

LICENCIANDOS EN QUÍMICA: AFINIDAD CON LA CARRERA E INFLUENCIA DE LOS CONOCIMIENTOS MATEMÁTICOS EN LA RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS DE SOLUCIONES

Thiago Beirigo Lopes

thiagobeirigolopes@yahoo.com.br

Ana Cláudia Tasinaffo Alves

ana.alves@cfs.ifmt.edu.br

Frederico Ferreira Martins

frederico.martins@cfs.ifmt.edu.br

Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT; Confresa/MT, Brasil)

Recibido: 20/06/2018 **Aceptado:** 11/10/2018

Resumen

El presente texto es el resultado de un estudio cuyo objetivo fue analizar si dificultades en resolver ejercicios de Química que necesiten de conocimiento matemático y la afinidad con el curso de licenciatura pueden ser obstáculos en el aprendizaje de contenidos de Química. Se buscó responder si las dificultades que los estudiantes poseen para aprender determinados contenidos de Química son derivadas de sus dificultades en resolver cálculos matemáticos. La investigación fue del tipo investigación mixta y como instrumentos de recolección de datos se utilizaron una prueba con cuestiones de Química con y sin necesidad de conocimiento matemático para su resolución y un cuestionario que pretendió entender las motivaciones de la elección del curso y sus dificultades. Los resultados muestran que los estudiantes participantes en la investigación tienen dificultades en ambos tipos de preguntas. Se verificó la no identificación con el curso por 9 de los 16 licenciandos.

Palabras clave: formación de profesores de química, conocimientos de química, conocimiento matemático, resolución de ejercicios.

GRADUATES IN CHEMISTRY: AFFINITY WITH THE CAREER AND INFLUENCE OF MATHEMATICAL KNOWLEDGE IN SOLVING SOLUTION EXERCISES'S

Abstract

The present text is the result of a study whose objective was to analyze if difficulties in solving Chemistry exercises that need mathematical knowledge and the affinity with the graduation course can be obstacles in the learning of Chemistry contents. It was sought to answer if the difficulties that the students have to learn certain contents of Chemistry are derived from their difficulties in solving mathematical calculations. The research was of the mixed research type and as instruments of data collection were used a test with Chemistry questions with and without mathematical knowledge necessity for its resolution and a questionnaire that aimed to understand the motivations of the course choice and its difficulties. The results show that the students participating in the research have difficulty in both types of questions. The non-identification with the course was verified by 9 of the 16 graduates.

Keywords: Teacher training in Chemistry; Knowledge of Chemistry; Mathematical knowledge; Resolution of exercises.

LICENCIANDOS EM QUÍMICA: AFINIDADE COM O CURSO E INFLUÊNCIA DOS CONHECIMENTOS MATEMÁTICOS NA RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS DE SOLUÇÕES

Resumo

O presente texto é o resultado de um estudo cujo objetivo foi analisar se dificuldades em resolver exercícios de Química que necessitem de conhecimento matemático e a afinidade com o curso de licenciatura podem ser obstáculos na aprendizagem de conteúdos de Química. Foi buscado responder se as dificuldades que os estudantes possuem para aprender determinados conteúdos de Química são derivadas de suas dificuldades em resolver cálculos matemáticos. A pesquisa foi do tipo pesquisa mista e como instrumentos de coleta de dados foram utilizados um teste com questões de Química com e sem necessidade de conhecimento matemáticos para sua resolução e um questionário que visou entender as motivações da escolha do curso e suas dificuldades. Os resultados mostram que os estudantes participantes da pesquisa têm dificuldade em ambos tipos de questões. Ainda foi verificada a não identificação com o curso por 9 dos 16 licenciandos.

Palavras-chave: Formação de professores de Química; Conhecimentos de Química; Conhecimento matemático; Resolução de exercícios.

Introdução

O estudo relatado nesse artigo surgiu de uma observação em relação às dificuldades em determinados conteúdos de química que podem ser oriundos de dificuldades em utilizar adequadamente conceitos matemáticos, por estudantes do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Química ofertado pelo Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT) - *Campus Confresa*. O referido curso obteve conceito 4 em sua última avaliação do Ministério da Educação (MEC), divulgada no ano de 2014.

Os futuros professores de Química precisarão lecionar conteúdos que abrangem modelos teóricos, que se utilizam de linguagens científicas e matemáticas. Portanto, a compreensão de conceitos e a habilidade em realizar cálculos para resolução de problemas da disciplina de Química serão de fundamental utilidade no exercício docente.

Para Tardif (2014, p. 36), a prática docente “integra diferentes saberes, com os quais o corpo docente mantém diferentes relações”, e essas relações não são meramente de transmissão dos conhecimentos. O saber docente é um saber plural, formado pela formação profissional, “saberes disciplinares, curriculares e experienciais”.

O conhecimento plural, ao qual Tardif (2014) se refere no caso da disciplina de Química também é essencial, pois é preciso entender a história da Química, conceitos teóricos, formulações, a linguagem científica e a linguagem matemática. Além de uma boa interpretação

dos problemas que surgem, conseguir contextualizar com a realidade dos seus estudantes e ainda trabalhar a experimentação. São múltiplos os saberes necessários para a docência que qualquer fator que tenha dificuldade pode causar prejuízo no processo de ensino.

Com base nas dificuldades em resolver exercícios que envolvam cálculos simples, que muitas vezes podem ser resolvidos apenas com regra de três, que os autores deste estudo observaram em suas aulas para licenciandos dos últimos semestres do referido curso, é que surgiu a questão que norteou esta pesquisa: As dificuldades que os estudantes possuem para aprender determinados conteúdos de Química são derivadas de suas próprias dificuldades em resolver cálculos matemáticos?

Assim nosso objeto de estudo é o ensino e a aprendizagem em Química. Em que algumas observações nos leva a hipótese de que a habilidade em resolução de cálculos matemáticos consiste em obstáculo epistemológico para aprendizagem de conteúdos de Química.

