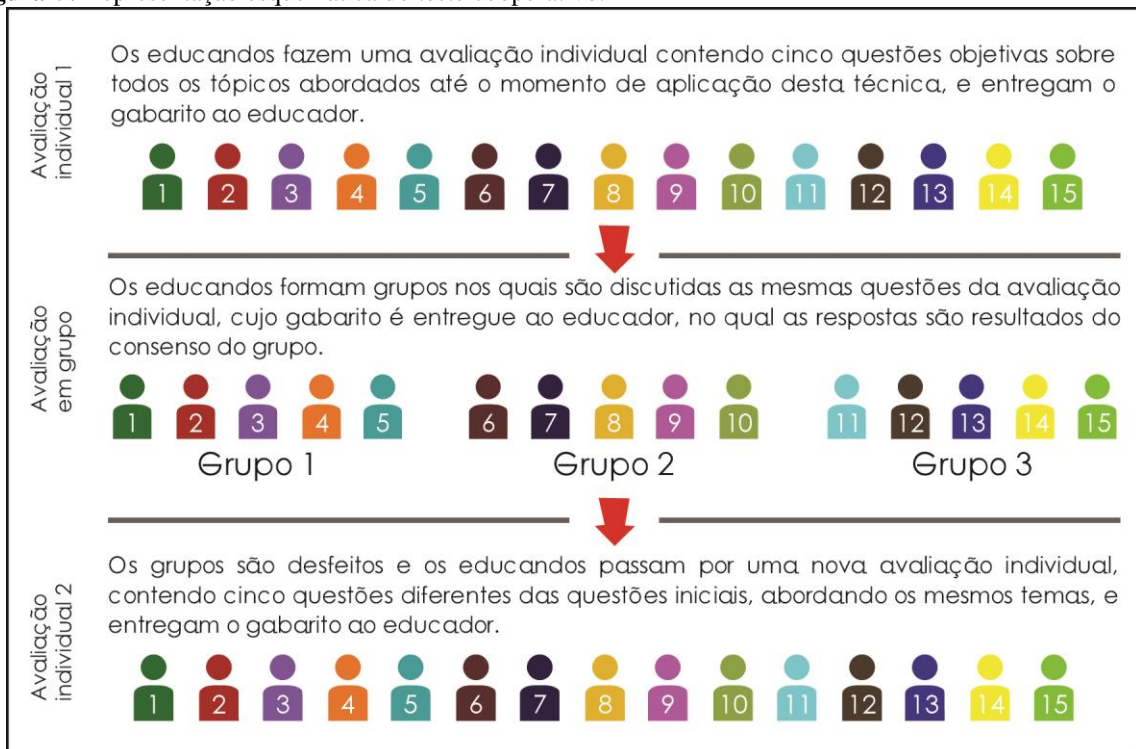


Fonte: Próprio autor

O teste cooperativo consiste na resolução de questões em grupos que vão sistematicamente aumentando de tamanho assim como o número de questões, e tem como finalidade realizar uma atividade de revisão. Neste trabalho, o método em questão foi alterado

com a finalidade de melhor adequação à atividade desenvolvida. Inicialmente os alunos resolveram cinco questões individualmente, contendo todos os tópicos revisados, e entregaram os gabaritos ao professor. Em seguida são formados grupos heterogêneos (cinco componentes), cada grupo resolve as mesmas questões coletivamente e entregam um novo gabarito ao professor. Logo após, o professor realiza a resolução dos exercícios e os alunos, individualmente, irão responder a mais três questões diferentes, contendo os mesmos tópicos das cinco questões iniciais, conforme demonstra a figura a seguir:

Figura-5: Representação esquemática do teste cooperativo.



Fonte: Próprio autor

Segundo as técnicas cooperativas, a heterogeneidade dos grupos é uma característica fundamental. Dessa maneira, os alunos foram agrupados de forma a incluir, no mesmo grupo, os mais diferentes perfis. Para a aplicação das técnicas de AC, a ambiência é um fator importante. Neste sentido, antes do início das aulas as cadeiras foram posicionadas de forma a possibilitar a efetivação das aulas segundo o tempo sugerido nos referidos planos de aula.

Além das técnicas de AC “as histórias de vida” foram incluídas tendo como referência a observação de momentos pedagógicos no PRECE, nos quais esta abordagem foi utilizada, sendo possível perceber a ampliação da interação entre os participantes.

4.3 Cenário da pesquisa, percurso e instrumentos de avaliação

Quixadá, localizado na macrorregião de sertão central do Ceará, foi municipalizado em 1870 e é hoje um dos principais municípios daquela região. Segundo o censo de 2010, a cidade apresenta uma população de 80.604 habitantes, distribuídos em uma área absoluta de 2.019,82 Km². Desta população, 57.485% vive em região urbana. Esse percentual aumentou em 32% ao longo de duas décadas. Como outros municípios do sertão central, tem um baixo índice pluviométrico (838,1), o que faz com que a região sofra bastante durante os períodos de seca, além de contribuir para as elevadas temperaturas, que variam em média de 26° a 28°. Uma das características do relevo deste município são os maciços residuais, dentre os quais destacam-se os monólitos, que se distribuem ao longo de todo o município e que o tornam conhecido nacionalmente. No campo da saúde, o município constituiu-se durante a década de noventa uma referência nacional, por ser um dos primeiros a implantar a estratégia saúde da família, levando a atenção à saúde, através de equipes multiprofissionais, para a zona rural. (IPECE, 2011).

No que se refere à educação, os indicadores são preocupantes, devido às baixas taxas de aprovação, inferiores à média do estado do Ceará. Os índices de pobreza, tanto na área urbana como na área rural, são superiores à média do estado.

O Colégio Cláudio Amadeo Damasceno (CACD) é uma escola particular, localizado na cidade neste município, constitui-se cenário de aplicação deste estudo. A escolha desta escola se deu em virtude da inserção do pesquisador no corpo docente da disciplina de físico-química da instituição. Esta é uma escola de ensino tradicional existente há 20 anos, contando atualmente com aproximadamente 700 estudantes da Educação Infantil ao Ensino Médio, e a abordagem pedagógica é prioritariamente competitiva, especialmente no que diz respeito ao Ensino Médio.

As aulas planejadas foram aplicadas à turma do 2º ano do Ensino Médio, constituída de 39 alunos, e mais 11 estudantes do 3º ano, que foram selecionados com o intuito de garantir a heterogeneidade dos grupos. As aulas foram realizadas em período extracurricular, em comum acordo com os estudantes e o consentimento da coordenação pedagógica da instituição de ensino.

Inicialmente, realizou-se uma oficina utilizando a técnica das histórias de vida. Nesta técnica, o facilitador faz uma breve narrativa historiando sua vida e, em seguida, divide os alunos em pequenos grupos para compartilharem suas histórias. Neste contexto, cada componente se responsabiliza ao mesmo tempo por construir a sua narrativa e registrar a

narrativa de um dos componentes do seu grupo, apresentando, posteriormente, de forma resumida, para todos os integrantes da oficina. Ao final, todos os grupos se reúnem em círculo, de forma que todas as histórias foram compartilhadas com todos.

Esta técnica de compartilhamento das histórias a partir do olhar do outro teve como finalidade proporcionar uma maior interação entre os alunos, tendo em vista que o ambiente de cooperação se potencializa quando os componentes do grupo se conhecem. (HALBWACHS, 1990; JOSSO, 2002; HOLANDA, 2009).

A compreensão sobre o ambiente e as vivências de cada educando, tanto pelos colegas como pelo próprio facilitador, deve ser incentivada, pois, como se pretende produzir estudantes com maior grau de autonomia pelo desenvolvimento das habilidades sociais. (FREIRE, 1996).

Como forma de complementar as informações acerca da abordagem cooperativa e possibilitar aos educandos a compreensão dos objetivos do trabalho em grupo nesta prática pedagógica, foi realizado um seminário no qual foram discutidos aspectos básicos da aprendizagem cooperativa, referenciados principalmente na experiência das células cooperativas utilizadas pelo PRECE da cidade de Pentecostes, assim como de outras experiências exitosas pelo mundo, utilizando esta técnica de ensino-aprendizagem.

Ao final do seminário foi aplicado, com os estudantes, um instrumento sob a forma de questionário, (ANEXO III, p. 136) com o propósito de detectar as impressões prévias destes acerca do trabalho em grupo, uma vez que as técnicas de aprendizagem cooperativa utilizam a abordagem de grupos estruturados, ainda desconhecida para muitos dos participantes.

O primeiro contato dos estudantes com a técnica em si foi a aplicação de um teste cooperativo visando estimular os educandos a se envolverem no processo, seguido de uma discussão final, traçando uma comparação entre a forma de trabalho cooperativo em contraposição às abordagens pautadas na competitividade, que são mais frequentemente utilizadas na instituição na qual o estudo foi realizado.

A partir desta primeira vivência foi instituído um teste sociométrico (ANEXO IV, p. 137) no qual os estudantes foram questionados acerca de com quais colegas de turma gostariam ou não de trabalhar. Desta forma, foi possível identificar os “preferidos” e os “vilões”. A identificação destes perfis possibilitou a heterogeneidade dos grupos, evitando-se assim a formação de grupos por afinidade e a segregação dos “vilões”. A cada três aulas os grupos eram modificados com o intuito de fazer com que os educandos interagissem com o

maior número possível de companheiros de sala, e também o remanejamento de alunos devido às faltas, e das homogeneidades identificadas.

Somente quando concluídos os procedimentos descritos é que foram aplicados os planos de aula aqui mencionados. Foram realizadas 18 horas-aula na sequência dos conteúdos já descritos. Os encontros foram realizados uma vez por semana, no contra-turno de suas aulas regulares, durante o primeiro bimestre de 2013. Estes ocorriam na sala multimídia da escola, por ser um ambiente com as condições estruturais necessárias ao trabalho com esta abordagem.

Conforme mencionado anteriormente, a análise do processo de aprendizagem com as técnicas utilizadas foi realizada a partir de três abordagens: realização de um círculo de cultura, aplicação de instrumentos de avaliação (ANEXO V, p. 138) sob o formato de questionários com questões subjetivas e objetivas, e a observação participante.

Os círculos de cultura sistematizados por Paulo Freire (1996) propõem uma aprendizagem que rompe com a fragmentação e exige uma tomada de posição frente às situações vivenciadas em determinados contextos. Traz em sua base pedagógica um caráter radicalmente democrático e libertador, promovendo a horizontalidade na relação educador-educando, a dialogicidade e a perspectiva de conquista da autonomia, contrapondo-se, em seu caráter humanístico, à visão elitista de educação. (DANTAS, 2010).

Esta abordagem está em consonância com os princípios da aprendizagem cooperativa, que visa à formação de estudantes protagonistas do seu processo de aprendizagem.

Os círculos de cultura estruturam-se em quatro momentos distintos, destacados em negrito: a **investigação do universo vocabular**¹, do qual são extraídas **palavras geradoras**², cujo objetivo é realizar uma primeira leitura da realidade, ajudando o educador a interagir com o educando para que possa emergir o **tema gerador**. Outro momento é a **Tematização**³, ou seja, processo no qual os temas são decodificados com o intuito de despertar a consciência do vivido, o seu significado social, promovendo a ampliação do conhecimento e a compreensão dos educandos sobre a própria realidade, na perspectiva de

¹Relação das palavras de uso corrente, entendida como representativa dos modos de vida dos grupos ou do território onde se trabalhará (estudo da realidade). Este momento permite o contato mais aproximado com a linguagem, as singularidades nas formas de falar do povo, e suas experiências de vida no local.

²Unidade básica de orientação dos debates.

³A codificação pode se dar por imagens expressas de várias formas — desenho, fotografia, imagem viva, — que por sua vez deverão suscitar novos debates. Parte-se da compreensão de que cada pessoa, cada grupo envolvido na ação pedagógica, dispõe em si próprio, ainda que de forma rudimentar, dos conteúdos necessários dos quais se parte.

intervir criticamente sobre ela. Por fim, ocorre a **Problematização** que busca superar a visão ingênua a partir da observação da realidade com todas as suas contradições, buscando explicações que o ajudem a transformá-la. Dessa forma, a problematização representa a manifestação de uma situação refletida com o conjunto dos atores, possibilitando a produção de conhecimentos com base na vivência de experiências significativas. (DANTAS, 2010).

No contexto deste estudo buscou-se, com o círculo de cultura, observar e identificar aspectos significativos para os estudantes envolvidos, em relação ao processo de aprendizagem com a abordagem cooperativa e, com base na problematização, estabelecer parâmetros de análise da apreensão dos conteúdos com a abordagem cooperativa em relação às técnicas usualmente utilizadas na escola de origem. A descrição minuciosa de como ocorreu a aplicação desta metodologia com os educandos é realizada juntamente com a discussão dos seus resultados.

Considerando a implicação do pesquisador no processo, a observação participante também se constituiu como procedimento de coleta de dados. Este método constitui-se como um dos instrumentos fundamentais da pesquisa, por enfatizar as relações informais do pesquisador no campo e se demonstra ferramenta adequada, particularmente quando o pesquisador tem como objeto de estudo pessoas em relação com as suas realidades concretas. (MINAYO, 1994; BARBIER, 2002).

Ao final do círculo de cultura foi aplicado mais um questionário com questões objetivas e subjetivas, com o objetivo de identificar possíveis lacunas deixadas pelo círculo de cultura e o diário de campo que se constituiu como um espaço informal de observações.

Portanto, estes instrumentos foram escolhidos, visando verificar a importância das inovações das técnicas e instrumentos pedagógicos utilizados para o alcance de resultados desejados.

Os processamentos de grupos sugeridos para cada atividade com os educandos estão disponíveis em cada plano de aula, com o decorrer do processo os próprios alunos foram acrescentando tópicos ao processamento de grupo.

O fluxograma a seguir demonstra, de maneira simplificada, todo o percurso metodológico descrito anteriormente.

Figura-6: Fluxograma metodologia

Fonte: Próprio autor

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

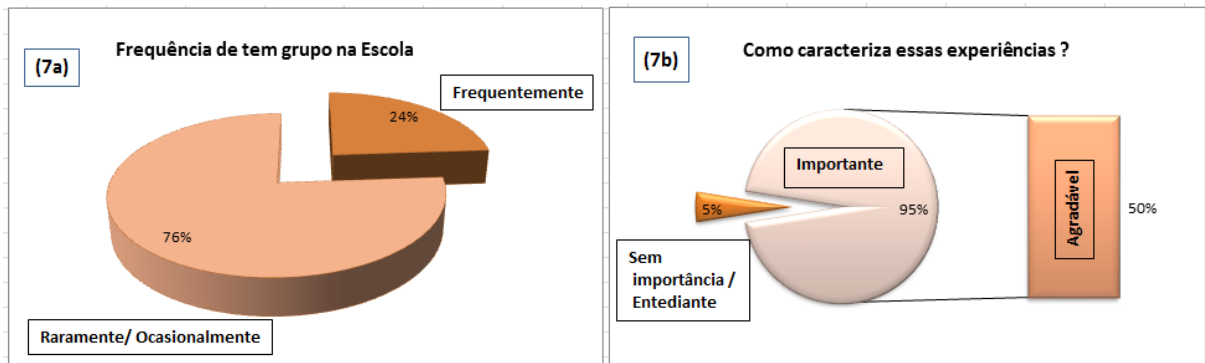
Os resultados aqui apresentados referem-se às análises produzidas previamente, durante e após as aulas com as técnicas de AC. Como já descrito anteriormente, para a produção das análises, se lançou mão de questionários, círculo de cultura, história de vida e observação participante.

5.1 O saber prévio do estudante acerca de abordagens grupais no processo de aprendizagem

Antes da realização das aulas utilizando a aprendizagem cooperativa foi aplicado um instrumento de avaliação na forma de questionário, objetivando apreender a experiência prévia dos estudantes com abordagens grupais. A análise deste instrumento revela que a abordagem grupal é algo familiar a todos os estudantes que participaram da pesquisa. Porém, a utilização destas abordagens não se configura como algo rotineiro e sistemático nas atividades escolares ou sociais.

A análise do instrumento aplicado previamente com os estudantes para apreender sua experiência com abordagens de grupos revelou que 100% destes tinham alguma experiência com este tipo de abordagem. A análise revela ainda que para 80% dos estudantes o ambiente escolar foi o único cenário de vivência grupal e apenas 20% referiram-se a espaços religiosos, grupo de jovens e musicais, como cenários dessas vivências. Essas experiências prévias dos estudantes foram analisadas segundo a frequência e a importância dada por estes a este tipo de atividade. A figura 7 revela que para 76,1% dos estudantes, essas atividades ocorrem com frequência ocasional ou rara, o que parece indicar que nesta instituição de ensino este tipo de abordagem é pouco enfatizada e a metodologia expositiva parece constituir-se o principal caminho pedagógico adotado.

Figura-7: (7a) Experiências dos educandos com atividades grupais (7b) Importância atribuída pelos educandos a essas experiências.



Fonte: Próprio autor

O instrumento revela ainda que 95% dos participantes (gráfico 7b) já referenciam o trabalho em grupo como algo significativo e importante apesar da sua reduzida aplicação, sendo que para mais da metade deles essas atividades são agradáveis. Os estudantes consideram como características do trabalho em grupo

“coletividade; parceria; união; compromisso; disciplina; comprometimento; troca de conhecimento; profissionalismo; responsabilidade; cooperação; convívio com as diferenças; compartilhamento de conhecimentos; objetivos comuns; pontualidade; paciência; saber expor e ouvir ideias; socialização; presença de um supervisor para orientar; planejamento; meta; comunicação; organização; responsabilidade individual”.

Outro questionamento feito a partir do instrumento diz respeito às potencialidades do trabalho em grupo como técnica de aprendizagem e socialização. Neste sentido, os estudantes apontaram

“vivenciar as individualidades e lidar com a diversidade; aprender a trabalhar em grupo; trabalho mais aberto; socialização; aprimoramento que possibilita maior índice de entendimento. Interativo; nivelamento dos alunos; agilização do trabalho; mais ideias; compartilhar conhecimentos; desenvolver ideias coletivas; maior responsabilidade; mais didático; convivência social; melhora a oratória; desenvolve espírito de liderança; aprender com os outros; conviver com o próximo; competência; maior comunicação; entrosamento; menos cansativo; troca de experiências; facilidade de resolução; perde a vergonha de falar em público”.

Ao mesmo tempo, apontam desafios como

“a dificuldade de alguns para organizar as ideias; nem todos colaboram; dificuldade do consenso entre todos; a timidez de alguns e o egoísmo de outros; a divisão igualitária das tarefas; a ocorrência de desavenças; a necessidade de conciliação entre opiniões opostas; o controle do tempo; as conversas paralelas; a paciência para lidar com os outros; o individualismo; a aproximação dos parceiros do grupo; a discordância de opiniões; as pessoas que só querem ficar nos grupos”.

com pessoas inteligentes para tirar boas notas; brigas; apresentar o trabalho em grupo; interagir com pessoas que não convive; envolver a todos; o desinteresse de alguns”.

A análise das opiniões dos educandos possibilita a reflexão de que a referência dos estudantes sobre a abordagem grupal no que diz respeito aos desafios coincide com as características do trabalho em grupos não estruturados (grupos tradicionais). Ao mesmo tempo, as potencialidades e características apontadas por eles coincidem em sua maioria com elementos da AC que ainda não conheciam.

Apesar de, em sua grande maioria (95%), referenciam o trabalho em grupo como algo significativo, paradoxalmente referenciam a competitividade como algo importante para o processo de ensino-aprendizagem.

“estimula saber mais, as melhores instituições querem os mais preparados; para vencer o outro estudamos mais; há um esforço maior para ganhar e assim aprender mais; dá determinação; quanto maior a competição maior o interesse; leva a pessoa a se esforçar mais para se destacar em relação aos outros; aumenta a produtividade; disputa saudável; superação dos obstáculos.

Estas impressões refletem o investimento, por parte da escola, em torno de atividades pedagógicas baseadas na competição. Porém, mesmo considerando a competição como algo importante, referenciam alguns pontos negativos de abordagens competitivas: *“Leva ao desrespeito tornando ruim a convivência; dá medo; apenas o mais forte se dá bem; obsessão de ganhar; frustrações; os alunos deixam de ajudar seus colegas com mais dificuldades”.*

Em relação ao confronto competição versus cooperação, a análise coletiva durante o círculo de cultura revelou que, no geral, percebem a necessidade do trabalho cooperativo e em equipe como características fundamentais para a entrada no mercado de trabalho.

Conforme descrito anteriormente, como forma de garantir a heterogeneidade do grupo foram aplicados testes sociométricos aos quais foi acrescida a observação participante da experiência do autor como professor com esses educandos por três anos consecutivos e também em informações fornecidas pela coordenação pedagógica da escola, que faz o acompanhamento individual de todos os alunos. O teste sociométrico revelou que os estudantes com maior capacidade cognitiva (notas mais altas) são os preferidos para o trabalho em grupo e que os interesses individuais se manifestam nas atividades grupais segundo a perspectiva da competitividade, onde a proximidade com o outro se justifica pela possibilidade obter vantagens para si próprio.

5.2 As histórias de vida como espaço de interação entre educador-educando e educando-educando

A inclusão das histórias de vida na AC é recente e uma proposta referenciada apenas na experiência do PRECE, com o objetivo de proporcionar um ambiente mais interativo e cooperativo, não se constituindo um elemento específico desta abordagem.

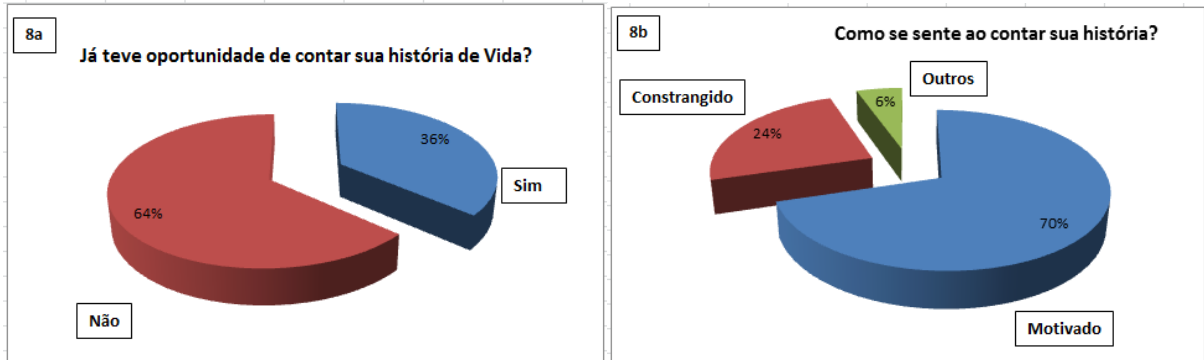
A inclusão desta técnica na pesquisa se deu com essa finalidade. Considerando os educandos em questão, apesar de a maioria de estudar junto há muito tempo, muitos conheciam pouco da vida daqueles que não fazem parte do seu círculo pessoal de amizade.

Nas histórias de vidas foi possível identificar fatos marcantes para os educandos como: problemas de saúde na família; alcoolismo; problemas de relacionamentos com pais e mães; suas expectativas com relação à carreira profissional; sua origem; cidades onde morou; pessoas que considera importantes em sua vida. Este processo propiciou a interação entre os educandos, motivando-os para desenvolver as atividades. *“Conhecendo a vida doutro a interação fica mais fácil”*.

Como mencionado anteriormente, a narrativa das histórias de vida foi utilizada com o intuito de catalisar a formação do ambiente cooperativo. O instrumento aplicado após a realização dessa vivência indica que 64% dos participantes nunca tiveram a oportunidade de contar suas histórias, nem mesmo em ambiente familiar (figura 8a), o que pode revelar-se um indicador dos modos como se constituem as relações familiares e sociais na atualidade, onde o ritmo acelerado das pessoas e a forma como se organizam deixa pouco tempo para encontros onde se promova a escuta do outro.

Os que afirmaram já ter contado suas histórias apontaram a escola, a família, as vivências religiosas e os amigos próximos como espaços onde essas narrativas puderam ser escutadas. No geral, conforme indica o gráfico 8b, os estudantes sentiram-se motivados a contar suas histórias para os colegas (70%), porém alguns declararam certo constrangimento em expor fatos de sua vida em público.

Figura-8: Resultados sobre as histórias de vida (8a) oportunidades (8b) o que achou.



Fonte: Próprio autor

A análise ainda indica que a imensa maioria (96%) dos participantes considera importante a utilização desta técnica como forma de favorecer a interação com os colegas de turma. A análise das justificativas sobre a importância desta técnica como forma de favorecer a interação revela que:

“promove a aproximação entre as pessoas; o conhecimento do outro; olhar as pessoas com outros olhos; conhecer melhor a vida de cada um; aumenta a identificação entre as pessoas; promove vivências compartilhadas aproximando o grupo; facilita a socialização; melhora a comunicação; facilita a convivência; conhecer a pessoa que vê diariamente; conhecer e entender a personalidade; facilita interação para os debates; não julgar precipitadamente e de forma incorreta; conhecia algumas pessoas a cinco anos e não sabia quase nada sobre suas vidas e até as julgava antecipadamente sem as conhecer; entender e conhecer melhor, evitando o julgamento; conhecer as dificuldades; aproximar; possibilitar maior intimidade e companheirismo”.

Ao serem questionados sobre a importância das histórias de vida para a interação entre os companheiros de sala, apenas um dos estudantes referiu a atividade como sem importância para potencializar essa interação. De forma geral, percebeu-se que, para os educandos envolvidos, a história de vida efetivamente se configurou como instrumento de socialização, interação e comunicação. Em suas palavras:

“socialização mais rápida e proveitosa; potencializa a amizade; estimula o estudo; proporciona conhecer detalhes da vida do outro; saber os problemas que as pessoas passaram e podem vir a ter; facilita o compromisso entre os membros do grupo; entender mais o colega; valorizar e respeitar os amigos; saber como agir com as pessoas; torna o ambiente mais agradável, entender os motivos dos jeitos de ser cada um; muda a visão do outro em muitos aspectos; escolher melhor as pessoas para participar do seu grupo; evitar julgamentos pela aparência; conhecer os sonhos e desafios dos outros; possibilita um melhor modo de ajudar os colegas; conhecer a personalidade do outro; facilita a dinâmica na hora das aulas”.

Essas afirmações vão ser corroboradas durante o círculo de cultura, quando os educandos revelam, na síntese criativa, o sentido desta técnica no processo.

“a gente observou que mesmo pessoas que estudam na mesma sala têm uma forma de vergonha um do outro e têm o seu grupinho, suas amigas e amigos e não são todos que sabem a sua história, que sabem do que você já passou e, nesse encontro, foi proporcionado pela metodologia uma forma de contar sua história, que no meu ponto de vista é uma forma muito boa porque agente passou a enxergar a vida das outras pessoas de outra forma, a ver aquela pessoa de outra forma, saber das dificuldades que a pessoa passou, isso foi uma forma de unir todas as pessoas que estavam ali, isso foi uma análise maravilhosa”.

Todos indicam, em suas afirmações, que conseguiram captar informações sobre seus colegas, o que consideram uma questão importante. Esses indícios corroboram com a ideia que vem sendo trabalhada no PRECE de inclusão desta técnica na AC como forma de proporcionar o ambiente cooperativo.

Também para o educador é fundamental conhecer as histórias de vida dos educandos, processo que pode facilitar a criação de vínculos, propiciando-lhe a atuação no que Vygotsky denominou zona de desenvolvimento proximal, ou seja, distância entre aquilo que o educando é capaz de fazer sozinho e o que ele conseguirá fazer a partir da interação com o outro mais experiente. (VYGOTSKY, 1987).

Acerca desta questão, 97,8% dos educandos confirmaram a importância desta técnica. Pareceu-nos, considerando as respostas dos estudantes no instrumento aplicado, assim como as reações de aproximação e cooperação produzidas a partir da narrativa da história de vida do educador, que esta contribuiu para fortalecer essa aproximação e possibilitar relações cooperativas por parte dos educandos.

Nas justificativas descritas neste instrumento, revelam uma diversidade de significados acerca do conhecimento da história de vida do professor. Um dos aspectos evidenciados diz respeito à potencialização da interação educando-educador, conforme mostram os comentários a seguir:

(...) é como se quebrasse uma barreira entre aluno e professor, podendo assim ter maior liberdade e amizade com ele; aumenta a interação e melhora a aprendizagem; facilita o convívio durante a aula; se tem mais intimidade com o professor; proporciona aproximação e confiança; mostra um lado do professor que não pudemos conhecer em sala de aula e isso aumenta os laços afetivos; ajuda o aluno a ter mais afinidade com o professor e admirá-lo por sua história; torna a relação menos formal.

Outro aspecto importante refere-se à experiência do educador como incentivo à superação de dificuldades e à potencialização de uma relação respeitosa entre ambos. Em suas palavras:

(...) aprendemos com suas experiências e ganhamos incentivos com suas superações; passamos a saber de todas as dificuldades e sacrifícios que ele passou para chegar onde está; aumentou nosso respeito em relação ao professor; promove a identificação com situações da vida do aprendiz; serviu como exemplo para todos e para que outros não passem pelas mesmas situações; podemos aprender com os problemas por ele enfrentados; nos leva a ter o professor como espelho e saber que temos que lutar para chegar onde ele está; inspiração e reconhecimento, aumentando o interesse.

A análise do instrumento identificou questões acerca da resignificação do papel do educador e do questionamento de uma pedagogia excessivamente conteudista e verticalizada;

(...) o professor não deve ser apenas aquele que só repassa conhecimento, mas cria laços através da sua história; proporciona uma maior facilidade do aprendizado não somente dos conteúdos mesmo, mas a escola da vida pode ser inspiradora e motivadora; conhecendo a história do professor, ele sai da posição inflexível e passa a ser mais próximo da realidade dos alunos, com seus problemas e dificuldades; diminui a visão do professor como ser superior aos aprendizes.

Desta forma, foi possível ainda identificar a história de vida como ferramenta de comunicação entre educador e educando implícita nos comentários que se seguem: “Nos faz saber de seus limites, facilitando a comunicação; aproxima os alunos do professor de forma respeitosa, amigável e compreensiva”.

A experiência como observador participante deste processo proporcionou também ao educador/pesquisador a resignificação de algumas questões, assim como a superação de algumas dificuldades, tais como: identificar os estudantes pelo nome, a potencialização da interação educador-aluno por meio do compartilhar das dificuldades e superações mútuas.

Nessa perspectiva, consideramos a utilização das histórias de vida em sala de aula como uma importante ferramenta de comunicação e interação entre estudantes e professores, a qual necessita ser estimulada pelas instituições de ensino.

5.3 Análise individual e coletiva relativa ao aprendizado com as técnicas cooperativas

As análises individuais e coletivas foram obtidas a partir de avaliações constituídas de questões objetivas e subjetivas realizadas ao final de cada técnica de AC aplicada em sala de aula. A apresentação das análises está organizada por técnica de AC

utilizada e, considerando o caráter processual da AC, tentou-se respeitar a ordem temporal de aplicação.

É importante lembrar que a meta coletiva, ou critério de sucesso, estabelecida para os métodos seria obter média igual ou superior a sete, somando-se as notas das atividades individuais e das atividades em grupos, filas e nos pares.

Inicialmente serão mostrados os resultados relativos ao Método Jig Saw, seguido dos resultados dos métodos dos pares, teste cooperativo e fila cooperativa, respectivamente.

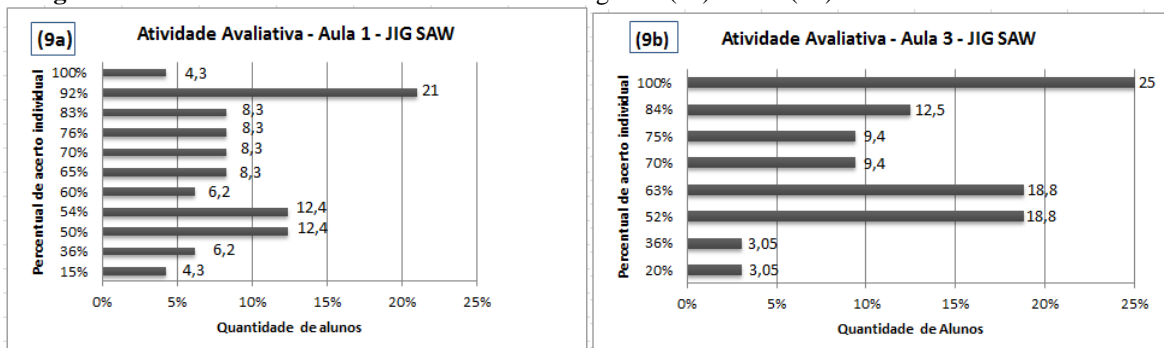
5.3.1 Análise do aprendizado com a técnica do JIG SAW

A escolha desta técnica para esta pesquisa se deu pelo fato de propiciar a exposição sobre os assuntos a partir de vários pontos de vista, considerando que o educando participa de dois grupos diferentes.

A análise dos vários estudos consultados acerca da AC revela ser o JS a técnica comumente mais utilizada em salas de aula, que trabalham com AC. Neste estudo, ela foi utilizada em quatro momentos. No primeiro momento, a temática estudada tratou dos principais tipos de dispersões, características, propriedades e aplicações.

O instrumento avaliativo utilizado revelou, neste primeiro momento, que, no critério individual, 64,7% dos educandos obtiveram aproveitamento igual ou superior à média escolar (nota 6,0), conforme evidencia a figura 9a. Nesta atividade, apenas 40% dos grupos atingiram o critério de sucesso, o que pode ser justificado pela inexperiência dos educandos com essa abordagem.

Figura-9: Percentual de acertos individual método Jig Saw (9a) aula 1 (9b) aula 3.



