

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

SCHANA ANDRÉIA DA SILVA

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA APOIO NO  
ENSINO DE CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO EM UM CURSO TÉCNICO DE  
QUÍMICA**

Porto Alegre, 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

SCHANA ANDRÉIA DA SILVA

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA APOIO NO  
ENSINO DE CÁLCULO ESTEQUIOMÉTRICO EM UM CURSO TÉCNICO DE  
QUÍMICA**

Trabalho de conclusão apresentado junto à atividade de ensino “Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química”, como requisito parcial para obtenção de grau de Licenciado em Química

Orientadora

Profa. Dra. Tania Denise Miskinis Salgado

Porto Alegre, 2015

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer à minha querida, divertida e inteligente professora orientadora Tania Denise Miskinis Salgado, por ter aceitado a tarefa de orientar meu trabalho nesta etapa final do curso de Licenciatura, pelas ideias, discussões e pelo tempo que foi dedicado na realização do mesmo. Também por se mostrar um excelente exemplo a ser seguido na minha carreira como docente.

Aos meus colegas de trabalho, pelas inúmeras discussões a respeito da prática e das dificuldades em sala de aula e a todos os que contribuíram respondendo os questionários. Especialmente às professoras Fabrina, Rosiane, Silvana e Simone, que fizeram a avaliação do material didático, e à professora Lula, que auxiliou com seus muitos contatos na área de matemática.

Aos meus alunos deste ano e dos anos anteriores, por reforçarem a minha escolha profissional. Sempre quis ser professora. Mais do que isso: sempre quis ser professora na escola em que estou hoje, pois foi a escola em que estudei e que mudou a minha vida. Não achava que seria possível, pois as circunstâncias me levavam para outro caminho. Quando me surgiu a oportunidade de ser professora, várias dúvidas me ocorreram, se eu conseguiria, se eu iria gostar, se eu teria paciência, essas coisas. Após estes 4 anos, tenho a absoluta certeza que fiz a escolha certa, e isso se deve às pessoas que tive a oportunidade de ter como meus alunos.

À minha mãe, meu eterno exemplo de força e de alegria. Por ter me dado educação e valores, por ter vencido todas as barreiras que a vida lhe impôs, por ter me dado os melhores irmãos e irmãs que alguém poderia ter.

Aos meus lindos e queridos filhos Cássio e Caetano, a quem dedico este trabalho.

Por fim, ao meu amor Douglas, por tudo.

## RESUMO

O presente trabalho analisa a implementação e avaliação de um material didático de apoio para o estudo de cálculo estequiométrico em um curso técnico de química. Esta proposta tem como princípios norteadores o Ensino por Competências, proposto por Philippe Perrenoud, aliado aos conceitos de Aprendizagem Significativa, de David Ausubel. O material elaborado consiste de uma revisão de conceitos matemáticos direcionada ao tema de proporções e de um texto de química sobre grandezas químicas e estequiometria. Na elaboração do material, buscou-se uma linguagem simples e explicativa, com exemplos para elucidação dos conceitos. A aplicação foi realizada em duas modalidades: presencial e a distância, sendo que em ambos os casos a participação dos alunos foi voluntária. Para sua avaliação, o material didático foi analisado por professores de matemática e de química e pelos alunos participantes da pesquisa. Além disso, realizou-se uma pesquisa através da aplicação de questionários com professores de química a respeito das dificuldades dos alunos em cálculos químicos e com professores e licenciandos de matemática sobre o ensino de proporcionalidade. A maioria dos professores de química apontou perceber dificuldades na aplicação de conceitos matemáticos por parte dos alunos. Na avaliação do material didático elaborado, professores e alunos indicaram como positiva a sua utilização no estudo de cálculo estequiométrico, sendo que a maioria dos alunos respondeu que a participação nesta pesquisa auxiliou a entender melhor os conceitos estudados em sala de aula, na disciplina em que são normalmente trabalhados.

**Palavras-chave:** Cálculo estequiométrico. Estudo de proporcionalidade. Ensino de Química. Formação Profissional.

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Número de acertos por bloco do diagnóstico .....	23
GRÁFICO 2 - Opinião dos professores de matemática sobre o uso da regra de três .....	24
GRÁFICO 3 - Opinião dos Licenciandos em Matemática sobre o uso da regra de três .....	25
GRÁFICO 4 - Área de atuação dos professores de química participantes.....	26
GRÁFICO 5 - Dificuldades citadas pelos professores de química .....	27
GRÁFICO 6 - Ação dos professores frente às dificuldades dos alunos .....	27
GRÁFICO 7 - Resposta dos professores de química sobre o contato com professores de matemática .....	28
GRÁFICO 8 - Impressão dos alunos sobre o material didático na modalidade presencial e a distância .....	32

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	7
<b>2 OBJETIVOS</b>	9
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	10
<b>4 METODOLOGIA</b>	15
4.1 Organização Metodológica da Pesquisa	15
4.2 Diagnóstico	16
4.3 Pesquisa com Professores de Matemática e de Química e com Alunos de Licenciatura em Matemática	17
4.4 Elaboração e Aplicação do Material Didático	18
4.5 Avaliação do Material	21
<b>5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	22
5.1 Diagnóstico	22
5.2 Questionário com Professores e Licenciandos de Matemática	23
5.3 Questionário com Professores de Química	26
5.4 Aplicação do Material Didático	29
5.5 Avaliação do Material	31
<b>6 CONCLUSÃO</b>	34
<b>REFERÊNCIAS</b>	35
<b>APÊNDICES</b>	37

## 1 INTRODUÇÃO

A educação profissional de nível médio é uma modalidade de educação e ensino apresentada na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), que visa a formação do aluno para o mundo do trabalho, de acordo com o Artigo 39º: “A educação profissional, integrada às diferentes formas de educação, ao trabalho, à ciência e à tecnologia, conduz ao permanente desenvolvimento de aptidões para a vida produtiva”. Para assegurar e orientar esta formação, os sistemas de ensino baseiam-se nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico (BRASIL, 2012) e nos Referenciais Curriculares para esse nível de educação (BRASIL, 2000a). De acordo com os Referenciais Curriculares Nacionais da Educação Profissional de Nível Técnico da Área Profissional Química (BRASIL, 2000a), a área química se caracteriza por processos em que substâncias puras ou compostas são transformadas em produtos, sendo que nesta área se encontram grandes empresas com tecnologia avançada no ramo químico e outras empresas com processos rudimentares. Compreendem, também, centros de pesquisa, prestadores de serviços e empresas de comercialização de produtos químicos.

O Técnico em Química poderá atuar nestas empresas em operações produtivas ou na realização de análises, sendo para isso necessária uma formação baseada nas habilidades e competências inerentes aos diferentes ramos de atuação do Técnico em Química.

A realização de cálculos químicos é uma competência importante para diversas atividades que o Técnico em Química poderá desempenhar. Podemos citar, por exemplo, o preparo de soluções, a realização de análises e determinação de atividade ou concentração, o acompanhamento de processos, balanços de massa, o desenvolvimento de produtos, entre outros. Um erro de cálculo pode ocasionar danos ao meio ambiente e à população e prejuízos econômicos à empresa, de forma que este é um tema de grande importância para a área de educação profissional em química.

Entre os cálculos químicos, cabe ressaltar o cálculo estequiométrico como sendo um dos mais importantes temas, pois serve de base para os demais. É um dos primeiros conteúdos em que temos a aplicação de conceitos

matemáticos na química, e por isso apresenta grande dificuldade de entendimento por parte dos alunos (GOMES; MACEDO, 2007). Santos e Silva (2014) fizeram um levantamento em aproximadamente 1250 trabalhos em bases de artigos e eventos nacionais e internacionais acerca das dificuldades em cálculo estequiométrico e listaram como principais obstáculos: (i) dificuldade de abstração e transição entre os níveis de representação da matéria; (ii) confusão na grandeza da constante de Avogadro, confusão entre mol, quantidade de matéria e massa molar; e (iii) dificuldade no manejo de técnicas matemáticas. Estas causas se repetem independentemente da faixa etária e da região geográfica.

Diferentes trabalhos têm explorado as dificuldades de abstração e entendimento de grandezas químicas (MACHADO et al., 2013; COSTA; ZORZY, 2009; SOUZA, 2009), enquanto que a relação matemática-química é deixada em segundo plano. Especificamente no caso de cálculo estequiométrico, o tema matemático envolvido é o conceito de proporcionalidade, sendo a regra de três o principal método utilizado nestes cálculos.

O presente trabalho visa oferecer uma ferramenta para alunos e professores no estudo de estequiometria, a partir da elaboração de um material didático de apoio com um texto de matemática e um de química e com exercícios elaborados especificamente para esta aplicação. O material contém uma revisão sobre cálculos de proporcionalidade e regra de três, grandezas químicas e cálculo estequiométrico, e foi aplicado em uma escola técnica pública da cidade de Novo Hamburgo.

Inicialmente são apresentados os referenciais teóricos que embasaram esta pesquisa e os objetivos do trabalho. Na sequência são apresentados os recursos e os métodos utilizados na pesquisa, indicando cada uma das etapas realizadas. Finalmente, são apresentados e discutidos os resultados dos questionários e da avaliação do material elaborado.

## 2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é a elaboração e a aplicação de um material didático de apoio para o estudo de cálculo estequiométrico em um curso técnico de química.

Os objetivos específicos são:

- verificar a opinião de professores de química a respeito de dificuldades matemáticas de alunos;
- verificar como o tema proporção e regra de três vêm sendo tratado por professores e licenciandos de matemática;
- elaborar um material de apoio com uma revisão de matemática focada no tema proporcionalidade e com exercícios voltados a temas técnicos, seguido do texto de química;
- aplicar o material didático em turmas do 2º ano de um curso técnico de química;
- avaliar o material através da coleta de impressões de alunos e de professores.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Competência é a capacidade de agir eficazmente em uma determinada situação, com apoio em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles (PERRENOUD, 1999). É uma característica dependente da educação, das experiências e da formação adquirida durante a vida (LEUCK, 2004). O ensino por competências se tornou parte dos discursos oficiais após a publicação das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 1999) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais, os PCNs (BRASIL, 2000b), pelo Ministério da Educação.

O ensino por competências é um tema polêmico e sua inclusão nas Diretrizes Curriculares é criticada por alguns educadores, por indicar uma subordinação da escola ao mercado de trabalho (RICARDO, 2010). Isso porque uma primeira interpretação para competências, no segmento industrial, seria a de uma qualificação acrescida de um saber fazer, incluindo-se atitudes do empregado no ambiente de trabalho. Com isso, teria-se uma arbitrariedade no estabelecimento dos contratos de trabalho, que seriam estruturados não apenas sobre a qualificação, mas sobre a capacidade de torná-la disponível na empresa e em benefício desta, uma vez que as competências seriam avaliadas pelo empregador (DURAND, 2001). Na prática, fala-se muito que no ambiente de trabalho atitudes como iniciativa, responsabilidade, capacidade de trabalhar em equipe, confiabilidade, entre outras, são algumas vezes mais importantes do que o conhecimento e a formação.

A inclusão do ensino por competências nos documentos oficiais se deu com o objetivo de aproximação entre empresa e escola, considerando que a própria LDB no seu artigo 35º coloca como uma das finalidades do ensino médio a preparação básica para o trabalho (BRASIL, 1996). É de se esperar que no ensino técnico as contrariedades a respeito do ensino por competências sejam menores devido à relação mais estreita entre empresa e escola (RICARDO, 2010).

Apesar da discussão política e social envolvida, o ensino por competências vem sendo defendido como um caminho para uma formação crítica e reflexiva, em substituição aos métodos antigos de memorização sem significação (DIAS et al., 2013). Entretanto, não significa que ao

desenvolverem-se competências, deixa-se de transmitir conhecimentos (PERRENOUD, 1999).

Perrenoud (1999) apresenta três tipos de conhecimentos: os *conhecimentos declarativos*, que descrevem a realidade sob a forma de fatos, leis, constantes ou regularidades; os *conhecimentos procedimentais*, que relacionam os procedimentos a se aplicar para se obter algum tipo de resultado; e os *conhecimentos condicionais*, que determinam as condições de validade dos conhecimentos procedimentais. Tendo os conhecimentos declarativos, procedimentais e condicionais, o indivíduo deve analisar sua pertinência em relação à situação e mobilizá-los com discernimento, juízo que ultrapassa a aplicação de uma regra ou de um conhecimento.

Ainda de acordo com Perrenoud:

A construção de competências, pois, é inseparável da formação de esquemas de mobilização dos conhecimentos com discernimento, em tempo real, ao serviço de uma ação eficaz. Ora, os esquemas de mobilização de diversos recursos cognitivos em uma situação de ação complexa desenvolvem-se e estabilizam-se ao sabor da prática. No ser humano, com efeito, os esquemas não podem ser programados por uma intervenção externa (PERRENOUD, 1999, p.10).

Na formação de técnicos no ramo das ciências exatas, especialmente quando estão envolvidos cálculos, o ensino é baseado na realização de atividades chamadas de “exercícios de fixação”, que podem ser considerados, de acordo com Perrenoud, uma espécie de treinamento, etapa importante para desenvolvimento destas competências:

Os esquemas constroem-se ao sabor de treinamento, de experiências renovadas, ao mesmo tempo redundantes e estruturantes, treinamento este tanto mais eficaz quando associado a uma postura reflexiva (PERRENOUD, 1999, p. 10).

Assim, entende-se que na formação de competências primeiramente é necessária uma base conceitual estruturante, formada a partir da redundância de situações diversificadas, que serão usadas futuramente nos esquemas de ação.

A base conceitual estruturante deve ser formada a partir de uma aprendizagem significativa, em que a assimilação do conhecimento, segundo David Ausubel, é estruturada de maneira hierarquizada e os conteúdos mais específicos são correlacionados e conectados com os conceitos prévios

(MEDEIROS, 2011). Os conceitos prévios existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, que servem de base para um novo conceito ou nova informação, são chamados por Ausubel de *subsunçores* (MOREIRA, 1999, p.153).

Para entender melhor o que é uma aprendizagem significativa e como ela ocorre, podemos iniciar com a aprendizagem não-significativa, chamada por Ausubel de aprendizagem mecânica. Esta consiste na aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com os conceitos existentes na estrutura cognitiva, sendo armazenada de maneira arbitrária.

Quando o indivíduo inicia o estudo em uma área completamente nova, não existem subsunçores para estas informações, de forma que as mesmas são armazenadas de maneira arbitrária. Esta aprendizagem mecânica ocorre até que elementos de conhecimento relevantes existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados. Na aprendizagem de novos conceitos, a interação da nova informação com conceitos subsunçores resulta em crescimento e modificação destes últimos, de forma que à medida que a aprendizagem passa a ser significativa, estes subsunçores vão ficando cada vez mais elaborados e complexos (MOREIRA, 1999, p.155).

Desta forma, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios, que possam servir de base para novos conceitos, como uma estratégia para manipular a estrutura cognitiva e assim facilitar a aprendizagem significativa. Pode ser, por exemplo, uma revisão de pré-requisitos, para que o aluno consiga estabelecer as relações necessárias com os seus conhecimentos prévios, criando um novo conceito, mais amplo e abrangente.

Para verificar se houve uma aprendizagem significativa, Ausubel chama a atenção para a forma de apresentação das questões e dos problemas, como é apresentado por Moreira (1999):

[...] uma longa experiência em fazer exames faz com que os estudantes se habituem a memorizar não só proposições e fórmulas, mas também causas, exemplos, explicações e maneiras de resolver problemas típicos. Propõe, então, que ao procurar evidência da compreensão significativa, a melhor maneira de evitar a “simulação da aprendizagem significativa” é formular questões e problemas de uma maneira nova e não familiar, que requeira máxima transformação do conhecimento adquirido (MOREIRA, 1999, p. 156).

Esta simulação do conhecimento é geralmente observada no estudo de cálculos químicos, especialmente nos cálculos estequiométricos. Os alunos

conseguem resolver problemas semelhantes aos resolvidos em aula e em exercícios propostos, mas quando diante de uma nova situação, apresentam maior dificuldade, indicando que não houve uma aprendizagem significativa.

Diversos estudos relacionados à dificuldade em aprendizagem de cálculo estequiométrico vêm sendo realizados. Em 2007, Gomes e Macedo avaliaram a opinião dos alunos de duas escolas de ensino médio e de um curso técnico de química a respeito de aulas de estequiometria. O estudo indicou que cerca de 70% dos alunos do ensino médio envolvidos sentem dificuldade no entendimento deste tema. Além disso, a maioria dos alunos considerou que a estequiometria não tem aplicação no dia a dia e tampouco em sala de aula. Dos itens abordados na pesquisa, o entrave maior se deu, principalmente, na matemática, sendo este um dos caminhos propostos pelas autoras para melhoria de aprendizagem:

A deficiência nos conceitos básicos de Matemática quando esta é pré-requisito para a compreensão da Estequiometria aumenta a dificuldade do aluno em Química por falha na aprendizagem em outra disciplina. Uma importante forma de melhorar o entendimento dos alunos no que diz respeito ao cálculo estequiométrico seria a interdisciplinaridade da Matemática com a Química, tornando, possivelmente, o assunto menos complexo. Esta integração seria um relevante e significativo incentivo ao entendimento do conteúdo (GOMES; MACEDO, 2007).

Conceitos matemáticos são adquiridos com base na reflexão sobre diversas situações que devem envolver os princípios essenciais do conceito. Este processo é chamado de *abstração refletida* (MARTINS, 2007). Para aquisição de um conceito matemático é preciso que o indivíduo se aproprie dos mecanismos das ações, entendendo o que fez, como fez e porque o fez (MARTINS, 2007).

O conceito básico de matemática relacionado ao cálculo estequiométrico é o conceito de proporcionalidade, que envolve a integração dos conceitos de razão, proporção, razões proporcionais e regra de três. O conceito de proporcionalidade é o resultado de um processo de conceituações progressivas, provocadas por tomada de consciência. Não é um conhecimento adquirido de forma imediata, a partir de uma experiência e de recebimento de informações (MARTINS, 2007).

A área de educação em matemática vem questionando a forma como o tema de proporcionalidade vem sendo trabalhado nas escolas de ensino fundamental, principalmente no que tange à aplicação mecânica de algoritmos como a regra de três e a proporcionalidade de frações sem o devido entendimento do conceito. Um dos problemas apontados é a simplificação do conceito por parte dos professores, que consideram o cálculo simples por envolver apenas divisão e multiplicação, e entendem que não é necessário apresentar muitos exemplos e situações aos alunos (MARTINS, 2007; SCHMIDT, 2011; SILVANETO, 2014). O resultado disso é uma aprendizagem mecânica, em que frente às novas aplicações destes conceitos, os alunos não conseguem estabelecer as relações necessárias.

As aplicações do conceito de proporcionalidade surgem em diversas situações, como na semelhança de triângulos, funções de primeiro grau, transformação de escalas em geografia, relações de massa e volume, cálculos estequiométricos, análise de gráficos, entre outros.

Entretanto, na maioria das vezes estes assuntos não são vinculados ao conceito proporcionalidade estudado pelos alunos no ensino fundamental. No caso de cálculo estequiométrico, isso pode ser evidenciado pela terminologia usada nos livros didáticos de química, que difere dos termos usados no ensino de matemática.

Buscando uma aprendizagem significativa para o ensino de cálculo estequiométrico e considerando as dificuldades na interface matemática-química relatadas nos trabalhos citados, o uso de materiais de apoio com uma revisão de matemática antes da introdução do tema químico pode ser um facilitador deste processo.

## 4 METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado em uma escola pública da região da Grande Porto Alegre, no Curso Técnico de Química. A escola apresenta duas modalidades de curso técnico: integrado ao ensino médio, no período diurno, e subsequente ao ensino médio, no período noturno. Participaram da pesquisa 82 alunos do 2º ano do curso integrado ao ensino médio.

A pesquisa realizada se caracteriza como um estudo de caráter qualitativo, uma vez que, como explica Moreira (2003), o enfoque é descritivo e interpretativo, com destaque no contexto em que a pesquisa foi aplicada. Apesar da aplicação de diagnóstico e de questionários, a estatística aplicada é descritiva. Também é classificada como pesquisa do tipo participante, pois a pesquisadora também foi a professora que elaborou e aplicou o material didático, tendo a atribuição de observar, registrar e interpretar os eventos (LUDKE; ANDRÉ, 1986).