Portanto, este trabalho traz os resultados de um estudo que teve como objetivo analisar se dificuldades em resolver exercícios de Química que necessitem de conhecimento matemático e a afinidade com o curso de licenciatura podem ser obstáculos na aprendizagem de conteúdos de Química. Para tanto, com finalidade de investigar a primeira parte desse objetivo, foi aplicado um teste com questões de Química que envolviam cálculos matemáticos para sua resolução e também procedimentos laboratoriais. Para a segunda parte, foi aplicado um questionário com questões sobre o interesse do estudante do curso de licenciatura e algumas questões sobre o que os levaram a optar por cursar essa graduação.

Neste trabalho, inicialmente são apresentadas reflexões sobre a formação de professores e o ensino de soluções em Química em que são abordados estudos que investigaram sobre a reprovação nos cursos de licenciatura e saberes necessários nessa área de formação. Em seguida são apresentados os procedimentos metodológicos em que o estudo foi realizado com a devida justificação teórica das etapas e instrumentos adotados. Posteriormente são apresentados os resultados obtidos e, por fim, as considerações finais.

Formação de professores em química: desafios e dificuldades

A formação inicial de professores é tema de discussão de diversas pesquisas, autores como Tardif (2014), Imbernón (2011) discutem os saberes e a formação profissional dos professores de forma geral. Outros autores, como Pinheiro, Moradillo e Messenger Neto (2016),

Lopes e Freitas-Reis (2015) apresentam pesquisas e reflexões acerca da formação e identidade dos professores de Química.

A formação de professores de forma geral sempre foi pautada nos conhecimentos disciplinares sem conexões com a prática profissional, e após esses conhecimentos específicos disciplinares serem estudados pelo futuro professor ele realizava o estágio devendo aplicar tais conhecimentos, o que não faz mais sentido atualmente, tanto no ensino como em outros setores profissionais (Tardif, 2014).

Há cursos, como exemplo o curso *locus* da investigação realizada, que alterações no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) foram realizadas afim de inserir disciplinas específico-pedagógicas com intuito de melhorar a formação de professores no que diz respeito a relação teoria e prática, e tais disciplinas devem sobretudo serem ministradas por professores licenciados, de preferência, com experiência docente.

Apesar de reformas que alteram as estruturas dos cursos de formação de professores no Brasil, as licenciaturas ainda são muito próximas dos cursos bacharelados, principalmente no quesito conteúdo das disciplinas específicas. As disciplinas pedagógicas são dadas por um profissional de pedagogia enquanto que as específicas por professores formados na área do curso. Professores muitas vezes doutores formados em áreas específicas do conhecimento como escreve Schnetzler (2012) são formados em áreas tão específicas da química ministrando diversas disciplinas e que estão muito distantes das questões pedagógicas e epistemológicas relacionadas à formação de professores.

As resoluções do Conselho Nacional de Educação (CNE), especificamente as Resoluções nº 1 e 2 do Conselho Pleno do CNE que em 2002 estabeleceram novas diretrizes para cursos de bacharelado ou licenciatura, e indicam a necessidade em formar o professor integralmente, desde o início do curso (Brasil, 2002; Brasil, 2002a).

No entanto, há outros fatores que podem influenciar na formação de professores, como por exemplo, a falta de aptidão para a disciplina escolhida, dificuldades como aponta Gatti (2010) em sua investigação que os estudantes de licenciatura são na maioria oriundos de escolas públicas, muitas vezes o primeiro membro da família a cursar nível superior e em sua maioria são indivíduos de média e baixa renda, e que anseiam na carreira docente uma forma de melhorar as condições sociais em que vivem.

Ao ingressar nos cursos de licenciatura, em especial ao curso de Química, ao qual neste estudo foi tratado, os estudantes se deparam com matrizes curriculares que possuem disciplinas pedagógicas, disciplinas específicas e as disciplinas mais gerais como matemática básica, cálculo diferencial e integral, língua portuguesa, entre outras. Além do estágio supervisionado e prática como componente curricular.

Assim, comumente, é nas disciplinas que exigem cálculos matemáticos em que há uma maior dificuldade e um alto índice de reprovação. Não é de hoje que estudos apresentam as dificuldades de estudantes de curso superior nas disciplinas de cálculo, sobretudo cálculo diferencial e integral, como Lopes (1999) mostra um estudo em que apresenta o alto índice de reprovação na referida disciplina nos cursos de cálculo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Nos estudos do autor supracitado são mostrados os percentuais de reprovações na disciplina de cálculo em diversos cursos, chegando aos 53,1% de reprovação na disciplina de Cálculo I e 73,2% de reprovação na disciplina de Cálculo II quando em turmas dos cursos de licenciatura, enquanto que os percentuais em cursos de engenharias são um pouco menores 68,9% e 28,7% para Cálculo I e II, respectivamente.

Em outro estudo mais recente, Gontijo Júnior, Besa e Cezana (2015) mostram dados alarmantes que indicam que a reprovação nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral em cursos superiores estudados atinge os 70% e continuando a crescer a cada ano gerando grande insatisfação nos estudantes e professores, e apontam que uma das justificativas para o elevado índice é devido a deficiência na formação básica dos estudantes.

Silva (2001, p. 14) escreve que conceitos matemáticos são importantes no entendimento de vários conteúdos de diversas disciplinas, incluindo a Química. Para o autor,

As noções de proporcionalidade e função matemática constituem bons exemplos, pois servem como modeladores de muitos dos fenômenos com os quais lidamos no cotidiano, incluindo-se os fenômenos químicos. Entretanto, em parte devido ao isolamento em que se encontram as disciplinas escolares, a integração de tais conceitos às disciplinas diferentes da matemática deixa de se concretizar, sob a forma de construções didáticas potencialmente integradoras.

Quando se fala de formação de professores de Química, os problemas são os mesmos, uma vez que a matemática também é ferramenta primordial para o ensino de diversos conceitos e disciplinas específicas como Química Geral, Físico-Química, Química Analítica, entre outras. E como licenciandos em Química muitas vezes os problemas se repetem como já citado nesse

texto anteriormente, problemas de formação básica e problemas como a fragmentação dos conteúdos.