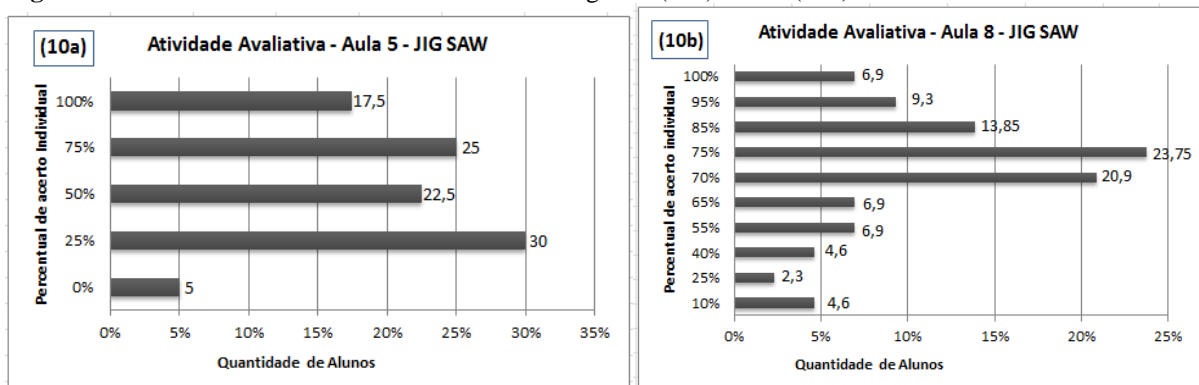
Fonte: Próprio autor

O segundo momento no qual esta técnica foi utilizada teve como tema o estudo do coeficiente de solubilidade de sólidos em água, suas relações matemáticas e aplicações no

cotidiano. Em relação a este tema, a atividade avaliativa (9b) revelou que 75,1% dos educandos tiveram um percentual de acerto individual acima da média escolar, enquanto o critério de sucesso coletivo desta atividade foi atingido por 60% dos grupos.

A análise da aplicação desta técnica com o tema unidades de concentração revelou um percentual de acerto individual de apenas 42,5% dos estudantes acima da média escolar (10a) e que 57,5% dos grupos atingiram a meta coletiva. Uma das questões referidas pelos estudantes como desafiadora em relação a este tema diz respeito ao fato deste exigir exaustivo raciocínio matemático com um tempo considerado por eles insuficiente.

Figura-10: Percentual de acertos individual método Jig Saw (10a) aula 5 (10b) aula 8

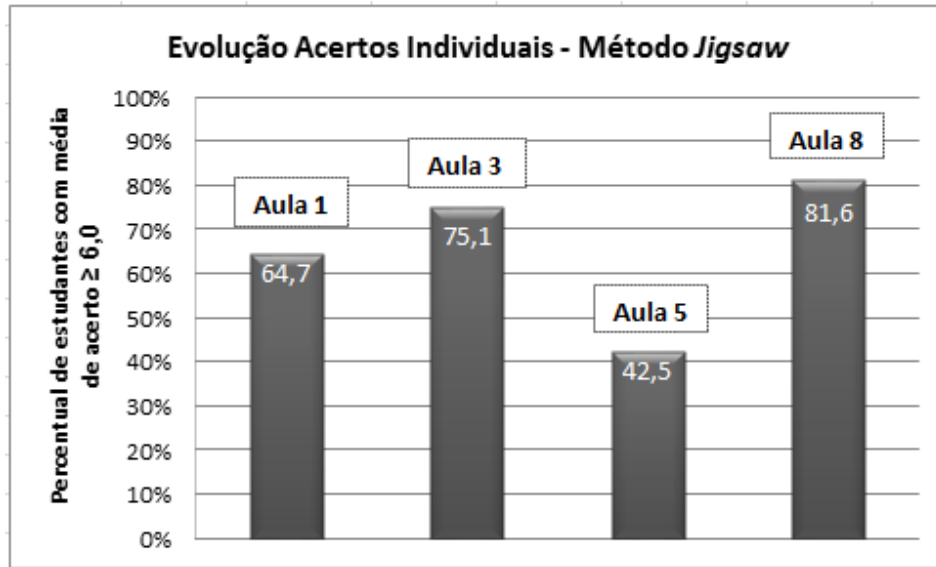


Fonte: Próprio autor

Por fim, no quarto momento no qual esta técnica foi utilizada, o qual também se constituiu o momento final de utilização das técnicas cooperativas com o grupo enquanto pesquisa de campo, o tema abordado foi o estudo das propriedades coligativas (crioscopia, tonoscopia, ebulioscopia e osmometria). A atividade avaliativa demonstrou que 81,6% dos educandos obtiveram notas individuais acima da média escolar (10b) e que o critério de sucesso foi alcançado por 80% dos grupos, apesar de ser este um tema que também envolve raciocínio matemático.

A figura abaixo demonstra a evolução dos acertos individuais nas aulas utilizando Jig Saw. É possível observar que, com exceção da aula 5, obteve-se um aumento sequencial do número de estudantes com nota acima da média escolar.

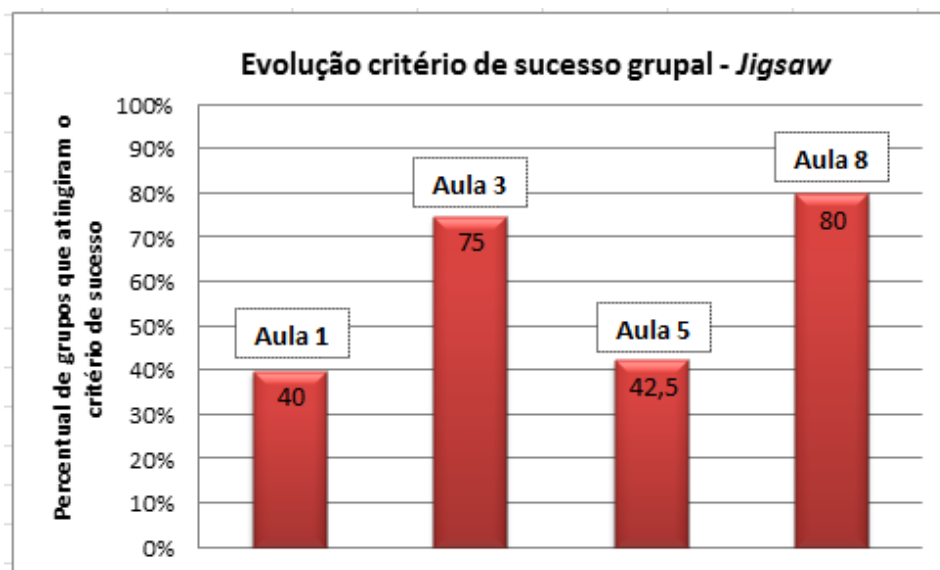
Figura 11. Evolução das notas individuais método Jig Saw



Fonte: Próprio autor

A figura 12 indica que os critérios de sucesso grupais seguiram uma sequência semelhante a das notas individuais, ou seja, à medida que as atividades iam se sucedendo, o número de grupos que conseguiam atingir o critério de sucesso também aumentava. Este resultado corrobora com a ideia de processualidade do aprendizado com este tipo de abordagem. Porém, é necessário ressaltar que, ao analisar os resultados do critério de sucesso com os grupos em três aulas distintas (1, 3 e 8), quando comparados às notas individuais, vê-se que as notas dos grupos (meta coletiva) foram inferiores, o que nos leva a crer que a heterogeneidade dos grupos foi minimamente garantida.

Figura 12. Evolução da quantidade de grupos que obtiveram o critério de sucesso - Jig Saw.

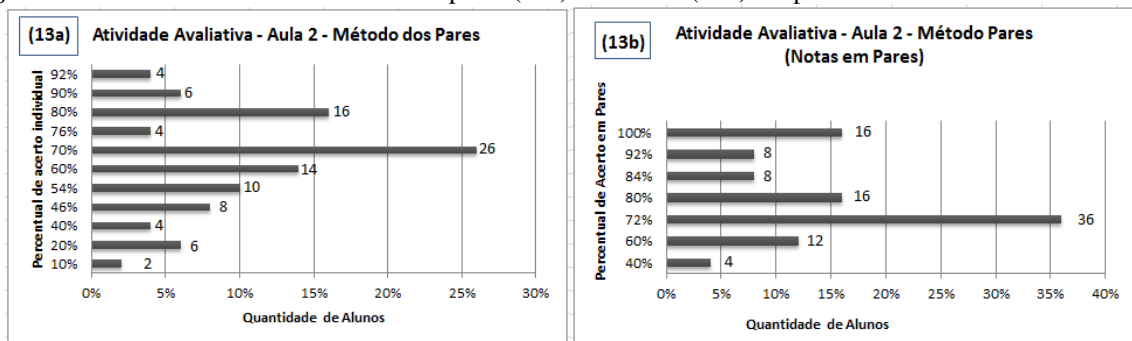


Fonte: Próprio autor

5.3.2 Análise do aprendizado com o Método dos Pares

Esta técnica foi utilizada em apenas um momento e a temática abordada foi o estudo das propriedades das soluções e uma introdução ao conceito de coeficiente de solubilidade. Este foi o segundo momento de contato dos estudantes com as técnicas de AC. A análise dos resultados individuais indicam que 70% dos estudantes obtiveram média igual ou superior à média escolar (gráfico 13a). Com a utilização da avaliação em pares houve um alcance de 96% igual ou superior à média escolar (13b). No entanto, o critério de sucesso teve um alcance de apenas 60%.

Figura-13: Percentual de acerto método dos pares (13a) individual (13b) em pares



Fonte: Próprio autor

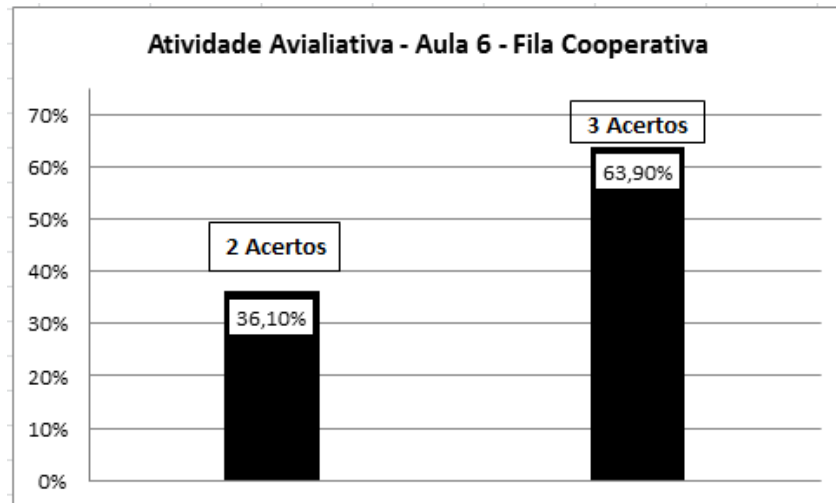
Sua aplicação se deu em virtude do estudo dos conceitos relativos ao coeficiente de solubilidade envolver raciocínio matemático, o que requer atenção que poderia ser favorecida pelo trabalho em grupos menores (duplas).

5.3.3 Análise do aprendizado com a técnica da Fila Cooperativa

Esta técnica também foi utilizada em apenas um momento, cuja temática versou sobre o processo de diluição e misturas de soluções. A motivação para escolha desta técnica foi a possibilidade de ampliar as opções metodológicas aplicáveis a assuntos que envolvam lógica matemática.

A atividade avaliativa revelou que 63,9% dos estudantes conseguiram realizar todas as três questões propostas e que os demais conseguiram obter dois acertos, dos três possíveis; assim, todos os grupos alcançaram o critério de sucesso conforme a figura 14, que era acertar duas das três questões propostas.

Figura-14: Percentual de acerto individual fila cooperativa.



Fonte: Próprio autor

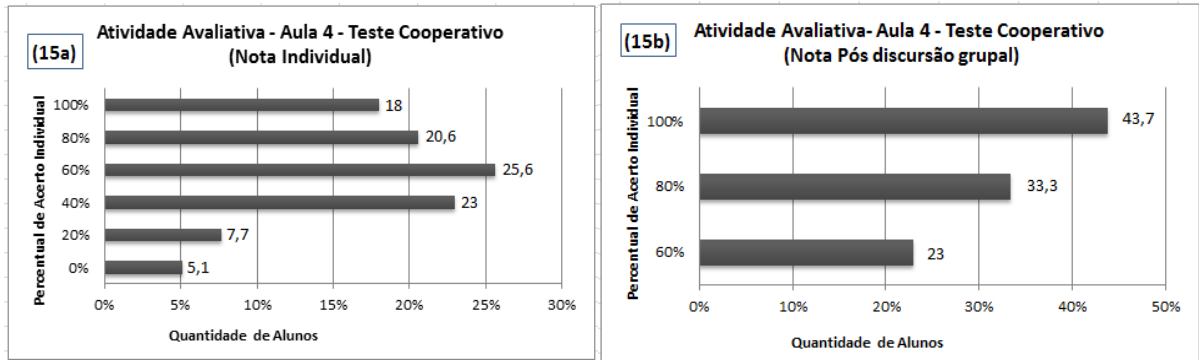
Uma questão importante em relação à temática abordada é que esta também está relacionada com aspectos matemáticos. O sucesso da aprendizagem com esta técnica evidencia a potencialidade da mesma para assuntos desta natureza.

5.3.4 Análise do aprendizado com o Teste Cooperativo

Como já mencionado anteriormente, esta técnica foi utilizada em três momentos, com a finalidade de revisar os conteúdos. A opção por esta técnica se deu a partir do acompanhamento das experiências do PRECE, nas quais é largamente utilizada.

No primeiro momento, os conteúdos revisados foram relativos ao estudo das dispersões, soluções verdadeiras, coeficiente de solubilidade, soluções supersaturadas, tipos de dissolução e solubilidade gasosa. Com relação à análise das atividades avaliativas individuais realizadas, observou-se que 64,2% dos educandos obtiveram notas iguais ou superiores à média escolar (15a). Quando as resoluções das mesmas questões realizadas individualmente foram realizadas em grupo, todos conseguiram acertar 100% das questões. Na segunda atividade avaliativa individual realizada após a discussão grupal, verifica-se que 77% (15b) conseguiram notas com valores iguais ou superiores à média escolar, que representa um aumento de 12,8% com relação à primeira avaliação individual.

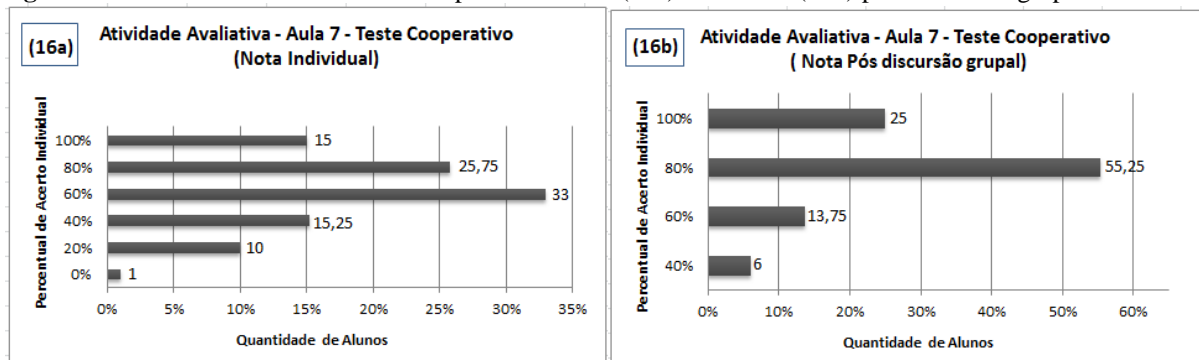
Figura-15: Percentual de acertos teste cooperativo aula 4 (15a) individual (15b) pós-discussão grupal



Fonte: Próprio autor

Os assuntos revisados durante a segunda atividade com o teste cooperativo foram as diversas relações quantitativas entre soluto e solvente (unidades de concentração). A análise das atividades avaliativas individuais realizadas (16a) mostrou que 73,75% dos estudantes conseguiram atingir notas iguais ou superiores à média escolar, representando um aumento de 9,55% do resultado com o teste cooperativo na primeira atividade individual. Ao resolverem as mesmas questões em grupo, esse resultado se elevou para 94%. Na realização do segundo teste individual, 94% dos alunos (16b) conseguiram obter o critério de sucesso nas questões propostas na atividade.

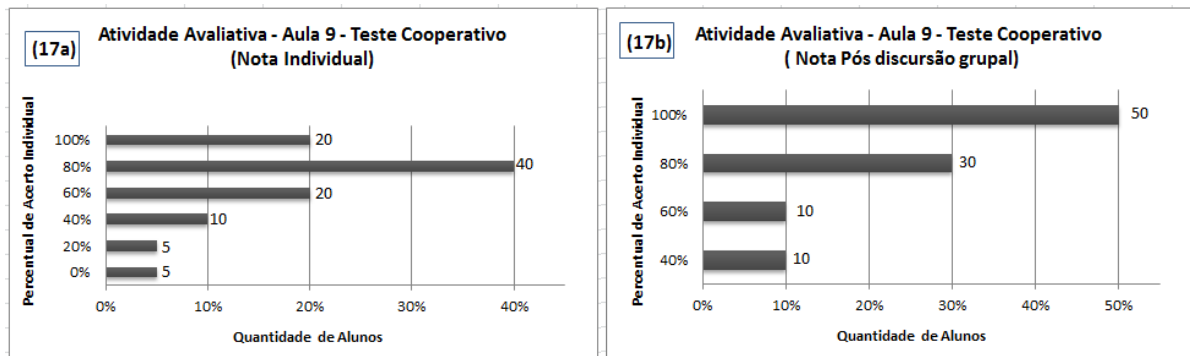
Figura-16: Percentual de acertos teste cooperativo aula 7 (16a) individual (16b) pós-discussão grupal



Fonte: Próprio autor

No terceiro e último momento em que foi utilizado o teste cooperativo foram revisados todos os assuntos abordados durante as aulas com AC. Mediante análise é possível observar, em todos os casos, com o teste cooperativo, que o índice de acerto aumenta significativamente após a resolução em grupo, em todos os momentos. Os percentuais de acerto em grupo e individual (figura 17) permaneceram praticamente inalterados com relação ao encontro anterior.

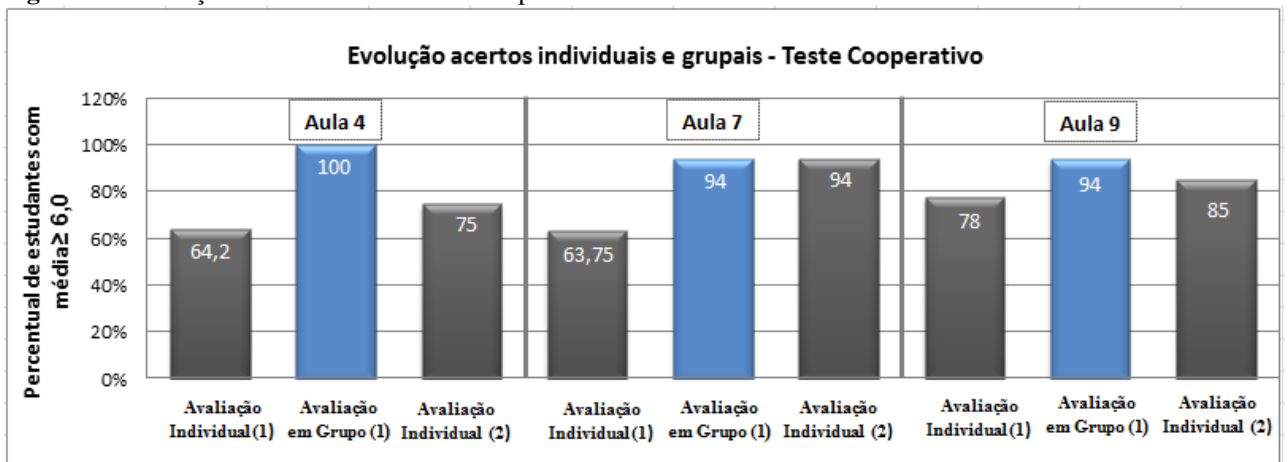
Figura-17: Percentual de acertos teste cooperativo aula 9 (17a) individual (17b) pós-discussão grupal



Fonte: Próprio autor

A observação da figura 18 revela que nos três momentos em que o Teste Cooperativo foi usado, os percentuais de acerto aumentaram após a resolução dos problemas em grupo e que, após esta resolução, os acertos individuais também aumentam se comparados ao primeiro teste individual, ressaltando que, no segundo momento, as questões individuais são diferentes das trabalhadas anteriormente.

Figura-18: Evolução de acertos com o teste cooperativo



Fonte: Próprio autor

A análise desses resultados permite inferir que o teste cooperativo é uma ferramenta importante em atividades de revisão, considerando que em todos os momentos nos quais essa técnica foi utilizada ocorreu aumento dos percentuais de acerto. Segundo a figura acima, o percentual de aumento se acentua nas atividades em grupo, nas quais os estudantes, via de regra, conseguiram, de forma compartilhada, resolver todas as questões. O aprendizado, em sua dimensão cognitiva, se explicita também nos índices crescentes de acerto individual após a discussão grupal (10,8% na aula 4; 30,25% na aula 7 e 7% na aula 9). As

vantagens desta técnica também se estendem às dimensões subjetivas, pelo fato de produzir um clima de descontração, participação e complementariedade entre os estudantes e entre estes e o professor.

5.4 A análise coletiva dos educandos sobre o processo - o círculo de cultura como instrumento de análise

O momento inicial do círculo de cultura envolveu todos os participantes em uma atividade de integração com uma ciranda cuja letra do Professor da Rede Estadual de Ensino do Ceará, Johnson Soares, traz reflexões sobre os processos de cooperação: *“Tú me ensinas que eu te ensino; o caminho no caminho, com tuas pernas, minhas pernas andam mais”*.

Os animadores do círculo de cultura, educadores das Cirandas da Vida (ação de educação popular em saúde da Secretaria Municipal de Fortaleza), fizeram uma breve explicação sobre o círculo de cultura e seus vários momentos. O processo de reflexão foi iniciado com uma técnica de visualização criativa onde os estudantes foram convidados a fechar os olhos e relembrem cada um dos momentos vivenciados com a abordagem cooperativa, tentando guardar na memória os aspectos mais significativos de cada momento no que diz respeito à dimensão metodológica, às relações interpessoais e à apreensão dos conteúdos.

Posteriormente os educandos foram solicitados a colocar em tarjetas duas palavras que representassem os aspectos mais significativos relativos à dimensão cognitiva e a das relações interpessoais. Cada estudante pôde expressar ao coletivo o sentido que deu às palavras que registrou. Com a ajuda dos animadores, as palavras foram agrupadas segundo a semelhança dos sentidos, processo que, no círculo de cultura, se denomina Tematização. Foram elencadas 40 palavras, muitas das quais se repetiram com frequência, tais como a palavra “interação”. As palavras geradoras foram agrupadas com a ajuda dos animadores e submetidas ao *referendum* dos educandos acerca dos sentidos atribuídos pelos mesmos a experiência com a abordagem cooperativa.

Dessa forma, emergiram três temas: contribuições da abordagem cooperativa para a dimensão cognitiva da aprendizagem; contribuições desta abordagem na potencialização das relações interpessoais e contribuições relativas aos valores e princípios para a formação profissional. A distribuição das palavras geradoras, segundo os temas, está explicitada na tabela a seguir:

Tabela-1: Agrupamento temático das palavras geradoras produzidas pelos educandos.

TEMA 1: <i>Contribuições da abordagem cooperativa para a dimensão cognitiva da aprendizagem</i>	TEMA 2: <i>Contribuições da abordagem na potencialização das relações interpessoais.</i>	TEMA 3: <i>Contribuições da abordagem cooperativa para os princípios e valores para a vida profissional</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Curiosidade • Eficiente • Facilita a aprendizagem • Interessante 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipe • Cooperação • União • Diálogo • Interação • Comunicação • Dinâmico • Coletividade • Socialização • Simplicidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidade • Companheirismo • Compromisso • Ajudar ao próximo • Dedicção • Diálogo

Fonte: Próprio autor

Para que cada tema pudesse ser problematizado, os estudantes se organizaram em três grupos que passaram a refletir sobre um dos temas, tendo como referência as seguintes questões geradoras:

- ✓ Em que aspectos a aprendizagem com a abordagem cooperativa se diferencia das abordagens utilizadas corriqueiramente em sala de aula?
- ✓ Que potencialidades e desafios podem ser considerados para a inclusão desta abordagem como técnica de aprendizagem no Ensino Médio?
- ✓ Que contribuições a utilização desta abordagem trouxe para a aprendizagem da temática de físico-química apresentada, no que diz respeito aos conteúdos trabalhados?
- ✓ Que limites se percebe nesta abordagem no que diz respeito ao aprendizado de físico-química?
- ✓ Que contribuições e desafios esta abordagem traz no que diz respeito à preparação dos estudantes para a vida profissional?

Ao grupo verde coube a discussão com contribuições da abordagem cooperativa para a dimensão cognitiva da aprendizagem. Ao grupo vermelho coube a análise das contribuições desta abordagem na potencialização das relações interpessoais e ao grupo amarelo coube refletir sobre as contribuições relativas aos valores e princípios para a formação profissional.

O processo reflexivo em cada grupo se deu com a escolha de um relator cuja função foi anotar as questões mais importantes da discussão e um controlador do tempo para dinamizar o processo, fazendo a palavra circular por todo o grupo. Esse processo foi

acompanhado pelos animadores do círculo de cultura, que cuidaram para que a problematização mantivesse o foco.

Além da síntese escrita, produzida pelos próprios educandos, e da gravação das imagens em vídeo, cada grupo produziu uma síntese das reflexões usando a criatividade e linguagens da arte, tais como teatro e imagens gráficas.

5.4.1 Contribuições da abordagem cooperativa para a dimensão cognitiva da aprendizagem

As análises das sínteses dos círculos de cultura revelam que, para o conjunto dos estudantes envolvidos neste estudo, as contribuições da AC, na dimensão cognitiva da aprendizagem, estão relacionadas à facilidade de entendimento dos conteúdos *“contribuição de conhecimento dentro da sala de aula; facilitou o entendimento da físico-química; facilidade de entendimento do conteúdo; facilitou a aprendizagem; linguagem mais fácil”*.

Ainda referenciando as sínteses produzidas coletivamente, os educandos reafirmam a potencia da AC também na dimensão dos conteúdos, possibilitando o aprofundamento temático: *“O conteúdo se torna mais fácil e o trabalho se torna mais rápido; aprofundamento no assunto; conhecimento mais amplo; aumento do conhecimento pessoal”*. Consideram as técnicas da AC como motivadoras da aprendizagem *“motivação para a aprendizagem, dinâmica”*.

No que se refere à produção de autonomia dos educandos e à construção coletiva do conhecimento, afirmam que a AC propicia:

“uns tem que aprenderem para tentar ajudar os outros, pois a pessoa acaba se sentindo na obrigação de estudar para repassar de forma clara; muitas pessoas às vezes têm vergonha de fazer a pergunta diretamente ao professor, eu também tinha e perguntando ao colega é melhor, a gente fica mais à vontade.”

“o conteúdo foi o mesmo abordado nas aulas só que com a metodologia tradicional de ensino não dava para a gente entender muito bem. Com a AC a gente acaba entendendo melhor o assunto, interagindo com as pessoas. A discussão em grupo trouxe um novo sentido para desenvolver a temática da aula e facilitar o estudo da matéria”.

“A AC é uma metodologia muito diferente das usadas nas escolas tradicionais, no caso é uma metodologia de equipe onde cada membro da equipe fica responsável por uma função e tem de repassar o seu conteúdo para os demais membros então deixou de ser uma coisa individual para ser uma coisa coletiva. Essa foi uma das principais diferenças do aprendizado com AC”.

Os relatos evidenciam que se processou, nas atividades realizadas, a interdependência positiva, considerada por Johnson (1994) como elemento fundamental na

diferenciação da AC com os grupos tradicionais. Percebe-se, ainda, nestas falas, a compreensão dos educandos com relação à meta coletiva, a interdependência de materiais e papéis.

Alguns relatos dos educandos na problematização acentuam as dificuldades de aprendizagem relativas ao estudo da físico-química com os métodos tradicionais e as potencialidades desta abordagem como superação deste desafio no Ensino Médio:

“a matéria físico-química é uma matéria bem complicada e muitos alunos estavam tendo dificuldades, o professor chegou com uma proposta de estudar físico-química por meio de AC, deu muito certo e todos os alunos estão melhorando de nota.”

“Sem dúvida é considerável o número de alunos deixando de ser aluno considerado de baixo rendimento para subirem para padrões de alunos médio ou alto, que se tornaram melhores devido às técnicas de aprendizagem cooperativa em que um ajuda o outro”.

Por fim, acentuam a ideia de aprendizagem processual e compartilhada da AC:

“Essa técnica é como se fosse uma corrente, se você tá junto vai ser mais forte, o conhecimento pode ser maior e o aprendizado também”.

Ainda no que se refere à dimensão cognitiva da aprendizagem, com as técnicas de AC, a problematização dos círculos de cultura evidenciou desafios importantes, considerando a essencialidade do processo grupal desta abordagem. Neste aspecto, os educandos apontam a responsabilidade individual, outro elemento fundamental da AC, e as dificuldades de expressão de alguns, como desafios a serem superados: *“A dificuldade é pelo fato de alguns integrantes do grupo não quererem contribuir, porque todos precisam se dedicar igualmente, todos os alunos”.* Afirmam também que:

“Ao invés de ter um critério de nota individual o professor sempre colocava que tinha um critério de sucesso do grupo, o fato de uma pessoa não estar interagindo no grupo pode colocar todo o sistema em decadência, por isso é importante a responsabilidade de cada indivíduo do grupo.”

Em outras declarações percebemos, ainda mais, outras perspectivas em destaque:

“A gente às vezes fica com medo de repassar coisas erradas e acabar prejudicando ao grupo e tem pessoas que têm muita dificuldade de se expressar, assim com muita gente”. E ainda: *“Eu acho que teve muita gente que ainda não contribuiu, não ajudou muito ao grupo. Mas teve muita gente que contribuiu e ajudou muito”.*

Estas falas são importantes alertas para o educador no sentido de buscar estratégias pedagógicas no contexto da sala de aula, que permitam o exercício constante de

responsabilização individual. Nesta perspectiva, o processamento de grupo, outro elemento da AC, constitui-se ferramenta potencializadora dessa responsabilização.

Portanto, as análises produzidas a partir do círculo de cultura revelam que, em relação à dimensão cognitiva da aprendizagem, as técnicas da AC se constituem uma possibilidade de produzir autonomia, responsabilização individual, construção compartilhada do conhecimento, embora apresente como desafio principal a motivação e o envolvimento de todos no processo.

5.4.2 Contribuições desta abordagem na potencialização das relações interpessoais – a interação promotora

As reflexões produzidas no círculo de cultura acerca das relações interpessoais trouxeram à tona mais um elemento considerado fundamental na AC: a interação promotora.

Para Johnson e Johnson (1994) esta ocorre quando os componentes estimulam uns aos outros a participar na execução das tarefas. Durante o círculo de cultura, **interação** foi a palavra mais referida pelos educandos.

No sentido da interação promotora, tal como apontam Johnson e Johnson (1994), podemos destacar as seguintes falas: “*A diferença é que na aprendizagem normal os alunos são forçados a competir entre si e na AC são influenciados a ajudar uns aos outros para que possam se tornar melhores no coletivo e não no individual*”. E também: “*Eu acho que esses bonequinhos representam a união, a interação, a motivação, a contribuição, o empenho, a dinâmica, conhecimento pessoal e coletividade, e todos eles juntos fazem uma coisa só*”.

Além do mais atribuíram a esta abordagem a potencialização da *dinâmica entre os educandos, do companheirismo e cooperação*. Percebe-se, com base nos relatos e sínteses criativas, que para o conjunto dos educandos a AC representa uma possibilidade de fortalecimento e valorização das relações interpessoais no processo de aprendizagem.

5.4.3 Contribuições da abordagem cooperativa aos valores e princípios para a formação profissional – o desenvolvimento de habilidades sociais

O terceiro tema problematizado no círculo de cultura fez emergir mais um elemento da AC: o desenvolvimento das habilidades sociais.

Lopes e Santos (2009), referendam a importância do desenvolvimento de competências sociais para interação com os colegas, especialmente os de outras culturas e

grupos étnicos, e elencam algumas habilidades, entre as quais: a escuta atenta; esperar o momento oportuno de falar; a capacidade de promover críticas, considerando as ideias e não as pessoas; o compartilhar de ideias; a disposição para ajudar ao outro, no sentido da formação de indivíduos críticos, ativos e engajados com a sociedade, habilidades estas também referenciadas pela pedagogia freireana.

No que diz respeito a essas questões, os educandos apontam: a capacidade de cooperação, de convivência, de superação da timidez, de aprender a lidar com as dificuldades dos outros, como habilidades necessárias à sua atuação na sociedade. Em suas palavras: “[...] *no mundo de hoje as precisam trabalhar mais em equipe e geralmente os grupos não são com quem nós conhecemos, mas sim com estranhos. Então isso vai ajudar muito no convívio social no futuro*”. Em outro depoimento declaram:

“eu concordo totalmente com a metodologia [...] mas a gente comentou na nossa apresentação sobre a questão do companheirismo, da ligação entre as pessoas, que nem aquela história: a união faz a força, então nós temos que nos juntar e ajudar uns ao outros e não ficar nessa competição. Se todos se ajudarem, no final, todos vão obter os resultados que buscaram”.

“um dos fatores mais interessantes é a interação que a gente vai ter com as pessoas, os grupos que o professor organizou, ele sempre buscou diversificar, ou seja, teve grupos que tive de fazer as atividades com pessoas que eu não conhecia. Apesar de eu ficar meio tímido na hora sempre conseguíamos interagir, então eu acho que a interação, essa dinamização entre as pessoas é algo que eu vou levar para toda minha vida, pois no futuro vou trabalhar com pessoas que não conheço que eu vou ter que interagir, vou ter que saber lidar com elas e precisar respeitar seus conceitos e suas formas de se expressar. Apesar de eu ter ficado meio tímido na hora, a gente sempre conseguia”.