Este trabalho foi realizado em quatro etapas: diagnóstico; pesquisa de opinião com professores de química e de matemática e com licenciandos de matemática; elaboração e aplicação do material didático de apoio; e, por fim, avaliação do material. A seguir, estão apresentadas cada uma destas etapas, assim como a organização metodológica da pesquisa.

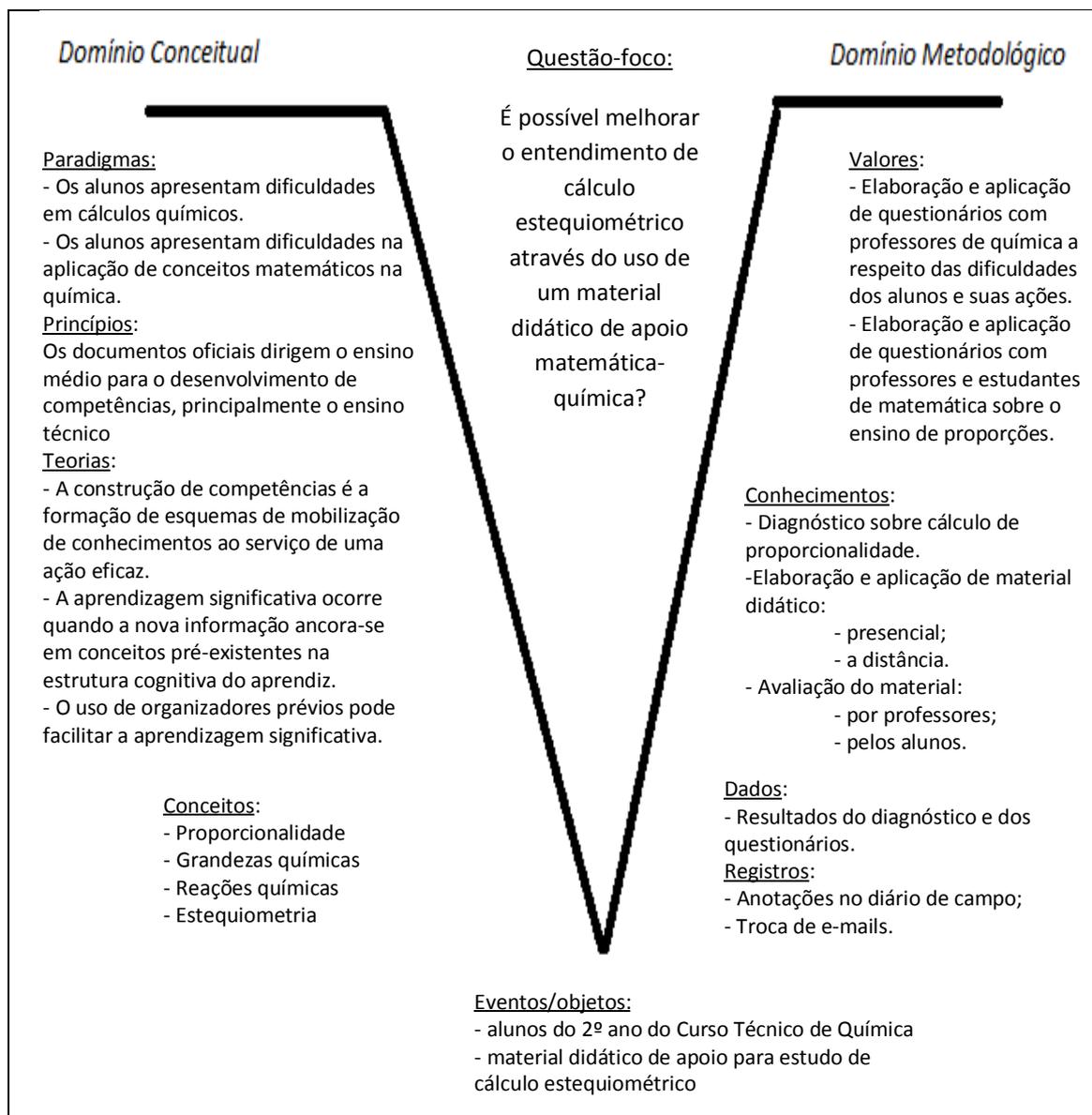
### 4.1 ORGANIZAÇÃO METODOLÓGICA DA PESQUISA

A estrutura do processo desta pesquisa foi esquematizada sob a forma de um “V”, como apresentado na Figura 1. Este “V”, conhecido como “V de Gowin” foi apresentado por Gowin para esquematizar a estrutura da produção de conhecimento, através da interação do domínio conceitual e metodológico de uma investigação orientado por uma questão-foco sobre um fenômeno de interesse (Moreira, 2003).

Na estrutura do “V”, temos os seguintes elementos: no vértice se apresentam os eventos ou objetos relativos aos fenômenos de interesse; no lado esquerdo, se apresentam os componentes conceituais do processo de investigação, como os paradigmas, as teorias, os princípios e os conceitos; no

lado direito temos os aspectos metodológicos; e, por fim, no centro, a questão foco.

Figura 1 - Organização metodológica da pesquisa por meio do “V de Gowin”



Fonte: a autora, 2015.

A seguir serão detalhadas cada uma das etapas da metodologia.

## 4.2 DIAGNÓSTICO

O diagnóstico teve por objetivo verificar o desenvolvimento de cálculos de proporcionalidade através do uso de regra de três. Foi elaborado um

instrumento de coleta de dados, que se encontra no Apêndice 1, constituído por dois blocos de questões: um bloco com temas normalmente estudados no ensino fundamental nos estudos de proporcionalidade e um bloco com situações práticas.

O primeiro bloco continha uma questão envolvendo grandezas diretamente proporcionais, outra questão envolvia grandezas inversamente proporcionais e a terceira um cálculo percentual. No segundo bloco, foram colocadas as informações nutricionais de um pacote de bolacha e se questionou o valor diário recomendado de um determinado componente, a massa de gordura presente em uma bolacha e o valor energético do pacote inteiro.

Este diagnóstico foi aplicado no final de 2014, com 82 alunos que estavam concluindo o primeiro ano do Curso Técnico de Química, pois no ano seguinte iriam aprender cálculo estequiométrico na disciplina de Química Geral.

#### 4.3 PESQUISA COM PROFESSORES DE MATEMÁTICA E DE QUÍMICA E COM ALUNOS DELICENCIATURA EM MATEMÁTICA

Foram elaborados instrumentos de pesquisa específicos para os professores de química do ensino médio e para os professores de matemática do ensino fundamental. Esta pesquisa foi realizada usando o recurso de formulários do GoogleDocs, com perguntas de múltipla escolha e discursivas que são mostradas no Apêndice 2. Os questionários foram enviados para professores de escolas públicas e privadas, de ensino fundamental, médio regular e técnico da região da Grande Porto Alegre. Participaram da pesquisa 17 professores de matemática, 27 professores de química e 24 licenciandos de matemática.

As perguntas para professores de matemática do ensino fundamental tiveram por objetivo verificar se eles ensinam regra de três e se concordam com o uso de regra de três para realização de cálculos de proporcionalidade. Esta pesquisa foi incluída após a realização da pesquisa bibliográfica, em que foi verificado que existe uma corrente de pensamento na área de educação em matemática que defende o não uso da regra de três (MARTINS, 2007; SCHMIDT, 2011; SILVA NETO, 2014).

As perguntas para os professores de química do ensino médio foram feitas com o objetivo de verificar se os professores percebem dificuldades em cálculos químicos por parte dos alunos e como conduzem suas aulas considerando as dificuldades percebidas. Também foi questionado se os professores de química conversam com os professores de matemática. Participaram da pesquisa 27 professores atuantes do ensino médio, do ensino técnico e do ensino superior.

Foi incluída uma pesquisa com estudantes de licenciatura em matemática, para verificar como os mesmos veem o ensino de proporcionalidade.

#### 4.4 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO

Para a elaboração do material didático, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em que se buscaram diferentes abordagens de cada tópico em livros didáticos de química de ensino médio, em artigos e em materiais didáticos alternativos disponíveis tanto na forma impressa quanto em *sítes* da internet. Esses materiais estão referenciados no próprio material didático elaborado (Apêndice 3).

Visando seu uso como material de apoio e sua utilização pelos alunos que apresentam mais dificuldade em cálculos, o material foi elaborado usando uma linguagem simples e explicativa, com muitos exemplos resolvidos a cada tópico.

No Apêndice3 está apresentado o material didático elaborado e entregue aos alunos nas aulas presenciais.

O material foi dividido em três capítulos. O primeiro capítulo traz uma revisão de razão e proporção e de cálculo percentual e apresenta como realizar cálculos de proporcionalidade e percentagem com regra de três. Ao final do capítulo, são apresentados exercícios de cálculos envolvendo informações de rótulos, fármacos, composição de minerais, entre outros. Os exercícios foram elaborados buscando temas que não são normalmente vistos em livros de matemática, mas que podem auxiliar os alunos na aplicação dos conceitos.

O segundo capítulo apresenta as grandezas químicas, com a definição e os exemplos de cálculos de grandezas. Foram buscadas diferentes

abordagens para a elaboração do texto final, pois o entendimento das grandezas é fundamental para a realização dos cálculos estequiométricos.

O cálculo estequiométrico é apresentado no terceiro capítulo, em que cada definição é seguida de um exemplo resolvido. São apresentadas as diferentes relações estequiométricas que podem ser estabelecidas e como realizar a escolha de cada uma.

Ao final de cada capítulo são apresentados *sites* em que os alunos podem buscar mais informações e curiosidades sobre os assuntos relacionados, além de exercícios elaborados para a consolidação dos conceitos.

O material foi aplicado com alunos do 2º ano do Curso Técnico de Química de uma escola pública de Novo Hamburgo. Estes alunos foram escolhidos, pois no 2º ano os alunos aprendem os cálculos químicos nas disciplinas de Físico-Química I e Química Geral. Devido à disponibilidade de horário, os alunos do turno da manhã foram convidados a participar das aulas presenciais de aplicação do material e os alunos do turno da tarde participaram de aulas a distância usando a ferramenta PBWorks. Três alunos participaram das atividades presenciais e cinco alunos da modalidade de ensino a distância (EAD).

As aulas presenciais foram realizadas em 5 encontros de 140 minutos, às segundas-feiras à tarde. Em cada encontro, os alunos receberam o material impresso para usar durante a explanação dos conteúdos daquele encontro e logo após começavam a resolução dos exercícios individualmente. Quando apresentavam alguma dúvida, solicitavam auxílio. No último encontro trabalhamos apenas com resolução dos exercícios.

Para as aulas na modalidade a distância, foi montada uma aula na plataforma PBWorks e os alunos foram cadastrados na mesma para acessarem o material. A adesão e participação foram verificadas através do controle de *login*. Nas Figuras 2, 3 e 4 estão as páginas de apresentação do material EAD elaborado.

Figura 2: Tela de apresentação da modalidade de ensino no PBWorks

2015calculosquimicostcc.pbworks.com/w/page/95943662/FrontPage

My PBworks Workspaces 2015calculosquimicostcc Upgrade Now! schana.silva@liberato.com.br

Wiki Pages & Files Users Settings Search this workspace

VIEW EDIT

## FrontPage

last edited by schana.silva@liberato.com.br 1 week, 2 days ago Page history

### Apresentação e termo de consentimento

A realização de cálculos químicos é de suma importância para atuação do técnico em química, sendo este tema introduzido no segundo ano do ensino técnico e aprofundado no terceiro e no quarto ano. Quando nós, professores, estamos trabalhando determinadas situações químicas, percebemos uma dificuldade na utilização dos conceitos matemáticos pelos estudantes, pois estes conceitos são estudados de maneira desconexa aos conceitos químicos e os alunos não conseguem estabelecer as relações necessárias. Com o objetivo de auxiliar o aprendizado de cálculos químicos, estamos propondo a utilização de um material didático de apoio em aulas extracurriculares, de maneira paralela às aulas de Química Geral.

A participação é voluntária e consiste em estudos à distância usando o material disponibilizado neste ambiente PBWorks e no preenchimento de um questionário a respeito das impressões sobre o material e as aulas.

Assumimos o compromisso de que, a qualquer momento, sem prestar explicações, você poderá retirar sua permissão para a utilização das informações fornecidas, sem que isso lhe acarrete qualquer compromisso.

Os profissionais envolvidos neste projeto de pesquisa comprometem-se formalmente de que os nomes dos respondentes deste questionário não aparecerão ao serem apresentados os resultados do estudo.

Caso você concorde em participar, deverá responder o questionário que será disponibilizado no final das aulas.

Desde já agradeço sua participação.

Schana Andréia da Silva  
Licencianda em Química - UFRGS

Create a page  
Upload files  
Invite more people  
Share this page  
Put this page in a folder  
Add Tags  
Control access to this page  
Copy this page

Navigator  
SideBar  
Sumário:  
[Orientações](#)  
[Capítulo 1 - Matemática](#)  
[Porcentagem](#)  
[Capítulo 2 - Grandezas](#)  
[Capítulo 3 - Cálculo Estequiométrico](#)  
[Questionário](#)  
Edit the sidebar

Share this workspace  
Recent Activity  
Questionário added by schana.silva

Fonte: a autora, 2015.

Figura 3: Tela de orientações do PBWorks

Wiki Pages & Files Users Settings

VIEW EDIT

## Orientações

last edited by schana.silva@liberato.com.br 1 month, 2 weeks ago Page history

Caros alunos,  
este material foi elaborado visando ajudá-lo no entendimento dos cálculos químicos, especialmente nos cálculos estequiométricos.

Para realização deste módulo, sugiro seguir os seguintes passos:

- 1º - Ler cada um dos capítulos, analisando cada exemplo apresentado
- 2º - Resolver os exercícios ao final de cada capítulo, antes da leitura do próximo
- 3º - Solicitar as respostas dos exercícios através do e-mail schana.silva@liberato.com.br
- 4º - Conferir as respostas e solicitar auxílio, caso não consiga resolver algum
- 5º - Responder o questionário sobre sua impressão sobre o material

Dúvidas: podem me procurar pessoalmente na escola, ou através do e-mail indicado no passo 3, ou ainda através da barra de comentários desta plataforma.

Os capítulos podem ser acessados na aba direita, no Sidebar, ou nos links abaixo:

[Capítulo 1 - Matemática: Cálculo de proporções e Porcentagem](#)  
[Capítulo 2 - Grandezas Químicas e Reações](#)  
[Capítulo 3 - Cálculo Estequiométrico](#)

Bom estudo a todos!  
Schana Andréia da Silva

Fonte: a autora, 2015.

Figura 4: Tela do Primeiro Capítulo

The screenshot shows a PBWorks Wiki page. At the top, there are navigation tabs for 'Wiki', 'Pages & Files', 'Users', and 'Settings'. Below these are 'VIEW' and 'EDIT' buttons. The main heading is '☆ Capítulo 1 - Matemática: Cálculo de Proporção e Porcentagem'. It indicates the page was last edited by 'schana.silva@liberato.com.br' 1 month ago and includes a 'Page history' link. The content of the page includes an introductory paragraph, a table of contents with items 1.1 to 1.3 and 'Exercícios', a link to a PDF file 'Capítulo 1.pdf', and a list of external links for further reading on inverse proportions, the history of the rule of three, and curiosities about pi and phi.

Fonte: a autora, 2015.

A ferramenta PBWorks é uma plataforma gratuita para uso educacional, sendo que na tela de entrada podemos acessar o conteúdo no campo “*Pages& Files*” na parte de cima da tela, ou no *SideBar*, à direita.

Os participantes da pesquisa que participaram da modalidade presencial receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido impresso e assinado, os participantes da modalidade virtual, tanto os alunos como os professores, receberam por e-mail ou na página de apresentação do PBWorks.

#### 4.5 AVALIAÇÃO DO MATERIAL

O material elaborado foi submetido à avaliação de professores de matemática e de química familiarizados com estas unidades de ensino e pelos estudantes que participaram das modalidades presencial e a distância.

A avaliação do material pelos professores foi realizada através de um questionário com questões discursivas, apresentadas no Apêndice 4. A avaliação dos alunos foi feita através de um questionário, que pode ser visto no Apêndice 5, em que foram apresentadas algumas afirmações e os alunos escolheram uma opção em uma escala de 1 a 5, para expressar seu grau de concordância ou discordância em relação a elas.

## 5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, serão apresentados os resultados obtidos, a discussão dos mesmos.

### 5.1 DIAGNÓSTICO

O diagnóstico foi realizado com um grupo de 82 alunos concluintes do primeiro ano do ensino médio técnico no ano de 2014. No primeiro bloco, com questões envolvendo grandezas normalmente estudadas no ensino fundamental, tivemos um nível de assertividade de 74,4%. A assertividade foi calculada considerando o número total de questões respondidas corretamente obtidas em relação ao número máximo de acertos possíveis para o bloco, que é obtido pelo produto do número de questões do bloco (3) e o número de alunos (82). 36 alunos acertaram as 3 questões deste bloco, enquanto que apenas um aluno não conseguiu resolver nenhuma questão. Na Tabela 1 são apresentados os dados usados para o cálculo da assertividade.

No segundo bloco, o nível de assertividade caiu para 48,8%, sendo que 25 alunos não conseguiram resolver nenhuma das três questões propostas. Apenas 22 acertaram as três questões, que é um valor inferior ao do primeiro bloco.

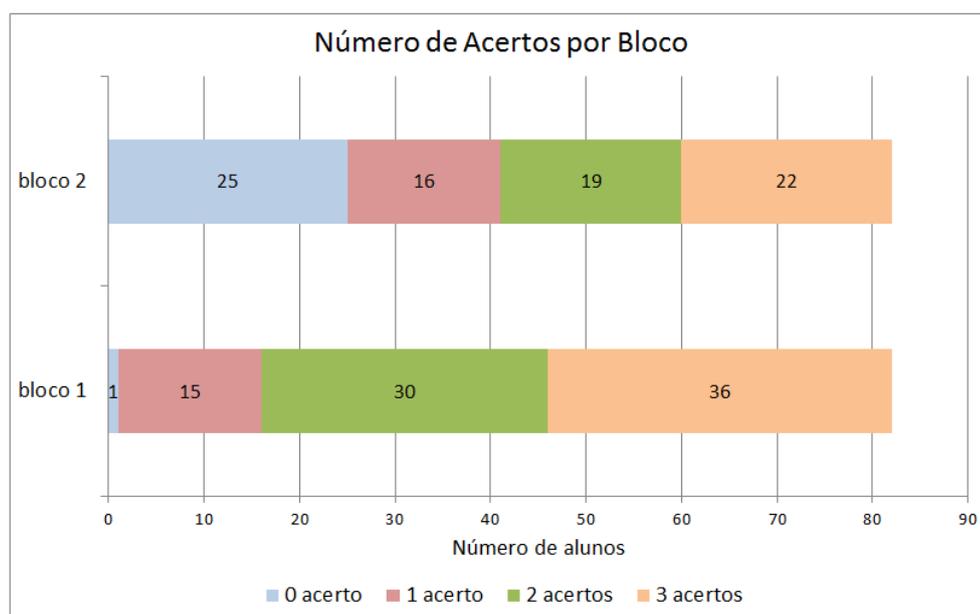
No Gráfico1 são apresentados os números de acertos por bloco.

Tabela 1: Relação do número de questões respondidas corretamente no diagnóstico e cálculo de assertividade dos blocos 1 e 2 de questões.

Número de questões respondidas corretamente (a)	Bloco 1		Bloco 2	
	Número de alunos (b)	Número de acertos do bloco (a x b)	Número de alunos (b')	Número de acertos do bloco (a x b')
0 questões	1	0	25	0
1 questão	15	15	16	16
2 questões	30	60	19	38
3 questões	36	108	22	66
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>	<b>183</b>	<b>82</b>	<b>120</b>
NÚMERO DE ACERTOS POSSÍVEIS		246		246
% ASSERTIVIDADE		<b>74,4%</b>		<b>48,8%</b>

Fonte: a autora, 2015.

Gráfico 1: Número de acertos por bloco do diagnóstico



Fonte: a autora, 2015.

Entre as seis questões do diagnóstico, a que apresentou menor índice de acertos, tendo sido corretamente resolvida por 20 alunos, foi a questão em que se perguntou qual é o valor de sódio recomendado por dia, tendo como dados a massa de sódio em uma determinada porção (72 mg) e o correspondente valor diário de referência (3%). A maioria dos alunos calculou 3% dos 72 mg, chegando a um valor de 2,16 mg.