Assim, nos conceitos de soluções, além do estudante precisar compreender teoricamente que uma solução é uma mistura de substâncias com características homogêneas, ou seja, só é visível uma única fase da mistura (Atkins & Jones, 2006), ele precisa calcular concentrações comuns e em quantidade de matéria de solução, calcular como diluir, e também cálculos de concentrações quando ocorre misturas de soluções.

Rossi et al. (2008, p. 58) apontam que os “[...] diversos livros didáticos brasileiros voltados para o Ensino Médio conduzem à familiaridade com a resolução de problemas matemáticos de Química, subestimando aspectos conceituais”, assim muitas vezes o estudante pode associar o conteúdo apenas com a formulação matemática sem entender os conceitos estudados, o que pode dificultar a aprendizagem ainda mais, principalmente se ele possui dificuldades em cálculos matemáticos.

Muitas vezes esses cálculos são obstáculos epistemológicos que dificultam a aprendizagem dos estudantes. Um estudo dos autores Silva, Eichler e Del Pino (2003, p. 592) sobre a organização conceitual da disciplina de química obteve nos resultados que há “[...] uma tendência dos professores considerarem os conhecimentos relativos à área de matemática mais relevantes do que os de física [...]”.

Ainda de acordo com Silva, Eichler e Del Pino (2003, p. 593), foi percebido que “[...] a integração dos conceitos e do conteúdo do curso é deixada para os estudantes, que, na maioria das vezes, manifestam dificuldades com essa integração”. E os autores ainda sugerem que a integração das disciplinas de física e matemática precisa se ampliar no início dos cursos de formação, logo em suas primeiras disciplinas, afim de facilitar a aprendizagem dos conteúdos de química.

Melo e Lima Neto (2013, p. 112) complementam a ideia de que “[...] a química está baseada em modelos, não somente os atômicos, mas também os moleculares, os de reações, os matemáticos e essa ideia não é contemplada pelo professor, pela maioria dos livros didáticos e, conseqüentemente, pelo aluno”. Portanto a linguagem química e os cálculos matemáticos são importantes para o entendimento dos conceitos químicos, sobretudo para os licenciandos que terão que ter essa compreensão para ensinar os conteúdos de sua disciplina de formação.

Assim, disciplinas específico-pedagógicas podem auxiliar nessa integração de conteúdos, integração da teoria e da prática e diminuir as dificuldades apresentadas pelos licenciandos. Tais disciplinas podem servir de espaço de diálogo, debates e discussão dos conteúdos e de como ensiná-los, além de conhecer e aprofundar debates epistemológicos e pedagógicos dos conteúdos. Outro fator, e também relevante, é a seleção do que ensinar, compreender o que deve ser essencial para a formação do estudante, selecionar de fato o que terá impacto na sua atuação profissional.

Um estudo publicado por Vianna, Aydos e Siqueira (1997, p. 213) também já apontava algumas dificuldades para os cursos de licenciatura tais como:

[...] problemas enfrentados hoje são os mesmos desde a sua criação, e que ainda continuam sem solução definitiva. Dentre eles destacam-se: a falta de integração entre disciplinas de conteúdos específicos e de educação, fragmentação dos conteúdos e discriminação de professores e alunos por parte de colegas dos cursos de Bacharelado e cursos afins, baixo nível de conhecimento dos alunos que ingressam no curso, falta de perspectiva profissional devido à baixa remuneração e às péssimas condições de trabalho no ensino médio, aliados ao descaso para com a educação demonstrada pelos nossos governantes.

O cenário em mais de 20 anos não parece ter modificado, continua a se repetir vários dos problemas citados por Vianna, Aydos e Siqueira (1997), sobretudo quando se trata da fragmentação do conteúdo, discriminação tanto por partes dos colegas de bacharelado quanto por professores formadores, que muitas vezes são oriundos de bacharelado e ao atuarem na formação de professores não possuem aportes teóricos metodológicos e epistemológicos capazes de compreender as diferenças necessárias para a formação dos licenciandos.

Ensino de soluções químicas

O ensino de soluções, geralmente ocorre no 2º ano do ensino médio, e de acordo com estudos de Echeverria (1993; 1996), tem mostrado que os aspectos quantitativos são mais valorizados do que os aspectos qualitativos. Dessa forma muitos estudantes realizam exercícios matemáticos sem a compreensão dos aspectos microscópicos de uma dissolução por exemplo.

De acordo com Carmo e Marcondes (2008, p. 37) é considerado atualmente, que

[...] nas soluções ocorram interações entre as partículas (moléculas ou íons) do soluto (componente em menor quantidade ou substância dissolvida) com as do solvente (componente mais abundante ou agente da dissolução). Dessa forma, as forças eletrostáticas (interatômicas e intermoleculares), que permitem interações entre as partículas de soluto e entre as de solvente, devem dar lugar a novas interações soluto/solvente quando da formação de uma solução.

Para entender soluções os estudantes precisam compreender em um nível de abstração microscópico, conseguir observar as características macroscópicas da solução e entender o que ocorre em nível microscópico. Além da compreensão dos fatores teóricos do conceito de solução os estudantes aprendem a calcular concentração, preparar soluções, fazer diluição, misturar soluções de mesmo soluto e mesmo solvente e também diferentes como na titulação, obtenção do soluto pela evaporação de solventes, e todos estes procedimentos são feitos por cálculos matemáticos, relativamente simples.

No estudo de Carmo e Marcondes (2008), realizado com estudantes de nível médio, em que realizaram várias atividades sobre soluções, observaram que os estudantes formulam respostas e explicações macroscópicas, e tem dificuldades de explicar em níveis microscópicos. No estudo citado as autoras não estudaram a aplicação de cálculos matemáticos na resolução de exercícios e preparação de soluções.

Os exercícios envolvendo os conceitos de soluções, muito presentes em livros didáticos, exigem que os estudantes realizem cálculos matemático, que tanto podem ser realizados, em sua maioria, por regra de três, ou ainda se aplicando fórmulas matemáticas em nível de equações de primeiro grau.