Aludindo à realidade do mercado de trabalho, afirmam: *“Por exemplo, você vai arranjar um emprego e você precisa trabalhar em equipe”*. Em uma última declaração afirmam: *“Eu vi um grande esforço tanto do professor como dos alunos foi muito bom, a gente pode observar que algumas pessoas tinham uma timidez e isso é um fato”*.

Diante do exposto, percebe-se que para os educandos a AC, constitui-se estratégia pedagógica relevante para o desenvolvimento de habilidades sociais com repercussão para além da sala de aula.

Ainda buscando o diálogo com os elementos da AC, pinçamos das sínteses algumas falas e escritos referentes ao processamento de grupo, elemento da AC que tem como objetivo verificar o desenvolvimento de habilidades sociais e de interação promotora em relação aos grupos. Realizada sempre ao final da aplicação das técnicas de AC, discute os aspectos positivos, negativos e constrói proposições para maximizar o aprendizado no grupo sempre na perspectiva de trabalhar cooperativamente. Em relação a este elemento da AC, as

sínteses revelam: “Mesmo se alguns integrantes do grupo não quiserem contribuir, no processamento de grupo a gente pode discutir como melhorar”. E revelam ainda que:

“o sistema cooperativo é um sistema quase sem falhas, entretanto veja bem: é a representação do grupo. Então em alguns dias algumas pessoas dos grupos não estavam muito atentas e poderia prejudicar o grupo em si, mas na discussão final do grupo, a gente podia avaliar e buscar formas para melhorar na próxima aula.”

Durante o processo, observou-se que o processamento de grupo foi, de forma progressiva, aperfeiçoando o trabalho em equipe, estimulando a participação ativa dos educandos, reduzindo as situações conflituosas e dinamizando o trabalho grupal. Neste contexto podemos inferir que as reflexões produzidas pelos educandos a partir da problematização dos temas, evidenciou a presença dos cinco elementos da AC.

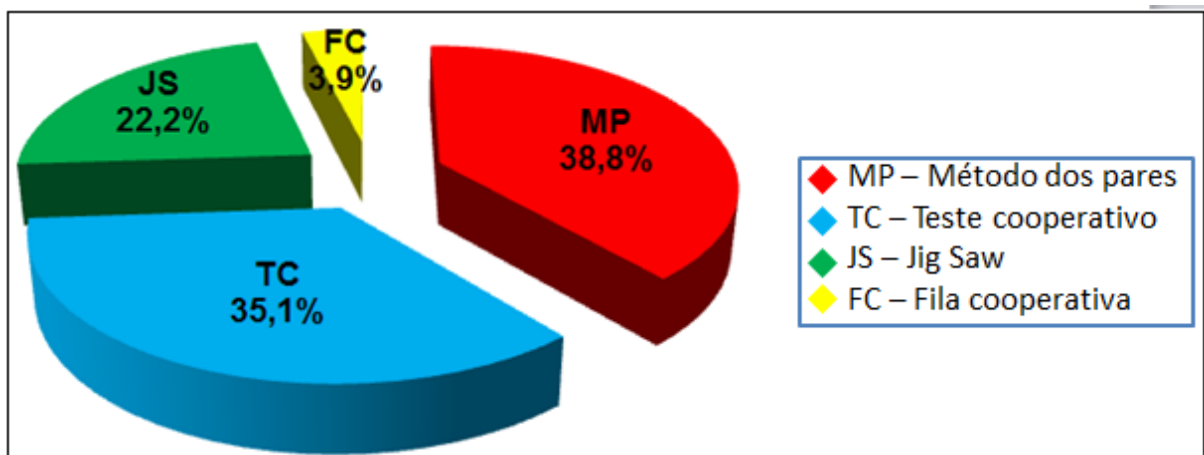
5.5 Reflexões individuais dos estudantes no processo (pós atividades)

Neste tópico serão analisados os dados referentes ao instrumento de aplicado após as atividades com AC, considerando a adesão às diversas técnicas, a percepção dos estudantes sobre a contribuição destas para o aprendizado grupal e aspectos significativos de cada técnica.

5.5.1 Adesão em relação às técnicas cooperativas utilizadas

A figura a seguir mostra o grau de adesão às técnicas cooperativas utilizadas.

Figura-19: Preferência dos educandos em relação às técnicas utilizadas



Fonte: Próprio autor

O método preferido pelos estudantes foi o **método dos pares**, que 38,8% consideraram o mais adequado. A segunda técnica, com maior adesão, foi o Teste Cooperativo, que, conforme mencionado anteriormente, foi utilizado com o intuito de revisar os conteúdos, tendo sido referendado por 35,1% dos estudantes. A técnica mais utilizada, o Jig saw, foi a terceira preferida com 22,2%, enquanto a fila cooperativa foi escolhida por apenas um dos estudantes de todo o grupo.

O quadro abaixo apresenta, de forma sintética, as principais características e diferenças indicadas, no instrumento final, pelos estudantes envolvidos na pesquisa, com referência aos quatro métodos aplicados. A análise deste demonstra que os estudantes conferiram significados diferentes para as técnicas utilizadas. Enquanto o Jig saw foi indicado como positivo em todas as características, a fila cooperativa foi apontada apenas no que diz respeito à melhoria da ambiência. O teste cooperativo se distingue do método Jig saw pelo fato de não ter sido indicado por nenhum dos estudantes como propiciador da construção de vínculos de amizade. Quanto ao método dos pares, ao contrário do teste cooperativo, foi identificado pelos estudantes como propiciador dos vínculos de amizade, porém não foi indicado como promotor da interação e do compartilhamento de conhecimentos. Um aspecto interessante é que a melhoria da ambiência na sala de aula foi evidenciada pelos estudantes em relação a todos os métodos aplicados.

Quadro I: Características das técnicas utilizadas segundo os educandos

MÉTODOS CARACTERÍSTICAS	Jig saw	Teste cooperativo	Fila cooperativa	Método dos pares
Propicia interação	X	X		
Facilita o aprendizado	X	X		X
Melhora da ambiência	X	X	X	X
Vínculos de amizade	X			X

Compartilhar conhecimento	X	X		
Acerto individual (estudantes com notas acima da média escolar)	¹ 62%	² 85%	³ 100%	70%
Obtenção do critério de sucesso grupal	⁴ 50%	⁴ 70%	100%	100%

Com base na análise do quadro acima pode-se inferir que nem sempre o grau de apreensão cognitiva coincide com a adesão a determinada técnica. Desse modo, a fila cooperativa que produziu o maior número de acertos foi a técnica com menor percentual de adesão. O método dos pares, por sua vez, embora tenha sido referenciado pelos estudantes, em um número menos de aspectos que o Jig saw e o teste cooperativo, aparece como uma das técnicas que produziu maior apreensão cognitiva, sendo superada apenas pela fila cooperativa.

5.5.2 Processamento de grupo e o aprimoramento do rendimento nas atividades grupais

O processamento de grupo foi evidenciado por 97,2% dos estudantes como uma ferramenta eficaz para dinamizar o rendimento das atividades grupais, o que possibilita o alcance do critério de sucesso.

Como justificativas, os estudantes referiram, mais uma vez, o fortalecimento da interação, proporcionando um bom desempenho nos testes e a melhoria no rendimento, ampliando a aprendizagem o que, segundo eles, repercutiu no alcance de melhores resultados nos processos avaliativos.

Algumas justificativas reforçam os objetivos do processamento de grupos como elemento da AC, tais como: a possibilidade de expressar suas ideias, trocar experiências e compartilhar conhecimentos. Atribuem ainda ao processamento de grupo, o aumento do rendimento grupal, uma vez que o mesmo permite, segundo eles, a definição e compreensão das funções atribuídas a cada participante no grupo.

X → Afirmação positiva

¹média das quatro avaliações desenvolvidas

²média das três avaliações pós-discussão grupal

³acerto de duas das três questões fornecidas

⁴média critério de sucesso

Outras afirmações reafirmaram dimensões cognitivas, como a possibilidade de realizar uma revisão geral do processo grupal e testar o aproveitamento da aula. Referendaram, ainda, a potência desta técnica no desenvolvimento de habilidades sociais. Neste aspecto, foi mencionado pelos estudantes a potencialização da comunicação, gerando uma maior segurança para falar em público; o aumento da cooperação; a construção de vínculos afetivos; o aprendizado no lidar com os erros e as diferenças; além de referendarem a dimensão processual da AC quando afirmaram que alguns aspectos negativos foram sendo superados durante a execução das atividades.

Ainda de acordo com o gráfico mostrado, apenas um estudante, correspondendo a 2,8% dos estudantes, respondeu negativamente à questão, não referindo nenhuma justificativa a sua negativa.

5.5.3 Aspectos das técnicas de AC referendados pelos estudantes

Quando questionados sobre os aspectos das técnicas de AC que mais lhe chamaram a atenção, os estudantes trouxeram referências, por um lado, de algumas técnicas, como o método do pares, e por outro de questões presentes em diversas técnicas. Entre os aspectos citados estão: o empenho dos colegas; a interação entre grupos e pessoas; a potencialização da convivência; a dinâmica de ensino-aprendizagem caracterizada pelo estudo coletivo; a interdependência; a união e responsabilidade individual; o trabalho em equipe; a proximidade entre as pessoas.

Apresentaremos a seguir os aspectos que, segundo os estudantes, diferenciam a AC das abordagens usualmente trabalhadas em sala de aula, considerando os aspectos metodológicos, relação educando-educando, educador-educando e o ambiente de sala de aula, e facilidade/dificuldade na compreensão dos temas abordados.

5.5.4 Distinções entre AC e abordagem tradicional segundo o olhar dos educandos

No que diz respeito às distinções entre a AC e a abordagem tradicional, o instrumento aplicado levou em consideração quatro aspectos: a metodologia; a relação educando-educando; a relação educador-educando e o ambiente de sala de aula. Alguns desses aspectos foram também foco de análise das avaliações coletivas prévias e posteriores à aplicação das técnicas, o que permitiu observar aspectos recorrentes nas várias análises.

Em relação à metodologia, o trabalho em equipe, a interação, a dinâmica, a acessibilidade da linguagem e da comunicação, a simplificação dos conteúdos e a aprendizagem construída de forma coletiva, superando a memorização mecânica da aprendizagem tradicional, foram alguns dos aspectos apontados como significativos.

Acerca das relações educando-educando e educando-educador as análises foram muito semelhantes, ou seja, os aspectos sobre relações cooperativas - proximidade, vínculo, interatividade e diálogo - se repetiram nas duas categorias. Mais especificamente sobre a relação educando-educando, destacam-se duas questões: a facilidade de compreensão dos conteúdos e a intensificação do interesse. Essas questões permitem inferir que o papel protagonista do educando no processo de aprendizagem com AC pode promover o aumento do interesse dos educandos e facilitar a compreensão dos conteúdos.

No que se refere mais diretamente ao educador, os estudantes apontam para a quebra da relação vertical e a construção de processos onde o professor se coloca como orientador e não como transmissor de conhecimento como questões que diferenciam esta da abordagem tradicional.

Outro aspecto considerado para a diferenciação entre as duas abordagens foi o ambiente de sala. Sobre este, os estudantes apontaram a informalidade e descontração, a liberdade, a harmonia, a cooperação e a interatividade, gerando processos participativos e mais produtivos.

Percebe-se, com base nessas avaliações, que, mesmo partindo de aspectos diversos como os anteriormente descritos, os estudantes consideram de forma preponderante na AC questões que, além da apreensão de conteúdos, contribuem para a construção de habilidades sociais.

A dimensão cognitiva da aprendizagem com AC foi avaliada, considerando a facilidade/ou dificuldade na compreensão dos temas abordados. No geral prevaleceram reflexões sobre as facilidades que essa abordagem proporciona como: a responsabilização e compromisso do educando; a possibilidade de estabelecer parcerias entre os colegas e esclarecimento de dúvidas entre eles, aumentando o interesse destes; maior facilidade de compreensão e interpretação do conteúdo.

Em contraponto, alguns apontam dificuldades nesse aprendizado, mas estas têm em comum, aspectos relacionados à dificuldade de compreender a importância da cooperação e corresponsabilização de todos no processo. Esta questão parece emergir como o grande desafio para aqueles que pretendam trabalhar a AC como caminho pedagógico, no sentido da motivação dos estudantes para processos cooperativos, considerando que se vive em uma

sociedade capitalista onde o ambiente competitivo predomina não apenas no contexto escolar, mas na vida social como um todo.

Todos os estudantes que participaram deste estudo manifestaram o desejo de inclusão da AC no cotidiano da sala de aula, somente um pequeno percentual destes (11,1% do total de participantes) relativizou essa inclusão por considerar que ela demandaria mudanças significativas no sistema de ensino atual, reforçando a possibilidade de alguns educandos não cooperarem, ou não conseguirem compreender e compartilhar os conteúdos adequadamente.

Para os que responderam afirmativa e incondicionalmente à inclusão da AC em sala de aula, as justificativas giraram em torno das possibilidades metodológicas, cognitivas e relacionais desta abordagem, que estão sintetizadas na tabela a seguir:

Tabela-2: Vantagens da AC em diferentes aspectos segundo os educandos

Metodológicas	Cognitivas	Relacionais
Valoriza mais a aprendizagem por cooperação	Oportunidade de tirar dúvidas com os colegas e ajudar colegas com dificuldades	Reduz o individualismo
Forma diferente e divertida de aprender	Melhora o aprendizado	Todos interagem
Melhora qualidade da aula e os resultados	Melhora o interesse	Facilita o contato
Aumenta responsabilidade e foco	Melhor absorção de conteúdo	Promove o vínculo

Ao se referirem aos aspectos que consideram determinantes no processo de aprendizagem com a AC, os estudantes evidenciaram a recorrência de categorias já aludidas anteriormente. Algumas dessas categorias referem-se a aspectos metodológicos da AC como: abordagem interativa, dinâmica, criativa, extrovertida, trabalho em equipe, compartilhamento de ideias e apresentação com leitura em grupos.

Outras categorias apontadas dizem respeito à dimensão relacional desta abordagem tais como: auxílio mútuo; maior participação do aluno; empenho de alunos e professor; disposição para ajudar; confiança; vínculos criados e os questionamentos entre colegas para esclarecimento das dúvidas.

Ao mesmo tempo referendam categorias que acentuam as possibilidades de referendar o processo de autonomia dos educandos, como a curiosidade e a determinação de cada aluno.

Na perspectiva de apreender as possíveis contribuições dessa abordagem para a facilitação do aprendizado de temas da físico-química, relacionados ao estudo das soluções, foi indagado sobre a contribuição da AC para o aprendizado de temas sobre os quais apresentava dificuldade no aprendizado. 83% dos estudantes referiram o papel da AC na facilitação do aprendizado em relação a temas sobre os quais tinham dificuldade. Entre os temas mais referidos estão aqueles que se referem a relações matemáticas como: a determinação das unidades de concentração, coeficiente de solubilidade e titulação. Também referenciaram maior aprendizado referente a conteúdos que necessitam de análises gráficas e relações com o cotidiano, entre os quais destacaram os tipos de solubilidade, tipos de misturas, colóides, aplicação das soluções e separação de misturas.

Considerando o ineditismo desta abordagem no ambiente da escola cenário deste estudo, foi indagado aos educandos suas percepções acerca dos desafios para utilização da AC no Ensino Médio. A apreciação dos desafios apontados revela questões já evidenciadas, como a dificuldade de se corresponsabilizar; porém, outras questões emergem. Parte dessas questões dizem respeito a aspectos subjetivos: timidez, dificuldade de expressão e insegurança. Outras se referem às questões ligadas ao aspecto cognitivo, ou seja, dificuldade de concentração, de repasse do tema. Outros ainda referem-se à dimensão relacional: despreparo para o trabalho em grupos, dificuldade de entrosamento, de saber escutar e respeitar a fala do outro.

Essas questões revelam a importância de trabalhar a dimensão relacional que se vincula à afetividade e à possibilidade de ampliar a divulgação e comunicação acerca desta abordagem como aspectos fundamentais para sua inclusão nas estratégias pedagógicas para o Ensino Médio.

A inclusão no mercado de trabalho representa uma preocupação constante no imaginário dos jovens do Ensino Médio. Um dos aspectos considerados neste instrumento refere-se às possíveis contribuições da AC para a sua futura inserção profissional. Neste sentido, os estudantes salientaram unanimemente essa contribuição, vinculando-a principalmente ao desenvolvimento de habilidades sociais como: trabalhar em equipe; interação com o público; formação de lideranças e convivência; desenvoltura e desinibição; maturidade no lidar com outras pessoas; aceitação das diferenças e desenvolvimento de trabalhos comunitários.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As experiências vividas em sala de aula com a utilização da AC para trabalhar o conteúdo pertinente ao estudo das soluções, permitem inferir que, para o conjunto dos estudantes envolvidos, esta se constitui uma estratégia pedagógica significativa, especialmente por seu caráter coletivo e cooperativo, sendo que este último é referenciado por grande parte dos estudantes como muito importante.

A análise das opiniões sobre o conhecimento prévio dos estudantes acerca de abordagens grupais, no que diz respeito aos desafios apontados, estes coincidem com as características do trabalho em grupos não estruturados (grupos tradicionais) e, ao mesmo tempo, as potencialidades que apontam, se aproximam, via de regra, de elementos da AC que ainda não conheciam. Apesar de, em sua grande maioria, indicarem o trabalho em grupo como significativo, paradoxalmente afirmavam ser a competitividade algo importante para o processo de ensino-aprendizagem. Pode-se perceber, com base nas reflexões produzidas pelo conjunto dos estudantes envolvidos, que esta visão foi modificada no decorrer do processo.

A inclusão das histórias de vida como ferramenta catalizadora da interação confirmou sua potencialidade em relação a esta função. Nos diversos instrumentos de avaliação utilizados, esse momento foi apontado como relevante e fortalecedor por propiciar a compreensão dos outros em sua subjetividade e construção histórica. Dessa forma, possibilitou, segundo eles, novas formas de relacionamento e comunicação entre os estudantes e destes com o professor, tornando o ambiente de sala de aula mais agradável, com contatos mais afetuosos, o que produz motivação para o estudo do tema.

No que diz respeito à apreensão dos conteúdos, os acertos individuais obtidos nas avaliações escritas indicam que, em 90% das atividades realizadas, aproximadamente 80% desses estudantes obtiveram média igual ou superior à média escolar. As avaliações relativas ao método dos pares e testes cooperativos destacaram-se, nesse percurso, apresentando os resultados mais significativos, com os percentuais de 96 e 88% respectivamente. Verificou-se ainda o crescimento processual do número de grupos, que atingiram o critério de sucesso grupal que, ao início do percurso, estava entre 40% e 55%, estabilizando-se entre 90 e 100%.

Nesse contexto, pode-se inferir que mesmo para disciplinas como a química, e nela conteúdos como a físico-química, considerados por muitos estudantes como de difícil compreensão, as técnicas de AC podem contribuir para facilitar o aprendizado. Os resultados parecem ainda reafirmar o caráter processual da AC, considerando que tanto o acerto

individual quanto o critério grupal seguiram em todo o percurso uma sequência crescente, estabilizando-se em níveis acima de 80%.

A fila cooperativa e o teste cooperativo foram técnicas consideradas pelos estudantes como motivadoras, interativas e agradáveis, propiciando a melhoria do ambiente da sala de aula e contribuindo para compartilhar e avaliar os conhecimentos no trabalho em grupo.

Ainda no que diz respeito à apreensão dos conteúdos o percentual de acertos evidencia que o teste cooperativo mostra-se uma técnica eficaz para atividades de revisão e resolução de exercícios. Já o método dos pares foi considerado adequado por facilitar o esclarecimento de dúvidas, além da compreensão e concentração de ideias a partir da escuta do outro. O Método Jig saw pareceu-lhes oportunizar a expressão de pontos de vista e opiniões diferentes e proporcionar objetividade e ordenação nas atividades.

As análises produzidas a partir do círculo de cultura também mostram a contribuição das técnicas da AC no que se refere à dimensão cognitiva da aprendizagem enquanto possibilidade de produzir autonomia, responsabilização individual, construção compartilhada do conhecimento. No entanto, a problematização produzida com esta prática, evidencia desafios em relação a essa questão, especialmente em relação à motivação inicial e ao envolvimento de todos no processo.

Assim como as histórias de vida, o círculo de cultura constituiu-se um momento rico no qual os estudantes expressaram as potencialidades da AC com relação à produção de autonomia, responsabilização individual, construção compartilhada do conhecimento, dinamismo da aula, companheirismo e fortalecimento das relações interpessoais.

A inclusão dessa prática pedagógica oriunda da educação popular desvela possibilidades de um diálogo fértil entre a AC e as bases pedagógicas freireanas, especialmente no que diz respeito à inclusão do saber prévio do estudante, a problematização da realidade, a produção de conhecimento de forma crítica e reflexiva, e a potencialização da criatividade e da emancipação.

No que diz respeito ao desenvolvimento de habilidades sociais, os educandos apontam, de forma geral, a AC como estratégia pedagógica relevante pela: capacidade de desenvolver a cooperação, a convivência, a superação da timidez, de aprender a lidar com as dificuldades dos outros, entre outras, repercutindo para além da sala de aula.

Neste contexto, referenciam suas várias técnicas, conferindo-lhes significados diferenciados. O Método dos Pares foi ressaltado por possibilitar a construção de vínculos. O Jig Saw trouxe de forma mais intensa a questão da interação, talvez pelo fato de que, nesta

técnica, o estudante participa de mais de um grupo e, dessa forma, interage com maior número de colegas. A técnica do Teste Cooperativo, segundo eles, promove a integração, potencializando o desenvolvimento de valores pessoais, enquanto a Fila Cooperativa contribui com a dinamicidade da atividade.

A dimensão metodológica destacou-se nas diversas avaliações dos atores envolvidos. Assim, o trabalho em equipe, a interação, a dinâmica, a acessibilidade da linguagem e da comunicação, a simplificação dos conteúdos e a aprendizagem construída de forma coletiva, superando a memorização mecânica da aprendizagem tradicional, foram alguns dos aspectos apontados como significativos. Essas reflexões parecem indicar que o papel protagonista do educando, no processo de aprendizagem com AC, pode promover o aumento do interesse dos educandos e facilitar a compreensão dos conteúdos.

Ainda com respeito à metodologia, um dos elementos da AC emergiu de forma singular no olhar dos estudantes: trata-se do processamento de grupo destacado por proporcionar o exercício constante da responsabilidade individual.

Outras questões apontadas com relação aos aspectos metodológicos dizem respeito à postura do educador. Os estudantes apontam para a quebra da relação vertical e a construção de processos onde o professor se coloca como orientador e não como transmissor de conhecimento.

A experiência como observador participante deste processo proporcionou também ao educador/pesquisador a reflexão sobre dificuldades enfrentadas com relação ao material didático, tendo em vista a necessidade de produzi-lo previamente, já que os livros e outros materiais didáticos disponíveis nas escolas nem sempre se adequam às técnicas de AC. Estas, por sua vez requerem a fragmentação dos conteúdos, a interdependência e acessibilidade na leitura necessária para a adequada utilização das técnicas de AC.

A observação participante do pesquisador evidenciou também que, da mesma forma que o aprendizado dos alunos na AC é processual, também o é a apropriação do professor em conduzir de forma dialógica e organizadamente os grupos.

Diante das reflexões produzidas, pode-se considerar a importância de se trabalhar propostas pedagógicas ativas e problematizadoras, potencializadoras do protagonismo estudantil, como forma de superação das dificuldades de aprendizagem historicamente evidenciadas na apreensão de conteúdos em disciplinas como a Química.

Dessa forma, a AC se apresenta como possibilidade de inclusão metodológica para o desenvolvimento de aprendizagens no ensino de química, que apontam para a

construção de relações cooperativas, favorecendo o desenvolvimento humano e o protagonismo estudantil.

REFERÊNCIAS

- ARONSON, E.; BLANEY, N.; STEPHINS, C.; SIKES, J; SNAPP, M. **The jigsaw classroom**. Beverly Hills: Sage, 1978.
- ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. **A didática das ciências**. 4. ed. Campinas: Papirus, 1995.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Porto Alegre: Bookman 2001, 914p.
- BARBIER, R. **A pesquisa ação**. Tradução de Lucie Dídio. Brasília: Líber Livro Editora, 2002.
- BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. Aprendizagem cooperativa e ensino de química: parceria que dá certo. In: **Revista Ciência & Educação**. v. 10, n. 1. Bauru: 2004, p. 55 – 61.
- BRASIL. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. v. 2. Brasília: Ministério da educação, 2006. 135 p.
- BRADY, E. B.; HUMISTON, G. E. **Química geral**. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1995. 410 p.
- BROWN, T.; LEMAY, H. E. **Química: a ciência central**. 9 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- CHASSOT, A. I. **Para que(m) é útil o ensino? Alternativas para um ensino (de química) mais crítico**. 2. ed. Canoas: Editora da Ulbra, 1995. 189p.
- DANTAS, V. L. A. **Dialogismo e arte na gestão em saúde: a perspectiva popular nas cirandas da vida em Fortaleza-CE**. 2010. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
- EILKS, I. Experiences and reflections about teaching atomic structure in a jig-saw classroom in lower secondary school chemical lessons. In: **Journal of Chemical Education**. v. 82, n. 2. Washington-DC: 2005, p. 313-320.
- EICHLER, M. L. **A construção de noções fundamentais à química**. Disponível em <<http://www.eq.ufrgs.br/projetos.htm>>. Acesso em: 15.08.2007.
- FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem jigsaw no ensino de cinética química. In: **Química Nova na Escola**. vol. 32, n. 3. São Paulo: 2010, p.161-168.
- FRANCO, D. S. **Química 2**. São Paulo: FTD, 2009. 399 p.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 36. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 146 p.

_____. Educação como prática de liberdade. 20. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

GIESBRECHET, E. O desenvolvimento do ensino da química. In: **Estudos Avançados**. v. 8, n. 22. São Paulo: 1994, p. 115-122.

GOMES, M. C. S. **Aprendizagem cooperativa como recurso metodológico e pedagógico dentro das aulas de educação física do ensino médio**. 2012. Monografia (Especialização em Educação Física) - Curso de Especialização em Educação Física Escolar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

HARTWIG, D. R.; DOMINGUES, S. F. Equilíbrio entre os pontos qualitativos e quantitativos no ensino de química. In: **Química Nova**. v. 8, n. 2. São Paulo, 1985, p.116-119.

HALBWACHS, M. **A memória coletiva**. Tradução Laurent Léon Shaffter. 2. ed. São Paulo: Vértice, 1990. 189 p.

HOBSBAWM. E. **A era dos extremos: o breve século XX 1914/1991**. 2. Ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2012. 598p

HOLANDA, M. A. P. G. **Tornar-se negro: trajetórias de vida de professores universitários no Ceará**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, 2009. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br:8080/ri/bitstream/123456789/3582/1/2009_Tese_MAPGHolanda.pdf>. Acesso em: 24 de maio 2012.

IPECE. **Perfil básico municipal Quixadá 2011**. Secretaria de planejamento e gestão-estado. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2011/Quixada.pdf>. Acesso em: 17 de outubro 2012.

JAGUARIBE, H. **Um estudo crítico da História**. São Paulo: Paz e Terra, 2001.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. Implementing cooperative learning. In: **Contemporary Education**. v. 63, n. 3. Chicago – IL: 1992, p. 173 – 181.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; SMITH, K. A. A aprendizagem cooperativa retorna às faculdades: qual a evidência de que funciona? In: **Change**. v. 30, n. 4, issue 4. julho/ago1998, p. 91-102. Disponível em: <<http://www.andrews.edu/~freed/ppdfs/readings.pdf>>. Acesso em: 06 de julho 2012.

_____. **Active learning: cooperation in the college classroom**. Edina: Interaction Book Company, 1989.

_____. Instructional goal structure: cooperative, competitive or individualistic. In: **Review of Educational Research**, v. 44, 1974, p. 213-240.

_____.; HOLUBEC, E.J. **Los nuevos círculos del aprendizaje: la cooperación en el aula y la escuela**. Virginia: Aique, 1999.

_____. An Overview Of Cooperative Learning. Originally published. In: Thousand, J.; Villa, A.; Nevin, A. (Eds). **Creativity and Collaborative Learning**. Brookes Press, Baltimore, 1994. Disponível em: <http://www.co-operation.org/pages/overview_paper.html>. Acesso em: 9 maio 2012.

JOSSO, M. C. **Experiências de vida e formação**. Lisboa: Educa-Formação, 2002. 216 p.

LIMA, J. O. G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. In: **Revista Espaço Acadêmico**. Nº136. 2012, p. 95-101.

LOPES, J; SANTOS, H. S. **A aprendizagem cooperativa na sala de aula: um guia prático para o professor**. 2. ed. Lisboa: LIDEL, 2009. 301 p.

MALDANER, O. A.; SCHNETZLER, R. P. A necessária conjugação da pesquisa e do ensino na formação de professores e professoras. In: CHASSOT, A. I.; OLIVEIRA, R. J. **Ciência, ética e cultura na educação**. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1998. p. 191-214.

MELO, E. I.; COELHO, N. M. M. A pedagogia de projetos como estratégia para formação do perfil inovador do químico. In: **Educação em Destaque**. v. 2, n. 1. Juiz de Fora: 2009, p. 54-63.

MELONI, A. R. A Organização da disciplina de Physica-Chimical na escola secundária no Brasil: o caso do colégio Culto à Ciência de Campinas. In: **Química nova na escola**. v. 34, n. 1. São Paulo: 2012, p. 35-40.

MENDONÇA, E. N. **Aprendizagem e avaliação de competências na escola moderna**. 2007. Dissertação (Mestrado em ciências da educação) - Departamento de Ciências da Educação, Universidade da Madeira, Funchal, 2007.

MENEZES, M. G.; BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. Aprendizagem cooperativa: o que pensam os estudantes? **Linguagens, Educação e Sociedade**. v. 12, n. 17. Teresina: 2007, p. 51-62.

MINAYO, C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 4. ed. São Paulo: Hucitec, 1994.

MORTIMER, E. F. Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de Química: mudança conceitual e perfil epistemológico. In: **Química Nova**. v. 15, n. 3. São Paulo, 1992, p. 242-249.

NETO, M. A. **Instrumentos de avaliação dos planos de aula**. Programa de formação de professores em aprendizagem cooperativa, Fortaleza, CE, 2012. Disponível em: <samuelpdm@hotmail.com>. Acesso em: 5 de novembro 2012.

NEVES, F. M. **O Método lancasteriano e o projeto de formação disciplinar do povo**. 2003. Tese (Doutorado em história) – Departamento de pós-graduação em história, Universidade Estadual do Estado de São Paulo, São Paulo, 2003.

PROGRAMA DE EDUCAÇÃO EM CÉLULAS COOPERATIVAS - PRECE. **Site do PRECE**. Disponível em: <http://www.prece.ufc.br/?page_id=373>. Acesso em: 25 de maio de 2012.

OXFORD, R. L. Cooperative Learning, Collaborative Learning, and Interaction: three communicative strands in the language classroom. In: **The Modern Language Journal**. v. 81, n. 4, 1997, p. 443-456.

PINHEIRO, A. N.; MEDEIROS, E. L.; OLIVEIRA, A. C. Estudo de casos na formação de professores de química. In: **Química Nova**. v. 33, n. 9. São Paulo: 2010, p. 1996 – 2002.

REIS, M. **Química 2: meio ambiente, cidadania, tecnologia**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2011. 448 p.

SANTOS, B. S. **A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência**. 4. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2002. 211 p.

STAHL, R.J. **Cooperative learning in science: a handbook for teachers**. Menlo Park: Addison-Wesley, 1996.

SILVA, A. J. **Aprendizagem cooperativa no ensino de química: uma proposta de abordagem em sala de aula**. 2008. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto de Física e Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

UEHARA, F. M. G. **Refletindo dificuldades de aprendizagem de alunos do ensino médio no estudo do equilíbrio químico**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. Pró-Reitoria de Graduação. **Site da coordenadoria de formação e aprendizagem cooperativa – COFAC**. Disponível em: <http://cofacufc.blogspot.com.br/p/metodologia_05.html>. Acesso em: 25 de maio 2012.

VYGOTSKY, L. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

ANEXOS

ANEXO I – Planos de aula

• MÉTODO - JIG SAW

Escolaridade: 2º ano (ensino médio)	Disciplina: Físico-química (aulas 1, 3, 5 e 8)
Conteúdo programático: -Aula 1: Introdução ao estudo das dispersões (suspensões, colóides e soluções verdadeiras) -Aula 3: Soluções supersaturadas, tipos de dissolução e solubilidade dos gases -Aula 5: Unidades de concentração -Aula 8: Propriedades coligativas	
Técnica: Jig saw	
Tempo previsto: 2 aulas (100 minutos)	
Objetivo cognitivo: - Aprender conceitos relativo aos temas explicitados acima Objetivo interpessoal: -Esperar pela sua vez de falar; -Partilhar ideias; -Escutar atentamente; -Respeitar o contrato de convivência.	
Critério de sucesso (meta coletiva) -60% de acerto por todos os componentes do grupo base na avaliação individual	
Material/ recursos didáticos: -Pincel; Apagador; Quadro acrílico; Data-show e tela de projeção; Material didático preparado; Teste escrito; Processamento de grupo.	
Procedimentos (atividade): <p>O método jig saw consiste em fragmentar um tema principal em subtópicos. Os alunos são divididos inicialmente em grupos de base e cada um recebe um dos subtópicos preparados. Após a leitura do material segue para outro grupo denominado grupo de peritos, constituídos de indivíduos com o mesmo subtópico, para aprofundar a discussão sobre o tópico específico que recebeu e posteriormente retornar ao grupo base para expor seus conhecimentos sobre o que estudou e ouvir os demais subtópicos que serão explicados pelos outros componentes do grupo base. Ao final realizam um teste escrito individual com uma meta coletiva para tentar atingir o critério de sucesso da atividade. A figura 1 demonstra de maneira simplificada o processo.</p>	



Figura 1. Representação esquemática do método Jig Saw

• INÍCIO DA ATIVIDADE

- Explicar aos alunos os objetivos cognitivos e interpessoais;
- O facilitador fará uma breve exposição (introdução), com recurso multimídia, sobre as ideias centrais dos conteúdos a serem abordados na aula;; **(15 minutos)**
- Em seguida, explica de maneira clara e objetiva aos alunos como ocorrerá toda a dinâmica descrita a seguir, enfatizando a interdependência que existe entre os subtópicos que foram fragmentados do tema global e que serão distribuídos no processo de formação dos grupos de base. **(3 minutos)**

-Após a explicação inicial os alunos formarão grupos denominados grupos de base;

(4 minutos)

-Os grupos de base devem conter preferencialmente (e no mínimo) 4 componentes. Para a formação rápida destes grupos basta atribuir uma letra ou um número para cada um utilizando um sistema matricial conforme demonstrado abaixo:

		→ TEMAS					
G R U P O	↓	[A1	A2	A3	A4]
			B1	B2	B3	B4	
			C1	C2	C3	C4	
			D1	D2	D3	D4	

Figura 1. Exemplo de matriz para formação dos grupos de base

- Os componentes de um mesmo grupo base são aqueles que ficarem com um mesmo número e diferentes letras.
- Deve-se preferencialmente formar grupos base com o mesmo número de subtópicos preparados.