Podemos perceber que apesar de um grande número de alunos ter acertado as questões do primeiro bloco, na resolução do exercício com dados do rótulo de um alimento tiveram uma dificuldade maior para aplicar estes mesmos conceitos matemáticos.

## 5.2 QUESTIONÁRIO COM PROFESSORES E LICENCIANDOS DE MATEMÁTICA

O tema regra de três é ensinado entre o 6º e o 8º ano do ensino fundamental na maioria das escolas dos 17 professores participantes desta pesquisa. Como os cálculos estequiométricos são normalmente estudados no 2º ano do ensino médio, temos um dos problemas que é o intervalo de aproximadamente 4 anos entre os dois conceitos.

Todos os professores de matemática responderam que consideram importante o ensino de regra de três e a utilizam com seus alunos. Entre as justificativas citadas pelos mesmos, algumas estão transcritas a seguir.

*“Em minhas aulas uso regra de três para ensinar proporção, pois acredito que é a forma mais fácil de os alunos aprenderem.”*

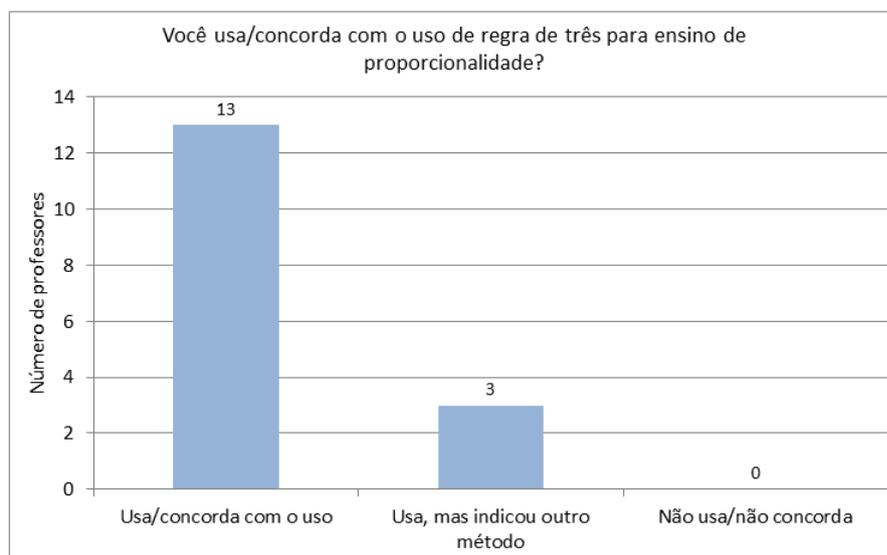
*“Sim porque o aluno consegue entender, visualizar com mais clareza, até porque é uma maneira mais prática de resolver proporcionalidade.”*

*“Sim, concordo plenamente, pois é um conteúdo que todas as pessoas podem aplicar em seu cotidiano.”*

*“Sim, os alunos precisam ter este conhecimento, pois este conteúdo será um pré-requisito para outros.”*

Entre os 17 professores de matemática que responderam o questionário, apenas 3 citaram a preferência por outros métodos para resolução de exercícios de proporcionalidade, como o uso de fórmulas, redução à unidade e uso de frações. O Gráfico 2 apresenta a distribuição dos professores de matemática em relação ao uso da regra de três.

Gráfico 2: Opinião dos professores de matemática sobre o uso da regra de três



Fonte: a autora, 2015

O gráfico 3 mostra que entre os licenciandos em matemática, 8 dos 24 alunos respondentes defendem o uso de outro método ao invés da regra de

três, principalmente a proporcionalidade de frações. Três alunos responderam que não usariam outro método e 13 alunos não responderam esta questão. Entre as justificativas dos estudantes de matemática, algumas estão transcritas a seguir:

*“A regra de três é apenas uma técnica neste estudo, acredito que, o necessário para que os alunos realmente entendam a proporcionalidade é o trabalho com frações equivalentes na etapa de aprendizagem de frações, pois, com este conceito em mente, a proporcionalidade fica mais intuitiva.”*

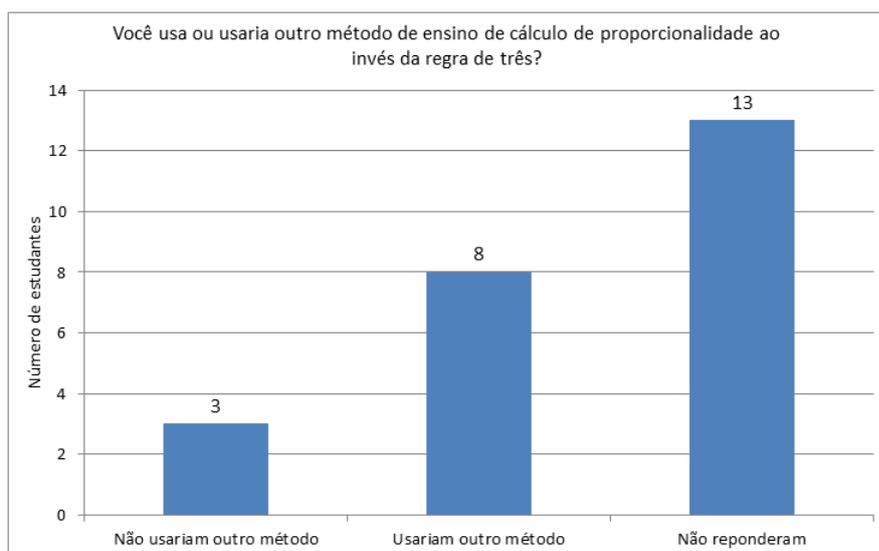
*“Sim, a própria definição de proporcionalidade, trabalhando com conceitos de fração. Entendendo isso, fica fácil entender as questões de inversamente proporcionais, que são, na maioria das vezes, as vilãs dos alunos.”*

*“Não deixaria de apresentar a regra de três, mas no final. Prefiro utilizar a definição de proporcionalidade.”*

*“Para começar não ensino regra de três e sim proporcionalidade. Trabalho exercícios que envolvam proporção, resolvendo-os de diferentes formas. A regra de três é uma das formas de resolver..”*

*“Eu aprendi na minha graduação que devia ensinar a ideia de proporcionalidade antes de regra de três, por exemplo se eu fazer um trajeto a 100km/h e demorar 50 min, então se eu for a 50 km/h vou demorar quanto? E se for a 200km/h? E vou dificultando as perguntas. Que é um calculo possível sem a regra de três, na verdade é o que está por trás de tal regra. E em fórmulas conhecidas deles, como  $F=m.a$ , podemos relacionar que se a aceleração duplicar para um corpo com a mesma massa, então o que acontece com  $F$ ? Sabendo disso, muitas vezes é desnecessário montar a regra de três.”*

Gráfico 3: Opinião dos Licenciandos em Matemática sobre o uso da regra de três



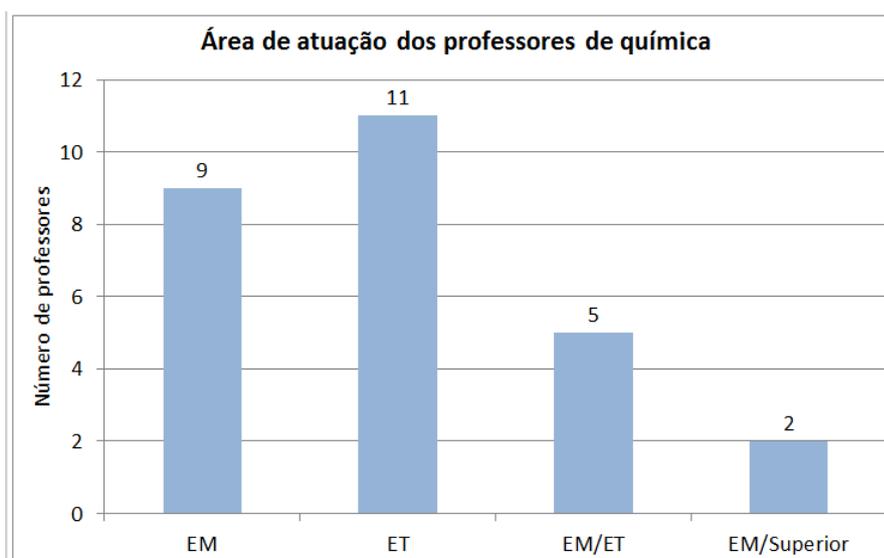
Fonte: a autora, 2015.

Comparando os dois grupos (professores e licenciandos em matemática), podemos supor que existe uma tendência na área de educação em matemática de não ensinar mais regra de três, ou pelo menos não enfatizar seu uso nos cálculos de proporcionalidade. Este resultado vem ao encontro de outros materiais encontrados na área de ensino de matemática (MARTINS, 2007; SCHMIDT, 2011; SILVANETO, 2014).

### 5.3 QUESTIONÁRIO COM PROFESSORES DE QUÍMICA

Participaram desta pesquisa 27 professores de química, atuantes no ensino médio, ensino técnico e ensino superior. A distribuição dos professores de acordo com a área de atuação está apresentada no Gráfico 4.

Gráfico 4: Área de atuação dos professores de química participantes

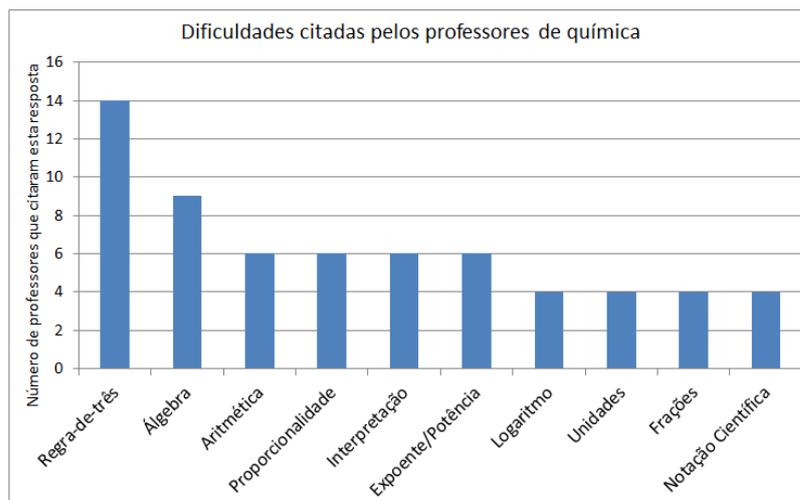


Legenda: EM – Ensino Médio; ET – Ensino Técnico; EM/ET – Ensino Médio e Ensino Técnico; EM/Superior – Ensino Médio e Ensino Superior

Fonte: a autora, 2015.

Quando perguntado se os professores de química percebiam dificuldades na resolução de cálculos por parte dos alunos, apenas um professor indicou que não percebe dificuldades e um respondeu que não utiliza cálculos químicos. Os demais 25 professores responderam que utilizam cálculos químicos e que percebem dificuldades matemáticas com os mesmos. No Gráfico 5 são apresentadas as principais dificuldades citadas pelos professores.

Gráfico 5: Dificuldades citadas pelos professores de química

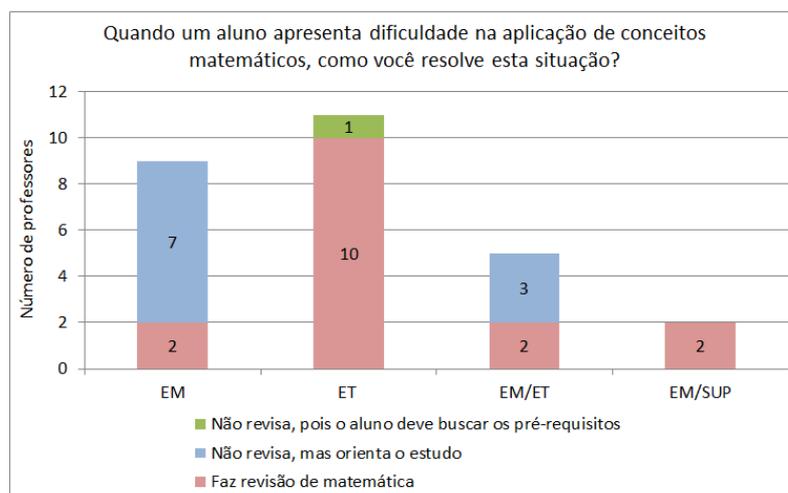


Fonte: a autora, 2015.

Podemos observar que a dificuldade na montagem de regra de três foi indicada por 14 professores e o tema proporcionalidade foi citado por 6 professores. Entretanto, verifica-se também que os professores citaram outras dificuldades matemáticas envolvidas nos cálculos químicos: álgebra, aritmética, interpretação, expoentes/potências, logaritmos, unidades, frações e notação científica, as quais poderiam ser objeto de abordagem em outro trabalho.

Entre as formas usadas pelos professores para contornar este problema, houve uma distribuição maior entre as medidas adotadas, como pode ser visto no Gráfico 6.

Gráfico 6: Ação dos professores frente às dificuldades dos alunos



Legenda: EM – Ensino Médio; ET – Ensino Técnico; EM/ET – Ensino Médio e Ensino Técnico; EM/Superior – Ensino Médio e Ensino Superior

Fonte: a autora, 2015.

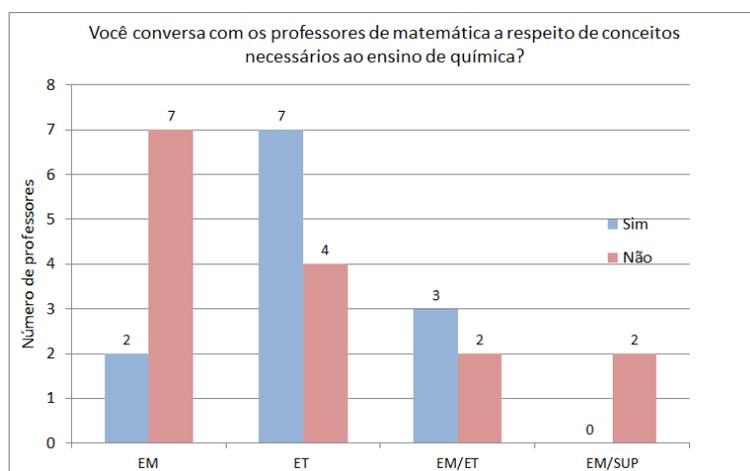
Como pode ser observado no gráfico 6, 16 professores indicaram que fazem uma revisão de matemática, sendo que entre estes 12 atuam no ensino técnico. Três professores do ensino técnico indicaram que não revisam, mas orientam o estudo dos alunos e um indicou que os alunos devem buscar os pré-requisitos por conta própria.

Nas respostas abertas, um dos professores demonstrou desânimo em relação às dificuldades dos alunos e integração entre áreas:

*“Os professores de matemática parecem já ter se conformado com a situação, pois não esboçam nenhuma reação. Dizem apenas que é assim mesmo. Normalmente se comprometem em fazer revisões. Alguns fazem, outros ignoram. Normalmente quando a revisão acontece, poucos alunos se beneficiam, pois a maioria tem realmente muitas lacunas, além de também já terem se conformado com suas dificuldades. A situação é ruim, mas pouco se faz para contorná-la. Também não podemos esquecer que alguns professores das séries iniciais também têm essa dificuldade; no entanto, são eles que apresentam a matemática aos estudantes. ‘Ninguém pode dar aquilo que não tem’.”*

Ainda com os professores de química, foi perguntado se eles conversam com os professores de matemática sobre os conceitos matemáticos necessários ao ensino de química. O resultado desta pergunta pode ser visto no gráfico 7.

Gráfico 7: Resposta dos professores de química sobre o contato com professores de matemática.



Legenda: EM – Ensino Médio; ET – Ensino Técnico; EM/ET – Ensino Médio e Ensino Técnico; EM/Superior – Ensino Médio e Ensino Superior

Fonte: a autora, 2015.

O gráfico 7 mostra que um grande número de professores de química não conversa com os professores de matemática sobre os conceitos necessários ao ensino de química, especialmente no ensino médio.

#### 5.4 APLICAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO

Os alunos do turno da manhã do segundo ano do ensino médio técnico foram convidados para participar deste projeto nas segundas-feiras, à tarde, para aplicação presencial do material didático. Participaram 3 alunos, indicados pelos respectivos professores como alunos com dificuldades em cálculos. Não foi possível uma adesão maior porque esta atividade era voluntária e muitos alunos não se interessaram ou tinham outros compromissos no horário.

No primeiro encontro, conversamos sobre suas dificuldades em cálculos químicos e sobre o que lembravam sobre proporcionalidade e regra de três. Foram apresentados os objetivos do trabalho e como seria desenvolvido. Em cada aula, os alunos receberam uma cópia do material que seria estudado e foram ministradas aulas expositivas. Em seguida, os alunos resolviam os exercícios do capítulo, solicitando ajuda quando necessário.

Algumas intervenções foram feitas pela professora durante as resoluções de exercícios pelos alunos, as quais foram registradas no Diário de Campo. As principais intervenções foram:

- escrever as informações completas quando montar a regra de três.

Transformar, mentalmente, a regra de três em uma frase, por exemplo:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol NaOH pesa } \text{-----} 40 \text{ g} \\ 0,5 \text{ mol pesa } \text{-----} x \\ \textit{“um mol de NaOH pesa 40g”} \end{array}$$

- expressar todas as unidades de cada grandeza ao longo da resolução;
- usar, sempre que possível, os dados informados no exercício ao invés dos dados já calculados (exercício com múltiplas perguntas).

Na resolução de exercícios, percebi que dois alunos usavam o método de proporcionalidade para resolver a regra de três. Isso ficou evidenciado no

exercício em que havia uma receita de bolo com 4 ovos, 200 mL de leite e outros ingredientes. No exercício, eles deveriam calcular a nova receita considerando a disponibilidade de apenas 3 ovos. Usando o conceito de regra de três, a mesma fica assim:

$$\begin{array}{l} 4 \text{ ovos} \quad \text{—————} \quad 200 \text{ mL de leite} \\ 3 \text{ ovos} \quad \text{—————} \quad x \end{array}$$

Usando o método de proporcionalidade, o exercício pode ser resolvido da seguinte forma:

$$\frac{4 \text{ ovos}}{200 \text{ mL}} = \frac{3 \text{ ovos}}{x}$$

A regra de três montada por estes alunos foi a seguinte:

$$\begin{array}{l} 4 \text{ ovos} \quad \text{—————} \quad 3 \text{ ovos} \\ 200 \text{ mL} \quad \text{—————} \quad x \end{array}$$

Esta resolução evidencia um misto entre os dois métodos, e não está errado, segundo dois professores de matemática consultados. Na resolução dos exercícios de grandezas químicas, por outro lado, isso não ocorreu. Os exercícios foram resolvidos, em sua totalidade, usando o método da regra de três, mesmo por estes dois alunos que usavam o método misto. É possível que isso tenha ocorrido devido à intervenção realizada na aula anterior em que foi sugerido que montassem a regra de três escrevendo uma frase, ou ainda porque eles aprenderam a resolver os cálculos químicos desta forma, na aula e no material de apoio, e o mesmo não está, para os alunos, ancorado no conceito de proporcionalidade da matemática. Esta última situação é mais crítica, pois pode indicar uma aprendizagem mecânica dos cálculos de grandezas químicas.

Com os alunos do turno da tarde foi adotada a metodologia a distância, com o mesmo conteúdo disponibilizado nas aulas presenciais usando a ferramenta PBWorks. Os alunos cadastraram uma senha e receberam um convite para participar da sala de aula virtual. Na primeira página, foi montada uma apresentação do projeto e disponibilizado um tutorial para aprender a usar

o programa. Participaram deste projeto 10 alunos, sendo que destes 5 tiveram uma participação ativa.

Entre os 8 alunos que participaram da pesquisa (presencial e a distância), apenas um não aprendeu regra de três no ensino fundamental. Os demais aprenderam na quinta, na sexta ou na sétima série.

## 5.5 AVALIAÇÃO DO MATERIAL

A primeira avaliação foi realizada com professores que atuam nas disciplinas de matemática e química, nos assuntos relacionados ao objeto de estudo deste projeto. Uma professora de matemática realizou a análise do primeiro capítulo e duas professoras de química avaliaram os três capítulos. As principais observações realizadas estão indicadas na Tabela 2.