Um estudante para calcular, por exemplo, concentração em gramas por litro de solução, chamada também de Concentração Comum, dada em $g.L^{-1}$, além da regra de três pode-se utilizar da seguinte expressão matemática:

$$\text{Concentração Comum } (g.L^{-1}) = \frac{\text{Massa do Solute } (g)}{\text{Volume da Solução } (L)}$$

Ainda considerando que o estudante necessite calcular a concentração em Quantidade de Matéria (M), dada em $mol.L^{-1}$, ele pode aplicar a seguinte expressão matemática:

$$\text{Quantidade de Matéria } (mol.L^{-1}) = \frac{\text{Massa do Solute } (g)}{\text{Massa Molar } (g.mol^{-1}) \times \text{Volume da Solução } (L)}$$

Os livros didáticos de nível médio apresentam as expressões matemáticas e exercícios resolvidos, e uma lista de dezenas de exercícios utilizando-se dessas formulações para resolução de exercícios de soluções. Os estudantes em nível superior, muitas vezes resolvem exercícios com graus de compreensão e níveis matemáticos muito mais complexos durante a graduação, no entanto apresentam dificuldades quando precisam resolver ou ensinar soluções químicas.

Alguns livros, em que pode ser citado o livro *Química Cidadã*, volume 2, organizado pelos professores Santos e Mól (2010), por exemplo, apresentam soluções de forma bem contextualizada, apresentando produtos alimentícios e de higiene, concentrações e formulações, bem ilustrados e com atividades práticas a serem realizadas, no entanto também trazem as expressões matemáticas e exercícios de cálculos de preparo de soluções.

Os licenciandos, futuros professores, ao chegarem nas escolas públicas brasileiras terão acesso a livros didáticos que são distribuídos como parte do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), e, portanto, muitos o utilizarão como um dos instrumentos de trabalho e na sua atuação irão se deparar com tais tipos de exercícios, precisarão estar aptos a entenderem os conceitos de solução nos níveis macroscópicos e microscópicos, teóricos e ainda saberem calcular para poderem ensinar.

Ademais, o presente estudo apresenta a seguir os procedimentos metodológicos utilizados na busca de tentar compreender se as dificuldades na resolução de exercícios de química, especificamente do conteúdo de soluções químicas, podem estar relacionadas com dificuldades em cálculos matemáticos.

Procedimentos metodológicos

Para a realização da pesquisa, foram selecionadas duas turmas que cursam Licenciatura em Ciências da Natureza – Habilitação em Química no IFMT - *Campus Confresa*, situado na cidade de Confresa/MT. As turmas cursavam o 8º e 6º semestre (de um total de 8 semestres) e tiveram ingresso, respectivamente, nos anos de 2014 e 2015. A escolha dessas turmas se deu pelo fato de estarem em tempo próximo de se formarem e adentrarem no mercado de trabalho como profissionais da Educação Básica no ensino de Química ou disciplinas afins. A pesquisa foi realizada durante o primeiro trimestre de 2017 e contou com a participação de 16 (de 22 matriculados), em que 12 (de 15 matriculados) eram da turma de 2014 e 4 (de 8 matriculados) eram da turma de 2015.

Em relação ao tipo de pesquisa, Sampieri, Collado e Lucio, (2013, p. 51) indicam que o objeto estudado pode auxiliar na compreensão sobre “[...] a realidade objetiva (do ponto de vista quantitativo), a realidade subjetiva (do ponto de vista qualitativo) ou a realidade intersubjetiva (a partir da visão mista) [...]”. Amparando-se nesses preceitos, a pesquisa realizada se configura como uma pesquisa mista em que, segundo Creswell (2010), oferece múltiplos modelos de

dados com vistas a contemplar o máximo de possibilidades por meio de análise estatística e análise textual.

De acordo com Creswell (2010), dentro da pesquisa mista há a possibilidade de realizar a análise dos resultados com técnica de triangulação concomitante. Essa técnica é elencada quando o pesquisador utiliza dois métodos diferentes em uma tentativa de confirmar, fazer validação cruzada ou corroborar resultados dentro de um único estudo. Ainda segundo o autor, nesse modelo geralmente é utilizado o método quantitativo e o qualitativo separadamente como maneira de compensar os pontos fracos inerentes a um método com os pontos fortes de outro método. Nesse caso, a coleta de dados quantitativos e qualitativos é simultânea, em que ocorre em uma fase do estudo de pesquisa.

Diante desse referencial teórico, essa seção é dividida em 3 subseções, a saber: Teste de aptidão (Teste padronizado) como instrumento de pesquisa quantitativa; Questionário como instrumento de pesquisa qualitativa; e Procedimento adotado no processo de investigação. As seções sobre os instrumentos de coleta de dados foram embasadas em Marconi e Lakatos (2002) e Sampieri, Collado e Lucio, (2013).

Teste de aptidão (Teste padronizado) como instrumento de pesquisa quantitativa

Para ser realizada a interpretação dos resultados, além de uma sólida fundamentação teórica acerca do objeto de estudo e sob o ponto de vista da abordagem quantitativa, a aplicação de testes pode ser uma base para a interpretação de resultados (Gomes, 2009).

Para a parte quantitativa da pesquisa realizada foi elencado o instrumento tipo teste que, de acordo com Marconi e Lakatos (2002), são instrumentos utilizados com a finalidade de obter dados que permitam, dentre outros, mensurar o rendimento, a competência e a capacidade individual, em forma quantitativa. O teste realizado na pesquisa é uma mescla dos testes do tipo aptidão e do tipo interesse. Ainda segundo as autoras supracitadas, o teste de aptidão procura prever a capacidade de rendimento de um indivíduo ao executar determinada tarefa e o teste de interesse tenta obter uma escala dos tipos de atividades que um indivíduo tende a preferir. O teste de aptidão, não consegue medir a aptidão diretamente, mas apenas deduzi-la com base nos rendimentos do indivíduo. O teste de interesse leva em consideração que a pessoa, quando exerce atividades relacionadas ao que gosta, tem mais possibilidade de êxito.

Sampieri, Collares e Lucio (2013) indicam que esses testes mensuram variáveis específicas, como a inteligência, o raciocínio matemático, a satisfação com alguma atividade, a

adaptação à escola, interesses vocacionais, dentre inúmeras outras situações. Então foi elaborado um teste com 5 questões e cada questão foi elaborada com o propósito de diagnosticar um aspecto específico, conforme a seguir.