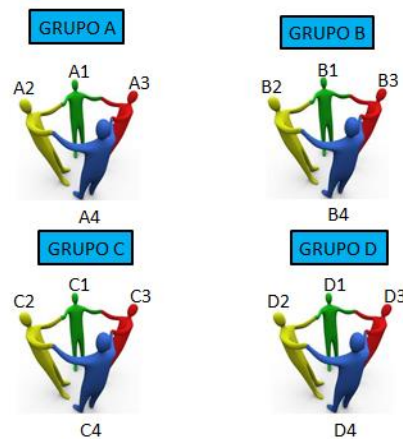


Figura 2. Formação dos grupos de base

- Após formado o grupo base deve ser estabelecido um contrato de cooperação (anexo 1) para maximizar o rendimento do processo grupal. **(3 minutos)**

-Constituído o contrato de cooperação devem ser atribuídas funções entre os membros do grupo:

Coordenador: é o estudante responsável por organizar os trabalhos do grupo.

Controlador do tempo: é o estudante que vai assegurar o tempo de cada atividade.

Guardião do silêncio: é o estudante que vai assegurar que o grupo não vai fazer muito barulho.

Monitor de materiais: é o estudante responsável por entregar e recolher os materiais.

- Para agilizar este processo deve-se atrelar as funções ao número da ficha do material didático que cada componente do grupo receberá.

-O facilitador com o auxílio dos monitores de materiais distribui o material didático preparado que contem 4 fichas com tópicos distintos fragmentados do tema da aula, de maneira que os componentes do grupo base possuam tópicos distintos e que todos os tópicos estejam presentes em cada grupo de base. **(2 minutos)**

- **Aula 1**

FICHA 1: Caracterização: misturas ou dispersões

FICHA 2: Conceitos básicos acerca das dispersões

FICHA 3: Estudo sobre suspensões e colóides

FICHA 4: Introdução ao estudo das soluções

- **Aula 3**

FICHA 1: Soluções supersaturadas

FICHA 2: Tipos de dissolução (endotérmica e exotérmica)

FICHA 3: Pontos de inflexão (sais hidratados)

FICHA 4: Solubilidade de gases em líquidos

- **Aula 5**

FICHA 1 – Concentração em massa (concentração comum ou grosseira)

FICHA 2 – Densidade e concentração em ppm

FICHA 3 - Título em massa

FICHA 4 - Título em volume

Aula 8

FICHA 1 – Tonoscopia

FICHA 2 – Crioscopia

FICHA 3 – Ebulioscopia

-Após o recebimento do material cada aluno deve realizar uma leitura individual do seu subtópico, devendo este anotar os principais pontos que compreendeu ou não. **(10 minutos)**

-Realizada a leitura individual por cada aluno do grupo base, os indivíduos (de grupos diferentes) que receberam o mesmo subtópico se reúnem formando outro grupo denominado grupos de peritos. **(3 minutos)**

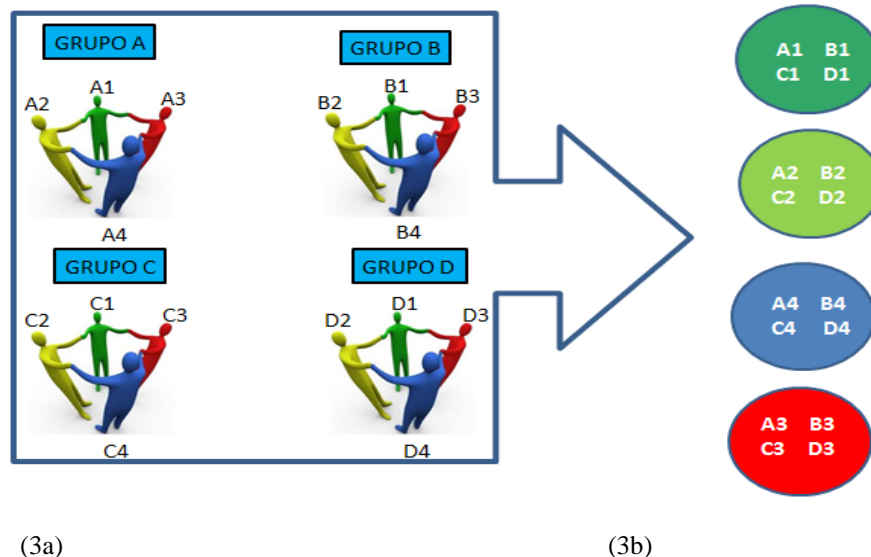


Figura 3. (a) grupos de base (b) grupos de peritos formados a partir de grupos base distintos.

* Caso ajam muitos grupos bases, dividir os grupos de peritos em mais de um grupo, para que não fiquem cheios em demasia o que dificulta a aprendizagem cooperativa.

-O grupo de peritos tem como finalidade aprofundar a discussão sobre aquele tópico específico, possibilitando dentro das discussões uma compreensão mais significativa dos conceitos. **(12 minutos)**

-Por fim deve-se estabelecer o que será repassado na falação de cada perito ao retornar ao seu grupo base de origem, essa sistematização deve ser realizada pelo relator.

- Após a discussão nos grupos de peritos, os componentes retornam aos seus grupos de base originais para compartilhar seu aprendizado já aprimorado. Portanto cada membro vai expor os conceitos apreendidos individualmente no grupo de peritos, com os demais componentes do grupo base e escutar atentamente a explicação dos demais componentes afim de compreender satisfatoriamente também os outros conceitos que serão explicados pelos demais colegas peritos nos outros subtemas. **(20 minutos)**

- Após as explicações os componentes devem dialogar em busca de consentimentos.

Observação: a sequência de apresentação dos subtemas nos seus respectivos grupos de base pelos peritos deve obedecer obrigatoriamente a sequência ficha 1, ficha 2, ficha 3, ficha 4.

- O facilitador deve fazer um fechamento da aula (conclusão) esclarecendo as dúvidas e equívocos apresentados pelos estudantes. **(10 minutos)**

- Para finalizar a aula os alunos responderão a um teste escrito (individual) contendo questões de todos os quatro subtemas discutidos nos grupos de base. **(15 minutos)**

-Para atingir o critério de sucesso e conseguir a bonificação é necessário um índice de acerto de todos os componentes do grupo base igual ou superior a 60% no teste escrito.

-Após o teste escrito deve ser realizado o processamento de grupo (anexo II) para que os estudantes observem se as habilidades sociais necessárias para o cumprimento da tarefa foram desenvolvidas. **(3 minutos)**

Referências:

LOPES, J., SANTOS, H. S. **A aprendizagem cooperativa na sala de aula:** um guia prático para o professor. 2ª ed. Tradução de Ricardo Bicca de Alencastro. Lisboa: LIDEL, 2009.

REIS, Martha. **Completamente Química:** química orgânica. São Paulo: FTD, 2011.

Anexos:

I- CONTRATO DE CONVIVENCIA

- () Não utilizar o telefone
- () Não sair da sala durante a aula
- () Não se dispersar durante a execução da atividade
- () Ouvir atentamente o colega e esperar sua vez de falar
- () Outros que surgirão ao longo do processo

II- PROCESSAMENTO DE GRUPO

1. Todos cumpriram com sua responsabilidade individual?
2. Quem participou mais ou menos?
3. Alguma coisa (fato ou situação) prejudicou a atuação e o desempenho do grupo?
4. Houve conflito? Como lidaram para superá-los?
5. Que mais vocês podem discutir para melhorar o processo grupal da aula seguinte?

• MÉTODO DOS PARES

Escolaridade: 2º ano (ensino médio)	Disciplina: Físico-química (aula 2)
Conteúdo programático: Estudo das propriedades de soluções verdadeiras e coeficiente de solubilidade	
Técnica: Pensar – Formar pares – Partilhar (método dos pares)	
Tempo previsto: 2 aulas (100 minutos)	
Objetivo cognitivo: - Estudantes com conhecimento acerca das propriedades das soluções, bem como o conceito de coeficiente de solubilidade, relações matemáticas e suas aplicações no cotidiano. Objetivo interpessoal: - Esperar pela sua vez de falar; - Partilhar ideias em pares; - Escutar atentamente; - Falar em voz baixa - Expressar opinião - Participar de forma igual - Respeitar o contrato de convivência. - Entreajudar - Decidir em conjunto	
Pré-requisitos: - Conhecimentos básicos desenvolvidos na aula 1 - Introdução ao estudo das dispersões (suspensões, colóides e soluções verdadeiras).	
Critério de sucesso (meta coletiva) - 60% de acerto na média entre a avaliação individual e avaliação por pares.	
Material/ recursos didáticos: - Pincel; Apagador; Quadro acrílico; Projetor multimídia; Material didático preparado; Teste escrito; Processamento de grupo.	
Procedimentos (atividade): - Explicar aos alunos os objetivos cognitivos e interpessoais; - O facilitador fará uma exposição dialogada (introdução), com recurso multimídia, sobre as ideias centrais dos conteúdos a serem abordados na aula, demonstrando exemplos práticos da vida cotidiana relacionado ao assunto; (15 minutos) - Em seguida, explica de maneira clara e objetiva aos alunos como ocorrerá toda a dinâmica descrita a seguir. (3 minutos) - Após as explicações iniciais os alunos devem se dividir em pares. Estes pares são formados numerando os alunos em ordem sequencial crescente. Estes números são divididos em duas colunas (A e B). Os pares devem ser formados pelo cruzamento das colunas da seguinte maneira: o primeiro da coluna A com o último da coluna B, o segundo da coluna A com o penúltimo da coluna B e assim sucessivamente de acordo com o esquema representado abaixo. (3 minutos)	

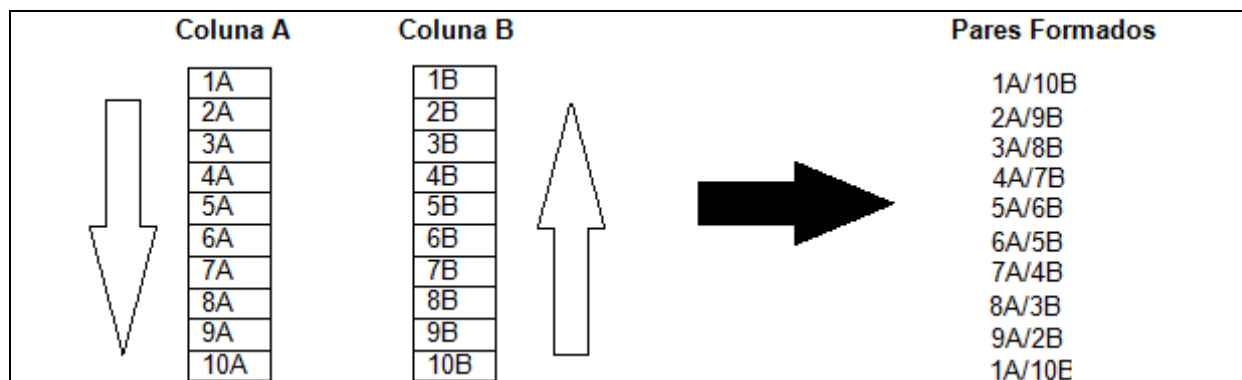


Figura 1. Representação esquemática para a formação dos pares numa sala contendo vinte alunos

-Formados os pares deve-se estabelecer um contrato de convivência entre os integrantes dos pares visando catalisar a busca para alcançar o critério de sucesso.

(3 minutos)

-O aluno da coluna A deverá ser o relator enquanto o da coluna B o monitor de materiais. O monitor do tempo deverá ser o aluno que está escutando a falação do colega.

-O material didático constituído de assuntos intercomplementares, fichas 1 e 2, são entregues a cada par de maneira que a ficha de número 1 fica com o aluno A, enquanto a ficha 2 com o aluno B. **(3 minutos)**

- **Ficha 1:** Propriedades das soluções
- **Ficha 2:** Coeficiente de solubilidade
- **Ficha 3:** Teste escrito

-Cada um deve ler o seu material isoladamente e anotar as principais observações.

(10 minutos)

-Realizada a leitura o aluno da coluna A (propriedades das soluções) deve explicar o que leu e compreendeu em sua ficha para o seu par e depois ouvir os comentários do colega acerca do que foi exposto buscando desenvolver uma decisão unificada. **(10 minutos)**

-O mesmo procedimento deve ser realizado pelo aluno B (coeficiente de solubilidade), para que ao final todos desenvolvam aprendizagem nos dois temas. **(10 minutos)**

-Após as discussões o professor fará uma nova exposição dialogada, agora questionando os membros de cada par com perguntas pertinentes ao assunto estudado. Neste processo, os relatores deverão fazer a exposição após rápido diálogo, se necessário, com o seu par.

(15 minutos)

-Finalizado todo esse processo o professor faz um fechamento dos conteúdos (conclusão) objetivando sanar as dúvidas ainda restantes. **(10 minutos)**

-Feita a conclusão os pares são desfeitos e cada aluno receberá a ficha 3, contendo questões que deverão ser respondidas individualmente. **(15 minutos)**

-O material é recolhido e novos pares são formados, agora constituídos pelos indivíduos que apresentam o mesmo número.

Ex: 1A/1B, 2A/2B, 3A/3B, etc.

-O mesmo teste é entregue aos novos pares formados, que deverão novamente responder as questões porém discutindo entre si as respostas a serem entregues em nome da dupla. **(15 minutos)**

- O critério de sucesso será atingido caso obtenha-se uma média igual ou superior a 60% constituída das notas individuais dos componentes do primeiro par com a nota da avaliação realizada pelo par.

-Ao final os pares iniciais se colocam frente a frente e realizam o processamento de grupo **(3 minutos)**

Referências:

LOPES, J., SANTOS, H. S. **A aprendizagem cooperativa na sala de aula:** um guia prático para o professor. 2ª ed. Tradução de Ricardo Bicca de Alencastro. Lisboa: LIDEL, 2009.

REIS, M. **Completamente Química:** química orgânica. São Paulo: FTD, 2011.

Anexos:

III- CONTRATO DE CONVIVENCIA

- () Não utilizar o telefone
- () Não sair da sala durante a aula
- () Não se dispersar durante a execução da atividade
- () Ouvir atentamente o colega e esperar sua vez de falar
- () Outros que surgirão ao longo do processo

• **MÉTODO: FILA COOPERATIVA**

Escolaridade: 2º ano (ensino médio)	Disciplina: Físico-química (aula 6)
Conteúdo programático: Diluição e misturas de soluções	
Técnica: Fila cooperativa	
Tempo previsto: 2 aulas (100 minutos)	
Objetivo cognitivo: - Estudantes com conhecimento acerca dos conceitos de diluição e misturas de soluções, bem como relações matemáticas e aplicações no cotidiano. Objetivo interpessoal: -Esperar pela sua vez de falar; -Partilhar ideias em pares; -Escutar atentamente; -Falar em voz baixa -Expressar opinião -Decidir em conjunto	
Pré-requisitos: -Conhecimentos básicos desenvolvidos durante todas as aulas anteriores (1, 2, 3, 4, 5)	
Critério de sucesso (meta coletiva) -60% de acerto na média entre a avaliação individual e avaliação por filas.	
Material/ recursos didáticos: -Pincel; Apagador; Quadro acrílico; Data-show e tela de projeção; Material didático preparado; Teste escrito; processamento de grupo.	
Procedimentos (atividade): - O facilitador fará uma exposição dialogada, com recurso multimídia, introduzindo os principais conceitos a serem abordados. (15 minutos) - Em seguida, explica de maneira clara e objetiva aos alunos como ocorrerá toda a dinâmica descrita a seguir. (3 minutos) -Após as explicações iniciais os alunos devem se dividir duas fileiras formadas por 3 duplas. -Formadas as filas deve-se estabelecer um contrato de cooperação (anexo I) entre os integrantes visando maximizar o rendimento do processo grupal e facilitar a busca para alcançar o critério de sucesso. -Constituído o contrato de cooperação devem ser atribuídas funções entre os membros do grupo: <u>Coordenador:</u> é o estudante responsável por organizar os trabalhos do grupo.	

Controlador do tempo: é o estudante que vai assegurar o tempo de cada atividade.

Guardião do silêncio: é o estudante que vai assegurar que o grupo não vai fazer muito barulho.

Monitor de materiais: é o estudante responsável por entregar e recolher os materiais.

-As fichas contendo os materiais didáticos preparados (ficha 1, 2 e 3) são distribuídas alternadas nas duas filas.

- **Ficha 1:** Diluição de soluções e mistura de soluções (concentração comum)
- **Ficha 2:** Diluição de soluções e mistura de soluções (concentração molar)
- **Ficha 3:** Mistura de soluções de solutos diferentes

-Cada um deve ler o seu material isoladamente e anotar as principais observações (dúvidas e entendimentos).

-Em seguida a fileira esquerda permanece fixa enquanto a da direita vai girando no sentido horário de maneira que se complete todo o ciclo.

- Em cada alternância realizada cada aluno explica o seu tópico ao outro e escutas as informações acerca do tópico do outro componente.

-Em cada parada cada estudante explica o seu tópico para o outro e escuta o companheiro.

Dessa maneira cada um vai interagir duas vezes com pessoas que apresentam o mesmo tópico e mais duas com indivíduos de tópicos diferentes.

- Após finalizado todo o ciclo descrito anteriormente, o facilitador deve fazer um fechamento da aula (conclusão) esclarecendo as dúvidas e equívocos apresentados pelos estudantes. **(10 minutos)**

- Para finalizar os alunos responderão a um teste escrito (individual) contendo questões de todos os três subtemas discutidos nas filas. **(15 minutos)**

-Após o teste escrito deve ser realizado o processamento de grupo para que os estudantes observem se as habilidades sociais necessárias para o cumprimento da tarefa foram desenvolvidas. **(3 minutos)**

Referências:

LOPES, J., SANTOS, H. S. **A aprendizagem cooperativa na sala de aula:** um guia prático para o professor. 2ª ed. Tradução de Ricardo Bicca de Alencastro. Lisboa: LIDEL, 2009.

REIS, M. **Completamente Química:** química orgânica. São Paulo: FTD, 2011.

• **MÉTODO: TESTE COOPERATIVO**

Escolaridade: 2º ano (ensino médio)	Disciplina: Físico-química (aulas 4, 7 e 9)
Conteúdo programático: Estudo de revisão	
Técnica: Teste cooperativo	
Tempo previsto: 2 aulas (100 minutos)	
Objetivo cognitivo: - Atividade de revisão buscando rediscutir os conceitos estudados nas aulas anteriores e correlaciona-los com questões no estilo ENEM. Objetivo interpessoal: -Esperar pela sua vez de falar; -Escutar atentamente; -Falar em voz baixa -Expressar opinião -Respeitar o contrato de convivência. -Entreajudar -Decidir em conjunto	
Pré-requisitos: -Conhecimentos básicos desenvolvidos em todas as aulas	
Critério de sucesso (meta coletiva) -60% de acerto na média de todas as avaliações (individual e por grupos).	
Material/ recursos didáticos: -Pincel; Apagador; Quadro acrílico; Data-show e tela de projeção; Material didático preparado; Teste escrito; processamento de grupo.	
Procedimentos (atividade): - O facilitador fará uma exposição dialogada (introdução), com recurso multimídia, sobre as ideias centrais dos conteúdos que foram abordados nas aulas anteriores; (10 minutos) -Após as explicações iniciais os alunos irão resolver 5 questões individualmente e entregar em seguida o gabarito ao professor. (25 minutos) -Em seguida são formados grupos heterogêneos com 4 componentes. Formados os grupos deve-se estabelecer um contrato de convivência (anexo I) entre os integrantes visando catalisar a busca para alcançar o critério de sucesso. (3 minutos) -Após a discussão os alunos irão resolver as mesmas 5 questões em grupo e chegar a um consenso entregando um novo gabarito, agora em nome do grupo. (15 minutos) -Recebido os gabaritos o facilitador realiza a resolução das questões bem como tirar duvidas dos alunos. (10 minutos)	

-Após a resolução os estudantes resolvem mais três questões individualmente, com os mesmos assuntos da primeira avaliação e entrega outro gabarito ao professor. **(20 minutos)**

-Ao final o professor realiza a resolução das novas questões e os estudantes realizam o processamento de grupo. **(12 minutos)**

Referências:

LOPES, J., SANTOS, H. S. **A aprendizagem cooperativa na sala de aula:** um guia prático para o professor. 2ª ed. Tradução de Ricardo Bicca de Alencastro. Lisboa: LIDEL, 2009.

REIS, Martha. **Completamente Química:** química orgânica. São Paulo: FTD, 2011.

Anexos:

I - CONTRATO DE CONVIVENCIA

- () Não utilizar o telefone
- () Não sair da sala durante a aula
- () Não se dispersar durante a execução da atividade
- () Ouvir atentamente o colega e esperar sua vez de falar
- () Outros que surgirão ao longo do processo

II -PROCESSAMENTO DE GRUPO

1. Todos cumpriram com sua responsabilidade individual?
2. Quem participou mais ou menos?
3. Alguma coisa (fato ou situação) prejudicou a atuação e o desempenho do grupo?
4. Houve conflito? Como lidaram para superá-los?
5. Que mais vocês podem discutir para melhorar o processo grupal da aula seguinte?

ANEXO II – Materiais didáticos produzidos

•AULA 1

FICHA 1 – CARACTERIZAÇÃO: MISTURAS OU DISPERSÕES

Misturas ou dispersões são sistemas constituídos por duas ou mais substâncias puras, sejam elas **simples** ou **compostas**. De maneira mais elementar podemos definir misturas como a junção duas ou mais substâncias diferentes, estas substâncias são denominadas de componentes. As proporções entre os constituintes de uma mistura podem ser alterados por processos físicos ou químicos. De maneira geral, substâncias que compartilham um mesmo sistema constituem uma mistura.

1) Tipos de Substâncias

- **Simples:** substância formada por átomos de um só elemento químico.
Exs: H_2 , O_2 , O_3 , N_2 , Fe , P_4
- **Compostas:** substância formada por mais de um tipo de elemento químico.
Exs: CO_2 , NH_3 , C_6H_6 , CCl_4 , $CaCO_3$

2) Tipos de misturas

Quanto ao número de fases (aspectos visuais distintos) as dispersões ou misturas são classificadas como homogênea (monofásica) ou heterogênea (bifásica ou polifásica).

- **Misturas homogêneas** são dispersões que apresentam o mesmo aspecto visual por toda sua extensão, ou seja, constituídas apenas por uma fase. O ar que respiramos (composto principalmente por N_2 , O_2 e H_2) ou a água mineral (figura 1a) que ingerimos diariamente são exemplos bem cotidianos.
- **Mistura heterogênea** apresenta dois ou mais aspectos visuais (fases) distintos. Como por exemplo, a mistura entre água e óleo conforme demonstra a figura 1b.

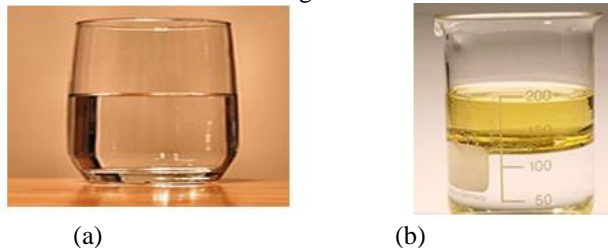


Figura 1. (a) água mineral (b) mistura constituída de óleo e água.

3) Análise gráfica

Para diferenciar uma mistura de substâncias puras (aquelas que apresentam a mesma composição química por toda sua extensão) basta observar os gráficos abaixo, que indicam os comportamentos das mesmas a partir do aquecimento e mantendo-se a pressão constante. Na figura(2a), que demonstra o comportamento de uma substância pura, observa-se que durante o processo de fusão e ebulição as temperaturas permanecem constantes (ponto de fusão e ebulição). A figura 2b indica que durante o processo de ebulição de uma mistura a temperatura do sistema sofre variação, o mesmo verifica-se durante a fusão.

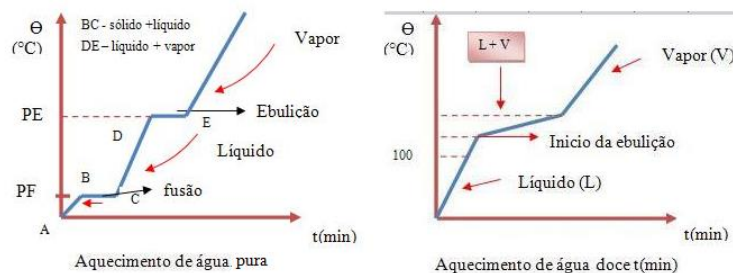


Figura 2. Gráficos de mudança de estado a partir do aquecimento (a) substância pura (b) mistura comum.

Existem misturas (dispersões) que apresentam o comportamento de substâncias puras durante o processo de fusão ou ebulição, estas são denominadas de eutética e azeotrópica respectivamente. Abaixo seguem as definições, gráficos e exemplos das mesmas.

- **Misturas eutéticas:** são misturas que se comportam como substâncias puras durante o processo de fusão, ou seja, apresentam temperatura de fusão constante (ponto de fusão) e faixa de ebulição (figura 3a). Isso é muito comum em misturas entre metais.

Ex.: o bronze é uma mistura de [cobre](#) com o [estanho](#), impossível separar por fusão.

- **Misturas Azeotrópicas:** são misturas em que o ponto de ebulição não se altera, ou seja, se comportam como substância pura durante o processo de ebulição conforme demonstra a figura 3b. É muito comum entre líquidos.

Ex.: O [álcool](#) hidratado é uma mistura azeotrópica, isso se deve porque esse álcool está misturado à água em uma proporção onde é impossível separar pela ebulição, já que a temperatura se mantém constante.

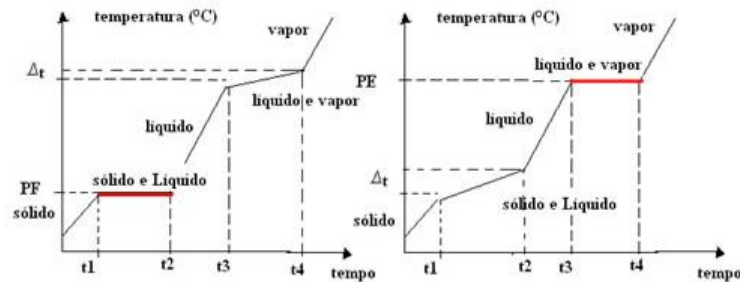


Figura 3. Gráficos de mudança de estado a partir do aquecimento (a) mistura eutética (b) mistura azeotrópica.

FICHA 2 – CONCEITOS BÁSICOS ACERCA DAS DISPERSÕES

As substâncias podem apresentar-se misturadas com outras substâncias ou isoladas. Uma substância, quando se encontra isolada das demais, é chamada substância pura. Mistura ou dispersão é todo e qualquer sistema no qual uma ou mais substâncias estão disseminadas, sob a forma de pequenas partículas, por toda a extensão de uma segunda substância que costuma estar em maior quantidade.

A(s) substância(s) que se dissemina (difunde) é denominada **disperso**, enquanto que a outra o meio **dispersante** ou **dispergente**.

Considere por exemplo a figura abaixo que demonstra a mistura entre sal de cozinha (NaCl) e água. Considerando que todo o sal será dissolvido (figura 1), pode-se afirmar que neste sistema o sal é o disperso e a água o meio dispersante, ou seja, os íons sódio (Na^+) e cloreto (Cl^-) irão se difundir por toda a extensão do meio aquoso conforme indica a representação esquemática demonstrada na figura 2.



Figura 1. Água mineral

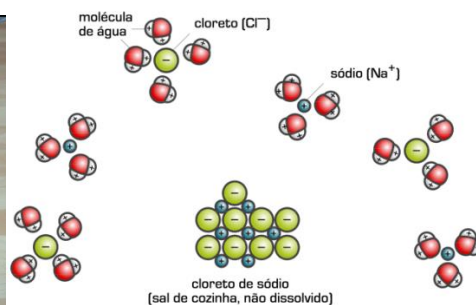


Figura 2. Dissolução aquosa do NaCl

Na maioria dos casos que iremos estudar o meio dispersante será a água (soluções aquosas), pois a água é considerada o solvente universal, devido a sua natureza elétrica (forte dipolo) como indica na figura 3.

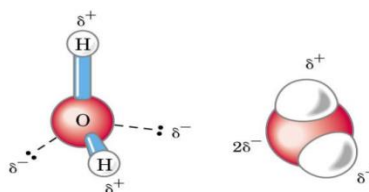


Figura 3. Representação esquemática do momento dipolar da água

Considerando que o disperso e o dispersante estão disseminados, pode-se classificar as dispersões em três diferentes tipos, denominados: suspensões grosseiras, solução coloidal (colóides) ou soluções verdadeiras. Essa diferenciação depende de vários fatores, tais como visibilidade, tamanho das partículas dispersas entre outras.

A tabela abaixo resume as principais diferenças entre os três tipos de dispersão mencionados em vários aspectos distintos. Analise-a e verifique as principais diferenças entre estes tipos distintos de dispersão, pois no retornar ao seu grupo base deverá apresenta-las aos constituintes do seu grupo.

Características	Soluções	Colóides	Suspensões
Natureza das partículas dispersas	Átomos, íons ou moléculas	Aglomerados de átomos, íons ou moléculas, além de moléculas gigantes e íons gigantes	Grandes aglomerados de átomos, de íons ou de moléculas
Tamanho médio das partículas	De 0 a 1 nm	De 1 a 1.000 nm	Acima de 1.000 nm
Ação da gravidade e de centrífugas comuns	Não se sedimentam	Não se sedimentam	Sedimenta- se
Ação de ultracentrífugas	Não sedimentam	Sedimenta- se	Sedimenta- se
Ação do filtro comum	Não são retidas	Não são retidas	São retidas
Ação do ultrafiltro	Não são retidas	São retidas	São retidas
Visibilidade ao microscópio comum	Não são visíveis	Não são visíveis	São visíveis
Visibilidade ao ultramicroscópio	Não são visíveis	São visíveis	São visíveis

Comportamento no campo elétrico	Quando a solução é covalente, não permite a passagem da corrente elétrica. Entretanto, quando é iônica, os cátions migram para o pólo negativo, e os ânions para o pólo positivo, resultando numa reação química denominada eletrólise	As partículas de um determinado colóide têm carga elétrica de mesmo sinal. Desse modo, todos devem migrar para o mesmo pólo elétrico	As partículas não se movimentam pela ação do campo elétrico
Homogeneidade do sistema	Sistema homogêneo	Sistema heterogêneo	Sistema heterogêneo
Exemplos	Sal na água e sacarose em água	Tintas, geleias, gelatinas, maionese, catalisadores para as indústrias	Leite de magnésia, alguns antibióticos pouco solúveis em água

FICHA 3: ESTUDO SOBRESUSPENSÕES E COLÓIDES

Suspensão é um tipo de [mistura](#) ou dispersão formada por duas ou mais fases (mistura heterogênea), ou seja, os componentes que as constituem apresentam mais de um aspecto visual diferente. Um exemplo bem típico de suspensão grosseira em química é a mistura denominada de leite de magnésia, constituída de hidróxido de magnésio – $Mg(OH)_2$ - e água (figura 1), que serve como antiácido estomacal ou laxante. A mistura entre pó de café ou pó de madeira com água, alguns antibióticos (figura 2), constituem outros exemplos de suspensões.

Neste tipo de dispersão, o tamanho das partículas dispersas é superior a 1000 nm, podendo ser observados a olho nú.



Figura 1. Leite de magnésia

Figura 2. Antibiótico em suspensão

Colóides ou suspensões coloidais, são dispersões heterogêneas em que o tamanho médio das partículas está entre 1 e 1000 nm ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m}$). Suas partículas dispersas (íons, moléculas) só podem ser separadas do seu dispersante (átomos, moléculas) por ultracentrífugas, sendo as fases somente visíveis com ultramicroscópios. Alguns exemplos comuns de colóides são a maionese, queijo, tintas, fumaça, etc, conforme representado na figura 3.



Figura 3.Exemplos cotidianos de colóides

Atualmente os estudos sobre dispersões coloidais são aplicados em diversos campos distintos da indústria, entre elas as indústrias alimentícia, de cosméticos, farmacêutica, catálise e etc.