Tabela 2: Avaliação dos professores a respeito do material didático elaborado

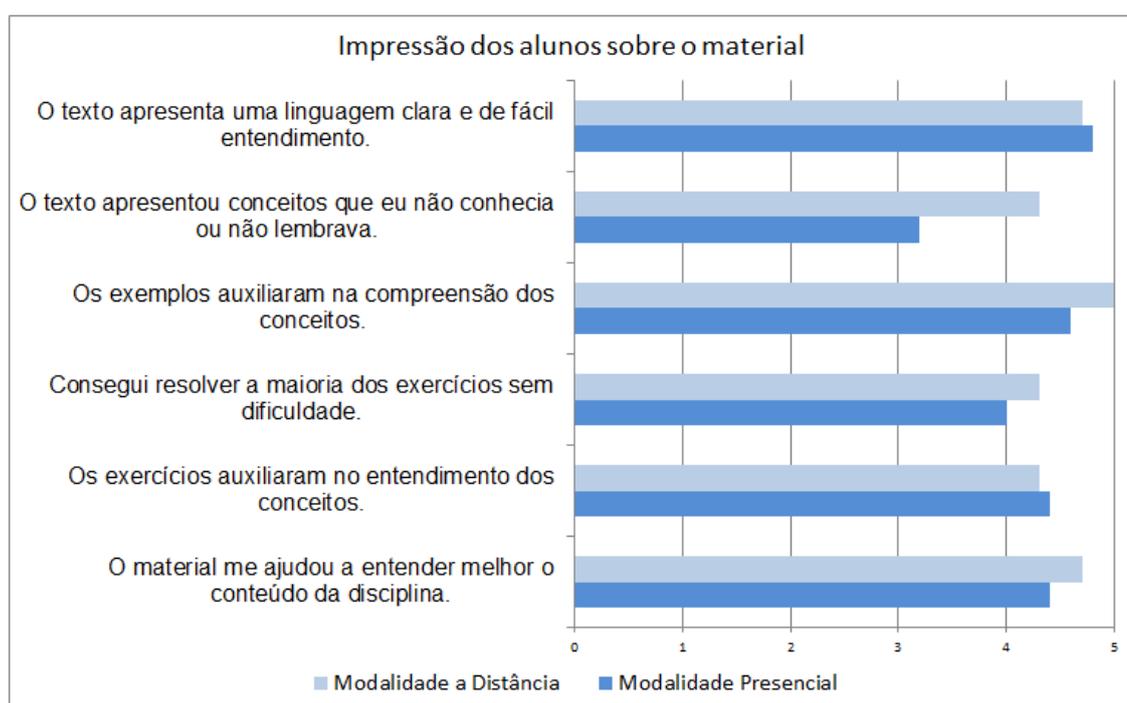
Questão	Avaliação dos professores de química
Há necessidade de alguma correção conceitual? Qual(is)?	Um dos professores respondeu que não há necessidade de correção conceitual, apenas correção de cálculo no capítulo 1, exemplo 1.6 verificar o resultado obtido (acredito que a resposta seja 62,5%). Os demais responderam que não encontraram necessidade de correção.
É observada a falta algum conceito fundamental? Qual(is)?	Todos professores responderam que não observaram falta de conceito fundamental, apenas um sugeriu que no capítulo 2 na página 8 descreva a conversão da unidade °C para Kelvin (esse cálculo só é mostrado no exemplo), pois percebi que muitos alunos (do noturno) nunca ouviram falar desta unidade.
Há clareza na explanação dos conceitos?	Todos responderam que há clareza na explanação dos conceitos.
O aprofundamento é adequado? Por quê?	Todos responderam que o aprofundamento é adequado. Um dos professores respondeu “Sim, pois estabelece relações adequadas entre os conceitos, utilizando exemplos do dia-a-dia e assim, contribuindo para a melhor compreensão dos conteúdos. Achei muito bom e de fácil compreensão o esquema mostrado no capítulo 3, página 7 a respeito dos reagentes limitantes.
O texto é adequado para uso no Ensino Médio?	Todos responderam que sim, é adequado para uso no ensino médio
Você usaria como material de apoio em suas aulas? Por quê?	Todos responderam que sim. Resposta de um dos professores: “Sim, sim, sim, começo com cálculos estequiométricos na próxima semana se a prof autorizar já uso alguma coisa agora mesmo. Gostei do material pela relação variada de exemplos. Eu iria sugerir os resultados dos exercícios no material, mas...estava no final do arquivo PDF. Parabéns!

Fonte: a autora, 2015.

De forma geral, a tabela 2 mostra que a avaliação dos professores foi positiva, inclusive todos utilizariam o material em suas aulas.

Os alunos também realizaram uma análise do material e suas impressões estão apresentadas no Gráfico 8. O questionário continha questões discursivas a respeito das aulas, na modalidade presencial, e da ferramenta PBWorks, na modalidade a distância.

Gráfico 8: Impressão dos alunos sobre o material didático na modalidade presencial e a distância



Legenda: 1 – Discordo Plenamente; 2 – Discordo; 3 – Não tenho opinião; 4 – Concordo; e 5 – Concordo Plenamente

Fonte: a autora, 2015.

Podemos perceber que o material foi bem aceito pelos alunos em ambas as modalidades, já que no gráfico 8a maioria das respostas ficou entre 4 e 5 (concordo e concordo plenamente, respectivamente).

Nas perguntas abertas para os alunos que tiveram as aulas presenciais, dois alunos consideraram que o tempo foi suficiente e um aluno considerou que poderiam ter sido feitos mais encontros. Sobre o material, as seguintes respostas foram recebidas:

*“Fazendo um balanço das aulas com a Professora Schana pude notar um avanço no meu entendimento sobre cálculos estequiométricos, tanto no sentido de*

*facilidade de resolução quanto na agilidade da mesma; assim como uma aptidão maior no aprendizado de matérias não estudadas nos encontros, mas facilitada pela base obtida das aulas.”* (Aluno 1)

*“Acho que a aplicação do conteúdo foi efetivo no aprendizado também pelo fato de as aulas possuírem um número reduzido de alunos, nas quais o contato professor-aluno é direto, acessível e fundamental.”* (Aluno 2)

*“Achei muito bom o material, e serviu de apoio para reforçarmos o conteúdo.”*  
(Aluno 3)

Na pergunta para os alunos que usaram o material no PBWorks, foi questionado se eles gostaram de usar a ferramenta. As seguintes respostas foram recebidas:

*“Achei um pouco confuso”* (Aluno 4)

*“Sim, pois é simples e de fácil entendimento”* (Aluno 5)

*“Achei o PBWorks confuso no início, depois da ver que é parecido com outros que já usei só que em inglês.”* (Aluno 6)

*“Poderia ter um tutorial em português. fora isso, ficou fácil de usar depois.”*  
(Aluno 7)

Também se questionou sobre sua impressão geral sobre o material e dois alunos se manifestaram com as seguintes respostas:

*“Bem organizado, minucioso na explicação do conteúdo. eu gostei e vou utilizá-lo para meus estudos”* (Aluno 2)

*“Tem uma visão geral da matéria. Gostei”* (Aluno 7)

Verifica-se, assim, que os alunos de um modo geral consideraram que o material contribuiu para melhor compreensão dos conteúdos. As observações feitas serão utilizadas para aperfeiçoar o material para próximas utilizações.

## 6 CONCLUSÃO

A dificuldade na realização de cálculos químicos relatada pelos professores de química participantes desta pesquisa está de acordo com os outros materiais pesquisados a respeito do tema e apresentados no referencial teórico. Considerando as competências necessárias para o futuro Técnico em Química, estas dificuldades precisam ser superadas para o melhor aproveitamento do curso e melhor desempenho profissional no futuro.

Foi possível verificar que a utilização do conceito de proporcionalidade como um conceito subsunçor para o estudo de cálculo estequiométrico pode levar à aprendizagem significativa deste, mas para isso os professores de química precisam se apropriar do método ensinado na matemática.

Entretanto, chama a atenção a pouca interação entre professores de química e matemática, uma ação que poderia ajudar os alunos a ter um melhor entendimento dos cálculos químicos. De um lado, professores de química que aceitam a dificuldade e não buscam um apoio da área de matemática para resolvê-la, e de outro, professores de matemática que questionam o uso de ferramentas básicas para a química, como a regra de três, essencial para o entendimento de cálculo estequiométrico.

Na realização do presente trabalho, foi possível perceber que a apresentação dos conceitos matemáticos antes da apresentação dos conceitos químicos auxiliou a compreensão dos conceitos químicos pelos alunos. Além disso, um texto com linguagem simples, com exemplos e exercícios colaborou para melhor aceitação do material. Esta proposta, voltada para alunos que estão sendo introduzidos no estudo de estequiometria, pode ajudar na consolidação deste conhecimento e preparar os alunos para resolução de situações mais complexas, que serão estudadas nas séries seguintes e que podem surgir durante sua atividade profissional.

Assim como o cálculo estequiométrico, outros temas envolvendo a *interface* matemática/química podem ser explorados em trabalhos futuros, e a criação de material voltado para isso pode ser um caminho para auxiliar os processos de ensino e de aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, 1996. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm)>. Acesso em 26/05/2015.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Resolução nº4, de 8 de dezembro de 1999. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Profissional Técnica de Nível Médio. Brasília, 1999. Disponível em <[http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb04\\_99.pdf](http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb04_99.pdf)>. Acesso em 25/02/2015.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Referenciais Curriculares Nacionais da Educação Profissional de Nível Técnico - Área Profissional: Química. Brasília, 2000a. Disponível em <[http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/quimica\\_ref.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/quimica_ref.pdf)>. Acesso em 25/02/2015.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Parâmetros Curriculares Nacionais para Ensino Médio. Brasília, 2000b. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em 04/07/2015.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Resolução nº6, de 20 de setembro de 2012. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Profissional Técnica de Nível Médio. Brasília, 2012. Disponível em <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=11663](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=11663)>. Acesso em 04/07/2015.

COSTA, E.T.H; ZORZI, M.B. **Uma proposta de ensino diferenciada para o estudo da estequiometria**. Congresso Paranaense de Educação em Química, 1. Maringá, 2009.

DIAS, R.A.; SCHIAVON, I.C.A.; OLIVEIRA, E.C.; CAMPOS, I.C.M.. O ensino por competências na educação profissional técnico de nível médio em enfermagem: uma revisão integrativa. **Revista de Enfermagem do Centro Oeste Mineiro**, n. 3, p 883-890, Set/dez 2013.

DURAND, J.P. O modelo da competência: uma nova roupagem para velhas ideias. **Revista Latinoamericana de Estudios del Trabajo**, México, v. 7, n.14, p. 203-228, 2001.

GOMES, R.S; MACEDO, S.H. Cálculo estequiométrico: o terror nas aulas de química. **Vértices**, v.9, n. 1/3, jan/dez 2007.

LEUCK, J.L. **A empregabilidade do gestor administrativo do Vale dos Sinos: Um estudo de caso em uma consultoria em recursos humanos**. Trabalho de Conclusão de Curso. 113 f. Bacharelado em Administração de Empresas. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2004.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, E.P.U., 1986. 99p

MACHADO, S.; GLUGOSKI, L.P.; PAIVA, C.; GALVÃO, D.S.; RAMOS, E.S. **Ensino de Cálculo Estequiométrico a partir de uma perspectiva contextualizada**. In: Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química, 7. 2013. Santo André. A interdisciplinaridade no ensino, na pesquisa e na formação de professores de química: [resumos]. Disponível em <http://eventos.ufabc.edu.br/eppeq2013/anais/resumos/88a.pdf>. Acesso em 10/10/2014.

MARTINS, L.D.C. **Abstração reflexionante e aprendizagem de proporção: Ensino de Matemática na sexta série**. 2007. Dissertação. 124 f. Mestrado em Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

MEDEIROS, R.F. **Elaboração de um material de apoio didático e paradidático para o ensino de física das radiações no ensino médio e técnico**. Dissertação. 158 f. Mestrado em Ensino de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

MOREIRA, M.A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999, 195 p.

MOREIRA, M.A. **Pesquisa em Ensino: Aspectos Metodológicos**. Programa Internacional de Doctorado em Enseñanza de las Ciências – Texto de Apoyo nº 19. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em <<http://moreira.if.ufrgs.br/pesquisaemensino.pdf>>. Acesso em 05/06/2015.

PERRENOUD, P. **Construir as Competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

RICARDO, E.C. Discussão acerca do ensino por competências: problemas e alternativas. **Cadernos de Pesquisa**, v. 40, n. 140, p. 605-628, maio/ago 2010.

SANTOS, L.C.; SILVA, M.G.L. Conhecendo as dificuldades de aprendizagem no ensino superior para o conceito de estequiometria. **Acta Scientiae**, v.16, n. 1, p.133-152, jan/abr 2014.

SCHMIDT, D.F.G.S. **Pensando perspectivas para o ensino de proporcionalidade**. Trabalho de Conclusão de Curso. 44 f. Licenciatura em Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

SILVA NETO, O. **A Regra de Três nos currículos ao longo da história**. Simpósio Educação Matemática em Debate, 1. Joinville, 2014.

SOUZA, L.M. **Dificuldades na aprendizagem de estequiométrica na visão de estudantes do ensino médio da escola pública da cidade de Areia – PB**. Trabalho de conclusão de curso. 11 f. Licenciatura Plena em Química. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2009.

## APÊNDICE 1 - DIAGNÓSTICO

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Curso de Licenciatura em Química

Questionário de diagnóstico 1 – Regra de três

- 1) Bianca comprou 3 camisetas e pagou R\$120,00. Quanto ela pagaria se comprasse 5 camisetas do mesmo tipo e preço? R =
- 2) Um trem com a velocidade de 45km/h, percorre certa distância em três horas e meia. Nas mesmas condições e com a velocidade de 60km/h, quanto tempo gastará para percorrer a mesma distância? R =
- 3) Uma blusa custa R\$ 30,00 e está na promoção com um desconto à vista de 20%. Qual será o preço dessa blusa? R =
- 4) Uma bolacha recheada apresenta a seguinte informação nutricional em seu rótulo:

	Quantidade por porção (30 gramas)	% valor diário
Valor energético	145 kcal	7
Gorduras totais	5,9 g	11
Sódio	72 mg	3

Sabendo que o pacote apresenta 140 g, sendo 14 bolachas de 10 g cada, responda:

- a) Qual é a quantidade de sódio recomendada para uma pessoa por dia? R =
- b) Qual é o valor energético correspondente a um pacote desta bolacha? R =
- c) Qual é a quantidade de gordura presente em uma bolacha? R =

Cálculos

## APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIOS APLICADOS AOS PROFESSORES

# Formulário para professores de matemática do ensino fundamental

**\*Obrigatório**

**Na sua escola, em que ano o tema "Razão e Proporção" é ensinado aos alunos? \***

Obs. considerar o ano em que os conceitos são apresentados

- 5º ano
- 6º ano
- 7º ano
- 8º ano
- 9º ano

**Você está atuando ou atuou nos últimos anos com o ensino do tema "Razão e Proporção"? \***

- Sim
- Não

**Você usa/concorda com o uso de regra de três para ensino de proporcionalidade? Por quê?**

**Caso não use/não concorda com o uso da regra de três, que outra ferramenta você indica para o ensino de proporcionalidade?**

## Questionário com estudantes de Matemática

**\*Obrigatório**

**Você considera importante ensinar regra de três aos alunos do ensino fundamental? \***

- Sim
- Não

**Você usa ou usaria outro método de ensino de cálculo de proporcionalidade ao invés da regra de três?**

Caso positivo, indicar qual ou quais métodos e porque o(s) prefere ao invés da regra de três.

# Questionário com professores de química

**\*Obrigatório**

**Em que ano você atua/atuou recentemente no ensino de química? \***

Selecionar todas que se aplicam.

- 1º ano do ensino médio
- 2º ano do ensino médio
- 3º ano do ensino médio
- Ensino técnico
- Ensino superior

**Em suas aulas, você utiliza cálculos químicos? \***

- Sim
- Não

**Caso positivo, você percebe dificuldade dos alunos em técnicas e operações matemáticas?**

Descrever as principais dificuldades observadas.

A vertical text input field with a light gray background and a thin border. It has a small upward-pointing arrow at the top and a small downward-pointing arrow at the bottom, indicating it is a scrollable area for text entry.

**Quando um aluno apresenta dificuldade na aplicação de conceitos matemáticos, como você resolve esta situação?**

- Faz uma revisão de matemática
- Não revisa, pois a aula é de química e os alunos devem buscar os pré-requisitos
- Não revisa, mas orienta o estudo

**Você conversa com os professores de matemática a respeito de conceitos necessários ao ensino de química?**

- Sim
- Não

**Utilize este espaço para observações e comentários sobre o assunto.**

### APÊNDICE 3 – MATERIAL DIDÁTICO DE APOIO ELABORADO

*Material didático interdisciplinar para apoio no ensino de cálculo  
estequiométrico*

*Graduanda Schana Andréia da Silva*

*Orientação: Prof Dra. Tania Denise Miskinis Salgado*

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul*

# Capítulo 1 – Matemática: Cálculo de Proporção e Porcentagem

Neste capítulo apresento uma revisão de matemática a respeito de razões e proporções, e o uso de regra-de-três simples e diretamente proporcional, pois as grandezas químicas que estudaremos são diretamente proporcionais e os cálculos envolvidos podem ser desmembrados em várias regras-de-três simples.

## 1.1 Proporção

Para entendermos a proporção, primeiro precisamos entender o que é uma razão. **Razão** é o resultado da divisão entre dois números e se expressa na forma de uma fração. Por exemplo, a razão entre 1 e 2 é  $\frac{1}{2}$ , a razão entre 3 e 4 é  $\frac{3}{4}$ .

Uma **proporção** é a igualdade entre duas razões, por exemplo:

- é uma proporção:  $\frac{1}{2} = \frac{2}{4}$

- não é uma proporção:  $\frac{1}{2} \neq \frac{1}{4}$

O conceito de proporção é importante na química quando trabalhamos com grandezas diretamente proporcionais.

Uma **grandeza** é algo que pode ser medido e expresso na forma de um número, como altura, volume, comprimento, etc.

**Grandezas diretamente proporcionais** são grandezas que aumentam ou diminuem na mesma proporção. Duas grandezas quaisquer, se uma delas dobrar de valor e a outra dobrar também, elas são proporcionais. Generalizando, o número de vezes que uma aumentar é igual ao número de vezes que a outra vai aumentar. O contrário também é válido, o número de vezes que uma diminuir é igual ao número de vezes que a outra diminui.

*Por que isso ocorre?*

Vamos explicar através de um exemplo prático: você precisa comprar canetas novas. Uma caneta custa R\$ 2,00. Se você comprar 2 canetas, pagará R\$ 4,00. Se comprar 5 canetas, pagará R\$ 10,00.

Razão:

$$\frac{\text{preço}}{\text{quantidade}} = \frac{\text{R\$ 2,00}}{1\text{ caneta}} = \frac{2}{1}$$

Comprando duas canetas:

$$\frac{2 \cdot 2}{1 \cdot 2} = \frac{4}{2}$$

Comprando 5 canetas:

$$\frac{2 \cdot 5}{1 \cdot 5} = \frac{10}{5}$$

Observe que multiplicamos os dois termos pelo mesmo número, sempre que fazemos isso, a razão (ou fração) não se altera.

$$\frac{2}{1} = \frac{2 \cdot 2}{1 \cdot 2} = \frac{2 \cdot 5}{1 \cdot 5}$$

Ou, para ficar mais claro:

$$\frac{2}{1} = \frac{2 \cdot \cancel{2}}{1 \cdot \cancel{2}} = \frac{2 \cdot \cancel{5}}{1 \cdot \cancel{5}}$$

### Exemplos de exercícios envolvendo grandezas diretamente proporcionais:

*Exemplo 1.1* Para fazer 500 pães são necessários 100 kg de farinha. Qual é a quantidade de farinha necessária para fazer 100 pães?

Razão:  $\frac{\text{número de pães}}{\text{quantidade de farinha}}$

$$\frac{500}{100} = \frac{100}{x}$$

Usando a lógica, podemos prever que o número de pães foi dividido por 5, então precisamos dividir a quantidade de farinha por 5 também, resultando em 20 kg de farinha.