(UFRN - adaptada)¹ O agrônomo de uma usina de açúcar solicitou uma avaliação do teor de sacarose contida em um determinado lote de cana de açúcar. Para isso, foi entregue ao químico uma amostra de 2,0 litros de caldo de cana para determinar a concentração da sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Ao receber o resultado da análise, expresso em concentração em quantidade de matéria ($0,25 \text{ mol.L}^{-1}$), o auxiliar de escritório, não conseguindo decifrá-lo, recorreu ao gerente. Que massa de sacarose está contida nos 2,0 litros de caldo de cana, de concentração $0,25 \text{ mol.L}^{-1}$?

Essa questão tem o intuito de avaliar se o estudante consegue resolver questões em que faz uso de conceitos químicos como concentração, solução, quantidade de matéria, e para se chegar ao resultado, necessita de processos que envolvem cálculos matemáticos. Estes cálculos matemáticos podem surgir a partir de equações prontas, muitas vezes decoradas pelos estudantes ou eles podem chegar a estas equações a partir de deduções simples, partindo dos conceitos químicos empregados. Além disso os estudantes podem resolver estes problemas utilizando a regra de três.

(FFO. Diamantina/MG - adaptada) Quantos gramas de água são necessários, a fim de se preparar uma solução, a 20% em peso, usando 80g de soluto?

Semelhante à questão 1, a questão 2 necessita da compreensão de conceitos químicos, como título e porcentagem, concentração e soluções, precisa do entendimento que a massa da solução é formada em sua totalidade pela soma do solvente (água) e soluto. No entanto, essa questão pode ser resolvida somente com cálculos matemáticos e sem a necessidade de um mais profundo conhecimento químico. Desse modo, essa questão pode ser resolvida com a utilização de uma regra de três simples diretamente proporcional.

Uma solução aquosa $2,0 \text{ mol.L}^{-1}$ de ácido clorídrico apresenta: a) 2 mols de soluto para cada 2,0 litros de solução; b) 2 mols de soluto para cada 1,0 litro de solvente; c) 2 mols de soluto para cada 1,0 litro de solução; d) 1 mol de soluto para cada 2,0 litros de solução; e) 1 mol de soluto para cada 1,0 litro de solução.

¹Disponível em: <http://www.comperve.ufrn.br/conteudo/provas/provas2001.htm>. Acesso em: 20 abr. 2018.

Para a resolução da Questão 3, de múltipla escolha, o estudante precisa apenas compreender o conceito de solução, saber que a solução é formada pela soma do soluto e do solvente, assim não precisa de cálculos matemáticos para resolver, portanto o objetivo da questão utilizada no teste foi observar se os estudantes teriam maior facilidade em responder uma questão sem precisar calcular.

1. (U. Anhembi Morumbi-SP) *Se dissolvermos totalmente uma certa quantidade de sal em solvente e por qualquer perturbação uma parte do sal se depositar, teremos no final uma solução: a) Saturada com corpo de fundo; b) Supersaturada com corpo de fundo; c) Insaturada; d) Supersaturada sem corpo de fundo; e) Saturada sem corpo de fundo.*

A exemplo da Questão 3, a Questão 4 também se resolve apenas de forma conceitual, independente de cálculos matemáticos. A questão objetivou averiguar se os estudantes entendem de solubilidade e preparo de soluções.

Descreva como deve ser o procedimento correto para preparar 100 mL de uma solução de 1 mol.L⁻¹ de NaOH, tendo a disposição um laboratório equipado. (Dados $M_{NaOH} = 40g.mol^{-1}$)

A Questão 5 tem essência de uma questão prática, ou seja, descrever uma simulação realizada em laboratório. O intuito dessa questão é o de verificar se o licenciando consegue descrever uma situação prática para a realização de uma solução. Nessa questão o estudante precisa descrever como se conduz um experimento em que será preparado soluções. Indicando o nome das vidrarias a serem utilizadas e a forma de manuseá-las. Além disso, ele precisaria mostrar passo-a-passo desde o momento em que fez os cálculos para saber a quantidade de soluto a ser pesada até o momento de colocar esse soluto no balão volumétrico e aferir o volume. Com esta questão pode-se avaliar tanto os conceitos químicos apreendidos ao longo dos semestres quanto do conhecimento matemático para calcular a quantidade de soluto necessária para se preparar a solução solicitada questão além dos procedimentos para o preparo da solução o estudante precisa lançar mão de conhecimentos matemáticos para descrever como preparar a solução.

Questionário como instrumento de pesquisa qualitativa

Para a parte qualitativa da pesquisa realizada foi elencado o questionário que, segundo Marconi e Lakatos (2002), é um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito. Com esse instrumento são

obtidas respostas mais rapidamente e mais precisas. Há maior liberdade nas respostas, em razão do anonimato. Há mais segurança, pelo fato de as respostas não serem identificadas. Obtém respostas que materialmente seriam inacessíveis. Ainda segundo Marconi e Lakatos (2002) e reforçado por Fachin (2006), o questionário deve ser limitado em extensão e em finalidade. Pois, se for muito longo pode causar fadiga e desinteresse ou se curto demais pode correr o risco de não coletar suficientes informações. Ainda, Gil (2008, p. 127) afirma que é “[...] necessário considerar que de modo geral os respondentes não se sintam obrigados a responder ao questionário. Por essa razão convém que sejam incluídas apenas as questões rigorosamente necessárias para atender aos objetivos da pesquisa”.

Quanto à forma de resposta do indivíduo pesquisado, as perguntas componente de um questionário podem ser classificadas em dois tipos de questões: abertas ou fechadas. As perguntas abertas, de acordo com Marconi e Lakatos (2002, p. 101), “[...] são as que permitem ao informante responder livremente, usando linguagem própria e emitir opiniões”. Sampieri, Collado e Lucio (2013, p. 239) indicam que essas perguntas “[...] não delimitam de antemão as alternativas de resposta, por isso o número de categorias é muito elevado; na teoria, é infinito, e pode variar de população a população”.