A classificação dos colóides depende da relação entre a fase do disperso e dispersante. Portanto é necessário conhecer os constituintes de cada tipo. Abaixo estão detalhados alguns tipos importantes de colóides e o estado físico do disperso e do dispersante que constituem a mistura respectivamente, observe e leia com atenção:

I- Aerossol líquido (líquido + gás)

- Inseticida spray (veneno líquido + gás)
- Neblina (água + ar)

II- Aerossol sólido (sólido + gás)

- Poeira (poeira + ar)
- Fumaça (cinzas + ar)

III- Emulsão (líquido + líquido)

A emulsão é um tipo de colóide em que uma substância chamada emulsificante facilita a disseminação de certos dispersos, produzindo um falso aspecto homogêneo.

- Maionese (vinagre + azeite) – a lecitina (figura 4) da gema do ovo age como emulsificante

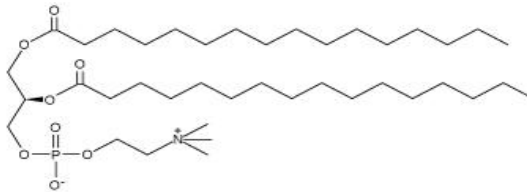


Figura 4. Representação da estrutura química em linhas da molécula de lecitina.

- Leite (gordura + água) – a caseína age como emulsificante

IV- Espuma sólida (gás + sólido)

- Pedra-pomes (ar + sílica)
- Isopor (ar + polímero de poliestireno)

V- Gel (líquido + sólido)

- Geléia de mocotó (água e mocotó)
- Queijo (água + proteínas)

VI- Sol (sólido + líquido)

- Gelatina (proteína + água)
- Tintas

* As tintas constituem um colóide do tipo Sol porque há o predomínio da fase líquida. No colóide do tipo Gel existe uma forma definida porque há a predominância do aspecto sólido.

* Não é possível a existência de colóides do tipo gás-gás, já que consistiria de um sistema homogêneo, fato incompatível com as características de um colóide.

FICHA 4: INTRODUÇÃO AO ESTUDO DAS SOLUÇÕES

Soluções são misturas ou dispersões contendo uma fase (mistura homogênea) formada pela junção de dois ou mais componentes distintos. O componente em maior quantidade, em geral, é denominado de solvente (ou dispersante). O componente que se encontra em menor quantidade é denominado de soluto (ou disperso). Para que se forme uma solução o soluto deve estar totalmente dissolvido na solução (mistura homogênea).

Na maioria dos casos que vamos estudar o solvente será a água (soluções aquosas), pois a água é considerada o solvente universal.

Neste tipo de dispersão ou mistura o tamanho da partícula dispersa é inferior a 1 nanômetro ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) sendo impossível, mesmo com o auxílio de um ultramicroscópio, observá-las.

Convivemos diariamente com diversos tipos de soluções, algumas de importância vital como o ar atmosférico, a água potável, a água mineral, a água dos rios, dos lagos e oceanos.

As ligas metálicas presentes em estruturas de prédios, veículos e utensílios domésticos, como o aço, o aço inoxidável, o ouro 18 quilates são exemplos de soluções sólidas.



Figura 1. Exemplos típicos de soluções

Muitas bebidas que ingerimos são soluções – o café, o chá, o suco artificial. As soluções também estão presentes em medicamentos importantes, como o soro fisiológico e nos fluidos do nosso corpo, como o suco gástrico, a urina, a lágrima. A figura 1 demonstra alguns tipos comuns de soluções.

Quando vamos preparar uma “solução caseira”, como um cafezinho ou um suco artificial, por exemplo, costumamos colocar o café ou o suco (solvente) no copo e, depois, acrescentar o açúcar (soluto).

Em um laboratório de química, em geral, fazemos o contrário.

O preparo de uma solução aquosa de água e sal, por exemplo, segue o procedimento a seguir:

- Medimos a massa do sal (soluto) em uma balança analítica, para que a massa do soluto seja conhecida.
- Transferimos essa massa de sal para um recipiente intermediário (geralmente um béquer) e acrescentamos um pouco de água para dissolvê-lo, obtendo uma solução concentrada (relação soluto/solvente alta).
- Transferimos essa solução concentrada (intermediária) para um recipiente de capacidade volumétrica conhecida (balão volumétrico) e acrescentamos água até a marca do volume indicada no recipiente para termos um volume final de solução conhecido.

O esquema representado na figura 2 resume o procedimento que foi descrito:

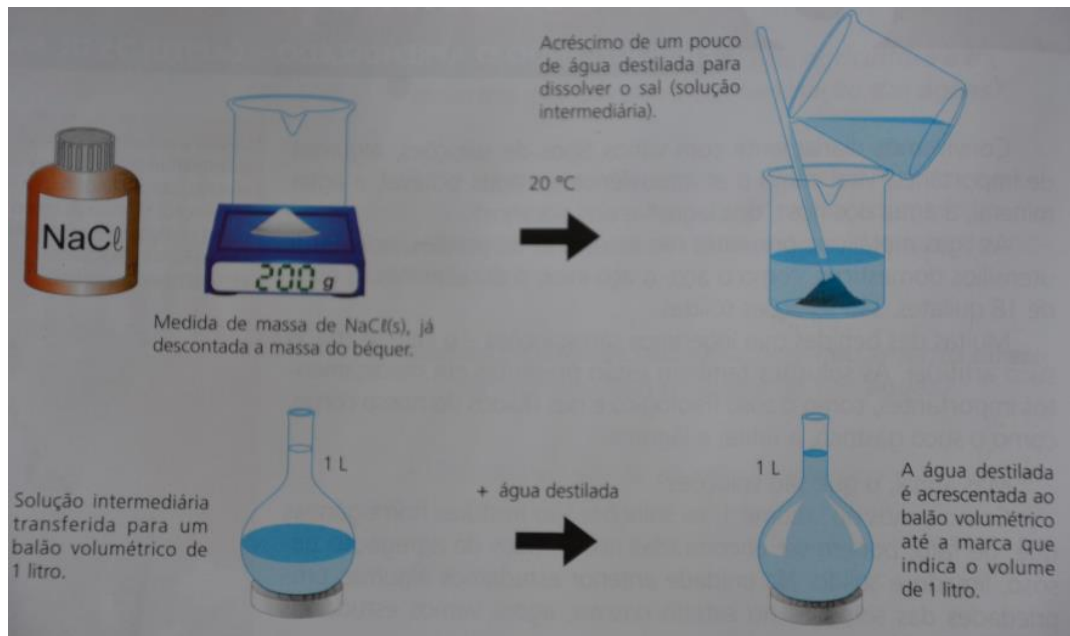
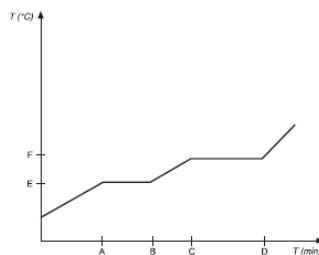


Figura 2. Representação esquemática do preparo de uma solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl).

* Uma exceção importante em relação a esse procedimento está na preparação de soluções de ácidos ou bases a partir de substâncias puras (ou concentradas). Lembre-se, por exemplo, de que jamais devemos adicionar água a um ácido concentrado, para evitar acidentes.

TESTE INDIVIDUAL

1. As substâncias, quando puras, podem ser representadas em um gráfico de mudança de estados físicos que ocorre em função do aquecimento desta substância X tempo. Um exemplo deste fenômeno, é o caso da água. Esta apresenta-se nos três estados físicos (sólido, líquido e gasoso). O gráfico a seguir representa o aquecimento de uma substância pura. Sobre essa substância, escreva V para as afirmativas verdadeiras ou F para as afirmativas falsas.



- () Os pontos A e C correspondem, respectivamente, aos pontos ebulição e fusão da substância..
- () O gráfico representa uma substância pura.
- () Os pontos F e E coordenadas de início da fusão e da ebulição da substância
- () Trata-se da representação do diagrama de fases de uma mistura eutética.
- () Pode representar o comportamento de uma dispersão.

2. Responder a questão 2 numerando corretamente a coluna da direita, que contém exemplos de sistemas, de acordo com a da esquerda, que apresenta a classificação dos mesmos.

1. Elemento químico () fluoreto de sódio

2. Substância simples () gás oxigênio
3. Substância composta () água do mar filtrada
4. Mistura homogênea () limonada com gelo
5. Mistura heterogênea

3. Um estudante de química introduziu 4,0 g de hidróxido de sódio sólido em um equipamento calibrado de 250 mL e em seguida completou o volume com água. Os equipamentos mais adequados que devem ser usados para garantir que a concentração da mesma seja o mais próximo possível do valor pensadoteoricamente são:

- a) Bureta e pipeta.
- b) Funil de decantação e béquer.
- c) Balão volumétrico e bureta.
- d) Béquer e balão volumétrico.
- e) Os materiais são insolúveis já os materiais possuem a mesma polaridade.

4. A fumaça é constituída por um conjunto de substâncias emitidas no processo de queima da madeira, ela se classifica como uma dispersão coloidal. Além dos colóides existem outros tipos de dispersões presentes em nossa vida cotidiana. Analise os itens abaixo e marque a afirmativa que indica respectivamente uma suspensão, um colóide e uma solução verdadeira respectivamente.

- a) Sangue, leite e refrigerante.
- b) Ampicilina, sangue e bile.
- c) Leite de magnésia, ovo e chantilly.
- d) Esmalte (com cores distintas), ar atmosférico e rubi.
- e) Saliva, fezes e maionese.

• AULA 2

FICHA 1: PROPRIEDADES DAS SOLUÇÕES

Conforme visto na aula anterior, soluções são misturas ou dispersões contendo uma fase (mistura homogênea) formadas pela junção de dois ou mais componentes distintos. O componente em maior quantidade, em geral, é denominado de solvente (ou dispersante). O componente que se encontra em menor quantidade é denominado de soluto (ou disperso). Para que se forme uma solução o soluto deve estar totalmente dissolvido (mistura homogênea).

As soluções podem ser classificadas com relação a vários aspectos distintos. Abaixo estão descritos e exemplificados as principais classificações das soluções, leia atentamente e em seguida discuta com o seu par as informações apresentadas para posteriormente responder aos questionamentos apresentados na ficha de exercícios.

1.) Quanto ao estado de agregação da solução

Depende do estado de agregação do solvente. Geralmente visualizam-se as soluções apenas como sistemas de um sólido dissolvido em um líquido. Porém como visto na aula anterior as soluções podem apresentar-se em todos os estados físicos da matéria. Observe a tabela abaixo que indica vários exemplos de soluções.

Solução	Solvente	Soluto	Exemplo
---------	----------	--------	---------

Sólida	Sólido	Sólido	Ouro + prata
		Líquido	Ouro + mercúrio
		Gasoso	Platina + hidrogênio
Líquida	Líquido	Sólido	Água + açúcar
		Líquido	Água + álcool
		Gasoso	Água + ar (dissolvido)
Gasosa	Gasoso	Gasoso	Ar (nitrogênio + oxigênio)

As soluções podem ainda ser classificadas **de acordo com os estados de agregação dos componentes**, como demonstrado nos exemplos abaixo,

Exs.: Soluções sólido-sólido (ouro 18 quilates), soluções sólido-líquido (sal em água), soluções líquido-gás (unidade do ar), solução gás-líquido (gás carbônico em bebidas), etc.

2.) Quanto a proporção entre o soluto e o solvente

Nossa vida moderna cheia de compromissos e desafios nos leva a um ritmo intenso e o tempo é sempre mais curto. Quem nunca comeu um salgado com suco por apenas 1,00 R\$ no ponto de ônibus. Percebe-se gustativamente que o suco apresenta uma quantidade pouco significativa (solução diluída) da fruta (soluto). Por outro lado, ao produzir um refresco caseiro com uma quantidade significativa da mesma (solução concentrada), pode sentir muito mais ativamente o sabor da mesma. Não é muito simples definir se uma determinada solução (um suco por exemplo) é ou não concentrado.

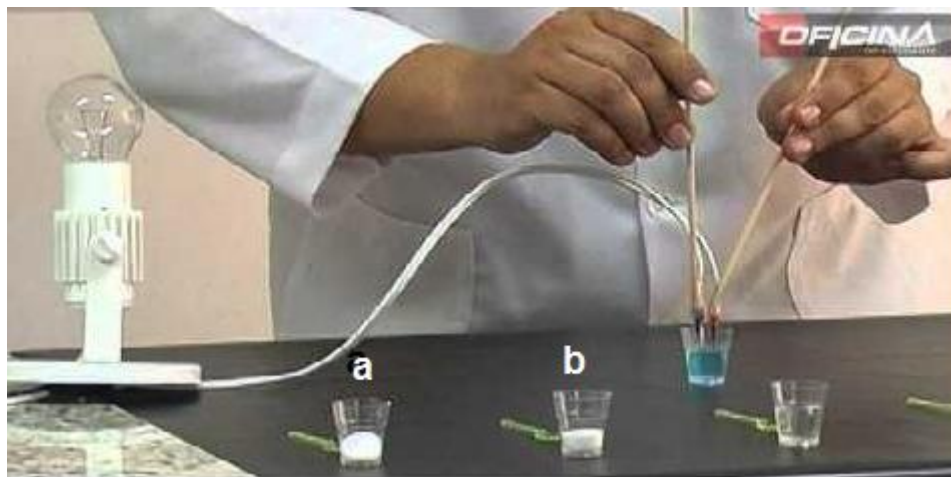
Entretanto, costuma-se admitir, em laboratório, que as soluções com concentrações aproximadamente inferiores a 0,1 mol/L são diluídas. Dentro deste contexto pode-se definir simplificadamente como:

- **Solução concentrada:** Quando a proporção do soluto é grande em relação à do solvente (superior a 0,1 mol/L)
- **Solução diluída:** Quando a proporção do soluto é pequena em relação à do solvente (inferior a 0,1 mol/L)

Ex: uma solução 0,073 mol/L de NaOH é considerada diluída, enquanto outra com o mesmo soluto de concentração 0,5 mol/L é considerada concentrada.

3.) De acordo com a condutividade elétrica

Dependo da natureza dos componentes da solução esta pode ou não conduzir corrente elétrica, ou seja, fazer com que o sistema representado na figura abaixo acenda o dispositivo luminoso.



- **Soluções iônicas ou eletrolíticas** – São aquelas nas quais as partículas dispersas apresentam carga elétrica livre, geralmente formadas por compostos com natureza iônica ou que sofram ionização (produzindo íons), resultando num sistema que permite a condução de corrente elétrica (eletrolítico). Se o composto **a** demonstrado na figura acima for ácido clorídrico (HCl) por exemplo, observara-se o acendimento do dispositivo.
- **Soluções moleculares ou não eletrolíticas** – Quando as partículas dispersas são somente moléculas não dissociáveis. Por apresentarem o meio eletricamente neutro, resultam em sistemas que não conduzem corrente elétrica (não eletrólito). Como por exemplo moléculas de sacarose (**composto b**) em água, fariam com que a luz do sistema não acendesse.

FICHA 2: COEFICIENTE DE SOLUBILIDADE

1) DEFINIÇÃO

Quando se prepara um suco, seguindo o que o rótulo do produto sugere, observa-se que há uma determinada quantidade de água a ser utilizada. Por exemplo, um envelope (30 gramas) de suco em pó solúvel para um litro de água. Entretanto, caso utilize-se dois envelopes para o mesmo litro de água, o sólido não se dissolve totalmente. É claro que isso é intuitivo, mas na química constitui um fato muito importante: há um limite de soluto para uma dada quantidade de solvente, portanto, existe um **coeficiente de solubilidade**.

O coeficiente de solubilidade (CS) é a quantidade máxima de soluto (geralmente expresso em gramas) que pode ser dissolvido completamente numa quantidade fixa de solvente (em geral 100g ou 1L), sob determinadas condições de temperatura e pressão. A tabela 1 demonstra os coeficientes de solubilidade da sacarose (açúcar comum) em diferentes temperaturas mantendo-se a pressão constante.

Temperatura °C	Solubilidade da sacarose g/100g de H ₂ O
----------------	---

0	180
30	220

Tabela 1. Coeficientes de solubilidade da sacarose em temperaturas distintas

2) CLASSIFICAÇÃO DAS SOLUÇÕES QUANTO AO COEFICIENTE DE SOLUBILIDADE.

- **Solução insaturada** - Quando a quantidade de soluto presente na solução é inferior ao coeficiente de solubilidade.

Ex: 120 gramas de sacarose totalmente dissolvidos em 100 gramas (ou mL) de água na temperatura de 0 °C.

- **Solução saturada** - Quando a quantidade de soluto presente na solução é igual ao coeficiente de solubilidade.

Ex: 440 gramas de sacarose totalmente dissolvidos em 200 gramas (ou mL) de água na temperatura de 30 °C. Observe que neste caso trata-se de uma mistura saturada homogênea conforme a figura 1a.

Considere agora que 500 gramas de sacarose foram adicionados aos mesmos 200 gramas de água do exemplo anterior, porém após agitação, restaram no fundo do recipiente 60 gramas de sacarose não dissolvida. Conclui-se portanto que restam 440 gramas dissolvidas em 200 gramas de solução tendo uma solução saturada e heterogênea (1b) que apresenta corpo de fundo ou precipitado.

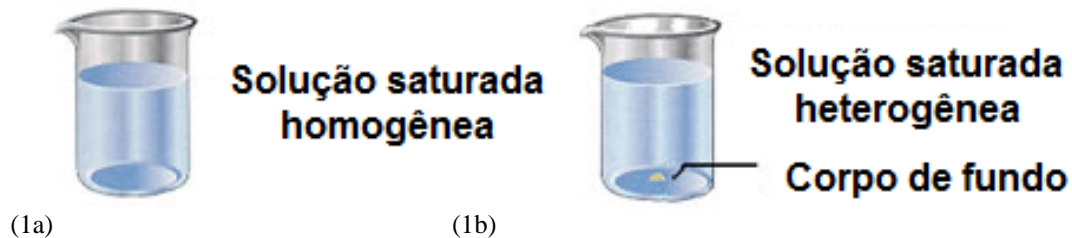


Figura 1. Representação esquemática de soluções saturadas.

Outra forma de expressar a solubilidade dos materiais são com gráficos denominados curvas de solubilidade. As curvas de solubilidade (figura 2) relacionam a capacidade de se dissolver determinado soluto em um solvente em função da temperatura. A análise das mesmas permite identificar as regiões de saturação ou não entre outras informações que serão posteriormente estudadas.

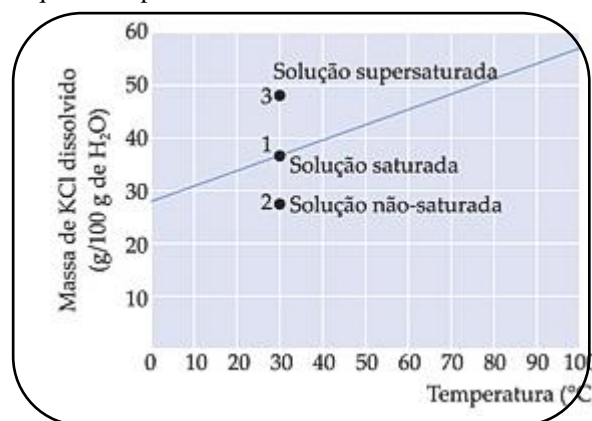
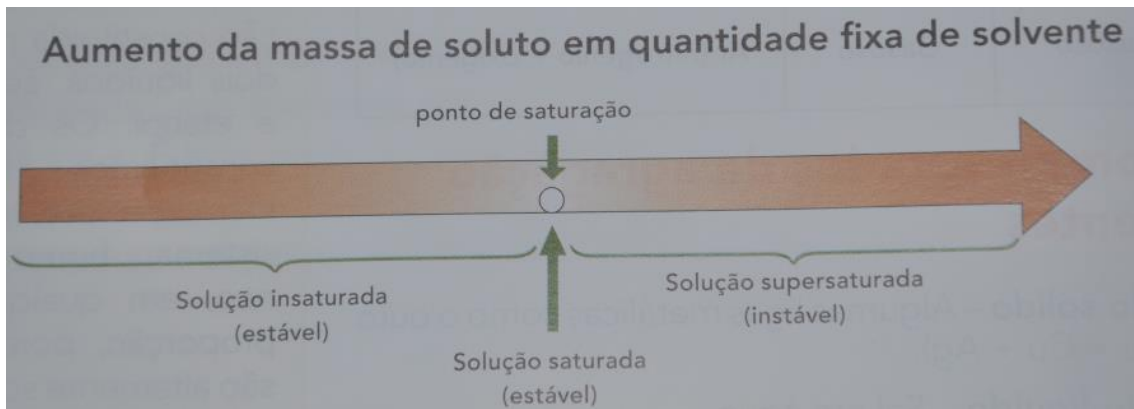


Figura 2. Curva de solubilidade para o cloreto de potássio (KCl) a 1 atm de pressão em g/100 g de água.

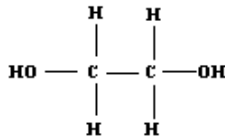
A figura 3 demonstra as regiões de saturação das soluções num formato diferente, observe que as soluções insaturadas e saturadas são sistemas estáveis.



As soluções supersaturadas mostradas anteriormente, só serão discutidas na próxima aula.

3. FICHA DE EXERCÍCIOS

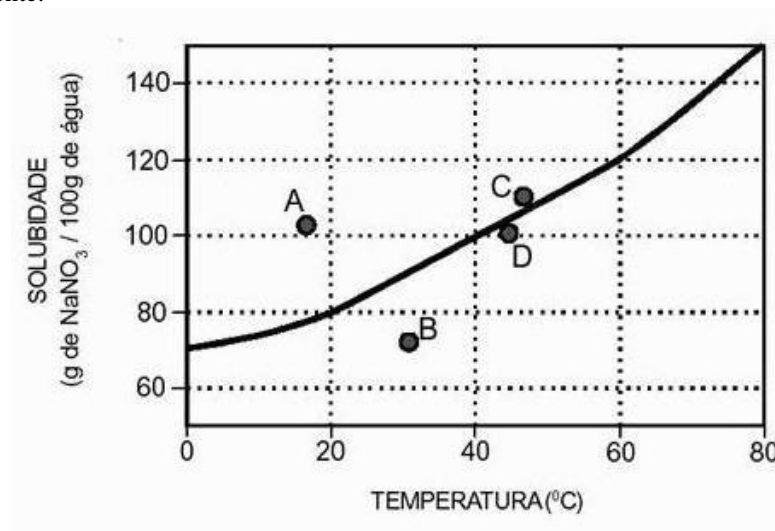
1. Etileno glicol (figura abaixo) é um composto químico largamente utilizado como um anticongelante automotivo, devido as suas propriedades coligativas quando dissolvido em água. Na sua forma pura, é um composto inodoro, incolor, líquido com um sabor doce. O etileno glicol é tóxico, e sua ingestão deve ser considerada uma emergência médica. Considere a dissolução completa de 1,8 mol de etilenoglicol considerando 2 litros de solução e responda aos questionamentos, considere que esta substância apresenta grau de ionização nulo ($\alpha=0$), ou seja, praticamente não sofre.



Etileno glicol

- Classifique essa solução quanto ao estado de agregação e proporção soluto solvente. Justifique sua resposta.
- A mesma é eletrolítica? Justifique sua resposta.

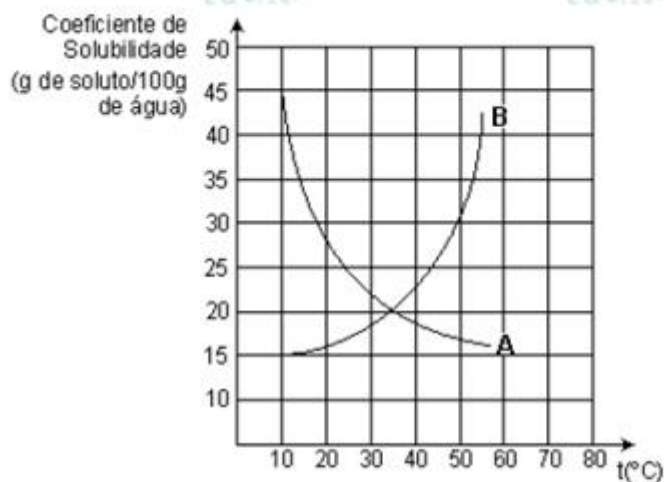
2. A solubilidade das substâncias é influenciada por fatores tais como temperatura e pressão. Abaixo está representado o gráfico de solubilidade para um sal denominado nitrato de sódio (NaNO_3). Analise o mesmo e responda corretamente.



- Quais dos pontos representados (A,B,C,D) representam a solução insaturada e supersaturada respectivamente? Justifique sua resposta.

- b) A 40°C foram adicionados 440 gramas de NaNO_3 em 350 gramas de água. Todo o sal foi dissolvido? Justifique numericamente.

1. Analise o gráfico de solubilidade em água das substâncias denominadas A e B.



Considerando-se esses dados, é INCORRETO afirmar que:

- a substância B é mais solúvel que a substância A a 50 °C.
- 30 g de A dissolvem-se completamente em 100 g de água a 20 °C.
- a solubilidade de A diminui com o aumento da temperatura.
- 15 g de B em 100 g de água formam uma solução saturada a 10 °C.

• AULA 3(JIG SAW)

FICHA 1 – SOLUÇÕES SUPERSATURADAS

Esta definido que uma solução supersaturada apresenta quantidade de soluto dissolvido superior ao seu coeficiente de solubilidade em determinada temperatura. Entretanto, é muito importante deixar claro que a solução supersaturada é instável, ou seja, não apresenta tendência a manter-se durante muito tempo pois a mínima perturbação faz com que esse excesso de soluto precipite-se, sofrendo um processo denominado de cristalização. A partir desse ponto a solução torna-se saturada com corpo de fundo (Figura 1).



Figura 1. (a) solução supersaturada de acetanilida (b) início da precipitação (c) precipitação completa. Observe como acontece no processo a seguir envolvendo a dissolução de cloreto de sódio em água (figura 2).

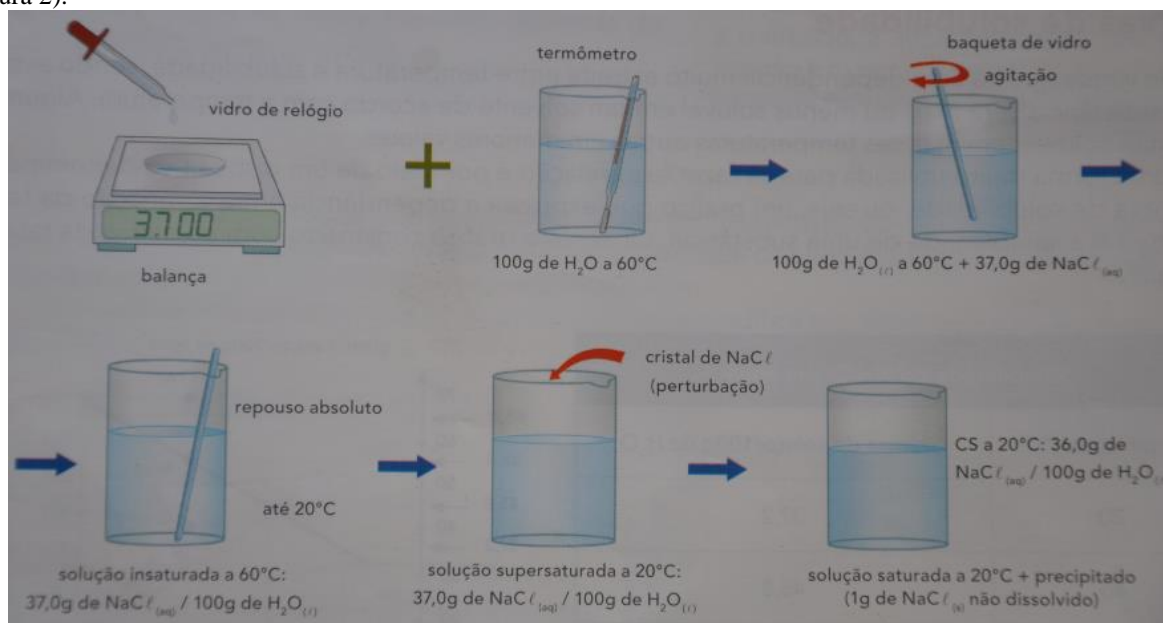


Figura 2. Formação de uma mistura supersaturada e posterior processo de precipitação;

- Dissolve-se 37 gramas de NaCl em 100 gramas de água a 60 °C. O sistema obtido é uma solução insaturada (o coeficiente do NaCl em 100 gramas de água na temperatura de 60°C é igual a 37,2 gramas);
- Deixa-se o sistema resfriar em repouso absoluto até 20°C (o coeficiente de solubilidade do NaCl em 100 gramas de água na temperatura de 20° C é igual a 36 gramas). Como a quantidade dissolvida foi superior ao valor do coeficiente, obteve-se uma solução supersaturada, ou seja, que contém 1,2 gramas de NaCl dissolvido além do coeficiente de solubilidade na temperatura de 20°.

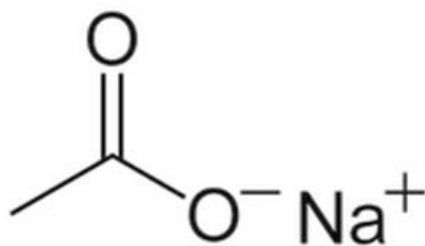
No entanto, se o sistema, nas condições anteriores, for submetido a qualquer perturbação mecânica ou se for adicionado um pequeno cristal de NaCl (denominado germen de precipitação), imediatamente esse 1; 2 gramas que estava em excesso irá precipitar e om líquido sobrenadante será uma solução saturada, porém constitui um sistema heterogêneo.

Diante de tudo que foi explicado, é bom deixar evidente que o fato de uma solução estar saturada de um determinado soluto não implica que ela não possa ainda dissolver outro componente (soluto).

• Aplicação:

O acetato de sódio (CH_3COONa) é um sal incolor, relativamente inerte e barato. Sua solubilidade em água permite este pequeno truque:

-Dissolve-se o acetato em água fervente, até seu ponto de saturação. Em seguida, você deixa a solução ser resfriada e a coloca na geladeira (ou no freezer). Com isso, você obtém uma solução supersaturada, onde qualquer agitação ou contato com um cristal já formado (cristal semente) é o suficiente para que o sal saia de solução e cristalize. Nesse caso, o acetato de sódio ao cristalizar libera calor (solução exotérmica) o que permite inclusive o uso dessa solução em bolsas térmicas para produção de calor.



(3a)



(3b)

Figura 3. (3a) Estrutura química em linha para o acetato de sódio (3b) Bolsa térmica

FICHA 2 – TIPOS DE DISSOLUÇÃO

Já vimos que há uma dependência muito estreita entre temperatura e solubilidade, sendo assim, uma substância será mais ou menos solúvel num solvente de acordo com a temperatura. Algumas são mais solúveis em maiores temperatura outras em menores valores.

Uma forma muito utilizada para se fazer essa relação é por meio de um dispositivo denominado de curva de solubilidade, ou seja, um gráfico que expressa à dependência entre a variação da temperatura e a solubilidade de uma substância. Observe o gráfico construído com os dados da tabela a seguir.

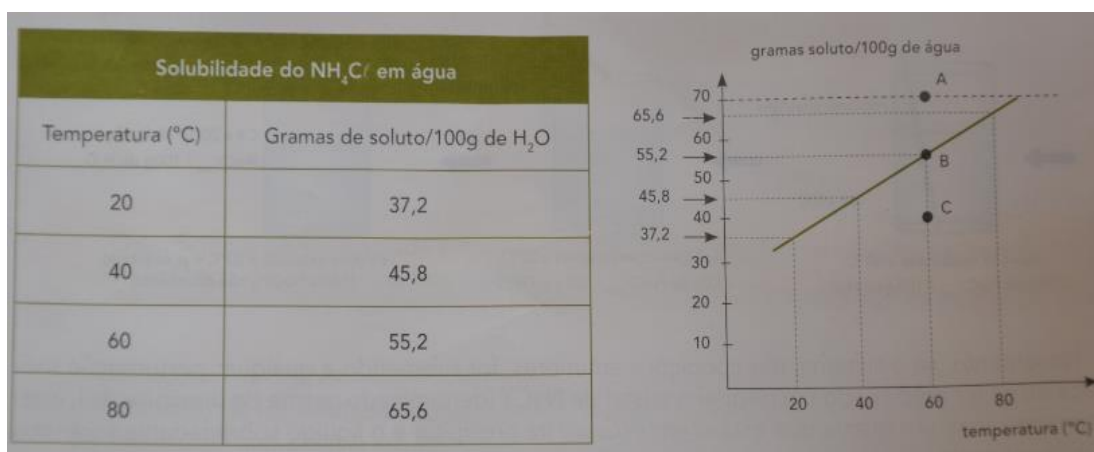


Figura 1. Solubilidade do cloreto de amônio em água

Considerando os dados anteriores da tabela, observa-se, por exemplo, que a quantidade máxima de soluto que se consegue dissolver em 1000 gramas de água, a 40 °C é de 45,8 gramas.

O gráfico da curva de solubilidade determina o ponto de saturação da solução. Por exemplo, a solução A do gráfico tem 70 gramas de soluto para cada 1000 gramas de água; a solução B tem 55,2 gramas para cada 1000 gramas de água e a solução C têm 40 gramas de soluto em cada em cada 100 gramas de água. Observa-se que a 60°C, o coeficiente de solubilidade é de 55,2 gramas de soluto para 1000 gramas de água. Portanto, é um valor superior ao limite, o que representa uma solução supersaturada. Conclui-se que: A é supersaturada, B é saturada e C é insaturada.

De uma maneira geral considerando um gráfico de solubilidade, pode-se afirmar que os pontos situados na própria curva caracterizam soluções saturadas. Pontos abaixo representam soluções insaturadas e acima soluções supersaturadas.

As curvas de solubilidade relacionam a capacidade de se dissolver determinado soluto em um solvente em função da temperatura. Assim teremos a representação gráfica demonstrada na figura 1. Relacionando a curva de solubilidade com a variação da temperatura, pode-se observar dois comportamentos distintos

As soluções aquosas destes sais apresentam em suas respectivas curvas de solubilidade os denominados pontos de inflexão. Estes pontos indicam que ocorreu uma modificação na estrutura do soluto, algo conhecido como desidratação demonstrada no exemplo acima.