Entretanto, algumas vezes o cálculo pode ser um pouco mais complexo do que este, e podemos resolver este tipo de problema usando o devido tratamento matemático. Sempre que um número é transferido para o outro lado da igualdade, usamos a operação inversa. Assim:

$$500 \cdot x = 100 \cdot 100$$

$$x = \frac{100 \cdot 100}{500} = 20$$

*Resposta: são necessários 20 kg de farinha*

*Exemplo 1.2 Se conseguimos preparar 26 litros de suco com 40 laranjas, quantos litros de suco podemos preparar com 25 laranjas?*

Razão:  $\frac{\text{quantidade de suco}}{\text{número de laranjas}}$

$$\frac{26}{40} = \frac{x}{25}$$

$$26 \cdot 25 = 40 \cdot x$$

Ou podemos escrever com os membros invertidos, que é a mesma coisa:

$$40 \cdot x = 26 \cdot 25$$

$$x = \frac{26 \cdot 25}{40} = 16,25$$

*Resposta: podemos preparar 16,25 litros*

### **Grandezas que não são diretamente proporcionais:**

Algumas grandezas não são diretamente proporcionais e são calculadas usando outros artifícios matemáticos, que não serão explicados neste material, mas podem ser estudados em qualquer livro de matemática do sexto ano do ensino fundamental. Os outros tipos de relação que podemos encontrar são as grandezas inversamente proporcionais e as grandezas que não são proporcionais.

**Grandezas inversamente proporcionais** são grandezas que se alteram em sentido inverso, à medida que uma aumenta a outra diminui. Por exemplo:

*Exemplo 1.3 Um pedreiro consegue erguer uma parede em 6 horas. Dois pedreiros, trabalhando da mesma forma, conseguem erguer esta mesma parede em 3 horas.*

Observe que uma grandeza, número de pedreiros, dobrou, enquanto que a outra, tempo, se reduziu à metade. Outro exemplo:

*Exemplo 1.4* Na reforma da biblioteca da escola, os livros precisam ser guardados em caixas para a conservação dos mesmos durante a obra. Imaginando que caberiam 30 livros em cada caixa, foram adquiridas 40 caixas para guardá-los. Como não couberam, foram compradas mais 80 caixas. Quantos livros foram guardados em cada caixa?

Observe que o número total de caixas aumentou de 40 para 120 (aumentou 3 vezes). Como o número de livros permanece o mesmo (1200 livros), agora o número de livros em cada caixa reduziu de 30 para 10 (reduziu três vezes).

**Grandezas não proporcionais** são grandezas que não aumentam ou decrescem em uma mesma taxa ou proporção. Enquanto que uma pode dobrar, a outra pode aumentar três, quatro vezes, ou qualquer outro número. Um exemplo é o peso e a altura de uma pessoa. Em um período de tempo, o peso de uma pessoa pode aumentar sem que haja incremento na sua altura.

Dois grandezas científicas que não são diretamente proporcionais são o lado e a área de um quadrado. Quando o lado é aumentado um número  $x$  de vezes, sua área aumenta  $x^2$  vezes.

*Exemplo 1.5* O lado de um quadrado mede 3 cm. Se a medida do lado aumentar para 6 cm, quantas vezes aumentará a área? A área do quadrado é calculada por:  $A = L^2$ .

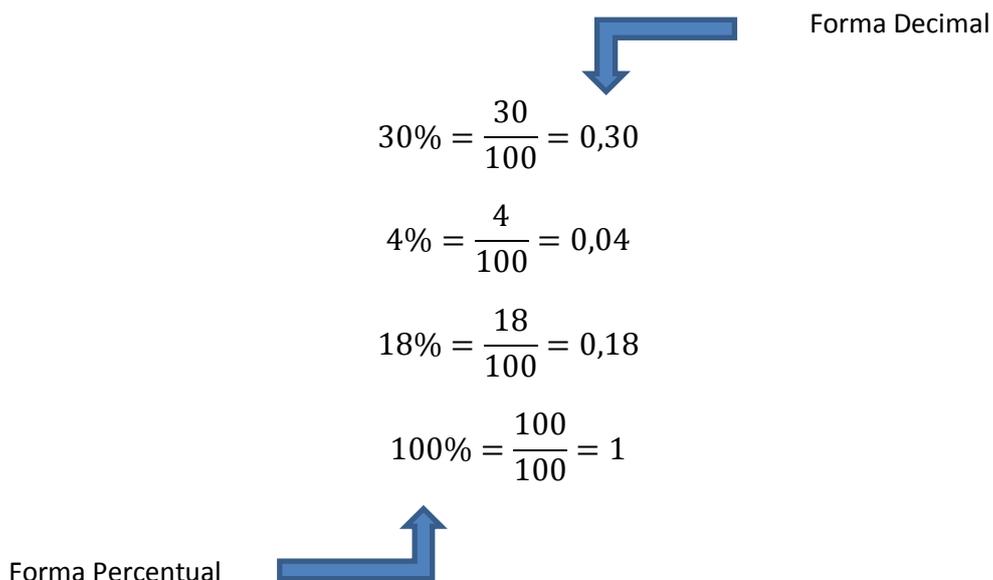
$$\text{Razão: } \frac{\text{lado}}{\text{área}}$$

	Inicial	Final	Incremento
Lado	3 cm	6 cm	Duas vezes
Área	9 cm <sup>2</sup>	36 cm <sup>2</sup>	Quatro vezes

Analisando sob a ótica das proporções, as grandezas lado e área não são proporcionais porque a razão entre estas é diferente,  $\frac{3}{9} \neq \frac{6}{36}$ .

## 1.2 Porcentagem

Porcentagem é uma razão em que o denominador é 100. Pode ser expressa na forma percentual (%) ou decimal.



O cálculo porcentual é usado para expressar variações e proporções, para delimitar partes de um todo, sendo aplicável em vários ramos do conhecimento. Na química, usamos muito o cálculo porcentual para indicar rendimentos de reações, composição de materiais e pureza de reagentes.

Para se determinar o valor porcentual, dividimos o número referente ao que estamos determinando pelo número total e multiplicamos por 100. Exemplo:

*Exemplo 1.6* Dos 120 alunos que entraram no primeiro ano, 75 são garotas. Qual a porcentagem de garotas no 1º ano desta escola?

$$\text{Garotas} = \frac{75}{120} \cdot 100 = 62,5\%$$

*Exemplo 1.7* Um prédio novo de 70 apartamentos apresenta 25 apartamentos vazios. Qual é o porcentual de ocupação deste prédio?

Número de apartamentos ocupados = 70 – 25 = 45 apartamentos

$$\text{Ocupação} = \frac{45}{70} \cdot 100 = 64,3 \%$$

Também podemos calcular o valor correspondente a um determinado porcentual de um todo. Este cálculo é realizado multiplicando o valor total pelo valor porcentual e dividindo por 100, ou multiplicando o valor total pelo valor decimal.

Exemplo 1.8 Na compra à vista de uma calça jeans é concedido um desconto de 10% para o cliente. Qual é o valor do desconto de uma calça que custa R\$ 120,00?

$$\text{Desconto} = \frac{\text{valor total} \cdot 10}{100}$$

$$\text{Desconto} = \frac{120 \cdot 10}{100} = 12$$

Resposta: o desconto será de R\$ 12,00

Usando o valor centesimal, o cálculo fica assim:

$$\text{Desconto} = \text{valor total} \cdot \text{valor decimal}$$

$$\text{Desconto} = 120 \cdot 0,10 = 12$$

Exemplo 1.9 Uma determinada instituição de ensino concede bolsa integral a cerca de 50% dos seus estudantes e bolsa parcial para 30%. Sabendo que o número de alunos é de 4.100, determine o número de estudantes que recebem bolsa integral e bolsa parcial.

$$\text{Alunos com bolsa integral} = \frac{4\ 100 \cdot 50}{100} = 2\ 050 \text{ alunos}$$

$$\text{Alunos com bolsa parcial} = \frac{4\ 100 \cdot 30}{100} = 1\ 230 \text{ alunos}$$

### 1.3 Regra-de-três

A resolução de problemas envolvendo grandezas diretamente proporcionais pode ser realizada através de uma ferramenta prática denominada “regra-de-três”. Usa-se **regra-de-três** em situações de proporcionalidade quando temos três dados e precisamos determinar o quarto valor.

Para montar a regra-de-três, escrevemos a primeira relação em uma linha com as duas informações recebidas e, na linha abaixo, a segunda relação com a outra informação e o valor que se quer determinar.

Exemplo 1.10 Um pintor usou 18 L de uma tinta para pintar uma parede de 60 m<sup>2</sup> de área. Quantos litros de tinta são necessários para pintar 450 m<sup>2</sup>, nestas mesmas condições?

$$\begin{array}{lcl} 18 \text{ L de tinta pintam} & \text{————} & 60 \text{ m}^2 \\ x \text{ L} & \text{————} & 450 \text{ m}^2 \end{array}$$

Depois de montada a regra de três, escrevemos a equação da regra-de-três multiplicando os termos de forma cruzada.

$$\begin{array}{cc} 18 \text{ L de tinta pintam} & 60 \text{ m}^2 \\ x \text{ L} & 450 \text{ m}^2 \end{array}$$

Equação da  
Regra-de-três



$$18 \cdot 450 = 60 \cdot x$$

ou

$$60 \cdot x = 18 \cdot 450$$

$$x = \frac{18 \cdot 450}{60} = 135$$

*Resposta: serão necessários  
135 litros de tinta*

Desta forma, qualquer problema de grandezas diretamente proporcionais pode ser resolvido usando regra-de-três. Mais exemplos:

Exemplo 1.11 Com uma área de absorção de raios solares de  $1,2 \text{ m}^2$ , uma lancha com motor movido a energia solar consegue produzir 400 watts por hora de energia. Aumentando-se essa área para  $1,5 \text{ m}^2$ , qual será a energia produzida?

$$\begin{array}{cc} 1,2 \text{ m}^2 \text{ produz} & 400 \text{ watts/hora} \\ 1,5 \text{ m}^2 & X \end{array}$$

Multiplicando cruzado:

$$\begin{array}{cc} 1,2 \text{ m}^2 \text{ produz} & 400 \text{ watts/hora} \\ 1,5 \text{ m}^2 & X \end{array}$$

$$1,2 \times x = 1,5 \cdot 400$$

$$x = \frac{1,5 \cdot 400}{1,2} = 500$$

*Resposta: serão gerados  
500 watts por hora de  
energia*

Exemplo 1.12 Em dois litros de água foram misturados 150 gramas de certa substância para se obter uma mistura homogênea. Calcule quantos gramas deverão ser adicionadas em 1,5 litros de água para preparar uma mistura com a mesma concentração.

$$\begin{array}{l} 2 \text{ litros de água têm} \quad \text{—————} \quad 150 \text{ gramas da substância} \\ 1,5 \text{ litros} \quad \text{—————} \quad X \end{array}$$

Multiplicando cruzado:

$$\begin{array}{l} 2 \text{ litros de água têm} \quad \text{—————} \quad 150 \text{ gramas da substância} \\ 1,5 \text{ litros} \quad \text{—————} \quad X \end{array}$$

$$2 \cdot x = 1,5 \cdot 150$$

$$x = \frac{1,5 \cdot 150}{2} = 112,5$$

*Resposta: são necessários  
112,5 g da substância*

Cálculos porcentuais também podem ser resolvidos usando regra-de-três.

Exemplo 1.13 Uma camiseta custa R\$ 45,00, mas se comprarmos acima de três unidades, recebemos um desconto de 15% em cada. Qual é o valor da camiseta nestas condições?

$$\begin{array}{l} 100\% \quad \text{—————} \quad \text{R\$ 45} \\ 15\% \quad \text{—————} \quad X \end{array}$$

Multiplicando os termos de forma cruzada e continuando o cálculo:

$$100 \cdot x = 15 \cdot 45$$

$$x = \frac{15 \cdot 45}{100} = 6,75$$

Como este valor é o desconto, precisamos descontar do valor original (R\$ 45) para determinar o preço de cada camiseta com desconto.

*Resposta: o valor da  
camiseta será de R\$ 38,75*

Exemplo 1.14 Uma empresa possui 250 funcionários, sendo que destes, 104 são homens. Qual é o percentual de homens e mulheres nesta empresa?

$$\begin{array}{l} 250 \text{ corresponde a} \quad \text{—————} \quad 100\% \\ 104 \quad \text{—————} \quad x \end{array}$$

$$250 \cdot x = 104 \cdot 100$$

$$x = \frac{104 \times 100}{250} = 41,6\%$$

Resposta: a empresa possui 41,6% de homens e 58,4% de mulheres entre os funcionários

Exemplo 1.15 Em um rótulo de um achocolatado em pó se encontra as seguintes informações:

	Quantidade por porção (2col. Sopa/20g)	% Valores diários de referência
<b>Valor energético</b>	75 kcal	4%
<b>Carboidratos</b>	17 g	6%
<b>Gorduras totais</b>	0,6 g	1%
<b>Sódio</b>	21 mg	1%
<b>Cálcio</b>	188 mg	19%

Com base nestas informações, calcule:

- Valor energético diário de referência
- Quantidade de gordura presente em 5 colheres deste achocolatado
- Consumo máximo de sódio que se recomenda por dia

Resolução:

- a) 75 kcal corresponde a \_\_\_\_\_ 4% dos valores diários

$$x \quad \text{_____} \quad 100\%$$

$$4 \cdot x = 75 \cdot 100$$

$$x = \frac{75 \cdot 100}{4} = 1875$$

- b) 2 colheres tem \_\_\_\_\_ 0,6 g de gordura

$$5 \text{ colheres} \quad \text{_____} \quad x$$

$$2 \cdot x = 0,6 \cdot 5$$

$$x = \frac{0,6 \cdot 5}{2} = 1,5 \text{ g de gordura}$$

- c) 21 mg corresponde a ----- 1 %

$$x \quad \text{-----} \quad 100 \%$$

$$1 \cdot x = 21 \cdot 100$$

$$x = \frac{21 \cdot 100}{1} = 2100 \text{ mg de sódio}$$

Podemos ainda usar regra-de-três para conversão de unidades:

1000 mg corresponde a ----- 1 g

2100 mg ----- x

$$1000 \cdot x = 1 \cdot 2100$$

$$x = \frac{1 \cdot 2100}{1000} = 2,1 \text{ g de sódio}$$

Resposta:

- a) 1875 kcal
- b) 1,5 g de gordura
- c) 2,1 g de sódio

Exemplo 1.16 Uma caixa de água cilíndrica de 20.000 litros possui 7 m de altura. Uma régua no interior da mesma é usada para calcular o volume de água que este reservatório contém. Calcule qual é o volume de água em um determinado dia, em que a leitura na régua indica uma altura de 5 m.

7 m corresponde a ----- 20000 L

5 m ----- x

$$7 \cdot x = 5 \cdot 20000$$

$$x = \frac{5 \cdot 20000}{7} = 14285$$

Resposta: 14285 L

Exemplo 1.17 O vidro possui 72% de areia em sua composição. Quantos kg de areia são necessários para produzir 500 kg de vidro?

500 Kg de vidro corresponde a ----- 100 %

x ----- 72 %

$$100 \cdot x = 500 \cdot 72$$

$$x = \frac{500 \cdot 72}{100} = 360$$

Resposta: 360 kg de areia

Exemplo 1.18 1 kg de água do mar apresenta cerca de 35 g de sais dissolvidos. Calcule o percentual de sal no mar.

1000 g de água do mar tem ----- 35 g de sais

100 g ----- x

$$1000 \cdot x = 100 \cdot 35$$

$$x = \frac{100 \cdot 35}{1000} = 3,5$$

*Resposta: 3,5 % de sal na água*

Para saber mais sobre:

- Grandezas inversamente proporcionais:

<http://www.somatematica.com.br/fundam/graninv.php>

- História

<http://matematicaanisio.blogspot.com.br/2011/11/origem-da-regra-de-tres.html>

[http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_26/proporcao.html](http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_26/proporcao.html)

- Curiosidades sobre proporções – Pi e Phi

<http://www.sitedecuriosidades.com/curiosidade/o-que-representa-o-numero-pi.html>

<http://www.noenigma.com/2014/02/uma-maravilhosa-curiosidade-matematica.html>

## Exercícios sobre Proporções:

- 1) No rótulo de uma água mineral sem gás tem a informação que o teor de sódio é de 103,6 mg de sódio por 1 litro de água. Se tomarmos uma garrafa de 350 mL, quanto de sódio estaremos ingerindo?
- 2) Uma lata de alumínio contém cerca de 20 g de alumínio metálico. Quantas latas são necessárias para se reciclar 1 tonelada de alumínio?
- 3) Um copo de 230 mL de leite integral possui cerca de 6,0 g de gordura, de acordo com o seu fabricante. Este valor corresponde a 8% do valor diário de referência. Com estas informações, responda:
  - a. Qual é a quantidade de gordura presente em 1L deste leite?
  - b. Qual é o valor diário de referência para a gordura?
- 4) Para preparar um bolo de chocolate, Maria tem a seguinte receita:

4 ovos	1 xícara de açúcar
200 mL de leite morno	200 g de chocolate meio amargo
100 mL de óleo de soja	15 g de fermento químico
700 g de farinha	

Quando foi fazer o bolo, só tinha 3 ovos em casa e precisou diminuir a receita proporcionalmente. Recalcule a quantidade de cada ingrediente para preparar esta nova receita.

- 5) Em uma escola com 500 alunos, as professoras decidiram fazer um passeio de final de ano e enviaram convites para os alunos e pediram a confirmação. Na semana seguinte, 75% dos alunos confirmaram a participação no passeio e as professoras contrataram uma empresa de ônibus para o transporte. Quantos ônibus de 48 lugares foram necessários para os alunos e as dez professoras que organizaram a atividade?
- 6) Um determinado remédio traz a seguinte informação na sua bula:

*Posologia: adultos – 10 mL a cada 50 kg. Aumentar ou reduzir proporcionalmente conforme o peso.*

- a) Quanto deve ingerir uma pessoa de 70 kg?
  - b) Quanto deve ingerir uma pessoa de 45 kg?
- 7) Um determinado remédio possui 750 mg de composto ativo por comprimido. O médico receitou que se tomasse 1 comprimido e meio a cada 8 horas durante 3 dias.
  - a. Quanto deste fármaco é ingerido em cada dose?
  - b. Qual é a quantidade ingerida em um dia?
  - c. Quantos comprimidos devem ser comprados para este tratamento?
- 8) A alpaca é uma liga metálica composta de 19% de níquel, 61% de cobre e 20% de zinco e era usada na fabricação das moedas de um real entre 1994 a 1999. Calcule a massa de cada metal constituinte de uma moeda de 7,5 g.
- 9) O ouro 18 quilates é uma mistura com 18 partes em peso de ouro e 6 partes de cobre. Uma jóia de 300 g de ouro 18k tem qual quantidade de ouro? Calcule a composição percentual do ouro 18k.

10) O açúcar magro tem um valor calórico 40% inferior ao açúcar normal. Se o valor calórico do açúcar normal é de 125 kcal em cada colher de 5g, qual é o valor calórico de uma porção de 5 g do açúcar magro?

11) Comparando o rótulo de uma água mineral e de um refrigerante, temos as seguintes informações:

Informações nutricionais para 1 litro de água	
Valor energético	0
Sódio	101 mg

Informações nutricionais para 200 mL (1 copo) de refrigerante	
Valor energético	85 kcal
Sódio	24 mg

Qual das duas bebidas apresenta mais sódio?

12) Um remédio vendido na forma de suspensão oral tem a concentração de 400 mg/100 mL. Se uma criança ingerir 5 mL 4 vezes ao dia durante 7 dias, qual é a quantidade de fármaco ingerida?

13) Uma torre de celular tem uma escada lateral vertical com um degrau a cada 30 cm. Sabendo que a altura da torre é de 20 m, quantos degraus a mesma possui?

14) Um grão de soja apresenta aproximadamente 3 g. Quantos grãos compõem, aproximadamente, um caminhão que transporta 40 toneladas de soja?

15) Um grão de arroz pesa em torno de 0,4 g. Um saco de 10 kg de arroz tem quantos grãos?

16) Uma caixa de leite UHT pesa cerca de 40 g. Cerca de 85% do peso da caixa pode ser reciclada e o restante é resíduo não reciclável. Quantas caixas são necessárias para que se tenha 1000 kg de material reciclável? Qual é a quantidade de resíduo gerado neste processo?

17) O restaurante de uma empresa prepara cerca de 400 kg de comida por dia. A comida que sobra nos pratos e nos recipientes é considerada perda porque não pode ser reaproveitada. Se o valor médio de perda é de 8%, qual é a quantidade de comida jogada fora diariamente?

18) Uma indústria de potes plásticos consegue misturar cerca de 5% de resíduo plástico reciclável na fabricação do seu produto. Se a produção mensal desta empresa é de 320 toneladas, quanto de plástico é reciclado por mês? E por ano?