As autoras Marconi e Lakatos (2002, pp. 101-107) apresentam as questões fechadas em que “[...] são aquelas em que o informante escolhe sua resposta entre duas opções: sim e não” e as perguntas de múltipla escolha que “são perguntas fechadas mas que apresentam uma série de possíveis respostas, abrangendo várias facetas do mesmo assunto”. No entanto, Sampieri, Collado e Lucio (2013, p. 235) apresentam as perguntas fechadas como que “[...] contêm categorias ou opções de resposta que foram previamente delimitadas” e indicam que podem ser dicotômicas (duas possibilidades de resposta) ou incluir várias opções de resposta. Assim, nessa pesquisa foi elencada a segunda definição apresentada para perguntas fechadas, em que engloba a primeira definição de pergunta fechada e pergunta de múltipla escolha.

Fachin (2006) indica que ao elaborar um questionário, deve ser considerado seu propósito. Reforça que essa é uma das partes mais delicadas e que as perguntas devem ter um propósito para se atingir o que se quer pesquisar. Com base nessas orientações, o questionário é apresentado com a indicação do propósito de cada pergunta.

1. *Das disciplinas específicas cursadas no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza – Habilitação em Química, listadas a seguir, informe aquelas que você considera que tenha tido mais dificuldades em aprender os conteúdos, justifique à frente de cada uma que assinalar. () Bioquímica; () Química Analítica; () Química Inorgânica; () Físico-química; () Química Orgânica; () Química Geral.*

Essa pergunta teve a finalidade de identificar quais das disciplinas específicas o licenciando teve mais dificuldade, se houve, em seu percurso acadêmico. Dentre as disciplinas elencadas, há as que necessitam de cálculos matemáticos durante seus estudos: Físico-química, Química Analítica, Química Inorgânica e Química Geral. Já as disciplinas de Bioquímica e Química Orgânica são disciplinas que não necessitam desses cálculos para seu estudo. À frente de cada alternativa foi deixado um espaço para que os licenciandos pudessem justificar sua marcação.

2. *Você tem dificuldades em resolver questões de Química que envolvam conhecimentos matemáticos? Explique.*

Essa pergunta visa corroborar com a primeira, ela possibilita verificar a hipótese levantada ao poder estabelecer relações entre as dificuldades no cálculos matemáticos com as dificuldades nas disciplinas que deles necessitam.

3. *Quais as motivações lhe fizeram optar pelo curso de Química?*

Acredita-se que a aptidão para o conhecimento em Química pode influenciar no rendimento do licenciando. Desse modo, essa pergunta teve a finalidade de verificar se o licenciando optou por um curso de licenciatura em Química como 1ª opção ou houveram fatores que o induziram a escolher esse tipo de curso de graduação.

4. *Você tinha conhecimento da necessidade de possuir conhecimentos matemáticos para estudar alguns conteúdos de Química? Explique.*

Caso se concretize a existência de dificuldade no curso devido os cálculos matemáticos, essa pergunta é proposta para verificar se o licenciando já sabia da necessidade de tais cálculos quando da inscrição no processo seletivo.

Depois de redigido, Marconi e Lakatos (2002) e Sampieri, Collado e Lucio (2013) indicam que o questionário precisa ser testado antes de sua utilização definitiva, isso para que o questionário possa ter fidedignidade (qualquer aplicador obtém sempre os mesmos resultados),

validade (os dados recolhidos são necessários à pesquisa) e operatividade (vocabulário acessível e linguagem clara). Os questionários também são elucidados como instrumentos de pesquisa por Charmaz (2009), Eco (2007) e Gil (2008)

Procedimento adotado na aplicação dos instrumentos de investigação

A aplicação nas turmas com ingresso em 2014 e com ingresso em 2015 foi realizada separadamente devido não haver a possibilidade de juntar as turmas para que as atividades de investigação fossem realizadas. No entanto, o procedimento de realização das atividades foi de modo idêntico.

Inicialmente, os licenciandos foram informados sobre os objetivos e métodos da investigação. Em seguida foi solicitado que lessem e assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) caso se dispusessem em participar das atividades de investigação. Todos os licenciandos presentes se dispuseram a participar.

Após a assinatura do TCLE, foi entregue aos licenciandos o teste para que pudessem responder às questões. Foi explicado que tinham de responder às questões propostas sem qualquer auxílio, nem de outros licenciandos, do aplicador do teste ou instrumentos de consulta. Essa atividade durou cerca de 50 minutos para sua realização em cada uma das turmas. Em seguida foram aplicados os questionários, sem recolher os testes, e foi pedido aos licenciandos que entregassem os dois instrumentos concomitantemente para que não houvesse mistura do instrumento de um estudante com o de outro. A aplicação do questionário teve duração de aproximadamente 30 minutos para ser concretizada em cada uma das turmas. Para manter o anonimato dos participantes, eles são identificados como Estudante 1, Estudante 2, Estudante 3 até o Estudante 16.

Resultados e reflexões

Inicialmente são apresentados os dados referentes à parte quantitativa da investigação, em que são mostrados e analisados os dados obtidos questão à questão. No Quadro 1 são apresentados os resultados obtidos com a Questão 1 do teste. Para representação dos dados, tem-se as respostas Sim (S), Não (N) e Em Branco (B).

Quadro 1 - Dados obtidos na Questão 1 do teste

	Questão 1			Questão 1		
	Acertou a Montagem?	Acertou o Desenvolvimento?	Acertou o Resultado?	Acertou a Montagem?	Acertou o Desenvolvimento?	Acertou o Resultado?
Estudante 1	N	N	N	Estudante 9	N	N
Estudante 2	N	N	N	Estudante 10	B	B
Estudante 3	B	B	B	Estudante 11	N	N
Estudante 4	N	N	N	Estudante 12	N	N
Estudante 5	N	N	N	Estudante 13	N	N
Estudante 6	N	N	N	Estudante 14	N	N
Estudante 7	N	N	N	Estudante 15	S	S
Estudante 8	N	N	N	Estudante 16	S	S

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação à Questão 1, houveram dois estudantes, 15 e 16, que acertaram a montagem e o desenvolvimento, mas erraram o resultado (Figura 1). Ainda cabe destacar os dois estudantes, 3 e 10, que deixaram a questão em branco. Os demais não conseguiram sequer montar a questão para sua resolução.