Um ponto de inflexão é caracterizado pela mudança de direção na curva de solubilidade. O ponto de inflexão refere-se a uma temperatura na qual o sal hidratado perde água como podemos observar na figura 1 que demonstra a dissolução para o sulfato de sódio deca hidratado ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$).

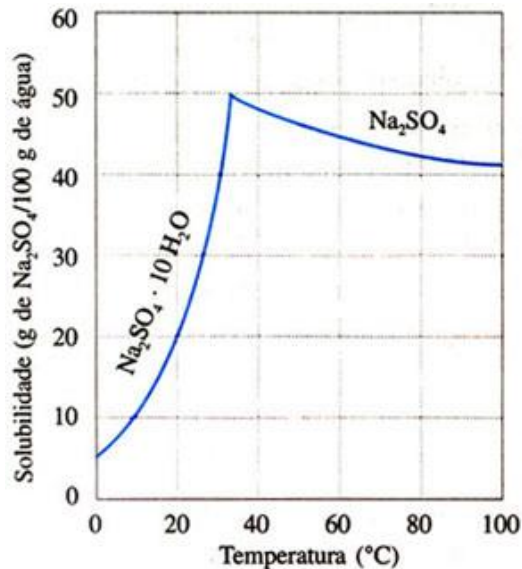


Figura 1. Curva de solubilidade para um sal hidratado

Estes pontos de inflexão ocorrem devido a mudança do grau de hidratação destes sais em virtude do aquecimento da solução. Cada grau de hidratação diferente, conforme mencionado anteriormente, atribui ao composto propriedades físicas diferentes específicas assim como por exemplo o sulfato de sódio. Na forma anidra (Na_2SO_4) apresenta cristais ortorrômnicos de cor branca que ocorrem naturalmente como minério de nome thernardita (figura 2).



Figura 2. Minério thernardita

O sulfato de sódio anidro possui densidade de $2,67\text{g}/\text{cm}^3$ e seu ponto de fusão é igual a $888\text{ }^\circ\text{C}$. Esta substância é utilizada em minas, pois pode reduzir a poeira e conseqüentemente os problemas relacionados a doenças respiratórias. Também é usado na produção de vidro (figura 3) e de vernizes suaves e em tinturaria, para dar acabamento mais homogêneo.

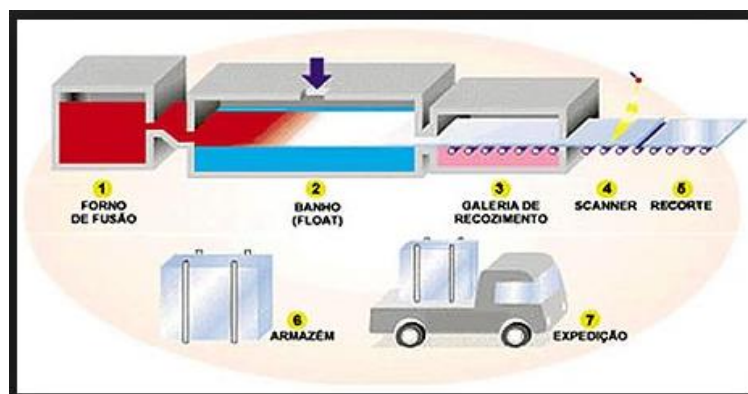


Figura 3. Representação esquemática da produção de vidro

Já o sulfato de sódio deca hidratado, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, é usualmente conhecido pela nomenclatura “sal de Glauber”, é utilizado na medicina como purgativo (laxante).

FICHA 4 – SOLUBILIDADE DE GASES EM LÍQUIDOS

Gás é um dos estados da matéria, não tem forma e volume definidos, e consiste em uma coleção de partículas (moléculas, átomos, íons, elétrons, etc.) cujos movimentos são aproximadamente aleatórios. As forças intermoleculares que mantêm a fraca atração entre suas moléculas são predominantemente do tipo forças de Van Der Waals em virtude de sua natureza apolar. É considerado o estado mais simples da matéria.

A solubilidade dos gases em líquidos costuma ser exotérmica, ou seja, diminuem com o aumento da temperatura e geralmente pequena. Quanto mais baixa a temperatura maior a solubilidade. Outro fator que altera a solubilidade dos gases em líquidos é a pressão. Quanto mais alta a pressão maior a solubilidade.

Portanto, em resumo, pode-se aumentar a solubilidade dos gases nos líquidos com baixas temperaturas e altas pressões conforme indica a figura 1. A explicação para tal fenômeno decorre principalmente pela diminuição da energia cinética “forçando” estes a se dissolverem no líquido.

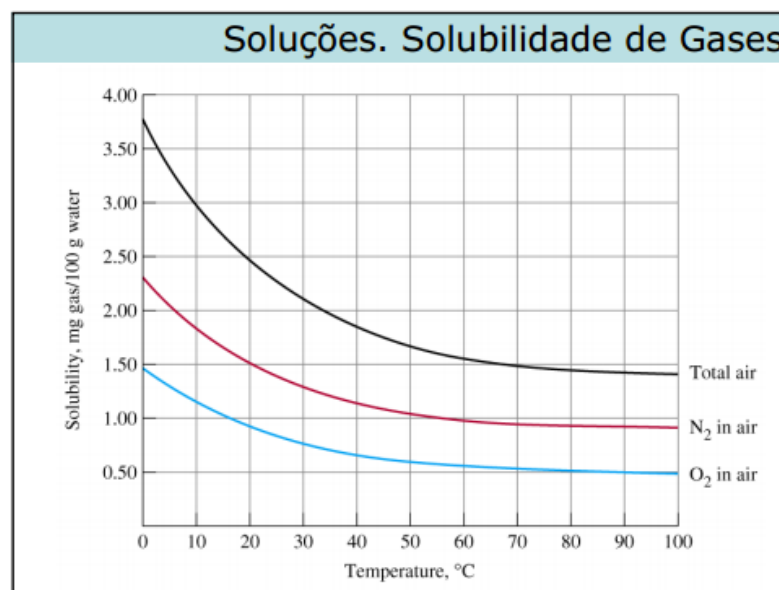


Figura 1. Curvas de solubilidade para gases

Matematicamente, pode se relacionar a influencia da pressão na solução de um gás, que não reage com o líquido, através da lei de Henry que estabelece a concentração de soluto gasoso na solução, S, é diretamente a pressão parcial do gás sobre a solução, ou seja, $S = K.P$, em que S é a concentração do soluto gasoso na solução, P é pressão e K a constante de Henry. Seu valor depende do gás do solvente e da temperatura.

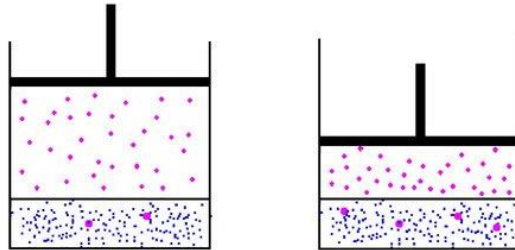
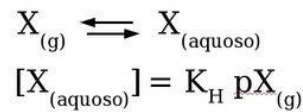


Figura 2. Representação esquemática da lei de Henry

O conhecimento acerca da solubilidade dos gases possibilita a produção de diversos produtos gaseificados consumidos em nosso cotidiano, tais como: refrigerantes, espumantes cervejas, água tônica e gaseificada, entre outros. Estes produtos são mantidos fechados sob alta pressão interna para aumentar a solubilidade do gás carbônico (CO_2) na mistura

A diminuição da solubilidade gasosa devido ao aumento da temperatura impede que Indústrias que trabalham com caldeiras não possam eliminar diretamente em rios lagos e mares, à água de resfriamento destas – por serem aquecidas- devido à diminuição da quantidade de oxigênio dissolvido (demanda química e bioquímica de oxigênio – DQO, DBO). Esta diminuição pode provocar diversos impactos ambientais entre a morte da biota local bem como o processo de assoreamento ou eutrofização destes.



(3a)

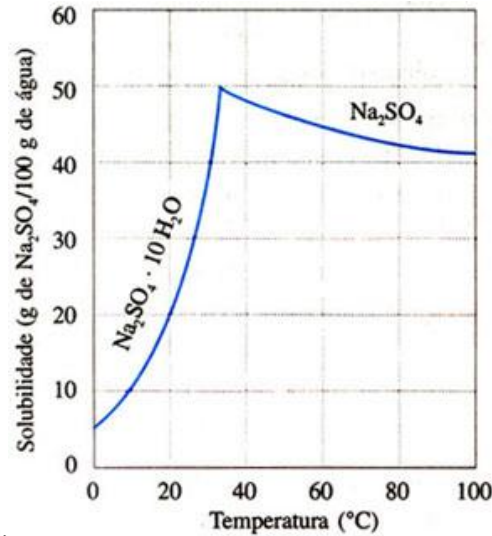
(3b)

Figura 3. (a) Bebidas gaseificadas (b) Lago com problemas de DQO e DBO

TESTE ESCRITO

1. Sais hidratados são assim chamados por apresentarem água de hidratação. Por sofrerem desidratação com o aquecimento, apresentam gráficos de solubilidade diferenciados por apresentarem regiões onde ocorre

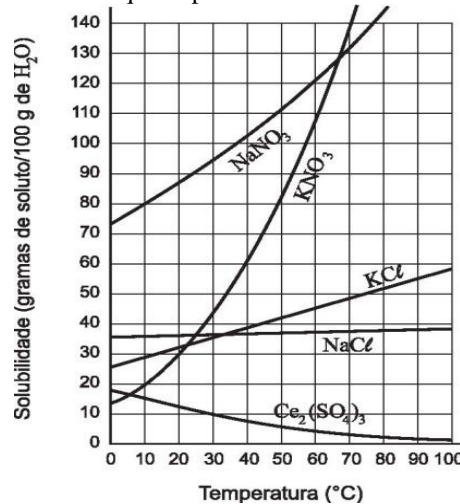
mudança de solubilidade. Analise o mesmo e marque afirmativa



verdadeira.

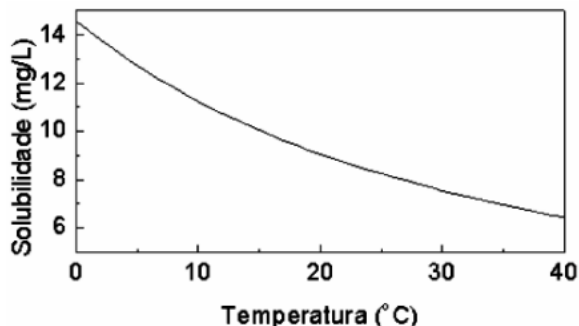
- Sua solubilidade não é influenciada pela pressão.
- O ponto de inflexão é exatamente 30 °C.
- Apresenta o comportamento típico de um gás.
- Dissolve-se exotermicamente e endotermicamente.

2. O coeficiente de solubilidade (CS) de uma determinada substância indica a quantidade máxima desta substância que pode ser dissolvida em uma quantidade fixa de solvente a uma determinada temperatura e pressão. Abaixo está representado um gráfico que demonstra a curva de solubilidade para vários sais diferentes. Analise os mesmos e marque V para os itens verdadeiros e F para os falsos.



- () Nitrato de sódio e potássio (NaNO_3 - KNO_3) apresentam dissolução exotérmica.
- () Sulfato de cério $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ sofre dissolução endotérmica.
- () Por volta de 72 °C a substância mais solúvel é o cloreto de potássio (KCl).
- () De todas as substâncias representadas o cloreto de sódio (NaCl) é aquela na qual a solubilidade é mais influenciada pela temperatura.
- () A maioria dos compostos representados no gráfico aumenta a solubilidade com o aumento da temperatura.
- () Em gases, quanto maior a pressão maior será solubilidade dois gases, lei de Henry ($S = K \cdot P$).
- () Indústrias que trabalham com caldeiras não podem jogar à água de resfriamento das caldeiras diretamente em rios e lagos pois estas –por serem aquecidas– diminuem a quantidade de oxigênio dissolvido (demanda química e bioquímica de oxigênio – DQO, DBO).

3. A presença do oxigênio dissolvido na água se deve, em parte, à sua dissolução do ar atmosférico para a água, $O_2(g) \leftrightarrow O_2(aq)$, cuja constante de equilíbrio apropriada é a constante da Lei de Henry, K_h . Para o processo de dissolução do O_2 , K_h é definida como $K_h = [O_2(aq)]/pO_2$, em que pO_2 é a pressão parcial de oxigênio no ar. A figura a seguir mostra a solubilidade do gás oxigênio em água em função da temperatura, na pressão atmosférica de 1atm (760mmHg).



São feitas as seguintes afirmações a respeito da solubilidade do gás oxigênio em água:

- I. A concentração molar de oxigênio na água, $[O_2(aq)]$, é proporcional à pressão parcial de oxigênio no ar atmosférico.
- II. A solubilidade do oxigênio em água decresce linearmente com o aumento da temperatura.
- III. A solubilidade do oxigênio dissolvido em água a 0°C e ao nível do mar é pouco superior a 14mg/L.

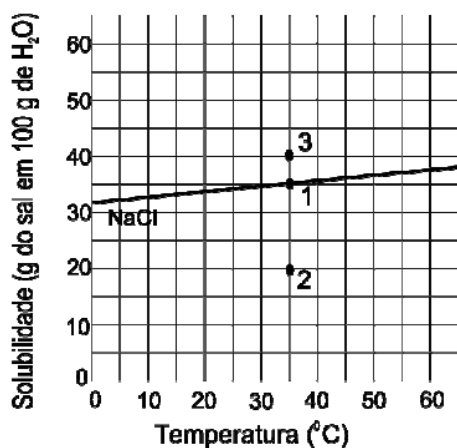
Pode-se afirmar que:

- a) todas são corretas.
- b) todas são incorretas.
- c) apenas II é incorreta.
- d) II e III são incorretas.
- e) apenas III é incorreta.

4. A água, o solvente mais abundante na Terra, é essencial à vida no planeta. Mais de 60% do corpo humano é formado por esse líquido. Um dos modos possíveis de reposição da água perdida pelo organismo é a ingestão de sucos e refrescos, tais como a limonada, composta de água, açúcar (glicose), limão e, opcionalmente, gelo. Um estudante observou que uma limonada fica mais doce quando o açúcar é dissolvido na água antes de se adicionar o gelo. Isso acontece porque, com a diminuição da:

- a) densidade, diminui a solubilidade da glicose.
- b) temperatura, aumenta a solubilidade da glicose.
- c) temperatura, diminui a solubilidade da glicose.
- d) densidade, aumenta a solubilidade da glicose.

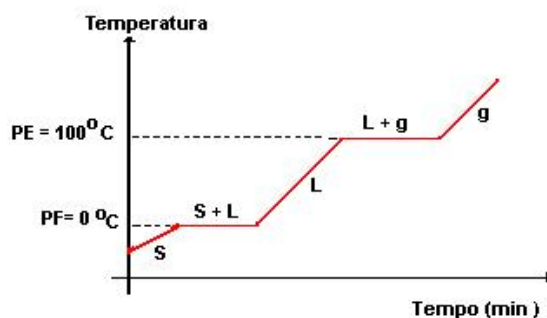
5. Cloreto de sódio (NaCl), em solução aquosa, tem múltiplas aplicações, como, por exemplo, o soro fisiológico, que consiste em uma solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl) a 0,092% (m/v). Os pontos (1), (2) e (3) do gráfico ao lado representam, respectivamente, soluções:



- a) saturada, não-saturada e supersaturada.
- b) saturada, supersaturada e não-saturada.
- c) não-saturada, supersaturada e saturada.
- d) não-saturada, saturada e supersaturada.

• AULA 4 (TESTE COOPERATIVO)

1. Misturas ou dispersões são sistemas constituídos por duas ou mais substâncias puras, sejam elas simples ou compostas. De maneira mais elementar podemos definir misturas como a junção duas ou mais substâncias diferentes, estas substâncias são denominadas de componentes. As proporções entre os constituintes de uma mistura podem ser alterados por processos físicos ou químicos. Abaixo está representado um gráfico que demonstra o comportamento de uma determinada amostra, quando aquecida, colocada em frasco não identificado num laboratório. Considerando o mesmo é possível afirmar que tal amostra trata-se de:



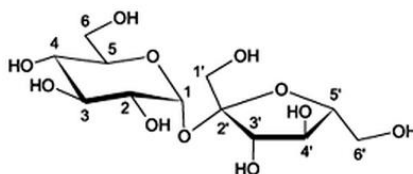
- a) Uma substância pura pois apresenta patamares físicos bem definidos.
 b) Mistura comum devido apresentar faixa de ebulição e fusão.
 c) Pode representar uma mistura entre água e cloreto de sódio (NaCl).
 d) O frasco com certeza é constituído por álcool hidratado 70 °GL.
 e) Representa o gráfico de uma mistura eutética.
2. O Big Bang, também por vezes denominada em português como a Grande Explosão, é a teoria cosmológica dominante do desenvolvimento inicial do universo. Os cosmólogos usam o termo "*Big Bang*" para se referir à ideia de que o universo estava originalmente muito quente e denso em algum tempo finito no passado e, desde então tem se resfriado pela expansão ao estado diluído atual e continua em expansão atualmente. A teoria é sustentada por explicações mais completas e precisas a partir de evidências científicas disponíveis e da observação. De acordo com as melhores medições disponíveis em 2010, estima-se pela teoria do big bang que a formação o universo iniciou-se há 15 bilhões de anos, e que há aproximadamente 4 bilhões de anos existiam as seguintes substâncias: H₂, N₂, NH₃, H₂O, CO₂ e CH₄.



Com relação a elas, assinale a alternativa correta.

- A) Neste período estas substâncias constituíam uma mistura heterogênea com 7 componentes.
 B) H₂O, CO₂ e CH₄ são considerados gases estufa, sendo o último o de maior capacidade em reter calor na terra.
 C) São substâncias compostas.
 D) H₂ e CH₄ são utilizados como combustíveis, sendo o hidrogênio mais pesado que o metano.
 E) A teoria do big bang demonstra que o universo está se comprimindo.

3. No Brasil, a cana-de-açúcar é sem dúvida uma das culturas agrícolas mais importantes. A safra 2011/2012 rendeu 21 milhões de toneladas em açúcar e, embora a produção de açúcar necessite de vultosos investimentos em plantas industriais para atingir o volume de produção compatível com a escala de mercado, o preço do produto refinado é relativamente baixo em função da ampla oferta existente e do pouco valor agregado, ao contrário dos seus derivados químicos. Sendo uma matéria-prima de fonte renovável e de baixo custo, a sacarose vem despertando um crescente interesse como reagente na síntese de surfactantes não-iônicos, polímeros, adoçantes, emulsificantes, entre outros. O segmento da química focado na síntese de derivados de açúcar passou a ser denominado como Sucroquímica.



Estrutura da sacarose

Abaixo está representada uma tabela com a solubilidade da sacarose em duas temperaturas diferentes. Analise a mesma e responda.

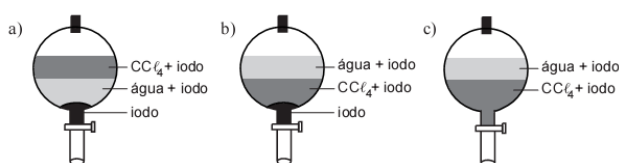
Temperatura °C	Solubilidade da sacarose g/100g de H ₂ O
0	180
30	220

- Dissolve-se endotermicamente, pois quanto maior a temperatura menor a sua solubilidade.
- Quando 160 gramas de uma solução aquosa saturada de sacarose a 30°C são resfriados a 0°C, todo o soluto permanece dissolvido.
- A 0°C pode-se dissolver quantidade superior a 66g gramas de sacarose em 250 gramas de água.
- Devido ao grande número de grupos hidroxila (OH) a sacarose possui pequena solubilidade em água.
- Considere uma solução saturada de sacarose, nesta não seria possível dissolver qualquer quantidade de outro determinado soluto.

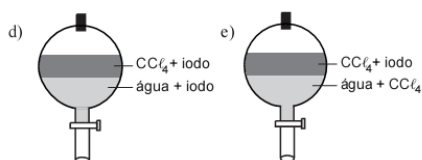
4. Química é a [ciência](#) que estuda a [composição](#), [estrutura](#), [propriedades da matéria](#) e as mudanças sofridas por ela durante as [reações químicas](#) e sua relação com a [energia](#). O desenvolvimento desta ciência teve como base as observações e [experimentos](#), sendo portanto considerada uma ciência experimental. O cientista irlandês [Robert Boyle](#) é tido por muitos o iniciador da Química moderna, já que, em meados do século XVIII, ele executou experimentos planejados, estabelecendo através deles [generalizações](#). Apesar dos méritos de Boyle, muitos consideram o francês [Antoine Laurent Lavoisier](#), que viveu no século XVIII, o pai da Química, especialmente devido ao seu trabalho sobre o conceito de [conservação da massa](#), sendo este considerado o marco do estabelecimento da química moderna, ocasionando a chamada [Revolução Química](#). Abaixo está representada uma tabela com propriedades físico-químicas de algumas substâncias.

Substância	Ponto de fusão (°C)	Solubilidade (g/100 cm ³) a 25 °C		Densidade (g/cm ³) a 25 °C
		em água	em CCl ₄	
CCl ₄ *	-23,0	≅0	-	1,59
iodo	113,5	0,03	2,90	4,93
água	0,0	-	≅0	1,00

* CCl₄ = tetracloreto de carbono



Suponha que um químico adicionou a 25 °C, 3,00 g de iodo, 70 cm³ de água e 50 cm³ de CCl₄ em um funil de separação. Após agitação e repouso do sistema preparado, qual dos esquemas abaixo deve representar a situação final?



5. Quem entrar em um laboratório de pesquisas ou de ensino em Química se deparará com uma grande quantidade de peças que denominamos de aparelhagem de laboratório. Cada uma destas peças tem um uso específico e é confeccionada de um determinado material. Uma grande quantidade delas é confeccionada em vidro, normalmente vidro pirex ou vidro de borossilicato, metal ou plástico. Estas aparelhagens de laboratório não fazem parte do nosso dia a dia, mas vários têm formato muito semelhantes a instrumentos que fazem parte do dia a dia. Muitos apresentam formato ou funções semelhante aos equipamentos que possuímos nas cozinhas de nossas residências, enquanto que outros tem formatos e aplicações totalmente e as vezes até não imagináveis para alguém que ainda não estudou um pouco de química. Todas estas aparelhagens ou equipamentos são fruto de séculos de desenvolvimento da ciência, em particular da química, da biologia e da física, sendo portanto, resultado de uma evolução lenta e gradativa. O balão volumétrico é uma vidraria de alta precisão e indispensável em um laboratório. Considerando as aplicações da mesma marque o item correto.

- Pode ser utilizada para medir qualquer volume de líquido
- Serve para separar componentes de misturas heterogêneas de líquidos (líquidos imiscíveis)
- Utilizado no processo de destilação simples de misturas de sólidos e líquidos;
- Aplicado no preparo de soluções com concentração conhecida.
- Não é indicado para realiza diluições.

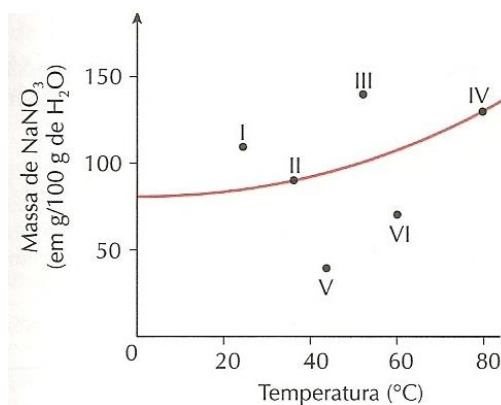
6. Fertilizantes ou adubos sintéticos são [compostos químicos](#), manipulados em laboratórios ou indústrias, que visam suprir as deficiências em substâncias vitais à sobrevivência dos [vegetais](#). São aplicados na [agricultura](#) com o intuito de melhorar a produção. Devido a sua toxicidade a legislação brasileira estabelece critérios para a determinação da solubilidade dos diferentes fertilizantes comercializados no País. Para os fertilizantes sólidos utilizados produção de grãos, frutas, verduras, entre outros, a solubilidade de alguns dos principais constituintes dos mesmos estão demonstrados na tabela abaixo.

Solubilidade em Água de Alguns Produtos Puros				
FERTILIZANTE	FÓRMULA	SOLUBILIDADE EM ÁGUA - g/l ⁽¹⁾		
		0°C	20°C	29°C
NITROGENADOS				
Nitrato de Amônio	NH ₄ NO ₃	1.180	1.990	2.390
Nitrato de Cálcio	Ca(NO ₃) ₂	1.020	1.200	3.450
Nitrato de Sódio	NaNO ₃	730	-	-
Sulfato de Amônio	(NH ₄) ₂ SO ₄	710	750	780
Uréia	CO(NH ₂) ₂	670	1.070	1.310
FOSFATADOS				
MAP	NH ₄ H ₂ PO ₄	230	380	460
DAP	(NH ₄) ₂ HPO ₄	430	700	750
POTÁSSICOS				
Cloreto de Potássio	KCl	280	340	370
Nitrato de Potássio	KNO ₃	130	320	450
Sulfato de Potássio	K ₂ SO ₄	70	110	130

Sobre os fertilizantes e os dados representados na tabela é correto afirmar que:

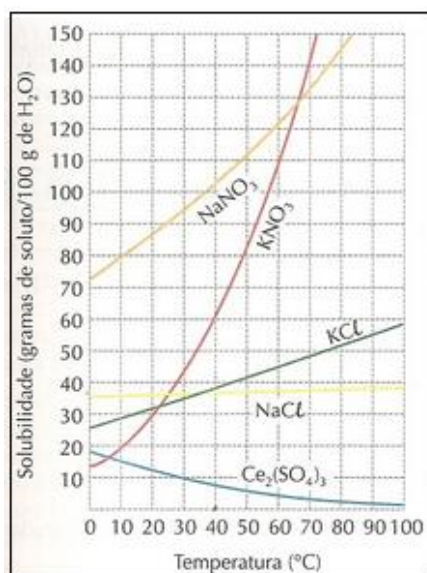
- A principal função dos fertilizantes nitrogenados é fornecer nitrogênio ao solo. Não sendo estes prejudiciais ao mesmo.
- Os compostos fosfatados, são mais solúveis que os materiais potássicos em todas as temperaturas.
- Considerando a temperatura de 20°C nitrato de amônio é mais solúvel que uréia.
- Na temperatura média da cidade de Fortaleza, é possível dissolver 3,1 Kg de DAP em 4 litros de água.
- Sulfato de potássio diminui a solubilidade com o aumento da temperatura.

7. Vastos depósitos de [nitrato de sódio](#) existem nos desertos [chilenos](#). A sua principal aplicação é a produção de nitrato de potássio (KNO₃), muito utilizado em alimentos e fertilizantes. Seis soluções aquosas de nitrato de sódio (NaNO₃), numeradas de I a VI, foram preparadas, em diferentes temperaturas, dissolvendo-se diferentes massas de NaNO₃ em 100 g de água. Em alguns casos, o NaNO₃ não se dissolveu completamente. O gráfico ao lado representa a curva de solubilidade de NaNO₃, em função da temperatura, e seis pontos, que correspondem aos sistemas preparados. A partir da análise desse gráfico, é possível afirmar que:



- O gráfico demonstra um tipo de dissolução similar aos compostos gasosos, nos quais o aquecimento aumentou a solubilidade.
- As soluções I e III podem ser consideradas estáveis.
- Caso seja adicionado 10 gramas ao sistema V, ocorrerá formação de precipitado (corpo de fundo).
- II e IV são sistemas que não permitem mais a adição de soluto, ou seja, estão saturadas.
- Em VI foram dissolvidos mais de 100 gramas de nitrato de sódio.

8. Curva de solubilidade é um gráfico que expressa a dependência entre a variação da temperatura e a solubilidade de uma substância. Abaixo estão representadas as curvas de solubilidade para diversos sais utilizados em nossa vida cotidiana. Considerando o gráfico abaixo, analise o mesmo e marque a resposta correta.



- Se forem adicionados, separadamente, 40 g de cada um dos sais em 100 g de H_2O , a temperatura de $40^\circ C$, todos os sais estão totalmente dissolvidos na água.
- A $10^\circ C$ é possível obter uma solução insaturada misturando-se 150 gramas de $NaNO_3$ em 200 gramas de água.
- A solubilidade dos sais não é influenciada pela temperatura.
- Os sais representados no gráfico acima são compostos com características moleculares, ou seja, covalentes.
- Por volta de $60^\circ C$ o cloreto de potássio (KCl) demonstra pontos de inflexão.

• AULA 5 (JIG SAW)

FICHA 1 – CONCENTRAÇÃO EM MASSA (CONCENTRAÇÃO COMUM OU GROSSEIRA)

Podemos expressar a concentração de uma solução relacionando a quantidade de soluto existente em uma quantidade-padrão de solução ou, o que é bem menos comum, em uma quantidade-padrão de solvente.

O que distingue cada expressão de concentração são as diferentes grandezas relacionadas, por exemplo, a massa do soluto em relação ao volume da solução ou a quantidade de matéria do soluto em relação ao volume da solução, e assim por diante.

As expressões de concentração que não dependem da massa molar do soluto são ditas físicas e as que dependem são ditas químicas.

As principais expressões físicas de concentração de soluções são concentração em massa (c), a densidade (d), o título (T) e a concentração em partes por milhão (ppm).

Estudaremos agora a expressão de concentração denominada concentração em massa (C).

A concentração em massa, ou concentração comum, é uma das expressões mais utilizadas em laboratório.

A concentração em massa (C) indica a quantidade em massa de soluto (m_1) que se encontra dissolvida em um volume-padrão de solução (V) e normalmente é expressa em g/L.

Quando dizemos, por exemplo, que uma solução possui concentração igual a 150 g/L, isso significa que em cada litro de solução (não de solvente) há 150 g de soluto dissolvido.

Note que a concentração em massa (como todas as demais expressões de concentração) não depende da quantidade de solução, ou seja, a concentração de íons cloreto, Cl^- (aq), em um copo com água da torneira de casa é a mesma encontrada na caixa-d'água.

E como podemos trabalhar com essa expressão de concentração?

Considere o seguinte exemplo:

- Uma solução aquosa de ácido sulfúrico é preparada segundo as normas de segurança, ou seja, em uma capela com exaustor. O químico mistura 33 g de H_2SO_4 em 200 mL de água, com extremo cuidado, lentamente e sob agitação constante. Ao final, obtém um volume de solução igual a 220 mL. Calcule a concentração comum dessa solução.

RESOLUÇÃO:

1000mL = 1L, logo: 220 mL = 0,22 L (volume da solução)

33g de H_2SO_4 ----- 0,22 L de solução

X----- 1 L de solução

$$X = \frac{1\text{L} \cdot 33\text{g}}{0,22\text{L}} \rightarrow X = 150\text{g}$$

A concentração em massa da solução de H_2SO_4 preparada pelo químico é igual a 150 g/L.

Em geral, a concentração da solução é expressa em gramas de soluto por litro da solução (g/L), mas também pode ser expressa em outras unidades: g/mL, g/cm³, mg/L, Kg/L.

A tabela abaixo mostra a composição química de uma marca de água mineral natural alcalina, bicarbonatada e fluoretada. A concentração das substâncias é expressa em mg/L.

Composição analítica

	Aquabona Água Mineral Natural
Resíduo seco	195mg/l
Bicarbonatos	150 mg/l
Sulfatos	8,9 mg/l
Cloretos	14,0 mg/l
Cálcio	42,1mg/l
Magnésio	7,6mg/l
Sódio	9,8mg/l

Podemos expressar a concentração de uma solução relacionando a quantidade de soluto existente em uma quantidade-padrão de solução ou, o que é bem menos comum, em uma quantidade-padrão de solvente.

O que distingue cada expressão de concentração são as diferentes grandezas relacionadas, por exemplo, a massa do soluto em relação ao volume da solução ou a quantidade de matéria do soluto em relação ao volume da solução, e assim por diante.

As expressões de concentração que não dependem da massa molar do soluto são ditas físicas e as que dependem são ditas químicas.

As principais expressões físicas de concentração de soluções são concentração em massa (C), a densidade (d), o título (T) e a concentração em partes por milhão (ppm).

Estudaremos agora a expressão de concentração denominada densidade (d).

A densidade é uma propriedade física facilmente medida em laboratório com o auxílio de aparelhos denominados densímetros.

A densidade é a relação massa/volume, utilizada tanto na identificação de substâncias, como para expressar a concentração de soluções. Simplificadamente pode ser expressa como: $d=m/V$ em g/mL.

A composição dos combustíveis automotivos mais utilizados no Brasil (gasolina adicionada de álcool etílico anidro e álcool etílico hidratado) pode ser avaliada rapidamente por meio da determinação da densidade. Outro exemplo é a concentração de solução aquosa de ácido sulfúrico, contida entre os eletrodos de uma bateria normal de chumbo metálico e óxido de chumbo, cuja “carga” também pode ser avaliada por intermédio da medida da densidade da solução.

E como isso é feito? A densidade da solução varia conforme a quantidade de soluto existente numa quantidade-padrão de solução cada diferente proporção de soluto e de solvente utilizado dá origem a uma solução de densidade diferente; é por isso que a densidade também é considerada uma expressão de concentração.

A densidade (d) de uma solução é a relação entre a massa (m) e o volume (V) dessa solução.

A densidade da solução é expressa em gramas por mililitro (g/mL), mas também pode ser expressa em g/L, g/cm³, mg/L, Kg/L, etc.

Quando dizemos que uma solução apresenta, por exemplo, densidade igual a 0,8 g/mL, isso significa que cada 1mL da solução tem massa igual a 0,8g.

E como podemos trabalhar com densidade?