19) Um determinado produto químico é fabricado no Brasil em quantidade insuficiente para seu consumo, sendo necessário importar cerca de 120 mil toneladas por ano para atender a necessidade. Se a produção nacional atende cerca de 60% do consumo, qual é a quantidade deste produto produzida no Brasil?

20) Atualmente, a gasolina comercializada no Brasil tem cerca de 24% em volume de etanol. Após encher um tanque de 55 L com esta gasolina, qual é a quantidade de etanol neste tanque?

21) Nos carros bicombustíveis, podemos abastecer com etanol ou com gasolina, de acordo com a preferência do cliente e, na maioria das vezes, com o preço. Entretanto, apesar de a gasolina ser mais cara, conseguimos percorrer uma distância maior com o mesmo

volume de combustível. Economistas dizem que o etanol é mais vantajoso economicamente se seu preço for inferior a 70% do preço da gasolina. Se a gasolina estiver custando R\$ 3,20 e o etanol R\$ 2,50, é mais econômico abastecer com etanol?

22) Qual deve ser o valor do etanol para que seja um combustível mais econômico? Dados na tabela:

	Gasolina	Etanol
Rendimento	14 km/L	8 km/L
Preço	R\$ 3,30 /L	?

### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA PARA ELABORAÇÃO DO MATERIAL

LOGUERCIO, R.; DEL PINO, J.C. Livros Didáticos: mais do que uma simples escolha, uma decisão que pode orientar os trabalhos em sala de aula. Área de Educação Química. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em <[http://www.iq.ufrgs.br/aeg/producao/delpino/analise\\_livros.pdf](http://www.iq.ufrgs.br/aeg/producao/delpino/analise_livros.pdf)> Acesso em <13/01/2015>

IEZZI, Gelson, DOLCE, Osvaldo, DEGENSAJN, David, PÉRIGO, Roberto, ALMEIDA, Nilze de. Matemática – Ciência e Aplicações, 1: ensino médio, 2010.

<http://www.brasilecola.com/matematica/proporcao.htm>

<http://www.matematicadidatica.com.br/Porcentagem.aspx>

<http://www.somatematica.com.br/fundam/regra3s.php>

### Respostas dos exercícios:

**Capítulo 1:** 1) 36,26mg; 2) 50.000; 3) a. 26,09g b. 75g; 4) 3 ovos, 150 mL de leite morno, 75 mL de óleo de soja, 525g de farinha,  $\frac{3}{4}$  de xícara de açúcar, 150g de chocolate meio amargo e 11,25g de fermento químico; 5) 8 ônibus; 6) a. 14 mL b. 9 mL; 7) a. 1125mg b. 3375mg c. 14 comprimidos; 8) 1,425 de níquel, 4,575g de cobre e 1,5g de zinco; 9) 225g, 75% de ouro e 25% de cobre; 10) 75kcal; 11) O refrigerante apresenta mais sódio; 12) 560 mg; 13) 66 degraus; 14) 3.333 grãos; 15) 25.000 grãos; 16) aproximadamente 29.412 caixas; 17) 32 kg; 18) 16 ton/mês e 192 ton/ano; 19) 180 mil ton; 20) 13,2L; 21) Não, pois para ser vantajoso o etanol deveria custar menos do que R\$ 2,24/L; 22) menor do que R\$ 1,89/L

## Capítulo 2 – Grandezas Químicas e Reações

Como já definido no capítulo anterior, grandeza é tudo aquilo que pode ser medido: tempo, comprimento, massa, temperatura, etc. Grandezas químicas são grandezas relacionadas às espécies químicas.

### 2.1 Massa atômica

Os átomos são pequenos pedaços de matéria, portanto, têm massa. A massa do hidrogênio (H), por exemplo, é de  $1,6734 \times 10^{-24}$  g. Este é um número muito pequeno, que fica mais explícito se escrito por extenso:

$$\text{Massa do } {}^1\text{H} = 1,6734 \times 10^{-24} \text{ g} = 0,00000000000000000000000016734 \text{ g}$$

Mesmo um átomo mais pesado, como o Rádío (Ra), que é cerca de 226 vezes mais pesado do que o hidrogênio, tem uma massa de  $3,7528 \times 10^{-22}$ g, ou 0,0000000000000000000000037528g.

Quando trabalhamos com massas desta ordem, é conveniente usar outra unidade, chamada de unidade de massa atômica ou, simplesmente, *u* (lê-se *dalton*).

$$1 \text{ u} = 1,66054 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$$1 \text{ g} = 6,0224 \times 10^{23} \text{ u}$$

Desta forma, expressando as massas atômicas em *u*, as massas dos elementos ficam assim:

Elemento	Massa atômica
${}^1\text{H}$	1 u
${}^{12}\text{C}$	12 u
${}^{16}\text{O}$	16 u
${}^{226}\text{Ra}$	226 u

Observe que estas massas são muito próximas das massas expressas na Tabela Periódica dos Elementos, entretanto, não são exatamente iguais. Isso porque as massas indicadas na Tabela Periódica são os valores médios dos isótopos do elemento, de acordo com sua ocorrência natural.

O cloro (Cl), por exemplo, é encontrado na natureza como isótopos  $^{35}\text{Cl}$  e  $^{37}\text{Cl}$ , de massa atômica 35u e 37u, respectivamente. A massa atômica do elemento é calculada considerando a ocorrência natural de cada isótopo através da sua média ponderal.

Isótopo	Massa (u)	Ocorrência natural (%)
$^{35}\text{Cl}$	34,9689	75,77
$^{37}\text{Cl}$	36,9659	24,23

A média ponderal das massas é obtida pelo somatório do produto de cada massa pela sua ocorrência na forma centesimal:

$$MA = 34,9689 \times 0,7577 + 36,9659 \times 0,2423$$

$$MA = 26,4959 + 8,9568$$

$$MA = 35,4527 \text{ u}$$

Confira na sua tabela periódica a massa atômica do cloro!

## 2.2 Massa Molecular

Um composto iônico, uma molécula ou um íon são formados por átomos. Sabendo as massas atômicas dos átomos, podemos calcular a **massa molecular** de qualquer espécie através do somatório das massas atômicas dos átomos que os constituem. Por exemplo:

Espécie	Cálculo da massa molecular	Massa molecular
NaCl	$23 + 35,5$	58,5 u
H <sub>2</sub> O	$2 \times 1 + 16$	18 u
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$2 \times 1 + 32 + 4 \times 16$	98 u
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$2 \times 56 + 3 \times 16$	220 u
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	$14 + 3 \times 16$	62 u
Na <sup>+</sup>	$1 \times 23$	23 u

## 2.3 Massa molar

Mesmo usando a unidade u para a massa atômica, esta massa é muito pequena, impossível de ser vista ou manipulada. Para facilitar a expressão de quantidade de matéria em escala macroscópica, foi criada uma unidade de contagem na química.

No dia-a-dia, usamos unidades de contagem como dúzia (12 unidades) e dezena (10 unidades). Quando falamos de dúzia de ovos ou de elefantes, estamos falando sempre em 12 unidades de ovos ou de elefantes. Meia-dúzia é a metade, ou seja, 6 unidades. A unidade de contagem que usamos em química é chamada de **mol**.

O número de unidades que contém em um mol é exatamente igual ao número de átomos contidos em 12 g de isótopo de carbono 12 ( $^{12}\text{C}$ ). Esse número foi determinado de maneira indireta, usando a massa de um átomo de carbono-12, que foi obtida experimentalmente como sendo  $1,99265 \times 10^{-23}\text{g}$ .

$1,99265 \times 10^{-23}\text{g}$  corresponde a \_\_\_\_\_ 1 átomo de carbono 12

12 g \_\_\_\_\_ x

$$1,99265 \times 10^{-23} \cdot x = 12 \cdot 1$$

$$x = \frac{12}{1,99265 \times 10^{-23}}$$

$$x = 6,0221 \times 10^{23}$$

Assim, um mol corresponde a  $6,0221 \times 10^{23}$  unidades. Um mol de átomos são  $6,0221 \times 10^{23}$  átomos, um mol de moléculas são  $6,0221 \times 10^{23}$  moléculas, e assim por diante.

A **massa molar** de um átomo, de uma molécula ou de um íon é a massa em gramas de  $6,0221 \times 10^{23}$  espécies. Como este número foi obtido a partir da massa do isótopo de carbono-12 e todas as massas atômicas expressas na tabela periódica foram determinadas em relação ao carbono-12, a massa molar de um átomo é numericamente igual a sua massa atômica, porém expressa em gramas. A massa molar de um composto ou de um íon é numericamente igual a sua massa molecular, expressa também em gramas.

Espécie	Cálculo da massa molecular	Massa molecular	Massa molar
NaCl	$23 + 35,5$	58,5 u	58,5 g
H <sub>2</sub> O	$2 \times 1 + 16$	18 u	18 g
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$2 \times 1 + 32 + 4 \times 16$	98 u	98 g
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$2 \times 56 + 3 \times 16$	220 u	220 g
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	$14 + 3 \times 16$	62 u	62 g
Na <sup>+</sup>	$1 \times 23$	23 u	23 g

Exemplo 2.1 Quantas moléculas estão presentes em 0,05 mols de água (H<sub>2</sub>O)?

Relação entre número de mols e número de moléculas.

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol de água contém} & \text{—————} & 6,0221 \cdot 10^{23} \text{ moléculas} \\ 0,05 \text{ mol} & \text{—————} & x \end{array}$$

$$1 \cdot x = 0,05 \cdot 6,0221 \cdot 10^{23}$$

$$x = 3,011 \cdot 10^{22}$$

*Resposta:  $3,01 \cdot 10^{22}$   
moléculas de água*

Exemplo 2.2 Quantos átomos de oxigênio (O) e quantos átomos de hidrogênio (H) estão presentes em 0,1 mol de água (H<sub>2</sub>O)?

Primeiro, precisamos relacionar o número de mols de água com o número de mols de átomos de hidrogênio e de oxigênio. Em seguida, relacionamos o número de mols de átomos com o número de átomos.

Oxigênio: 1 mol de água contém 1 mol de átomos de oxigênio, assim 0,1 mol de água contém 0,1 mol de átomos de oxigênio.

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol de oxigênio contém} & \text{—————} & 6,0221 \cdot 10^{23} \text{ átomos} \\ 0,1 \text{ mol} & \text{—————} & x \end{array}$$

$$x = 0,1 \cdot 6,0221 \cdot 10^{23}$$

$$x = 6,0221 \cdot 10^{22}$$

Hidrogênio: 1 mol de água contém 2 mol de átomo de hidrogênio. 0,1 mol de água contém 0,2 mol de átomos de hidrogênio.

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol de hidrogênio contém} & \text{—————} & 6,0221 \cdot 10^{23} \text{ átomos} \\ 0,2 \text{ mol} & \text{—————} & x \end{array}$$

$$x = 0,2 \cdot 6,0221 \cdot 10^{23}$$

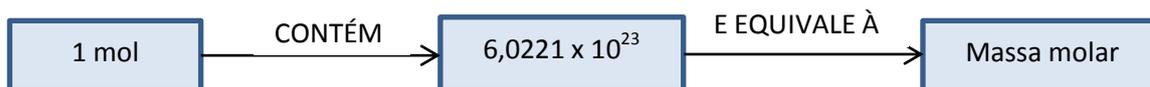
$$x = 1,2044 \cdot 10^{23}$$

*Resposta:  $6,0221 \cdot 10^{22}$   
átomos de oxigênio e  
 $1,2044 \cdot 10^{23}$  átomos de  
hidrogênio*

## 2.4 Relações de massa

Como visto anteriormente, quantidades manipuláveis de produtos químicos contêm um número muito grande de átomos. Por este motivo, realizamos uma série de cálculos para converter uma informação em outra, conforme a necessidade do momento.

A principal relação que usamos em termos de massa é a seguinte:



Usando esta relação, realizamos diversos cálculos envolvendo massa e quantidade de matéria.

Exemplo 2.3 Quantos átomos possui uma amostra de 2 g de cobre (Cu) metálico?

Neste exemplo, precisamos relacionar número de unidades (átomos) e massa (g). Assim,

$$\begin{array}{r} 6,0221 \cdot 10^{23} \text{ átomos equivalem a} \\ x \text{ átomos} \end{array} \quad \begin{array}{r} \text{—————} \\ \text{—————} \end{array} \quad \begin{array}{r} 63,5 \text{ g de Cobre} \\ 2 \text{ g} \end{array}$$

fazendo a multiplicação cruzada:

$$\begin{aligned} 63,5 \cdot x &= 2 \cdot 6,0221 \cdot 10^{23} \\ x &= 1,897 \cdot 10^{22} \end{aligned}$$

Resposta:

$$1,897 \cdot 10^{22} \text{ átomos}$$

Exemplo 2.4 Qual é a massa de 0,3 mols de  $O_{2(g)}$ ?

Neste exemplo, precisamos relacionar número de mols e massa. O composto no caso é o gás oxigênio, que apresenta dois átomos de oxigênio em sua molécula. Sua massa molar é, portanto,  $2 \times 16 = 32$ .

$$\begin{array}{r} 1 \text{ mol de } O_2 \text{ equivale a} \\ 0,3 \text{ mol} \end{array} \quad \begin{array}{r} \text{—————} \\ \text{—————} \end{array} \quad \begin{array}{r} 32\text{g} \\ x \end{array}$$

$$\begin{aligned} 1 \cdot x &= 32 \cdot 0,3 \\ x &= 9,6 \end{aligned}$$

Resposta: 9,6 g de  $O_2$

Exemplo 2.5 Em 10 g de óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), qual é a massa de ferro (Fe) e de oxigênio(O) ?

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de } \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ equivale a } \text{—————} 160 \text{ g} \\ x \text{ —————} 10 \text{ g} \\ 160 \cdot x = 1 \cdot 10 \\ x = 0,0625 \text{ mol} \end{array}$$

### Ferro

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de } \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ tem } \text{—————} 2 \text{ mols de Fe} \\ 0,0625 \text{ mol } \text{—————} x \\ 1 \cdot x = 2 \cdot 0,0625 \\ x = 0,125 \text{ mol de Fe} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de Fe equivale a } \text{—————} 56 \text{ g} \\ 0,125 \text{ mol } \text{—————} x \\ 1 \cdot x = 0,125 \cdot 56 \\ x = 7 \text{ g de Fe} \end{array}$$

### Oxigênio

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de } \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ tem } \text{—————} 3 \text{ mols de O} \\ 0,0625 \text{ mol } \text{—————} x \\ 1 \cdot x = 3 \cdot 0,0625 \\ x = 0,1875 \text{ mol de O} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de O equivale a } \text{—————} 16 \text{ g} \\ 0,1875 \text{ mol } \text{—————} x \\ 1 \cdot x = 0,1875 \cdot 16 \\ x = 3 \text{ g de O} \end{array}$$

*Resposta:*

*7 g de ferro e 3 g de oxigênio*

## 2.5 Relações de volume

A relação estequiométrica que se estabelece em um processo químico se refere ao número de espécies envolvidas (número de átomos, número de moléculas, número de íons, etc). Entretanto, como o número de espécies não pode ser determinado diretamente, usamos a relação em massa, pois as massas dos materiais são diretamente proporcionais à quantidade de matéria.

As relações volumétricas, porém, não podem ser estabelecidas da mesma maneira, porque o volume não depende somente da quantidade de matéria, mas de outros fatores, como a temperatura, no caso de líquidos e sólidos, e a temperatura e pressão, no caso dos gases.

Para realização dos cálculos usando o volume, precisamos converter o volume para massa ou número de mols e depois utilizar as relações estequiométricas necessárias.

A relação entre o volume e a massa de materiais que estão no estado líquido ou sólido é dada pela densidade dos materiais. A densidade é determinada pela razão entre a massa e o volume e pode ser expressa em diferentes unidades, mas as mais utilizadas são g/mL ou g/cm<sup>3</sup>.

*Exemplo 2.7* A densidade do ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentrado é de 1,82 g/mL. Qual é a massa de 5 mL deste ácido?

$$\begin{array}{r} 1,82 \text{ g ocupam} \quad \text{—————} \quad 1 \text{ mL} \\ x \quad \text{—————} \quad 5 \text{ mL} \\ x = 5 \cdot 1,82 \\ x = 9,1 \end{array}$$

Resposta: 9,1 g

*Exemplo 2.8* Qual é a massa de um cristal de 2 cm<sup>3</sup> de cloreto de sódio (NaCl)?  
Densidade do NaCl = 2,165 g/cm<sup>3</sup>

$$\begin{array}{r} 2,165 \text{ g} \quad \text{—————} \quad 1 \text{ cm}^3 \\ x \quad \text{—————} \quad 2 \text{ cm}^3 \\ x = 2 \cdot 2,165 \\ x = 4,33 \text{ g} \end{array}$$

Resposta: 4,33 g

No caso dos materiais no estado gasoso, o volume está relacionado ao número de mols através da seguinte equação:

$$P.V = n.R.T$$

Em que:

P → Pressão

V → Volume

N → número de mols

R → constante universal dos gases perfeitos

T → temperatura em Kelvin, que é obtida pela somando a temperatura em graus Celsius e o valor “273”.  $T(k) = T(^{\circ}C) + 273$

A constante universal dos gases perfeitos é uma constante física que relaciona a quantidade de um gás com a pressão e a temperatura. Assume diferentes valores, de acordo com a unidade em que é expressa. A escolha do valor e unidade de R depende das unidades em que a pressão e o volume estão expressos ou podem ser mais facilmente obtidos.

Valor da constante R	Unidade	Unidade da pressão	Unidade do volume
<b>0,082</b>	atm.L/mol.K	Atm	L
<b>8,314</b>	J/mol.K	Pa	m <sup>3</sup>
<b>62,3</b>	mmHg.L/mol.K	mmHg	L

*Exemplo 2.9* Quantos mols estão presentes em 2 L de hidrogênio (H<sub>2</sub>) a 25°C e 1atm?

Primeiro relacionamos as informações disponíveis:

Volume: 2 L

Pressão: 1 atm

Temperatura: 273 + 25 = 298 K

Como temos a informação de volume em litro e pressão em atm, é mais conveniente usar o R como 0,082 atm.L/mol.K

$$P.V = n.R.T$$

$$1 . 2 = n . 0,082 . 298$$

$$n = 0,0818$$

Resposta: 0,0818 mol

Exemplo 2.10 Qual é o volume ocupado por 10 g de oxigênio ( $O_2$ ) a 752 mmHg e  $30^\circ C$ ?

Massa: 10 g

Pressão: 752 mmHg

Temperatura:  $273 + 30 = 303K$

Primeiro precisamos calcular o número de mols de oxigênio, usando sua massa molar.

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol de oxigênio (O}_2\text{)} & \text{-----} & 32 \text{ g} \\ x & \text{-----} & 10 \text{ g} \end{array}$$

$$32 \cdot x = 1 \cdot 10$$

$$x = 0,3125 \text{ mol}$$

Depois aplicamos na equação dos gases perfeitos:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$752 \cdot V = 0,3125 \cdot 62,3 \cdot 303$$

$$V = 7,844 \text{ L}$$

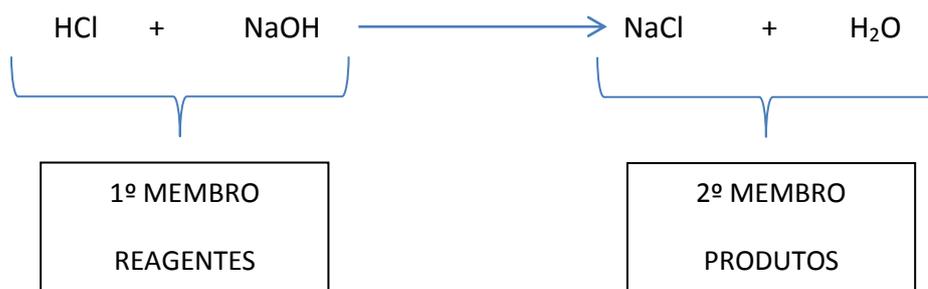
Resposta: 7,844 L

## 2.6 Reações Químicas

Reações químicas são transformações em que substâncias são transformadas em outras substâncias e ocorrem em todo momento. Quando respiramos e quando comemos, uma série de reações ocorrem no nosso organismo. O processo de corrosão das janelas e grades metálicas é uma reação química, os remédios que ingerimos foram obtidos a partir de reações químicas e quando os tomamos, outras reações ocorrem.

As reações são representadas através de equações químicas.

Uma equação química é uma representação, em que indicamos as espécies envolvidas e as quantidades relativas de cada uma. Na parte esquerda da equação, também chamada de primeiro membro, indicamos os reagentes, que são os compostos iniciais. Na parte direita ou segundo membro, indicamos os produtos da reação, que são os compostos formados.