Figura 1 - Respostas dos estudantes 15 e 16, respectivamente, no teste

Handwritten work for Student 15: $C = \frac{m}{mm.V(L)} = 0,25 = \frac{m}{342 - 2,0} \rightarrow mm = \frac{684}{0,25} \rightarrow m = 2,736 \text{ g/L}$

Handwritten work for Student 16: $C = \frac{m}{mm.V} \rightarrow 0,25 = \frac{m}{342.20} \Rightarrow m = \frac{684}{0,25} = 2,736 \text{ g}$

Fonte: Dados da pesquisa.

Já para a Questão 2, os dados estão representados no Quadro 2. Também para representação dos dados, tem-se as respostas Sim (S), Não (N) e Em Branco (B).

Quadro 2 - Dados obtidos na Questão 2 do teste

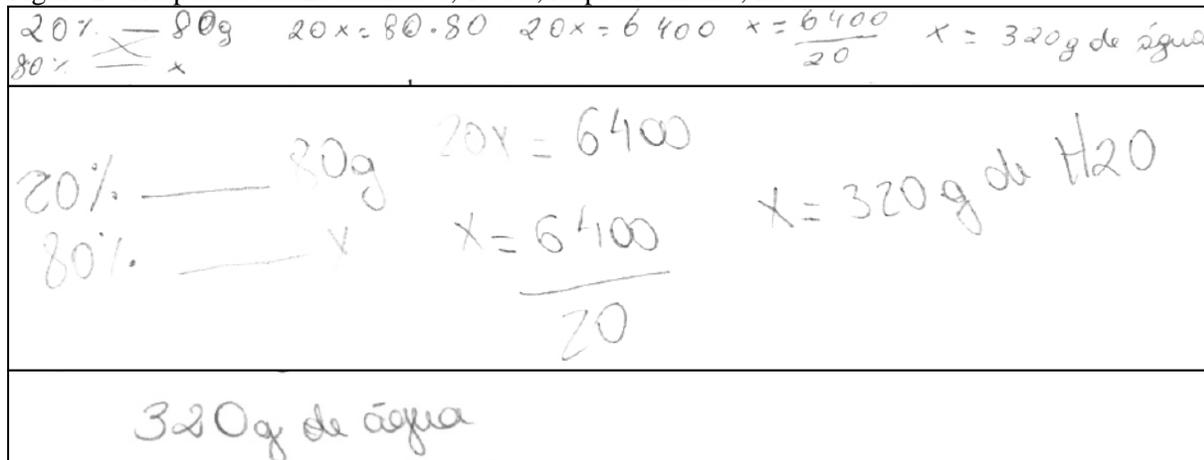
	Questão 2			Questão 2		
	Acertou a Montagem?	Acertou o Desenvolvimento?	Acertou o Resultado?	Acertou a Montagem?	Acertou o Desenvolvimento?	Acertou o Resultado?
Estudante 1	N	N	N	Estudante 9	N	N
Estudante 2	N	N	N	Estudante 10	B	B
Estudante 3	S	S	S	Estudante 11	N	N
Estudante 4	N	N	N	Estudante 12	N	N
Estudante 5	N	N	S	Estudante 13	S	S
Estudante 6	B	B	B	Estudante 14	N	N
Estudante 7	N	N	N	Estudante 15	N	N
Estudante 8	N	N	N	Estudante 16	N	N

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação à Questão 2, pode ser observado que dois estudantes, 3 e 13, acertaram a montagem, o desenvolvimento e a resposta dessa questão (Figura 2). O Estudante 5 acertou apenas o resultado (Figura 2). Ainda cabe destacar os dois estudantes, 6 e 10, que deixaram a questão em branco. Essas duas questões destacam a importância da matemática, em que Silva (2001, p. 14) destaca que a aplicação desta é importante no entendimento de vários conteúdos de diversas disciplinas. Essas duas questões indicam aplicabilidade na Química que, de acordo com Atkins e Jones (2006), é necessário calcular concentrações, como diluir, obter concentrações quando ocorre misturas de soluções, entre outras.

Os dados obtidos por essas duas questões dão uma base mais profunda do que somente a falta de habilidade em resolver cálculos matemáticos, pois nenhum estudante conseguiu montar corretamente a resolução (seja por uma fórmula pronta ou por regra de três) e errou o cálculo durante a resolução. O que indicaria a compreensão de conceitos químicos e dificuldades na resolução dos cálculos. Tal situação corrobora com os estudos de Gontijo Júnior, Besa e Cezana (2015) que mostraram o alto índice de reprovação e apontaram que uma das justificativas para o elevado índice é devido a deficiência na formação básica dos estudantes.

Figura 2 - Respostas dos Estudantes 3, 13 e 5, respectivamente, no teste



Fonte: Dados da pesquisa.

Em comparação entre as duas questões, destaca-se que a única constante foi o Estudante 10 deixar ambas as questões em branco, pois o Estudante 3 deixou a Questão 1 em branco e acertou a Questão 2 e o Estudante 6 não acertou a Questão 1 e deixou a Questão 2 em branco. Assim, nenhum dos 16 estudantes acertaram as duas questões.

As questões 3 e 4 são objetivas e nenhum dos estudantes deixou alguma delas em branco. Assim foram então marcadas as respostas Sim (S) e Não (N), conforme pode ser verificado no Quadro 3.

Quadro 3 - Dados obtidos nas questões 3 e 4 do teste

	Questão 3	Questão 4		Questão 3	Questão 4
	Acertou o Resultado?	Acertou o Resultado?		Acertou o Resultado?	Acertou o Resultado?
Estudante 1	S	S	Estudante 9	N	S
Estudante 2	S	S	Estudante 10	N	S
Estudante 3	N	S	Estudante 11	S	S
Estudante 4	N	S	Estudante 12	S	N
Estudante 5	S	S	Estudante 13	N	S
Estudante 6	N	S	Estudante 14	N	S
Estudante 7	N	S	Estudante 15	S	N
Estudante 8	N	S	Estudante 16	S	N

Fonte: Dados da pesquisa.