Considere o seguinte exemplo:

- A massa, em gramas, de 100 mL de uma solução com densidade 1,19 g/mL é:
a) 1,19 b) 11,9 c) 84 d) 100 e) 119

RESOLUÇÃO

1,19 g de solução----- 1mL

X----- 100 mL

$$x = \frac{100 \text{ mL} \cdot 1,19 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \quad x = 119 \text{ g}$$

1ml

2.1 CONCENTRAÇÃO EM PPM

Quando uma solução é extremamente diluída, a massa do solvente é praticamente igual a massa da solução. Para indicar a concentração de uma solução desse tipo, a expressão mais utilizada é ppm – partes por milhão.

A concentração em ppm indica quantas partes de soluto existem em um milhão de partes da solução (em volume ou em massa).

Assim podemos escrever:

1ppm = 1parte de soluto

10⁶ partes de solução

Podemos estabelecer o seguinte critério para a concentração de soluções expressa em ppm: para soluções na fase gasosa, utiliza-se a concentração em ppm expressa em volume, e para soluções na fase líquida ou sólida, utiliza-se a concentração em ppm expressa em massa.

Geralmente, quando se trabalha com soluções aquosas em que a massa do soluto é muito pequena, costuma-se considerar a densidade da solução igual a da água na fase líquida, a qual, por sua vez, é aproximada para 1g/mL. Essas aproximações, entretanto, só são admissíveis em trabalhos não muito rigorosos do ponto de vista científico.

E como podemos trabalhar com a concentração expressa em ppm?

Considere o exemplo a seguir:

- Sabendo que em um garrafa de água mineral contendo 20 litros a quantidade de íons fluoreto (F^-) é igual a 0,2 g, qual a concentração em ppm para a mesma?

RESOLUÇÃO:

$$1 \text{ g} = 1000\text{mg}, \text{ então: } 0,2\text{g} = 200\text{mg}$$

$$\text{ppm} = \frac{200\text{mg}}{20 \text{ L}} \rightarrow \text{ppm} = 10$$

FICHA 3: TÍTULO EM MASSA

O título em massa é uma relação entre a massa do soluto m_1 e a massa da solução ($m=m_1+m_2$) e, por isso, pode ser utilizada para exprimir a concentração de soluções em qualquer estado de agregação (sólido líquido ou gasoso).

O título em massa (T) indica o número de unidades de massa de soluto existente em 100 unidades de massa da solução.

Como a relação entre massa é feita sempre numa mesma unidade (grama com grama, quilograma com quilograma), o título será sempre um número puro (adimensional) e menor que a unidade, pois a massa do soluto é sempre menor que a massa da solução.

Quando dizemos, por exemplo, que determinada solução possui título igual a 0,25, isso significa que para cada unidade de massa da solução há 0,25 unidade de massa de soluto e 0,75 unidade de massa de solvente. De onde concluímos que o título também pode ser expresso em porcentagem e, nesse caso, é chamado de porcentagem em massa do soluto (título percentual).

Uma solução com título igual 0,25 apresenta uma porcentagem em massa de soluto igual a 25% e de solvente igual a 75%.

E como podemos trabalhar com o título em massa?

Considere o seguinte exemplo:

- Um aluno quer preparar 25 g de uma solução aquosa contendo 8% em massa de cloreto de sódio (NaCl). As massa, em grama de água e sal tomada pelo aluno, foram respectivamente:
 - a) 21 e 4,0
 - b) 19 e 6,0
 - c) 17 e 8,0
 - d) 20 e 5,0
 - e) 23 e 2,0

RESOLUÇÃO

Uma solução com 8% em massa de soluto (cloreto de sódio) apresenta título igual a 0,08 (8/100).

Em 100 unidades de massa dessa solução, temos 8 unidades de massa de soluto e 92 unidades de massa de solvente.

100 g de solução-----8g de NaCl

25 g de solução-----X

$$X = \frac{25\text{g} \cdot 8\text{g}}{100\text{g}} \rightarrow X = 2,0 \text{ g de NaCl}$$

100g

Massa da solução = 2 + massa da água

Massa da água = 25 - 2 = 23 g (**alternativa C**)

3.1 CÁLCULO DA DENSIDADE DE UMA MISTURA

Sabemos que apenas as substâncias possuem densidade constante, a densidade das misturas varia conforme a porcentagem de cada componente na composição. Se soubermos o título em massa de uma solução (e, portanto, sua porcentagem em massa) e também a densidade de cada um dos seus componentes isoladamente, podemos calcular a densidade da solução pela média ponderada das densidades dos seus componentes multiplicada pela respectiva porcentagem em massa da solução.

$$d_{\text{solução}} = d_{\text{solute}} \cdot \% \text{massa soluto} + d_{\text{solvente}} \cdot \% \text{massa solvente}$$

Observe o exemplo:

- O mar morto pode ser considerado uma solução de água e NaCl com título em massa (%**massa**) igual a 0,3 (%=30%). Qual a sua densidade?

Dados: $d_{\text{água}} = 1 \text{ g/mL}$, $d_{\text{NaCl}} = 2,165 \text{ g/cm}^3$

RESOLUÇÃO

$$d_{\text{solução}} = d_{\text{NaCl}} \cdot \% \text{massa NaCl} + d_{\text{água}} \cdot \% \text{massa água}$$

$$d_{\text{solução}} = 0,30 \cdot 2,165 + 0,7 \cdot 1,00$$

$$d_{\text{solução}} = 1,3495 \text{ g/cm}^3$$

FICHA 4: TÍTULO EM VOLUME

O título em volume só é usado para exprimir a concentração de soluções em que todos os componentes são gasosos ou líquidos.

O título em volume (T_v) indica o número de unidades de volume de soluto existente em 100 unidades de volume da solução.

No título em volume não é possível afirmar que o volume da solução é o somatório do título de soluto e do solvente ($V = V_1 + V_2$), ou seja, os volumes do soluto e do solvente não são aditivos ($V \neq V_1 + V_2$).

Em outras palavras, o volume da solução V , geralmente não é igual a soma do volume do soluto, V_1 , com o volume do solvente, V_2 (embora muitas vezes a diferença pode ser considerada desprezível). Isso ocorre porque as forças de atração e a intensidade da força estabelecida entre as moléculas de soluto e de solvente separadamente são diferentes daquelas que se estabelecem entre as moléculas e de soluto juntos.

Por exemplo, uma mistura de partes iguais de água e propanona (acetona) apresenta um volume 4,5% inferior ao correspondente à soma dos volumes em cada componente medido isoladamente.

Isso ocorre por que:

- Moléculas de água estabelecem entre si ligações de hidrogênio (força intermolecular de alta intensidade).
Figura 1.

- Moléculas de propanona são ligadas por forças de dipolo permanente (força intermolecular de média intensidade). Não estabelecem ligações de hidrogênio. Figura 2.
- Moléculas de água e de acetona, ao serem misturadas, estabelecem ligações de hidrogênio entre si (num arranjo diferente que havia entre as moléculas de água apenas). Figura 3.

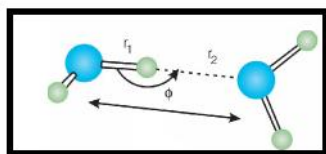


Figura 1. Água

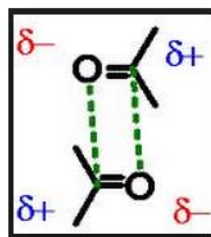


Figura 2. Acetona

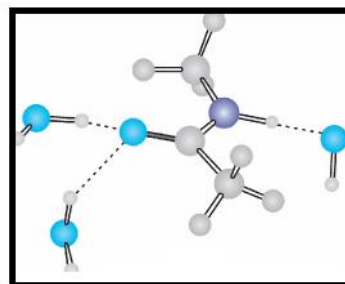


Figura 3. Água e acetona

Portanto, o volume da solução deve ser medido experimentalmente (ou ser fornecido no exercício).

O título em volume é um número adimensional, menor que a unidade e, portanto, pode ser expresso em porcentagem. Nesse caso, é chamado de porcentagem em volume do soluto.

Quando dizemos, por exemplo, que uma solução de água dissolvida em álcool etílico apresenta título em volume igual a 0,04 ou 4%, isso significa que de cada 100 unidades de volume da solução, 4 unidades de volume são de soluto, nesse caso a água.

Reforçando: lembre-se de que essas informações não nos permitem calcular teoricamente o volume do solvente (álcool etílico) porque quando misturados água e álcool etílico ocorre uma contração do volume, ou seja, o volume da solução V é menor que a soma V_1 (volume do soluto) + V_2 (volume do solvente).

E como podemos trabalhar com o título em volume?

Considere o seguinte exemplo:

- Um litro de vinagre (solução aquosa de ácido acético, CH_3COOH) apresenta 55 mL de ácido acético. Calcule o título em volume e a porcentagem em volume do ácido acético nesse vinagre.

RESOLUÇÃO

1 L = 1000 mL, logo temos:

1000mL de vinagre (solução) ----- 55 mL de ácido acético

100 mL ----- X

$X = \frac{100 \text{ mL} \cdot 55 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}} \rightarrow X = 5,5 \text{ mL de ácido acético}$

1000mL

Como são 5,5 mL em 100 mL, a porcentagem em volume é igual a 5,5% e o título em volume é igual a: $\frac{5,5 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} = 0,055$

100mL

FICHA 5: AVALIAÇÃO INDIVIDUAL

1. O soro caseiro é preparado pela completa dissolução de porções de açúcar ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), e de sal de cozinha (NaCl), em água fervida. Esta solução é bastante eficaz no combate à desidratação crônica, em crianças com elevado grau de desnutrição. Considere que na preparação de soro foram dissolvidos 160 gramas de açúcar em volume de água suficiente para preparar 500 mL de solução, qual a afirmativa correta.

- a) A concentração comum é igual 80 g/L.
- b) Em um litro desta solução existem 80 gramas de soluto dissolvido.
- c) Indivíduos desidratados devem evitar a utilização do soro caseiro.
- d) Considerando dois litros desta solução, a massa de soluto é igual a 640 g.

- e) O açúcar é o meio dispersante do sistema.
2. Tem-se um frasco de soro glicosado a 5% (solução aquosa de 5% em massa de glicose). Para preparar 1 kg desse soro, quantos gramas de glicose devem ser dissolvidos em água?
- $5,0 \cdot 10^{-2}$
 - 0,50
 - 5,0
 - 50
 - $5,0 \cdot 10^2$
3. Ao realizar exames de sangue de rotina, um indivíduo apresentou concentração de colesterol total igual a 185 mg/100 mL. Isso significa que:
- Em 100 mL de sangue há 1,85g de colesterol.
 - Em 1 000 mL de sangue há 1 850g de colesterol.
 - Em 1 000 mL de sangue há 1 850 mg de colesterol.
 - Em 100 mL de sangue há 1 850 mg de colesterol.
 - Em 1 ml de sangue há 1,85 g de colesterol.
4. O ácido ascórbico (vitamina C), $C_6H_8O_6$, que reforça o sistema imunológico do organismo, é bastante solúvel em água. Considerando uma solução com 176g de soluto dissolvidos em 351g de água, com densidade 1,22g/mL, teremos como fração em quantidade de matéria do soluto(X_1), concentração em quantidade de matéria(M) e molalidade(W), respectivamente, os seguintes valores aproximados:
- 2,840; 1,38mol/L; 2,50mol/Kg
 - 0,030; 2,50mol/L; 1,32mol/Kg
 - 0,048; 1,38mol/L; 1,38mol/Kg
 - 0,048; 2,5mol/L; 2,84mol/Kg
 - 0,028; 2,6mol/L; 2,78mol/Kg

• AULA 6 (FILA COOPERATIVA)

FICHA 1 – DILUIÇÃO DE SOLUÇÕES E MISTURA DE SOLUÇÕES (CONCENTRAÇÃO COMUM)

Imagine que você está preparando uma limonada para o lanche com os amigos e acabou exagerando no limão. E agora? O que fazer? Fácil, você responde, é só adicionar mais água.

Pois saiba que você acabou de executar um procedimento muito usado em laboratório de química que é a diluição de soluções.

Esse tipo de procedimento — diluir ou concentrar soluções — é muito comum em nosso dia a dia. Deixamos a panela de feijão no fogo para concentrar ou "engrossar o caldo", colocamos mais água no feijão para diluir o caldo; nas regiões do Brasil onde se toma café feito em máquina é possível escolher entre um "café curto" (mais concentrado, feito com menos água) ou um "café longo" (mais diluído, feito com mais água), entre outros exemplos.

No cotidiano de um químico também é bastante comum tanto o preparo de soluções como a manipulação de soluções já preparadas no sentido de aumentar ou diminuir a quantidade de solvente (para obter uma concentração específica de solução). Também é usual misturar soluções de concentrações diferentes de mesmo soluto para chegar a uma solução final de concentração desejada.

São essas operações e os conceitos relacionados a elas que veremos a seguir.

De modo geral, podemos dizer que:

- Diluir uma solução significa acrescentar solvente a essa solução de modo a diminuir sua concentração. A quantidade de soluto permanece inalterada.
- Concentrar uma solução significa diminuir a quantidade de solvente da solução de modo a aumentar sua concentração. Isso pode ser feito por aquecimento, provocando-se a evaporação do solvente, desde que o solvente não seja inflamável* e que o soluto não seja volátil.

Observação: outra maneira de concentrar uma solução é aumentar a quantidade de soluto. Nesse caso, porém, não valem as relações deduzidas a seguir, pois a quantidade de soluto irá variar.

Quando o solvente é retirado ou acrescentado a uma solução, a quantidade de soluto (em massa ou em quantidade de matéria) permanece inalterada

As relações deduzidas a seguir para a concentração em massa (C) e concentração em quantidade de matéria (m) são análogas as que podemos deduzir para as demais expressões de concentração, tanto físicas como químicas.

CONCENTRAÇÃO EM MASSA

Em ambos os casos — diluição ou concentração da solução —, a **massa do soluto permanece constante**. O que varia é o volume do solvente e, portanto, a concentração em massa da solução.

E como podemos trabalhar com operações de diluição ou concentração relacionadas a concentração em massa (g/L)?

Considere o seguinte problema:

- Calcule o volume de solução aquosa de sulfato de sódio, Na_2SO_4 , a 60 g/L que deve ser diluída por adição de água para se obter um volume de 750 mL de solução a 40 g/L.

Resolução:

Como a massa do soluto permanece constante nas duas soluções (inicial e final), precisamos encontrar qual a massa de soluto presente na solução final, que pretendemos obter, e depois verificar qual o volume da solução inicial que apresenta essa mesma massa de soluto. Observe:

Calculo da massa de soluto que queremos na solução final.

$$40 \text{ g de soluto (Na}_2\text{SO}_4) \quad \frac{\text{1 L de solução}}{0,750 \text{ L de solução}}$$

$$x = \frac{0,750 \text{ L} \cdot 40 \text{ g}}{1 \text{ L}} \quad x = 30 \text{ g de Na}_2\text{SO}_4$$

Calculo do volume de solução inicial que possui 30 g de Na_2SO_4 .

$$60 \text{ g de soluto (Na}_2\text{SO}_4) \quad \frac{1 \text{ L de solução}}{30 \text{ g} \cdot 1 \text{ L}}$$

$$30 \text{ g de soluto (Na}_2\text{SO}_4) \quad y \quad \frac{\quad}{\quad}$$

$$y = 60 \text{ g} \quad \frac{30 \text{ g} \cdot 1 \text{ L}}{60 \text{ g}}$$

$$\Rightarrow y = 0,5 \text{ L de solução}$$

Assim, para obter a solução desejada na concentração de 40 g/L de Na_2SO_4 , é necessário pegar um volume igual a 0,5 L ou 500 mL de solução de concentração 60 g/L de Na_2SO_4 e acrescentar 250 mL de água de modo que o volume da solução final (diluída) seja igual a 750 mL.

FICHA 2 – MISTURA DE SOLUÇÕES COM SOLUTOS DIFERENTES (CONCENTRAÇÃO MOLAR)

Imagine que você está preparando uma limonada para o lanche com os amigos e acabou exagerando no limão. E agora? O que fazer? Fácil, você responde, é só adicionar mais água.

Pois saiba que você acabou de executar um procedimento muito usado em laboratório de química que é a diluição de soluções.

Esse tipo de procedimento — diluir ou concentrar soluções — é muito comum em nosso dia a dia. Deixamos a panela de feijão no fogo para concentrar ou "engrossar o caldo", colocamos mais água no feijão para diluir o caldo; nas regiões do Brasil onde se toma café feito em máquina é possível escolher entre um "café curto" (mais concentrado, feito com menos água) ou um "café longo" (mais diluído, feito com mais água), entre outros exemplos.

No cotidiano de um químico também é bastante comum tanto o preparo de soluções como a manipulação de soluções já preparadas no sentido de aumentar ou diminuir a quantidade de solvente (para obter uma concentração específica de solução). Também é usual misturar soluções de concentrações diferentes de mesmo soluto para chegar a uma solução final de concentração desejada.

São essas operações e os conceitos relacionados a elas que veremos a seguir.

De modo geral, podemos dizer que:

- Diluir uma solução significa acrescentar solvente a essa solução de modo a diminuir sua concentração. A quantidade de soluto permanece inalterada.
- Concentrar uma solução significa diminuir a quantidade de solvente da solução de modo a aumentar sua concentração. Isso pode ser feito por aquecimento, provocando-se a evaporação do solvente, desde que o solvente não seja inflamável* e que o soluto não seja volátil.

Observação: outra maneira de concentrar uma solução é aumentar a quantidade de soluto. Nesse caso, porém, não valem as relações deduzidas a seguir, pois a quantidade de soluto irá variar.

Quando o solvente é retirado ou acrescentado a uma solução, a quantidade de soluto (em massa ou em quantidade de matéria) permanece inalterada

As relações deduzidas a seguir para a concentração em massa (C) e concentração em quantidade de matéria (m) são análogas as que podemos deduzir para as demais expressões de concentração, tanto físicas como químicas.

CONCENTRAÇÃO EM QUANTIDADE DE MATÉRIA

Em ambos os casos — diluição ou concentração da solução —, a **quantidade de matéria do soluto permanece constante**. O que varia é o volume do solvente e a concentração em quantidade de matéria da solução.

E como podemos trabalhar com operações de diluição ou concentração relacionadas a concentração em quantidade de matéria (mol/L)?

Considere o seguinte problema:

Calcule a concentração em quantidade de matéria de uma solução aquosa de ácido sulfúrico, H_2SO_4 , sabendo-se que inicialmente foram gastos 19,6 gramas do ácido para preparar 2 litros de solução que mais tarde foram submetidos a evaporação até que o volume final ficasse igual a 800 mL.

Dada: massa molar do $H_2SO_4 = 98 \text{ g/mol}$

Resolução:

Como a quantidade de matéria do soluto, H_2SO_4 , permanece constante nas duas soluções (inicial e final), precisamos encontrar a quantidade de matéria de H_2SO_4 na massa fornecida 19,6 g e, depois, encontrar a quantidade de matéria correspondente a 1 litro de solução para expressar a concentração. Acompanhe:

Calculo da quantidade de matéria de soluto:

1 mol de H_2SO_4 ————— 98 g de H_2SO_4

$$x = \frac{19,6 \text{ g} \cdot 1 \text{ mol}}{98 \text{ g}} x = 0,2 \text{ mol de H}_2\text{SO}_4$$

Cálculo da concentração em quantidade de matéria de H_2SO_4 na solução final:

$$0,2 \text{ mol de H}_2\text{SO}_4 \quad \text{---} \quad 0,800 \text{ L de solução}$$

$$y = \frac{1 \text{ L} \cdot 0,2 \text{ mol}}{0,800 \text{ L}} y = 0,25 \text{ mol de H}_2\text{SO}_4$$

Assim, a solução final obtida pela evaporação do solvente terá concentração em quantidade de matéria igual a 0,25 mol/L.

FICHA 3: MISTURA DE SOLUÇÕES DE SOLUTOS DIFERENTES

Quando misturamos duas (ou mais) soluções de solutos diferentes (que não reagem entre si), calculamos a concentração de cada soluto na mistura final como se cada solução em particular tivesse sofrido uma simples diluição. O raciocínio é o mesmo tanto para concentração em g/L como para concentração em mol/L.

Considere o seguinte problema:

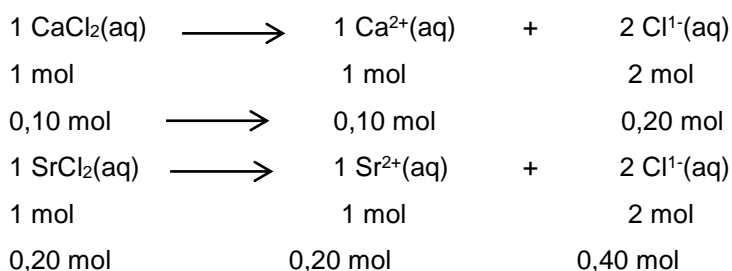
• (Vunesp-SP) Misturando-se 100 mL de solução aquosa 0,10 mol/L de cloreto de cálcio, CaCl_2 , com 400 mL de solução aquosa 0,20 mol/L de cloreto de estrôncio, SrCl_2 , quais serão as concentrações em mol/L dos íons Ca^{2+} , Sr^{2+} e Cl^{-} na solução resultante?

Considere o grau de dissociação desses sais igual a 100% na temperatura em que foi realizada a experiência e o volume final igual a soma dos volumes de cada solução.

Resolução:

Como a variação de volume foi considerada desprezível, temos: Volume final da solução após a mistura = 100 mL + 400 mL Volume final = 500 mL ou 0,5 L

Vamos começar escrevendo as reações de dissociação dos sais:



• Cálculos relacionados aos íons cálcio, $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$

- Quantidade de matéria de cátions $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ na solução inicial:

$$\begin{array}{lcl}
 10 \text{ mol de Ca}^{2+}(\text{aq}) & \text{---} & 1 \text{ L de solução} \\
 x & \text{---} & 0,1 \text{ L de solução} \\
 x = \frac{0,1 \text{ L} \cdot 10 \text{ mol}}{1 \text{ L}} x = 0,01 \text{ mol de Ca}^{2+}(\text{aq})
 \end{array}$$

- Cálculo da concentração em quantidade de matéria de cátions $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ na solução final:

$$\begin{array}{lcl}
 0,01 \text{ mol de Ca}^{2+}(\text{aq}) & \text{---} & 0,5 \text{ L de solução} \\
 y & \text{---} & 1 \text{ L de solução} \\
 y = \frac{1 \text{ L} \cdot 0,01 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} y = 0,02 \text{ mol de Ca}^{2+}(\text{aq})
 \end{array}$$

0,5 L

A concentração em quantidade de matéria de íons $\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$ na solução final é 0,02 mol/L.

- **Cálculos relacionados aos íons estrôncio, $\text{Sr}^{2+}(\text{aq})$**

- Quantidade de matéria de cátions $\text{Sr}^{2+}(\text{aq})$ na solução inicial:

$$\begin{array}{l} 0,20 \text{ mol de } \text{Sr}^{2+}(\text{aq}) \quad \text{---} \quad 1 \text{ L de solução} \\ z \quad \text{---} \quad 0,4 \text{ L de solução} \end{array}$$

$$z = \frac{0,4 \text{ L} \times 0,20 \text{ mol}}{1 \text{ L}} z = 0,08 \text{ mol de } \text{Sr}^{2+}(\text{aq})$$

1 L

- Cálculo da concentração em quantidade de matéria de cátions $\text{Sr}^{2+}(\text{aq})$ na solução final:

$$\begin{array}{l} 0,08 \text{ mol de } \text{Sr}^{2+}(\text{aq}) \quad \text{---} \quad 0,5 \text{ L de solução} \\ w \quad \text{---} \quad 1 \text{ L de solução} \end{array}$$

$$w = \frac{1 \text{ L} \times 0,08 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} w = 0,16 \text{ mol de } \text{Sr}^{2+}(\text{aq})$$

$$0,5 \text{ L}$$

A concentração em quantidade de matéria de íons $\text{Sr}^{2+}(\text{aq})$ na solução final é 0,16 mol/L.

- **Cálculos relacionados aos íons cloreto, $\text{Cl}^{-}(\text{aq})$**

- Quantidade de matéria de ânions $\text{Cl}^{-}(\text{aq})$ na solução inicial de cloreto de cálcio, CaCl_2 :

$$\begin{array}{l} 0,20 \text{ mol de } \text{Cl}^{-}(\text{aq}) \quad \text{---} \quad 1 \text{ L de solução} \\ \alpha \quad \text{---} \quad 0,1 \text{ L de solução} \end{array}$$

$$\alpha = \frac{0,1 \text{ L} \times 0,20 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \alpha = 0,02 \text{ mol de } \text{Cl}^{-}(\text{aq})$$

1 L

- Quantidade de matéria de ânions $\text{Cl}^{-}(\text{aq})$ na solução inicial de cloreto de estrôncio, SrCl_2 :

$$0,40 \text{ mol de } \text{Cl}^{-}(\text{aq}) \quad 1 \text{ L de solução}$$

$$\alpha \quad \text{---} \quad 0,4 \text{ L de solução}$$

$$\alpha = \frac{0,4 \text{ L} \times 0,40 \text{ mol}}{1 \text{ L}} \alpha = 0,16 \text{ mol de } \text{Cl}^{-}(\text{aq})$$

1 L

- Cálculo da concentração em quantidade de matéria de ânions $\text{Cl}^{-}(\text{aq})$ na solução final:

$$\text{Quantidade de matéria total: } n = 0,02 + 0,16 \quad n = 0,18 \text{ mol}$$

$$0,18 \text{ mol de } \text{Cl}^{-}(\text{aq}) \quad \text{---} \quad 0,5 \text{ L de solução}$$

$$\beta \quad \text{---} \quad 1 \text{ L de solução}$$

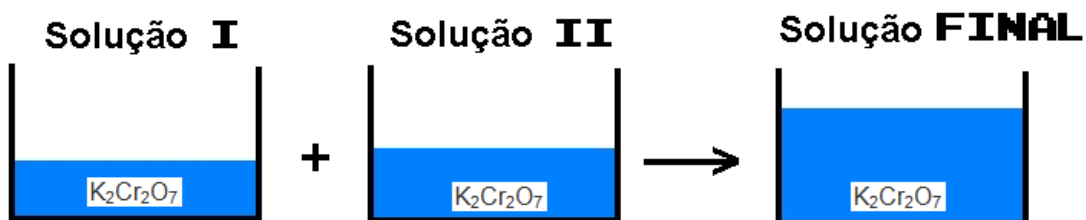
$$\beta = \frac{1 \text{ L} \times 0,18 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} \beta = 0,36 \text{ mol de } \text{Cl}^{-}(\text{aq})$$

$$0,5 \text{ L}$$

A concentração em quantidade de matéria de íons $\text{Cl}^{-}(\text{aq})$ na solução final é 0,36 mol/L.

• AULA 7 (TESTE COOPERATIVO)

1. Imagine que misturamos duas soluções de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), uma com a concentração de 2,0 g/L em 60,0 mL de solução e a outra com 2,5 g/L em 80 mL de volume de solução, conforme demonstra a figura abaixo.



Visto que não ocorre reação nenhuma, tanto a massa quanto o volume são apenas a soma das massas e volumes iniciais responda corretamente.

- Represente na linha abaixo a dissociação em meio aquoso para o dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) devidamente balanceada.
 - Considerando a solução final determine a concentração de íons potássio K^+ e dicromato $Cr_2O_7^{2-}$. Justifique numericamente.
2. Um professor de química, em suas aulas experimentais, dissolveu 400 gramas de carbonato de cálcio ($CaCO_3$) puro em volume de solvente suficiente para produzir 2000 mL de solução. Responda corretamente.
- Qual a massa de carbonato existente em 8 litros de solução?
 - Determine a Concentração molar da mesma.
 - Considerando que a massa de solvente existente nos 2000 mL são 1600 gramas, qual o título percentual do soluto?

3. Adicionou-se água destilada a 150 mL de solução 5 mol/L de HNO_3 , até que a concentração fosse de 1,5 mol/L. O volume final obtido, em mL, foi:

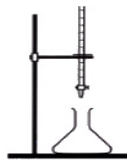
- 750 mL.
- 600 mL.
- 500 mL.
- 350 mL.
- 250 mL.

4. O volume de solução de $Na_2CO_{3(aq)}$ 0,778 mol/L que deveria ser diluído em água até 150,0mL para reduzir sua concentração a 0,0234 mol/L é, aproximadamente:

- 4,51mL
- 6,28mL
- 9,02mL
- 12,56mL

e) 1 litro

5. O equipamento da figura abaixo é utilizado para



- A) Fazer titulação, usando soluções de ácidos e bases
- B) Separar componentes de misturas heterogêneas de líquidos
- C) Separar componentes de misturas heterogêneas de sólidos e líquidos
- D) Determinar a densidade de líquidos imiscíveis

6. A concentração em quantidade de matéria (molaridade) e a fração em quantidade de matéria (fração molar) do soluto de uma solução de hidróxido de sódio cujo título é 40% e cuja densidade absoluta é 1,8g/mL, são, respectivamente, em valores aproximados:

- a) 9,0 mol/L e 0,23
- b) 9,0 mol/L e 0,36
- c) 18,0 mol/L e 0,23
- d) 18,0 mol/L e 0,36

• AULA 8 (JIG SAW)

FICHA 1: PROPRIEDADES COLIGATIVAS NÚMERO DE PARTÍCULAS

DISSOLVIDAS

O número de partículas de soluto dissolvidas em um solvente — independentemente da natureza do soluto — atribui à solução formada (em relação ao solvente puro) uma série de propriedades denominadas coligativas.

O estudo das propriedades coligativas é feito comparando-se o comportamento da solução em determinadas condições com o comportamento do respectivo solvente puro nas mesmas condições.

As propriedades coligativas não dependem da natureza do soluto, mas apenas do número de partículas do soluto adicionadas ao solvente.

O efeito coligativo será o mesmo se o número de partículas adicionadas em determinado volume de solvente for o mesmo.

Assim, é importante, antes mesmo de estudar detalhadamente cada uma dessas propriedades, aprender a calcular, a partir de determinada quantidade de soluto, o respectivo número de partículas que ficam dissolvidas.

Para isso, dividem-se as soluções em dois grupos: o das soluções moleculares e o das soluções iônicas. Observações importantes:

Tudo o que veremos a respeito das propriedades coligativas será referente às chamadas **soluções ideais**. As soluções ideais são soluções diluídas de solutos não-voláteis, nas quais não ocorre variação de volume nem troca de calor durante a dissolução do soluto no solvente, e cujas interações soluto-solvente são consideradas iguais às interações soluto-soluto e solvente-solvente.

A molalidade (ω) é a expressão de concentração de solução utilizada no estudo das propriedades coligativas pelas seguintes razões:

- ❖ é a única expressão que relaciona a quantidade de soluto dissolvido em determinada massa de solvente (e não de solução);
- ❖ é uma unidade de concentração que não varia com a temperatura, já que esta relacionada a massa de solvente em vez de ao volume.

Soluções moleculares

São aquelas que possuem apenas moléculas como partículas dispersas. Nesse caso, o número de partículas de soluto existentes na solução é igual ao número de moléculas que foram dissolvidas no solvente.

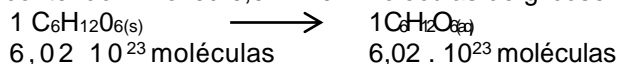
Por exemplo, a glicose, $C_6H_{12}O_6(s)$, um açúcar simples, é uma substância molecular muito solúvel em água, de massa molar igual a 180 g/mol.

A solubilidade da glicose na água pode ser explicada em função do estabelecimento de várias ligações de hidrogênio entre as moléculas de glicose e de água devido aos vários grupos — OH da molécula de glicose (aldo-hexose).

De acordo com a constante de Avogadro:

1 mol de partículas (átomos, íons ou moléculas) equivale a aproximadamente $6,02 \cdot 10^{23}$ partículas.

Se dissolvermos 180 g de glicose na água, iremos obter uma solução aquosa de glicose contendo 1 mol ou $6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas de glicose.



Se os dados referentes ao soluto forem fornecidos em massa, o número de moléculas pode ser calculado por regra de três, lembrando que:

A massa molar equivale a massa de 1 mol de moléculas — ou de fórmulas mínimas no caso de a substância se iônica — e, portanto, $a \cong 6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas ou fórmulas mínimas.

Por exemplo, se dissolvermos 36 g de glicose na água, o número de moléculas na solução final poderá ser calculado pela relação:

n (quantidade de moléculas) em 36g de glicose: m

$$1 \text{ mol de moléculas de glicose} \quad \text{em} \quad 180\text{g de glicose: } M$$

$$\frac{n}{1} = \frac{m}{M} \rightarrow n = \frac{m}{M} \rightarrow n = \frac{36}{180} \rightarrow n = 0,20 \text{ mol}$$

O número de moléculas poderá ser calculado pela relação:

$$0,20 \text{ mol de moléculas} \text{ ————— } y$$

$$1 \text{ mol de moléculas} \text{ ————— } 6,02 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}$$

$$\frac{0,20}{1} = \frac{y}{6,02 \cdot 10^{23}} \rightarrow y = 0,20 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \rightarrow y \cong 1,20 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}$$

FICHA 2: TONOSCOPIA E AS LEIS QUE REGEM O EFEITO TONOSCÓPICO

Em qualquer temperatura, as moléculas de água na fase líquida movimentam-se e colidem entre si, efetuando constantemente trocas de energia.

Eventualmente uma molécula de água localizada na superfície adquire energia suficiente para romper as ligações intermoleculares (ligações de hidrogênio) feitas com outras moléculas, escapando para fora da massa líquida.

A evaporação é uma sucessão de eventos como esse, ou seja, é um conjunto de fenômenos isolados em que algumas moléculas, individualmente, escapam da superfície do líquido.