Observe que todos os átomos presentes no primeiro membro também estão presentes no segundo membro. Isso ocorre porque em uma reação química os elementos se recombinaem formando novos compostos, mas não são criados novos elementos, tampouco somem os elementos dos reagentes.

Na reação do exemplo apresentado acima, uma espécie de HCl reage com uma espécie de NaOH, formando uma espécie de NaCl e uma espécie de H<sub>2</sub>O. Entretanto, algumas vezes as espécies reagem em uma relação que não é 1:1:1:1, mas outra proporção. As proporções são indicadas através dos **coeficientes**.

Na reação:



Neste caso, uma espécie de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> reage com duas espécies de NaOH, formando uma espécie de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e duas espécies de H<sub>2</sub>O. A relação estequiométrica é 1:2:1:2. É importante ressaltar que as fórmulas dos compostos não são alteradas para ajustar as quantidades de cada elemento, pois as fórmulas são fixas e os índices representam as proporções entre os elementos no composto.



Os valores dos coeficientes são chamados de relações estequiométricas. No exemplo acima:

Composto	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	HNO <sub>3</sub>	NaNO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>
Relação estequiométrica	1	2	2	1	1

Para conferir se os coeficientes estão corretos, contamos quantas vezes cada elemento aparece em cada membro:

Elemento	1º Membro	2º Membro	
Na	2	2	✓
C	1	1	✓
O	9	9	✓
H	2	2	✓
N	2	2	✓

Nesta outra reação:



Elemento	1º Membro	2º Membro	
<b>Al</b>	4	4	✓
<b>O</b>	6	6	✓

Para saber mais sobre:

- Determinação de massa molar:

<http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/determinacao-massa-molar-gas-butano.htm>

<http://pt.slideshare.net/ErickFernandess/tomo-grama-de-um-metal>

<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc19/a03.pdf>

- Fatos históricos:

<http://www.agracadaquimica.com.br/index.php?&ds=1&acao=quimica/ms2&i=19&id=389>

<http://www.tabelaperiodicacompleta.com/historia-da-tabela-periodica>

<http://www.scielo.br/pdf/qn/v27n6/22296.pdf> (história da balança analítica)

- Balanceamento de equações químicas

<http://www.cdcc.usp.br/quimica/fundamentos/balanceamento.html>

## Exercícios sobre Grandezas Químicas

- 1) Quantos átomos estão presentes em uma amostra de 50 g de carbono (C)?
- 2) Qual é a massa de 0,3 mol de magnésio (Mg)?
- 3) Quantas moléculas de água estão contidas em uma colher de chá de água (5 mL). Considere a densidade da água de 1,00 g/mL.
- 4) Uma molécula de água é formada por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio. Quantos átomos estão presentes em 18 g de água?
- 5) Qual é o volume ocupado por 1 g de gás hidrogênio?
- 6) Qual é o volume de um mol de água líquida? Use a densidade da água como 1,00 g/mL.
- 7) Uma tira de estanho (Sn) de 10 cm x 1 cm e espessura de 2 mm possui quantos átomos? E isso equivale a quantos mols?  $d=7,2 \text{ g/cm}^3$
- 8) Uma panela de alumínio (Al) pesa 1,1 kg. Quantos átomos de alumínio constituem esta panela? E quantos mols?
- 9) Calcule o número de moléculas e o número de átomos presentes em 1 L de heptano ( $\text{C}_7\text{H}_{14}$ ).  $d = 684 \text{ kg/m}^3$
- 10) Quantos mols estão presentes em 0,5 L de etanol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ )?  $d = 0,785 \text{ g/mL}$   
Quantos átomos de ouro (Au) e de cobre (Cu) contém um anel de ouro 18 quilates (18 partes de ouro e 6 partes de cobre) que tem uma massa de 35 g?
- 11) Calcule o volume molar de um gás a  $0^\circ\text{C}$  e 1 atm.
- 12) Sabendo que o ar atmosférico apresenta relação em peso de 21% de oxigênio ( $\text{O}_2$ ) e 79% de nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), calcule o volume de 10 g de ar atmosférico a  $23^\circ\text{C}$  e 1 atm.
- 13) Quantas moléculas estão presentes em uma sala de aula de 8m x 10 m x 3m a  $25^\circ\text{C}$  e 1atm?
- 14) Quantos mols de acetileno ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) estão contidos em um recipiente de 2 L a 1,5 atm e  $10^\circ\text{C}$ ?

- 15) Qual é a massa molecular e a massa molar do sulfato de ferro III -  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ?
- 16) 50 g de álcool n-butílico ( $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ ) correspondem a quantos mols? Quantos mols de átomos de carbono contém esta amostra?

#### BIBLIOGRAFIA CONSULTADA PARA ELABORAÇÃO DO MATERIAL

LOGUERCIO, R.; DEL PINO, J.C. Livros Didáticos: mais do que uma simples escolha, uma decisão que pode orientar os trabalhos em sala de aula. Área de Educação Química. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em <[http://www.iq.ufrgs.br/aeq/producao/delpino/analise\\_livros.pdf](http://www.iq.ufrgs.br/aeq/producao/delpino/analise_livros.pdf)> Acesso em <13/01/2015>

GÓES, D.T.; LIEGL, R. Química Pura e Aplicada: Propriedades, Estruturas e Reações da Matéria. Enciclopédia do Estudante, Capítulo 15.

RUSSEL, J.B. Química Geral, v. 1. São Paulo: Pearson, 1994.

BROWN, T.L.; BURSTEN, B.E. Química: a Ciência Central. São Paulo: Prentice Hall, 2005

ATKINS, P.; JONES, L. Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. Porto Alegre: Bookmann, 2012.

#### Respostas dos exercícios:

**Capítulo 2:** 1)  $2,51 \cdot 10^{24}$  átomos; 2) 7,29 g; 3)  $1,67 \cdot 10^{23}$  moléculas; 4)  $1,806 \cdot 10^{24}$  átomos; 5) 12,136 L; 6)  $7,303 \cdot 10^{22}$  átomos, 0,121 mol; 7)  $2,453 \cdot 10^{25}$  átomos, 40,74 mol; 8)  $4,118 \cdot 10^{24}$  moléculas,  $9,471 \cdot 10^{25}$  átomos; 9) 8,533 mol; 10)  $8,022 \cdot 10^{22}$  átomos de ouro e  $8,295 \cdot 10^{22}$  átomos de cobre; 11) 22,386 L; 12) 8,435 L; 13)  $5,913 \cdot 10^{27}$  moléculas; 14) 0,129 mol; 15) 399,9u e 399,9g; 16) 0,676 mol moléculas e 2,703 mol de átomos

## Capítulo 3 – Cálculo Estequiométrico

Qualitativamente, uma equação química descreve quais são os reagentes e os produtos de uma reação. Quantitativamente, uma equação química especifica uma relação numérica das quantidades de reagentes e dos produtos. Estas quantidades podem ser expressas em termos de quantidades microscópicas: átomos, moléculas, fórmulas unitárias, ou ainda em quantidades macroscópicas: mols de átomos, de moléculas, de fórmulas unitárias.

Algumas vezes, precisamos saber que quantidade de produto esperar de uma reação ou quanto de reagente é necessário para fabricar uma determinada quantidade de produto. Podemos precisar, ainda, determinar a eficiência de um processo químico, ou quantificar um determinado componente de uma mistura. Para isso, precisamos analisar o lado quantitativo das reações químicas, chamado de **estequiometria das reações**.

### 3.1 Lei de Conservação das Massas

Em relação às reações químicas, a primeira consideração que precisamos fazer é que os átomos não são criados ou destruídos. Eles são recombinaados, formando novas substâncias. Concluímos, portanto, que a massa de cada elemento se mantém fixa ao longo de toda a reação. A quantidade de cada elemento químico no final da reação é exatamente igual à sua quantidade inicial.

Esta é a chamada **Lei de Conservação das Massas**, ou **Princípio de Lavoisier**.

Assim no exemplo:



Se no início temos 40 g de NaOH (1 mol), a massa de sódio (Na) é de 23g. No final da reação, a massa de sódio continua sendo de 23g, mas está combinada com o cloro formando 58,5 g de NaCl.

## 3.2 Lei das Proporções Fixas

A **Lei das Proporções Fixas**, também conhecida como **Lei de Proust**, indica que as espécies envolvidas reagem ou são formadas de forma proporcional e a proporcionalidade é dada pelos coeficientes da equação.

Exemplo:



4 átomos de Fe reagem com 3 moléculas de O<sub>2</sub> e formam-se 2 fórmulas unitárias de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Ou ainda, 4 mols de átomos de Fe reagem com 3 mols de moléculas de O<sub>2</sub> e formam-se 2 mols de fórmulas unitárias de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

## 3.3 Relações Estequiométricas

O primeiro requisito para a realização de um cálculo estequiométrico é o estabelecimento das relações estequiométricas através do balanceamento das equações químicas.

Exemplo:



1 mol de N<sub>2</sub> ≡ 3 mols H<sub>2</sub> ≡ 2 mols de NH<sub>3</sub>

O símbolo ≡ significa *equivalente a*. Então, 1 mol de N<sub>2</sub> é equivalente a 3 mols de H<sub>2</sub> e a 2 mols de NH<sub>3</sub>.

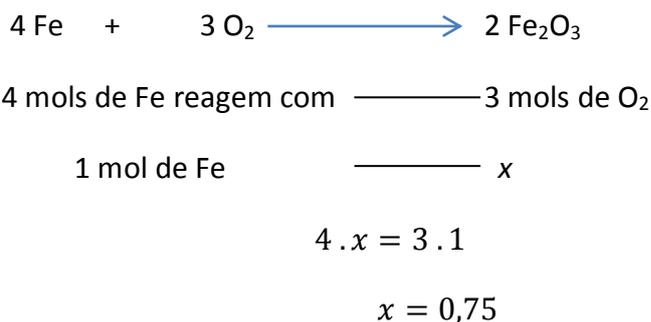
Aplicando o Princípio de Lavoisier e a Lei de Proust, conseguimos estabelecer as seguintes relações estequiométricas.

→ Mol x Mol

Na reação acima, se tivermos 0,5 mols de N<sub>2</sub>, são necessários 1,5 mols de H<sub>2</sub> e forma-se 1 mol de NH<sub>3</sub>.

*Exemplo 3.1* Na reação de oxidação do ferro, quantos mols de moléculas de oxigênio são necessárias para reagir com um mol de ferro?

Reação:



Resposta: 0,75 mols de O<sub>2</sub>

→ Massa x Massa

Como a relação estequiométrica se estabelece em quantidade de espécies, conseguimos expressar estas relações em termos de massas moleculares.

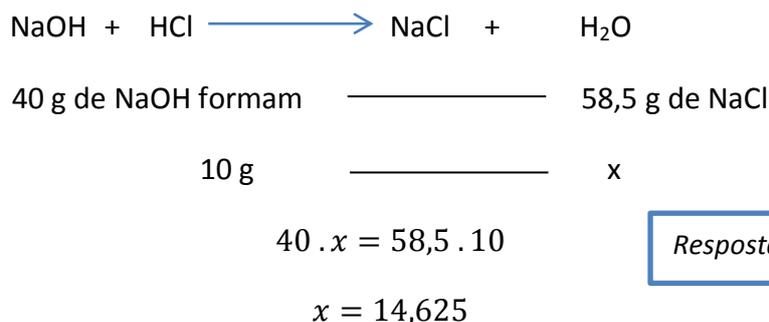
Na reação abaixo, por exemplo, 2 mols de H<sub>2</sub> reagem com 1 mol de O<sub>2</sub> e formam-se 2 mols de H<sub>2</sub>O.



Como a massa molecular de H<sub>2</sub> é 2u, a de O<sub>2</sub> é 32u, e a da água é 18u, podemos dizer que 4 g de H<sub>2</sub> reagem com 32 g de O<sub>2</sub> e formam-se 36 g de H<sub>2</sub>O. Observe que a massa final (36 g) é igual à massa inicial (4 + 32).

Exemplo 3.2 Na reação entre ácido clorídrico (HCl) e hidróxido de sódio (NaOH), qual é a massa de NaCl formada a partir de 10 g de NaOH?

Reação:



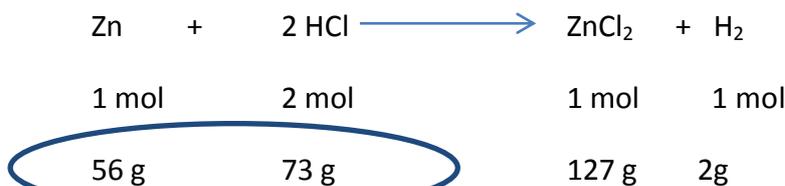
Resposta: 14,625 g de NaCl

*Exemplo 3.3* Calcule a massa de zinco (Zn) necessária para reagir com 109,5 g de ácido clorídrico (HCl), formando cloreto de zinco (ZnCl<sub>2</sub>) e gás hidrogênio (H<sub>2</sub>).

Reação:



A relação estequiométrica é de 2 mols de HCl pra cada um mol de Zn. Podemos estabelecer a relação estequiométrica em massa, multiplicando os coeficientes da equação e a massa molar das espécies.



Desta forma,

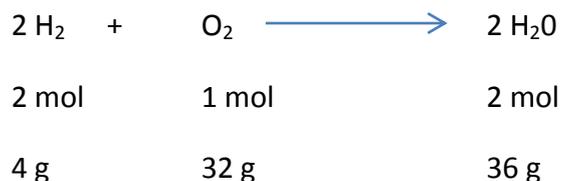
$$\begin{array}{l} 56 \text{ g de Zn reagem com } \text{—————} 73 \text{ g de HCl} \\ x \qquad \qquad \qquad \text{—————} 109,5 \text{ g de HCl} \end{array}$$

$$73 \cdot x = 56 \cdot 109,5$$

$$x = 84$$

Resposta: 84 g de Zn

*Exemplo 3.4* Considerando a reação entre os gases oxigênio e hidrogênio para formar água, calcule quantos litros de gás hidrogênio são necessários para produzir 90 g de água. Dados: temperatura de 23° C e pressão de 1 atm.



Usando a relação em massa, 4 g de H<sub>2</sub> formam 36 g de água (H<sub>2</sub>O). Também podemos dizer que 2 mols de hidrogênio formam 36 g de água e assim simplificamos o cálculo.

$$\begin{array}{l} 2 \text{ mol de H}_2 \text{ formam } \text{—————} 36 \text{ g de água} \\ x \qquad \qquad \qquad \text{—————} 90 \text{ g de água} \end{array}$$

$$36 \cdot x = 2 \cdot 90$$

$$x = 5$$

Para converter o número de mols de hidrogênio em volume, usamos a equação geral dos gases:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$1 \cdot V = 5 \cdot 0,082 \cdot 296$$

$$V = 121,36$$

Resposta: 121,36 L de H<sub>2</sub>

### 3.4 Reagentes Limitantes

Suponha que você deseja preparar vários sanduíches usando uma fatia de queijo e duas fatias de pão. Se você tem 10 fatias de pão e 7 fatias de queijo, apenas 5 sanduíches poderão ser feitos. A quantidade de pão limita o número de sanduíches.

Uma situação análoga ocorre em reações químicas quando os reagentes são adicionados em uma proporção diferente da proporção estequiométrica. Um dos reagentes é consumido primeiro, e o que sobra do reagente não consumido é chamado de excesso.

Para descobrir qual dos reagentes está em excesso e qual é o reagente limitante, podemos converter todas as quantidades informadas para número de mol e comparar com os coeficientes da reação.

Exemplo 3.5 24 g de ferro (Fe) reagem com 8 g de enxofre (S) para formar o sulfeto de ferro II (FeS). Qual é o reagente limitante desta reação? Qual é a quantidade que sobra do reagente em excesso?



Primeiro precisamos calcular a quantidade de mols de cada um dos reagentes:

$$1 \text{ mol de Fe equivale a } \frac{\quad}{\quad} \quad 56 \text{ g}$$

$$x \quad \frac{\quad}{\quad} \quad 24 \text{ g}$$

$$56 \cdot x = 1 \cdot 24$$

$$x = 0,429 \text{ mol de Fe}$$

$$1 \text{ mol de S equivale a } \frac{\quad}{\quad} \quad 32 \text{ g}$$

$$x \quad \frac{\quad}{\quad} \quad 8 \text{ g}$$

$$32 \cdot x = 1 \cdot 8$$

$$x = 0,25 \text{ mol de S}$$

Como a relação estequiométrica é 1:1, e temos 0,429 mol de Fe, precisaríamos de 0,429 mol de S para que o ferro reagisse completamente. Como temos apenas 0,25 mol de S, significa que um excesso de ferro foi adicionado. O excesso de Fe é a diferença entre o que foi adicionado inicialmente e o que reage.

$$\text{excesso} = 0,429 - 0,25$$

$$\text{excesso} = 0,179 \text{ mol}$$

Assim, podemos calcular a massa de ferro que está em excesso:

$$1 \text{ mol de Fe equivale a } \text{—————} \quad 56 \text{ g}$$

$$0,179 \text{ mol} \quad \text{—————} \quad x$$

$$x = 0,179 \cdot 56$$

$$x = 10,024$$

Resposta: 10,024 g de Fe em excesso

*Exemplo 3.6 Baterias de óxido de prata são muito usadas em relógios de pulso e calculadoras. Sabendo que a equação da reação que ocorre em uma bateria está descrita abaixo, determine o reagente limitante quando se reagem 1 g de Zn, 2g de  $\text{Ag}_2\text{O}$  e 3 g de  $\text{H}_2\text{O}$ .*

Reação:



Primeiro calculamos o número de mols de cada espécie reagente:

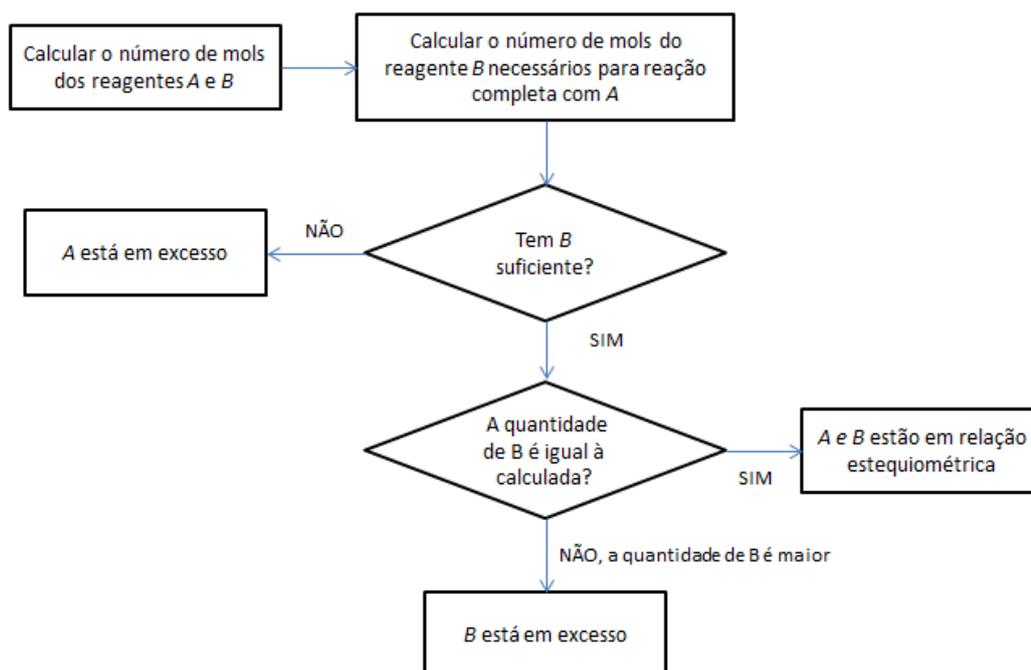
$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol Zn} \quad \text{—————} \quad 65 \text{ g} \\ x \quad \quad \quad \text{—————} \quad 1 \text{ g} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1 \text{ mol Zn} \\ x \end{array}} \right\} \quad 65 \cdot x = 1 \quad \boxed{x = 0,015 \text{ mol de Zn}}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol Ag}_2\text{O} \quad \text{—————} \quad 232 \text{ g} \\ x \quad \quad \quad \text{—————} \quad 2 \text{ g} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1 \text{ mol Ag}_2\text{O} \\ x \end{array}} \right\} \quad 232 \cdot x = 2 \quad \boxed{x = 0,009 \text{ mol de Ag}_2\text{O}}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol H}_2\text{O} \quad \quad \quad 18 \text{ g} \\ X \quad \quad \quad \quad \quad \quad 3 \text{ g} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1 \text{ mol H}_2\text{O} \\ X \end{array}} \right\} \quad 18 \cdot x = 3 \quad \boxed{x = 0,167 \text{ mol de H}_2\text{O}}$$

Como a relação estequiométrica é 1:1:1, o reagente limitante é aquele que estiver presente em um menor número de mols, no caso o óxido de prata  $\text{Ag}_2\text{O}$ .