Considere os recipientes esquematizados abaixo, hermeticamente fechados, contendo água pura, todos na mesma temperatura T:

- ❖ Tempo 1: as moléculas de água da massa líquida se movimentam para a superfície, começam a evaporar e a ocupar o espaço livre de líquido do recipiente.



- ❖ Tempo 2: o processo continua. As moléculas de água que passaram para a fase vapor estão em movimento contínuo e exercem determinada pressão sobre as paredes do recipiente.



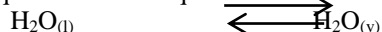
- ❖ Tempo 3: o processo atingiu um máximo, ou seja, o espaço livre de líquido do recipiente está **saturado** de moléculas de água na fase vapor. A pressão exercida é a **pressão máxima de vapor** da água na temperatura T.



- ❖ Tempo 4: o número de moléculas na fase vapor não muda mais (é o mesmo que no tempo 3); isso não significa que as moléculas de água da superfície do líquido tenham parado de evaporar; significa simplesmente que, se uma molécula de água passar da fase líquida para a fase vapor, simultaneamente uma outra molécula de água irá passar da fase vapor para a fase líquida.



É o que chamamos equilíbrio dinâmico.



Se adicionarmos um soluto não-volátil e miscível à água, formando uma solução aquosa, iremos observar experimentalmente que a pressão máxima de vapor da água na solução será menor que a pressão máxima de vapor da água pura.

Isso ocorre porque as partículas de soluto "bloqueiam" a saída das moléculas de água, diminuindo o número de moléculas que saem e, assim, diminuindo a pressão de vapor da água no recipiente.

É justamente isso o que a tonoscopia estuda.

A tonoscopia estuda o abaixamento da pressão máxima de vapor de um solvente causado pela adição de um soluto não-volátil.

Teoricamente, qualquer substância, sólida ou líquida, em temperatura diferente de 0 K (zero absoluto), possui uma pressão de vapor característica que aumenta com o aumento da temperatura. Substâncias que à temperatura ambiente apresentam pressão de vapor muito reduzida são ditas não-voláteis. As que possuem pressão de vapor apreciável são classificadas como voláteis.

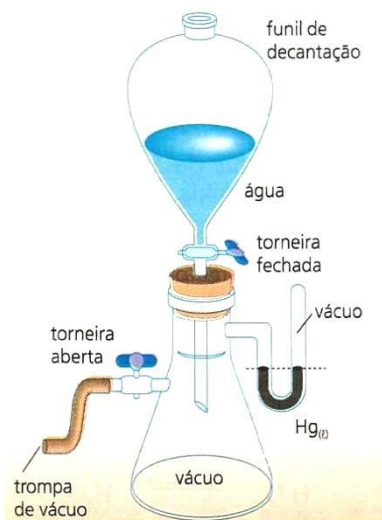
Considerando um recipiente fechado, onde coexistem em equilíbrio as fases líquida e vapor de determinada substância ou solução, podemos definir:

A pressão máxima de vapor é a maior pressão que os vapores de um líquido exercem em determinada temperatura.

Vejamos então como é feita a determinação experimental da pressão máxima de vapor de um líquido.

Acompanhe a descrição do seguinte experimento:

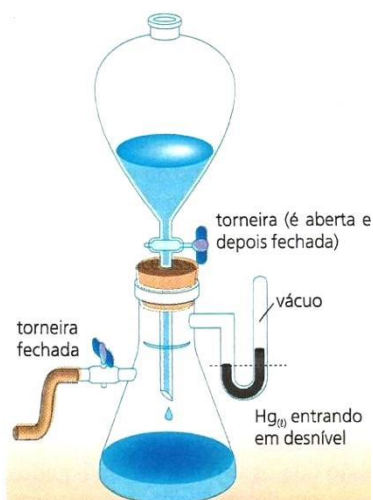
- ❖ Em um kitassato são adaptados um funil de decantação contendo água (com a torneira fechada), um tubo em U contendo mercúrio e uma trompa de vácuo. Ao se fazer vácuo no kitassato, os níveis de mercúrio no tubo em U permanecem em uma mesma horizontal, pois nessa situação em ambos os lados do tubo em U a pressão sobre o mercúrio é a mesma.



- ❖ Abre-se então a torneira do funil de bromo e deixa-se escoar a água até mais ou menos a metade da capacidade volumétrica do kitassato.

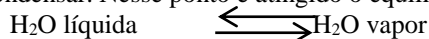
Em seguida, a torneira é fechada e o sistema é deixado em repouso.

Quando o sistema entra em repouso, as moléculas de água na fase líquida, que estão abaixo da superfície e em constante movimento, transmitem energia, por meio de choques, as moléculas que estão na superfície do líquido.

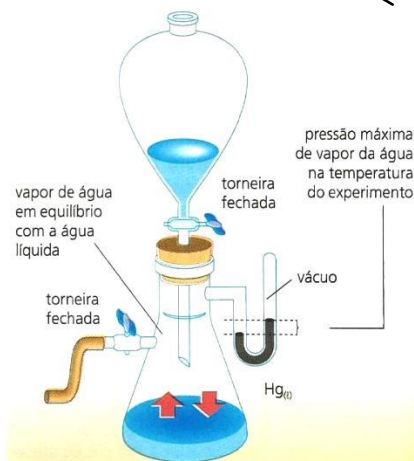
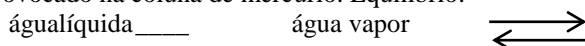


- ❖ Essa energia transmitida, somada à energia própria das moléculas da superfície, faz com que elas consigam romper as ligações intermoleculares da fase líquida, passando à fase vapor.

No início, tem-se apenas moléculas de água da fase líquida passando para a fase vapor, mas chegará um momento em que o kitassato ficará saturado de vapor e, para que certa quantidade de moléculas do líquido possa evaporar, uma mesma quantidade de moléculas do vapor terá de se condensar. Nesse ponto é atingido o equilíbrio:



- ❖ A pressão exercida pelo vapor em equilíbrio com o líquido — pressão máxima de vapor da substância — é característica de cada temperatura e pode ser medida pelo desnível provocado na coluna de mercúrio. Equilíbrio:



A tabela a seguir traz os valores da pressão máxima de vapor da água correspondentes a cada temperatura num intervalo de -10 °C a 120 °C.

Temperatura/°C	Pressão/mmHg
-10	2,149
0	4,579
10	9,209
20	17,535
30	31,824
40	55,324
50	92,51
60	149,38
70	233,7
80	355,1
90	525,76
100	760,00
110	1 074,6
120	1 489,1

- ❖ Abre-se então a torneira do funil de bromo e deixa-se escoar a água até mais ou menos a metade da capacidade volumétrica do kitassato.

Em seguida, a torneira é fechada e o sistema é deixado em repouso.

Quando o sistema entra em repouso, as moléculas de água na fase líquida, que estão abaixo da superfície e em constante movimento, transmitem energia, por meio de choques, às moléculas que estão na superfície do líquido.

Quando a pressão máxima de vapor se iguala a pressão externa local, o líquido entra em ebulição.

Por isso a água sob pressão de 760 mmHg (pressão ao nível do mar) entra em ebulição a 100 °C.

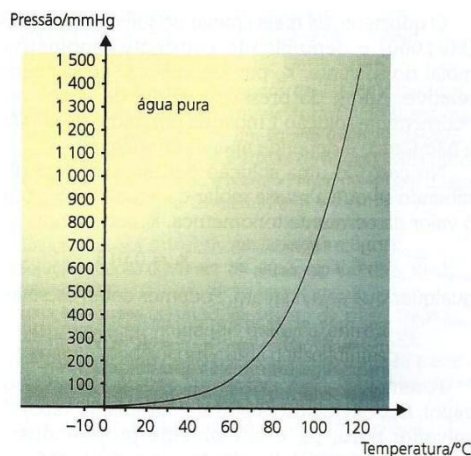
Se variarmos a pressão externa a que o líquido está sujeito, estaremos variando seu ponto de ebulição. Por exemplo, sob pressão de 9,209 mmHg, a água entra em ebulição a 10 °C.

A pressão atmosférica diminui conforme a altitude aumenta, ou seja, quanto maior a altitude, menor a pressão atmosférica.

Como o ponto de ebulição das substâncias depende da pressão atmosférica local, em lugares de grande altitude as substâncias entram em ebulição a temperaturas mais baixas que ao nível do mar.

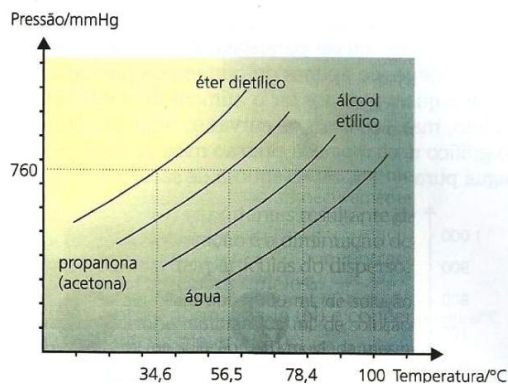
Isso traz uma série de consequências, entre elas a dificuldade de cozinhar alimentos, como ovos e arroz, e de preparar bebidas quentes, como café e chá.

Fazendo-se um gráfico da pressão máxima de vapor da água em função da temperatura, obtemos uma curva característica denominada hipérbole:



Considerando-se diversos líquidos diferentes, o que tiver a maior pressão de vapor será mais volátil e terá menor ponto de ebulição que os demais, isto é, necessitará de menos energia para igualar sua pressão de vapor a pressão externa local.

Quanto mais volátil o líquido, mais afastada da abscissa x a hipérbole estará no gráfico.



Pressão Máxima de Vapor

Na superfície livre de uma substância pura, só existem partículas dessa substância e, portanto, a probabilidade de escape de partículas para a fase gasosa é a mesma em qualquer ponto da superfície.

Já em uma solução de soluto não-volátil também existirão na superfície livre partículas do soluto. Isso faz com que diminua a probabilidade de escape de partículas do solvente para a fase gasosa, diminuindo assim a pressão de vapor do solvente.

Considere, por exemplo, uma solução diluída formada pela dissolução de um número x de partículas de um soluto não-volátil em água.

Como as partículas desse soluto não passam à fase vapor, elas ficam de certa forma "atrapalhando" a evaporação das moléculas de água, diminuindo a área de superfície que essas moléculas tinham para escapar.

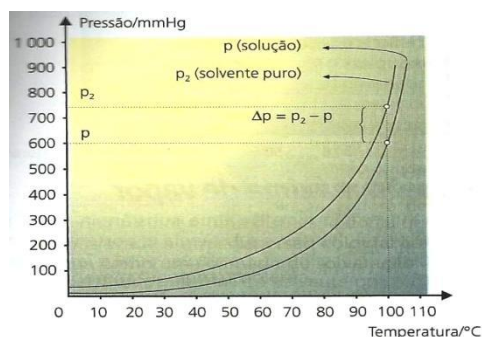
A pressão de vapor do solvente na solução é sempre menor que a do respectivo solvente puro.

A tabela a seguir mostra como o aumento progressivo do número de partículas de sacarose dissolvidas numa mesma quantidade de água vai diminuindo progressivamente a pressão de vapor desse solvente.

Composição da solução em quantidade de matéria (n) de sacarose/kg de água	Pressão de vapor/mmHg	
	H ₂ O _{solução}	H ₂ O _{pura}
$1,0 \cdot 10^{-2}$	759,7	760,0
$5,0 \cdot 10^{-2}$	759,3	760,0
$1,0 \cdot 10^{-1}$	758,6	760,0
$2,0 \cdot 10^{-1}$	757,3	760,0
$5,0 \cdot 10^{-1}$	753,2	760,0
$8,0 \cdot 10^{-1}$	749,2	760,0

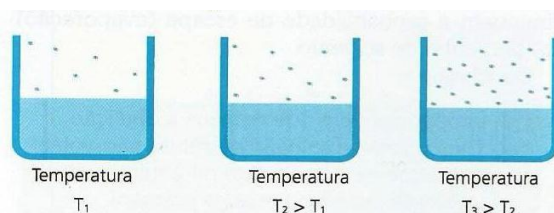
Se desenharmos em um mesmo gráfico da pressão em mmHg, em função da temperatura em °C, as curvas da pressão máxima de vapor de um solvente puro e da pressão máxima de vapor do solvente na solução, iremos observar que os traçados dessas duas curvas seguem bem próximos um do outro.

As curvas do solvente puro e da solução ideal são equidistantes (quase paralelas). A distância entre as curvas depende apenas do número de partículas do soluto: quanto menor for o número de partículas do soluto, mais próximas as curvas se situarão. Observe o gráfico das curvas da pressão máxima de vapor da água pura e da solução aquosa de sacarose.



FICHA 3: EBULIOSCOPIA E AS LEIS QUE REGEM O EFEITO EBULIOSCÓPIO

Considere os recipientes abertos (pressão local igual a 1atm), esquematizados abaixo, contendo água pura, em temperaturas diferentes:



Como a pressão sobre todos os recipientes é a mesma, 1atm, a pressão máxima de vapor da água irá variar apenas em função da temperatura.

A temperatura é uma medida da agitação térmica das partículas (moléculas ou íons) que

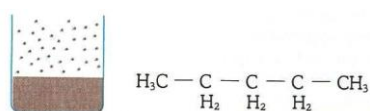
constituem a substância. É diretamente proporcional à energia cinética média dessas partículas; a diferença é que a temperatura não depende da massa, enquanto a energia cinética depende. Assim:

Quanto maior a temperatura, maior a agitação das moléculas e maior a pressão de vapor da substância na fase líquida.

Quando comparamos substâncias diferentes, porém, devemos levar em conta, além da temperatura, a massa molar da substância e as forças ou ligações intermoleculares existentes.

Considere os recipientes abertos esquematizados a seguir, na mesma temperatura T, sob pressão de 1atm, contendo as substâncias mencionadas:

- ❖ pentano: massa molar igual a **72 g/mol** e ponto de ebulição igual a **36,3 °C**.



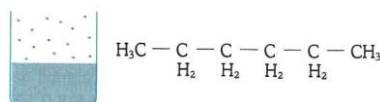
Apresenta moléculas apolares* unidas por **forças de van der Waals**.

- ❖ propanona: massa molar igual a **58 g/mol** e ponto de ebulição igual a **56 °C**.



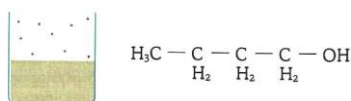
Apresenta moléculas polares unidas por **forças de dipolo permanente**.

- ❖ hexano: massa molar igual a **86 g/mol** e ponto de ebulição igual a **68,7 °C**.



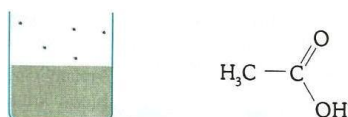
Apresenta moléculas apolares* unidas por **forças de van der Waals**.

- ❖ butan-1-ol: massa molar igual a **74 g/mol** e ponto de ebulição igual a **117 °C**.



Apresenta moléculas polares unidas por **ligações de hidrogênio****.

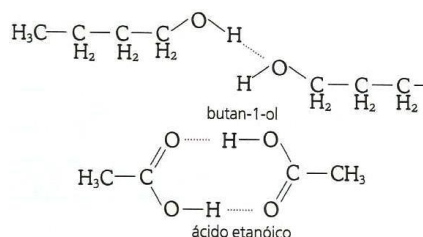
- ❖ ácidoetanóico: massa molar igual a **60 g/mol** e ponto de ebulição igual a **118,1 °C**.



Apresenta moléculas polares unidas por **ligações de hidrogênio****.

*Devido a geometria tetraédrica das quatro ligações do carbono, essas moléculas não são 100% apolares, mas possuem uma polaridade tão baixa que pode ser considerada desprezível.

** Duas moléculas de butan-1-ol estabelecem entre si apenas uma ligação de hidrogênio (fora as ligações de hidrogênio formadas com outras moléculas). No caso do ácido etanóico, cada duas moléculas estabelecem entre si duas ligações de hidrogênio, conforme mostramos abaixo.



Logo, apesar de o ácido etanóico ter uma massa molar menor que a do álcool butan-1-ol, seu ponto de ebulição é maior.

Note que quanto maior o ponto de ebulição (PE), menos volátil é a substância, ou seja, maior é a energia de que as moléculas necessitam para romper a inércia e as ligações intermoleculares.

Analisando, então, os dados fornecidos, chegamos as seguintes conclusões:

Entre substâncias que estabelecem mesmo tipo de ligação intermolecular, terá maior ponto de ebulição aquela que possuir a maior massa molar.

É o que ocorre, por exemplo, entre o pentano e o hexano. Ambos possuem moléculas apolares unidas por forças de van der Waals; por isso, o hexano, que tem maior massa molar, tem também maior ponto de ebulição.

Considerando, porém, substâncias de massa molar próxima, que estabelecem diferentes tipos de ligação intermolecular, o ponto de ebulição será tanto maior quanto mais intensa for a ligação intermolecular existente, ou seja:

Ligações de hidrogênio > dipolo permanente > forças de van der Waals

É o que ocorre, por exemplo, entre o ácido etanóico (ligações de hidrogênio), a propanona (dipolo permanente), e os hidrocarbonetos, pentano e hexano (forças de van der Waals).

Experimentalmente, observa-se que a adição de um soluto não-volátil a um solvente dá origem a uma solução cuja ebulição tem início a uma temperatura maior que a temperatura de ebulição do solvente puro.



Dissolução da sacarose (açúcar comum) em água.

É justamente isso o que a ebulioscopia estuda.

A ebulioscopia estuda o aumento do ponto de ebulição do solvente causado pela adição de um soluto não-volátil.

A pressão de vapor do solvente em uma solução de soluto não-volátil é sempre menor que a pressão de vapor do solvente puro.

A energia necessária para que as moléculas do solvente passem da fase líquida para a fase vapor é maior numa solução, já que as partículas de soluto diminuem a probabilidade de escape (evaporação) das partículas de solvente.

Conclusão:

A temperatura em que se inicia a ebulição do solvente em uma solução de soluto não-volátil é sempre maior que o ponto de ebulição do solvente puro (sob mesma pressão).

Pressão máxima de vapor e ebulição

Considere, por exemplo, a água sob pressão externa de 760 mmHg.

Equivalências de unidades de pressão: 760 mmHg \Leftrightarrow 1 atm \Leftrightarrow 1,013 bar \Leftrightarrow 101 325 Pa \Leftrightarrow 101,325 kPa.

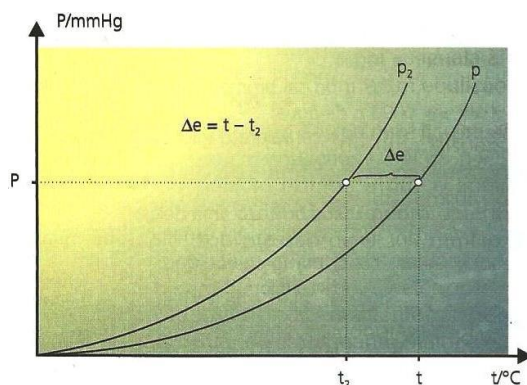
- ❖ Para que a água entre em ebulição, é necessário que sua pressão de vapor atinja 760 mmHg, ou seja, se iguale a pressão externa, o que irá ocorrer na temperatura de 100 °C.
- ❖ Adicionando-se à água em ebulição um soluto não-volátil, a solução resultante terá uma pressão de vapor menor do que os 760 mmHg e, portanto, menor do que a pressão externa e a ebulição será interrompida.
- ❖ A água da solução só entrará em ebulição novamente se receber energia suficiente para que sua pressão de vapor volte a se igualar a pressão externa, o que irá ocorrer numa temperatura superior a 100 °C.

A tabela a seguir mostra como o aumento progressivo do número de partículas de sacarose, $C_{12}H_{22}O_{11}$, dissolvidas em certa massa de água (aumento da concentração molar), ao mesmo tempo que faz diminuir a pressão de vapor na solução, faz aumentar o ponto de ebulição.

Composição da solução: quantidade de matéria de sacarose, $C_{12}H_{22}O_{11}$, por kg de água, H_2O	Pressão de vapor em mmHg a 100 °C		Temperatura de ebulição em °C a 760 mmHg	
	Água pura	Água na solução	Água pura	Água na solução
$1,0 \cdot 10^{-2}$	760,0	759,9	100	100,01
$5,0 \cdot 10^{-2}$	760,0	759,3	100	100,03
$1,0 \cdot 10^{-1}$	760,0	758,6	100	100,05
$2,0 \cdot 10^{-1}$	760,0	757,3	100	100,10
$5,0 \cdot 10^{-1}$	760,0	753,2	100	100,26
$8,0 \cdot 10^{-1}$	760,0	749,1	100	100,42

Observe que, à medida que o solvente vai evaporando, a concentração da solução vai aumentando; por isso, considera-se ponto de ebulição da água na solução a temperatura em que a ebulição tem início.

Se fizermos um gráfico da pressão de vapor em função da temperatura no qual estejam assinaladas as curvas da pressão de vapor de um solvente puro e de uma solução ideal desse solvente, iremos observar a variação que ocorre no ponto de ebulição, Δe .



• Aula 9 (Teste Cooperativo)

1. Sistemas coloidais estão presentes no cotidiano desde as primeiras horas do dia, na higiene pessoal — sabonete, xampu, pasta de dente e espuma ou creme de barbear —, maquiagem, — cosméticos —, e no café da manhã, — leite, café, manteiga, cremes vegetais e geléias de frutas. No caminho para o trabalho podemos enfrentar neblina, poluição do ar ou ainda apreciar a cor azul do céu, parcialmente explicada pelo espalhamento Rayleigh da luz do Sol ao entrar na atmosfera contendo moléculas e partículas de poeira cósmica atraídas pela Terra (Walker, 1989). No almoço, temperos, cremes e maionese para saladas. No entardecer, ao saborear cerveja, refrigerante ou sorvete estamos ingerindo colóides. Os colóides ainda estão presentes em diversos processos de produção de bens de consumo, incluindo o da água potável, os processos de separação nas indústrias, de biotecnologia e de ambiente. São também muito importantes os colóides biológicos, tais como o sangue, o humor vítreo e o cristalino (Licínio e Delaye, 1987). A tabela 1 apresenta exemplos e características de alguns tipos comuns de colóides.

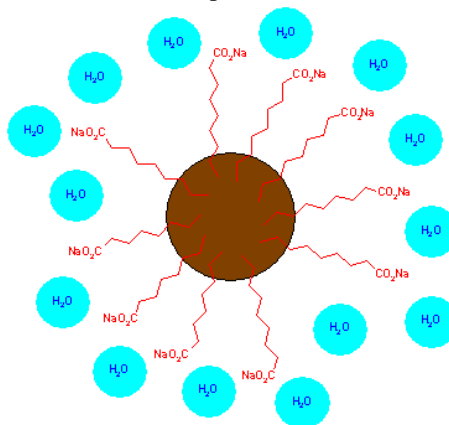
Tabela 1: Classificação dos colóides de acordo com as fases dispersa e de dispersão.

Colóide	Fase dispersa	Fase de dispersão	Exemplo
Aerossol líquido	Líquido	Gás	Neblina, desodorante
Aerossol sólido	Sólido	Gás	Fumaça, poeira
Espuma	Gás	Líquido	Espuma de sabão e de combate a incêndio
Espuma sólida	Gás	Sólido	Isopor®, poliuretano
Emulsão	Líquido	Líquido	Leite, maionese, manteiga
Emulsão sólida	Líquido	Sólido	Margarina, opala, pérola
Sol	Sólido	Líquido	Tinta, pasta de dente
Sol sólido	Sólido	Sólido	Vidro e plástico pigmentado

Sobre os mesmos marque o ítem verdadeiro:

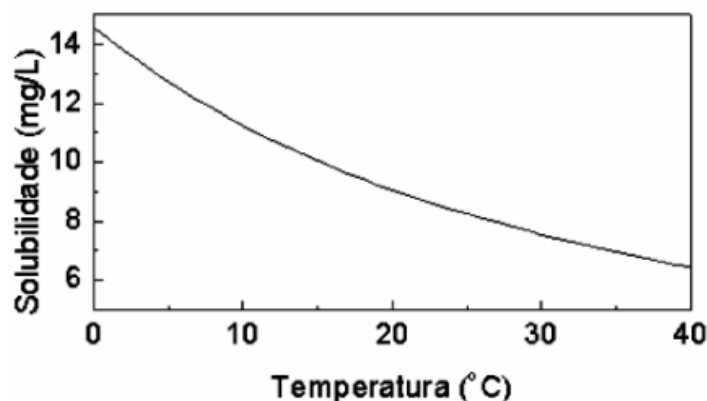
- O vidro comum (estrutura amorfa) representa é um colóide do tipo emulsão.
- Espuma de sabão e pasta de dente apresentam soluto e solvente no mesmo estado de agregação.
- A ciência dos colóides está relacionada com o estudo dos sistemas nos quais pelo menos um dos componentes da mistura apresenta uma dimensão no intervalo de 1 a 1000 nanômetros (1nm = 10⁻⁹ m).
- O agente emulsificante na maionese é a água.
- O isopor é um polímero sintético (obtido de poliestireno) e biodegradável.

2. Detergentes são substâncias sintéticas com propriedades tensoativas, isto é alteram a tensão interfacial quando dissolvidas em um solvente. A tensão interfacial está relacionada com o trabalho necessário para manter as moléculas de uma fase na superfície ou interface, permitindo, por exemplo, que a libélula pouse sobre a superfície da água sem romper a película de água da superfície. Também denominados surfactantes (do inglês surfaceactiveagents = surfactants), detergentes não são obtidos da saponificação de óleo e gordura, tal como é o sabão. As moléculas associam-se em solução, acima de uma determinada concentração crítica para cada detergente; por isso são também conhecidos como colóides de associação. Da associação das moléculas de detergente resultam as micelas (figura a abaixo), agregados moleculares na faixa de tamanho dos colóides. Usados principalmente para limpeza na cozinha e para lavar roupas, os detergentes são aplicados também em meio orgânico em óleos lubrificantes de motores e em gasolina, prevenindo, respectivamente, o acúmulo de resíduos de carvão nos pistões e o crescimento de gomas (polímeros) no carburador. Sobre os conceitos expostos no texto acima marque a afirmativa verdadeira.



- A gasolina é um exemplo de suspensão líquida.
- Os motores a gasolina utilizam um sistema de queima baseado em explosões (processo endotérmico) no qual o gás produzido em maior quantidade é o dióxido de carbono (CO₂).
- Os detergentes são sais de ácido sulfônico, enquanto as micelas são consideradas espumas sólidas.
- Considerando o coloide representado acima é possível afirmar que o meio dispersante é aquoso.
- Os colóides apresentam o tamanho das partículas dispersa superior as soluções verdadeiras.

3. A presença do oxigênio dissolvido na água se deve, em parte, à sua dissolução do ar atmosférico para a água, $O_2(g) \leftrightarrow O_2(aq)$, cuja constante de equilíbrio apropriada é a constante da Lei de Henry, K_h . Para o processo de dissolução do O_2 , K_h é definida como $K_h = [O_2(aq)]/p_{O_2}$, em que p_{O_2} é a pressão parcial de oxigênio no ar. A figura a seguir mostra a solubilidade do gás oxigênio em água em função da temperatura, n a pressão atmosférica de 1atm (760mmHg).



São feitas as seguintes afirmações a respeito da solubilidade do gás oxigênio em água:

I. A concentração molar de oxigênio na água, $[O_2(aq)]$, é proporcional à pressão parcial de oxigênio no ar atmosférico.

II. A solubilidade do oxigênio em água decresce linearmente com o aumento da temperatura.

III. A solubilidade do oxigênio dissolvido em água a $0^\circ C$ e ao nível do mar é pouco superior a 14mg/L .

Pode-se afirmar que:

- todas são corretas.
- todas são incorretas.
- apenas II é incorreta.
- II e III são incorretas.
- apenas III é incorreta.

4. Considerando que 160 gramas de uma solução aquosa saturada de sacarose a $30^\circ C$ são resfriados a $0^\circ C$. Quanto do açúcar cristaliza?

Temperatura $^\circ C$	Solubilidade da sacarose g/100g de H_2O
0	180
30	220

- 20g
- 40g
- 50g
- 64g
- 90g

5. O soro caseiro é preparado pela completa dissolução de porções de açúcar ($C_{12}H_{22}O_{11}$), e de sal de cozinha ($NaCl$), em água fervida. Esta solução é bastante eficaz no combate à desidratação crônica, em crianças com elevado grau de desnutrição. Estabelecendo-se que a massa das porções de açúcar e sal são 0,171g e 0,585g, respectivamente, dissolvidas em 500mL de água, e considerando-se que estas massas são desprezíveis com relação ao volume total da solução, as concentrações de $C_{12}H_{22}O_{11}$ e $NaCl$ em mol/L nesta solução são, respectivamente:

- $1,0 \times 10^{-4}$ e $2,0 \times 10^{-3}$
- 0,001 e 0,02
- 0,005 e 0,10
- $1,0 \times 10^{-5}$ e $2,0 \times 10^{-4}$

e) 3,42 e 11,7

6. Uma amostra de 20,0mL de vinagre foi titulado com 25,0mL de NaOH de concentração molar 0,600 mol/L até chegar ao ponto final. A densidade do vinagre é 1,125g/mL. A concentração do molar do ácido acético no vinagre e a sua porcentagem em massa no vinagre são, respectivamente:

- a) 0,35mol/L e 2,5%
- b) 0,35mol/L e 4,0%
- c) 0,75mol/L e 2,5%
- d) 0,75mol/L e 4,0%

7. Durante o processo de produção da "carne de sol" ou "carne seca", após imersão em salmoura (solução aquosa saturada de cloreto de sódio), a carne permanece em repouso em um lugar coberto e arejado por cerca de três dias. Observa-se que, mesmo sem refrigeração ou adição de qualquer conservante, a decomposição da carne é retardada. Assinale a alternativa que relaciona corretamente o processo responsável pela conservação da "carne de sol".

- a) Formação de ligação hidrogênio entre as moléculas de água e os íons Na^+ e Cl^- .
- b) Elevação na pressão de vapor da água contida no sangue da carne.
- c) Redução na temperatura de evaporação da água.
- d) Elevação do ponto de fusão da água.
- e) Desidratação da carne por osmose.

8. Em locais de inverno rigoroso, costuma-se adicionar uma certa quantidade de etileno glicol à água dos radiadores de automóveis. O uso de uma solução, em vez de água, como líquido de refrigeração deve-se ao fato de a solução apresentar:

- a) menor calor de fusão.
- b) menor ponto de congelamento.
- c) maior ponto de congelamento.
- d) maior calor de fusão.

ANEXO III – Conhecimento prévio

QUESTIONÁRIO 1

(Impressões dos educandos acerca do estudo grupo)

1. Na sua experiência como estudante tem tido oportunidades de trabalhar com abordagens em grupo (trabalhos em grupo)?

- () sim
() não

*Caso responda **sim** onde?

- () escola
() trabalhos comunitários
() vivências religiosas
() outras _____

2. Estas oportunidades têm acontecido:

- () Frequentemente
() Raramente
() Ocasionalmente

3. Você caracteriza essas experiências como:

- () Importantes
() Sem importância
() Agradáveis
() Entediantes
() Outras _____

*Pode escolher mais de uma opção

4. Quais potencialidades e desafios você aponta com relação ao trabalho em grupo como técnica de aprendizagem e socialização com seus colegas de turma?

• POTENCIALIDADES

• DESAFIOS

5. Cite no mínimo três características do que seria um trabalho em grupo na sua opinião.

6. A competitividade representa um estímulo à aprendizagem em sua opinião? Justifique.

7. Na escola que você estuda os professores utilizam procedimentos grupais frequentemente? Como você avalia estes processos?

ANEXO IV – Teste sociométrico

1. Indique cinco alunos com os quais gostaria de trabalhar e cinco com quem não gostaria de trabalhar nas atividades grupais.

2. Justifique suas escolhas.

ANEXO V – Questionários**QUESTIONÁRIO 2****(Histórias de vida)**

1. Você já teve oportunidade de contar sua história de vida em público?

() sim

() Não

*Caso sua resposta seja sim, onde?

2. Como você se sentiu?

() Motivado

() Constrangido

() Outros

3. Como você avalia a utilização da técnica das histórias de vida para a interação entre os colegas de sala?

() Importante

() Sem importância

*Justifique sua resposta:

4. A técnica proporcionou captação de informações sobre os colegas?

() sim

() não

Em caso afirmativo que importância tem essas informações para o aprendizado em sala de aula?

5. Você considera importante o conhecimento da história de vida do seu professor para a aproximação entre educando-educador?

() Sim

() Não

*Justifique sua resposta:

QUESTIONÁRIO 3**(Impressões pós-atividades com aprendizagem cooperativa)**

1. Cite aspectos das técnicas vivenciadas com a abordagem Cooperativa que lhe chamaram atenção, justificando o porque.

2. Em sua opinião em que essa abordagem se diferencia das aulas convencionais?

a) Na metodologia

b) Na relação educando-educando

c) Na relação educador-educando

d) No ambiente da sala de aula

e) Na facilidade-dificuldade na compreensão dos temas.

3. Você considera viável a inclusão dessas abordagens de forma rotineira na sala de aula? Justifique sua resposta.

4. As técnicas da AC contribuíram de alguma forma para facilitar a compreensão de assuntos referentes a físico-química com os quais você tinha dificuldade? Em caso afirmativo Quais os temas e as contribuições?

5. Em sua opinião que aspecto foi determinante para o aprendizado com essa abordagem?

6. Que desafios você percebe na utilização desta abordagem como estratégia de aprendizagem para o ensino médio?

7. Na sua opinião que contribuições esta abordagem pode trazer para a sua futura inclusão como profissional no mercado de trabalho?

8. Das técnicas utilizadas em sala de aula qual você mais gostou?

- () Jigsaw
() Teste cooperativo
() Fila cooperativa
() Método dos pares

Justifique sua escolha:

9. No processamento de grupo (procedimento realizado ao final de cada aula) foi possível aprimorar o rendimento das atividades grupais?

- () sim () não

Justifique.