Esta comparação é fácil quando temos uma equação em que os coeficientes dos reagentes são iguais a 1. Quando a equação tem coeficientes diferentes de 1, uma maneira fácil é seguir os passos do esquema a seguir:



*Exemplo 3.7* Os fogões caseiros podem ser alimentados por GLP (gás liquefeito de petróleo), uma mistura de propano e butano. Considere a reação de combustão completa do butano indicada abaixo, determine o reagente limitante, o reagente em excesso e a quantidade de água formada, quando reagimos 50 L de gás butano e 350 L de gás oxigênio, medidos a  $27^\circ\text{C}$  e 1 atm de pressão.

Reação:



Reagente A – Butano	Reagente B – Oxigênio
Butano: $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ $1 \cdot 50 = n \cdot 0,082 \cdot 300$ $n = 2,033 \text{ mol}$	Oxigênio: $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ $1 \cdot 350 = n \cdot 0,082 \cdot 300$ $n = 14,227 \text{ mol}$

Considerando inicialmente o butano (A):

$$\begin{array}{ccc} 2 \text{ mols de butano reagem com} & \text{—————} & 13 \text{ mols de O}_2 \\ 2,033 \text{ mols} & \text{—————} & x \end{array}$$

$$2 \cdot x = 13 \cdot 2,033$$

$$x = 13,215 \text{ mol de Oxigênio}$$

Tem oxigênio suficiente?

Resposta: sim.

A quantidade de oxigênio é igual à calculada?

Resposta: Não, é maior. → então o oxigênio está em excesso.

Como o butano é o reagente limitante, calculamos a quantidade de produto formada de acordo com a quantidade de butano que reagiu, neste caso, 2,033 mols.

$$\begin{array}{ccc} 2 \text{ mols de butano formam} & \text{—————} & 10 \text{ mols de água} \\ 2,033 \text{ mols} & \text{—————} & x \end{array}$$

$$2 \cdot x = 2,033 \cdot 10$$

$$x = 10,165 \text{ mol}$$

$$1 \text{ mol de água} \text{ ————— } 18 \text{ g}$$

$$10,165 \text{ mol} \text{ ————— } x$$

$$x = 18 \cdot 10,165$$

$$x = 182,97$$

Resposta: 182,97 g de água

### 3.5 Rendimento da reação

A quantidade de produto formada calculada quando todo reagente limitante é consumido é chamada de **rendimento teórico** da reação. A quantidade de produto obtida de fato é chamada de **rendimento real** da reação.

O rendimento real é sempre menor do que o rendimento teórico, porque parte dos reagentes podem não reagir ou podem reagir de forma diferente, através de reações laterais que podem ocorrer.

O **rendimento percentual** é a fração do rendimento teórico que é realmente obtida, expressa em percentagem. Pode ser obtida pela equação abaixo:

$$\text{Rendimento \%} = \frac{\text{rendimento real}}{\text{rendimento teórico}} \times 100$$

O rendimento percentual também pode ser obtido através de regra-de-três, em que o rendimento teórico corresponde a 100%:

$$\begin{array}{l} \text{Rendimento teórico} \text{ ————— } 100\% \\ \text{Rendimento real} \text{ ————— } \text{Rendimento \%} \end{array}$$

*Exemplo 3.8* O fosgênio ( $\text{COCl}_2$ ) reage com a umidade, formando HCl, de acordo com a reação abaixo. Se a partir de 150 g de fosgênio forem produzidos 80 g de HCl, qual terá sido o rendimento da reação?

Reação



Como as informações de quantidades estão em massa, podemos usar a relação estequiométrica mássica, multiplicando os coeficientes pelas massas moleculares das espécies.

Primeiro precisamos calcular o rendimento teórico da reação, isto é, a quantidade de produto (HCl) que seria formada se a reação fosse completa.

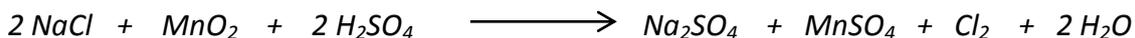
$$\begin{array}{l} 99 \text{ g de COCl}_2 \text{ formam} \text{ ————— } 73 \text{ g de HCl} \\ 150 \text{ g} \text{ ————— } x \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 99 \text{ g de COCl}_2 \text{ formam} \\ 150 \text{ g} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} 99 \cdot x = 73 \cdot 150 \\ x = 110,61 \end{array}$$

Esta massa seria formada se o rendimento fosse de 100 %, mas como formarem-se 80 g, o rendimento é inferior.

$$\begin{array}{l} 110,61 \text{ g de HCl} \text{ ————— } 100 \% \text{ de rendimento} \\ 80 \text{ g} \text{ ————— } x \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 110,61 \text{ g de HCl} \\ 80 \text{ g} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} 110,61 \cdot x = 100 \cdot 80 \\ x = 72,3 \end{array}$$

Resposta: 72,30 %  
de rendimento

Exemplo 3.9 O gás cloro pode ser obtido a partir da seguinte reação:



Na temperatura de 25°C e pressão de 1 atm, qual é o volume de cloro obtido para cada quilo de sal NaCl usado como reagente, considerando que o processo tem um rendimento de 80%?

Primeiramente, calculamos o número de mols de NaCl que reagem e com isso descobrimos o número de mols de cloro formado. Realizamos todos estes cálculos considerando um rendimento de 100%.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol NaCl equivale a } \text{-----} 58,5 \text{ g} \\ x \text{ -----} 1000 \text{ g} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1 \text{ mol NaCl equivale a } \\ x \end{array}} \right\} \begin{array}{l} 58,5 \cdot x = 1000 \\ x = 17,094 \text{ mol de NaCl} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 2 \text{ mol NaCl formam } \text{-----} 1 \text{ mol Cl}_2 \\ 17,094 \text{ mol } \text{-----} x \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 2 \text{ mol NaCl formam } \\ 17,094 \text{ mol} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} 2 \cdot x = 17,094 \\ x = 8,547 \text{ mol de Cl}_2 \end{array}$$

Esta quantidade de Cl<sub>2</sub> seria formada se o rendimento fosse de 100%, como a reação tem um rendimento de 80%, calculamos qual foi a quantidade realmente formada.

$$\begin{array}{l} 8,547 \text{ mol corresponde a } \text{-----} 100\% \\ x \text{ -----} 80\% \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 8,547 \text{ mol corresponde a } \\ x \end{array}} \right\} \begin{array}{l} 100 \cdot x = 80 \cdot 8,547 \\ x = 6,837 \text{ mol} \end{array}$$

Agora que calculamos a quantidade em mol realmente formada de cloro, convertemos para volume usando a equação geral dos gases.

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$1 \cdot V = 6,837 \cdot 0,082 \cdot 298$$

$$V = 167,07$$

Resposta: 167,07 L  
de gás cloro

*Exemplo 3.10* Executando-se a síntese de amônia a 500°C e 25 atm, com  $2 \times 10^5$  L de nitrogênio ( $N_2$ ) e  $6 \times 10^5$  L de hidrogênio ( $H_2$ ) obtém-se 272 kg de produto. Qual é o rendimento da reação?



Neste problema, temos as quantidades iniciais dos dois reagentes, então primeiro precisamos verificar se um deles está em excesso.

Nitrogênio – reagente A P . V = n . R . T $25 . 2 . 10^5 = n . 0,082 . 773$ $n = 7,888 . 10^4$	Hidrogênio – reagente B P . V = n . R . T $25 . 6 . 10^5 = n . 0,082 . 773$ $n = 2,366 . 10^5$
---	---

Quantidade de hidrogênio necessário para reagir completamente com  $7,888 . 10^4$  mol de nitrogênio:

$$\begin{array}{l} 2 \text{ mol de } N_2 \text{ reage com } \text{—————} 3 \text{ mol de } H_2 \\ 7,888 . 10^4 \text{ ————— } x \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 2 \text{ mol de } N_2 \text{ reage com } \text{—————} 3 \text{ mol de } H_2 \\ 7,888 . 10^4 \text{ ————— } x \end{array}} \right\} \begin{array}{l} 2 . x = 3 . 7,888 . 10^4 \\ x = 1,183 . 10^5 \text{ mol de } H_2 \end{array}$$

São necessários  $1,183 . 10^5$  mol de  $H_2$ . Como a quantidade inicial de  $H_2$  é maior do que a calculada, significa que este reagente está em excesso e o nitrogênio é o reagente limitante. Para calcular o rendimento, consideramos que a conversão total (100%) ocorre com o consumo total do reagente limitante:

$$\begin{array}{l} 2 \text{ mol de } N_2 \text{ formam } \text{—————} 2 \text{ mol de } NH_3 \\ 7,888 . 10^4 \text{ ————— } x \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 2 \text{ mol de } N_2 \text{ formam } \text{—————} 2 \text{ mol de } NH_3 \\ 7,888 . 10^4 \text{ ————— } x \end{array}} \right\} \begin{array}{l} 2 . x = 2 . 7,888 . 10^4 \\ x = 7,888 . 10^4 \text{ mol de } NH_3 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de } NH_3 \text{ equivale a } \text{—————} 17 \text{ g} \\ 7,888 . 10^4 \text{ ————— } x \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1 \text{ mol de } NH_3 \text{ equivale a } \text{—————} 17 \text{ g} \\ 7,888 . 10^4 \text{ ————— } x \end{array}} \right\} \begin{array}{l} x = 17 . 7,888 . 10^4 \\ x = 1,341 . 10^6 \text{ g de } NH_3 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1000 \text{ g } NH_3 \qquad \qquad 1 \text{ kg } NH_3 \\ 1,341 . 10^6 \qquad \qquad x \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1000 \text{ g } NH_3 \qquad \qquad 1 \text{ kg } NH_3 \\ 1,341 . 10^6 \qquad \qquad x \end{array}} \right\} \begin{array}{l} 1000 . x = 1,341 . 10^6 \\ x = 1,341 . 10^3 = 1341 \text{ kg} \end{array}$$

Por fim, calculamos o rendimento do processo:

$$\begin{array}{l} 1341 \text{ kg de NH}_3 \text{ ————— } 100\% \text{ rendimento} \\ 272 \text{ kg ————— } x \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1341 \text{ kg de NH}_3 \\ 272 \text{ kg} \end{array}} \right\} \begin{array}{l} 1341 \cdot x = 272 \cdot 100 \\ x = 20,3 \end{array}$$

*Resposta: 20,3%  
de rendimento*

Para saber mais sobre:

- Amedeo Avogadro:

<http://educacao.uol.com.br/biografias/amedeo-avogadro.jhtm>

- Antoine Lavoisier

<http://www.explicatorium.com/Antoine-Lavoisier.php>

- Joseph Louis Proust

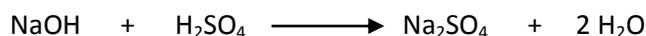
[http://www.soq.com.br/biografias/louis\\_proust/](http://www.soq.com.br/biografias/louis_proust/)

## Exercícios sobre Cálculo Estequiométrico:

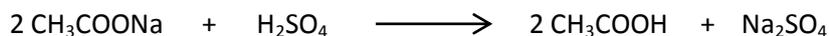
- 1) Na combustão de 7 g de etanol, qual é a quantidade, em massa e em volume, de gás oxigênio necessária para combustão completa?



- 2) Na reação de 20 g de hidróxido de sódio (NaOH) com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), calcule:
- Qual é a massa de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> necessária para que a reação seja completa?
  - Considerando que este ácido apresenta 99% de pureza em massa, qual é a quantidade de reagente que deve ser adicionada?
  - Qual é a massa de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> que pode ser obtida?



- 3) Na reação de obtenção do ácido acético a partir do acetato de sódio e ácido sulfúrico, calcule a massa de cada reagente necessária para a preparação de 100 g de ácido acético de acordo com as seguintes condições:
- Rendimento da reação é de 100%
  - Rendimento da reação é de 70%



- 4) Quantas moléculas de água (H<sub>2</sub>O) são formadas pela reação de 1 g de oxigênio (O<sub>2</sub>) com  $2 \cdot 10^{22}$  moléculas de hidrogênio (H<sub>2</sub>)?
- 5) Qual é o volume de hidrogênio gasoso (H<sub>2</sub>) liberado pela reação de 4,3 g de magnésio (Mg) com ácido clorídrico (HCl) concentrado?



**BIBLIOGRAFIA CONSULTADA PARA ELABORAÇÃO DO MATERIAL**

RUSSEL, J.B. Química Geral, v. 1. São Paulo: Pearson, 1994.

BROWN, T.L.; BURSTEN, B.E. Química: a Ciência Central. São Paulo: Prentice Hall, 2005

ATKINS, P.; JONES, L. Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. Porto Alegre: Bookmann, 2012.

LOGUERCIO, R.; DEL PINO, J.C. Livros Didáticos: mais do que uma simples escolha, uma decisão que pode orientar os trabalhos em sala de aula. Área de Educação Química. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em <[http://www.iq.ufrgs.br/aeq/producao/delpino/analise\\_livros.pdf](http://www.iq.ufrgs.br/aeq/producao/delpino/analise_livros.pdf)> Acesso em <13/01/2015>

MALDANER, O.A. Química 1: Construção de Conceitos Fundamentais. Ijuí: Ed. Unijuí, 1992, 180 p

**Respostas dos exercícios:**

**Capítulo 3:** 1) 14,609g e 11,155L; 2) a. 24,5g b. 24,75g c. 35,5g; 3) a. 136,67g de ácido acético e 81,67g de ácido sulfúrico, b. 195,24g de ácido acético e 116,67g de ácido sulfúrico; 4)  $2 \cdot 10^{22}$  moléculas de água; 5) 4,378 L de hidrogênio

## APÊNDICE 4 – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS PROFESSORES

### Apresentação da proposta

Prezados Professores,

A dificuldade de aprendizagem em estequiometria vem sendo estudada por muitos pesquisadores na área de educação em química. As principais causas apontadas para tais dificuldades estão relacionadas à necessidade de abstração e transição entre níveis de representação da matéria, ao entendimento das diferentes grandezas químicas e à aplicação de conceitos matemáticos no contexto da química.

O foco desta pesquisa é a terceira causa apontada: aplicação de conceitos matemáticos no contexto da química. Especificamente, na resolução de situações de estequiometria de reações químicas. O conceito matemático envolvido é de razão e proporção, estudado no sexto ano do ensino fundamental, enquanto que o cálculo estequiométrico é estudado no segundo ano do ensino médio.

Com objetivo de auxiliar o processo de ensino e de aprendizagem sobre este tema para alunos que estão começando a trabalhar com cálculos estequiométricos, estamos propondo a utilização de um material didático de apoio. Os conceitos matemáticos são revisados e contextualizados no âmbito da química, podendo ser particularmente útil para aqueles alunos que têm mais dificuldade na aplicação destes conceitos.

Este material apresenta três capítulos, a saber:

*Capítulo 1: Matemática – Cálculo de Proporção e Porcentagem*

*Capítulo 2: Grandezas Químicas e Reações*

*Capítulo 3: Cálculo Estequiométrico*

Ao final de cada capítulo foram incluídos exercícios adicionais para uso pelo professor e pelos estudantes.

Gostaria de solicitar sua participação nesta pesquisa através da análise sobre a forma como foram abordados os conteúdos no material proposto. Com isto, teremos elementos

adicionais para realizar uma análise crítica do material, procurar corrigir eventuais falhas e melhorar o texto. Após as correções sugeridas será realizado um estudo piloto com estudantes do Ensino Médio Técnico.

Caso você concorde em participar desta pesquisa e permite o uso de suas impressões e críticas a respeito do material, continue a partir deste ponto. Se não for de seu consentimento, não é necessário responder a pesquisa.

Expresse sua opinião livremente. Sinta-se à vontade para fazer qualquer comentário adicional. Desde já agradecemos a presteza em nos fornecer seu parecer.

Abaixo, listamos os pontos que consideramos críticos para análise da proposta, que pode servir de guia para o seu parecer.

Há necessidade de alguma correção conceitual? Qual(is)?
É observada a falta de algum conceito fundamental? Qual(is)?
Há clareza na explanação dos conceitos?
O aprofundamento é adequado? Por quê?
O texto é adequado para uso no Ensino Médio?
Você usaria como material de apoio em suas aulas? Por quê?

## APÊNDICE 5 – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS ALUNOS

# Impressão dos alunos sobre o material

Modalidade Presencial

**\*Obrigatório**

**O texto apresenta uma linguagem clara e de fácil entendimento. \***

[1-Discordo Plenamente] [2-Discordo] [3-Não tenho opinião] [4-Concordo] [5-Concordo Plenamente]

1 2 3 4 5

**O texto apresentou conceitos que eu não conhecia ou não lembrava. \***

[1-Discordo Plenamente] [2-Discordo] [3-Não tenho opinião] [4-Concordo] [5-Concordo Plenamente]

1 2 3 4 5

**Os exemplos auxiliaram na compreensão dos conceitos. \***

[1-Discordo Plenamente] [2-Discordo] [3-Não tenho opinião] [4-Concordo] [5-Concordo Plenamente]

1 2 3 4 5

**Consegui resolver a maioria dos exercícios sem dificuldade. \***

[1-Discordo Plenamente] [2-Discordo] [3-Não tenho opinião] [4-Concordo] [5-Concordo Plenamente]

1 2 3 4 5

**Os exercícios auxiliaram no entendimento dos conceitos.**

[1-Discordo Plenamente] [2-Discordo] [3-Não tenho opinião] [4-Concordo] [5-Concordo Plenamente]

1 2 3 4 5

**O material me ajudou a entender melhor o conteúdo da disciplina. \***

[1-Discordo Plenamente] [2-Discordo] [3-Não tenho opinião] [4-Concordo] [5-Concordo Plenamente]

1 2 3 4 5



**Sobre o tempo reservado para os encontros presenciais: \***

- Foi suficiente
- Poderiam ter sido feitos mais encontros
- Poderiam ter sido feitos menos encontros

**Impressão geral sobre as aulas, materiais e métodos.**

Escreva mais informações que você considera relevantes.

---

## Impressão dos alunos - PBWorks

**\*Obrigatório**

**1 - O material apresenta uma linguagem clara e de fácil entendimento. \***

[1 - Discordo Plenamente]; [2 - Discordo]; [3 - Não tenho opinião]; [4 - Concordo]; e [5 - Concordo Plenamente]

1    2    3    4    5



**2 - O material apresentou conceitos que eu não conhecia ou não lembrava. \***

[1 - Discordo Plenamente]; [2 - Discordo]; [3 - Não tenho opinião]; [4 - Concordo]; e [5 - Concordo Plenamente]

1    2    3    4    5



**3 - Os exemplos auxiliaram na compreensão dos conceitos. \***

[1 - Discordo Plenamente]; [2 - Discordo]; [3 - Não tenho opinião]; [4 - Concordo]; e [5 - Concordo Plenamente]

1    2    3    4    5



**4 - Consegui resolver a maioria dos exercícios sem dificuldade. \***

[1 - Discordo Plenamente]; [2 - Discordo]; [3 - Não tenho opinião]; [4 - Concordo]; e [5 - Concordo Plenamente]

1 2 3 4 5

---

**5 - Os exercícios auxiliaram no entendimento dos conceitos. \***

[1 - Discordo Plenamente]; [2 - Discordo]; [3 - Não tenho opinião]; [4 - Concordo]; e [5 - Concordo Plenamente]

1 2 3 4 5

---

**6 - O material me ajudou a entender melhor o conteúdo da disciplina. \***

[1 - Discordo Plenamente]; [2 - Discordo]; [3 - Não tenho opinião]; [4 - Concordo]; e [5 - Concordo Plenamente]

1 2 3 4 5

---

**7 - Você gostou de usar o ambiente de trabalho PBWorks? Por quê? \***

**8 - Escreva sua impressão geral sobre o material disponibilizado.**

**Qual a sua idade? \***

**Você aprendeu Regra de três no ensino fundamental? \***

- Sim
- Não

**Caso positivo, em que série?**

---