Em relação às questões 3 e 4, todos estudantes envolvidos acertaram pelo menos uma das duas questões. Em que 7 estudantes acertaram a Questão 3 e 13 acertaram a Questão 4, desses somente 4 estudantes, 1, 2, 5 e 11, acertaram as duas questões. Já na Questão 5, última

do teste, em que foi solicitado que descrevessem um procedimento laboratorial os resultados estão dispostos no Quadro 4.

Quadro 4 - Dados obtidos na Questão 5 do teste					
Questão 5					
	Desenvolvimento				Observações
	Nulo	Parcial	Total	Em Branco	
Estudante 1	X	-	-	-	Tentou resolver como exercício, mesmo assim de modo equivocado.
Estudante 2	X	-	-	-	Errou a vidraria pra preparar a solução, o procedimento de pesagem não está correto.
Estudante 3	-	-	-	X	Não respondeu.
Estudante 4	-	-	-	X	Não respondeu.
Estudante 5	-	-	-	X	Não respondeu.
Estudante 6	-	-	X	-	Acertou o cálculo, desenvolveu corretamente o procedimento e indicou vestimentas apropriadas.
Estudante 7	-	-	-	X	Não respondeu.
Estudante 8	-	-	-	X	Não respondeu.
Estudante 9	-	X	-	-	Tentou calcular com montagem correta e erro no restante.
Estudante 10	-	-	-	X	Não respondeu.
Estudante 11	-	X	-	-	Tentou calcular com montagem correta e erro no restante.
Estudante 12	-	-	-	X	Não respondeu.
Estudante 13	-	X	-	-	Calculou a quantidade necessária e desenvolveu outro cálculo que induziu ao erro. O procedimento equivocado, desenvolveu um procedimento de titulação.
Estudante 14	-	X	-	-	Calculou a quantidade necessária do soluto, mas não descreveu corretamente o procedimento.
Estudante 15	-	-	-	X	Não respondeu.
Estudante 16	-	X	-	-	Montou corretamente, mas errou a quantidade no fim. Descreveu um processo de titulação.

Fonte: Dados da pesquisa.

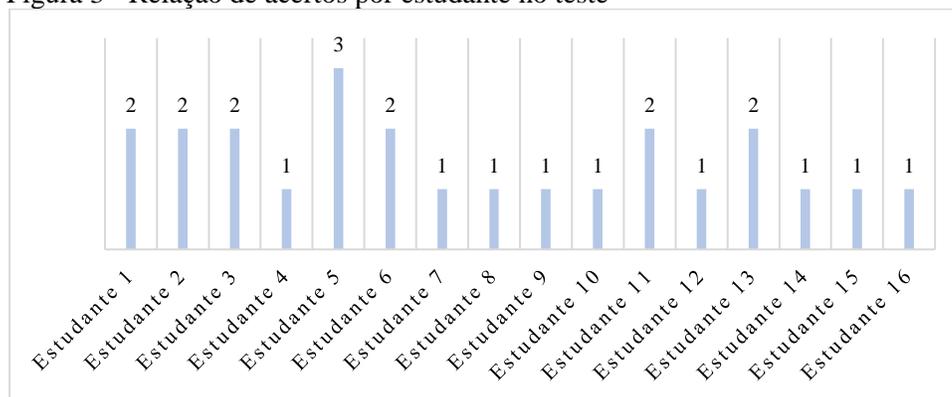
Diante desses dados, é possível perceber que 8 estudantes, metade do total, deixaram a questão sobre procedimento laboratorial em branco. Também, somente 1 estudante conseguiu obter êxito, 2 tentaram resolver sem êxito algum e 5 conseguiram resolver parcialmente a questão. Em corroboração aos estudos de Rossi et al. (2008) que apontam, em alguns momentos, uma tendência a focar na resolução de problemas matemáticos de Química em detrimento de

seus aspectos conceituais, acredita-se que esse estudo traz dados que indicam uma reflexão quanto à formularização excessiva da Química. Em que os estudantes ficam reféns de memorizar a fórmula e não conseguir sequer tentar resolver se não lembrá-la.

Tal situação supracitada pode ser evidenciada nos estudos de Silva, Eichler e Del Pino (2003) em que destacam que a integração dos conceitos químicos e os cálculos matemáticos ficam por conta do estudante, que muitas vezes sentem dificuldades nesse processo. Dessa forma, os estudos de Echeverria (1993; 1996), que apesar de realizados a mais de duas décadas ainda indicam problemas atuais, mostraram que os aspectos quantitativos por vezes são mais valorizados do que os aspectos qualitativos. Desse modo são realizados exercícios matemáticos sem a compreensão dos aspectos microscópicos de uma dissolução, por exemplo.

Para se ter um panorama sobre os acertos em relação aos estudantes, pode ser observada a Figura 3 em que o Estudante 5 foi quem mais acertou questões, 3 no total, e todos estudantes acertaram pelo menos uma das questões do teste.

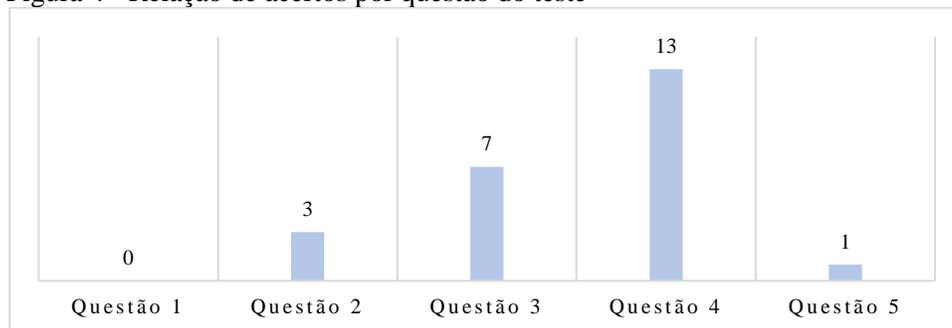
Figura 3 - Relação de acertos por estudante no teste



Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 4 traz um panorama de acerto por questão em que pode se destacar o fato de nenhum estudante acertar a Questão 1 e 13 estudantes acertarem a Questão 4.

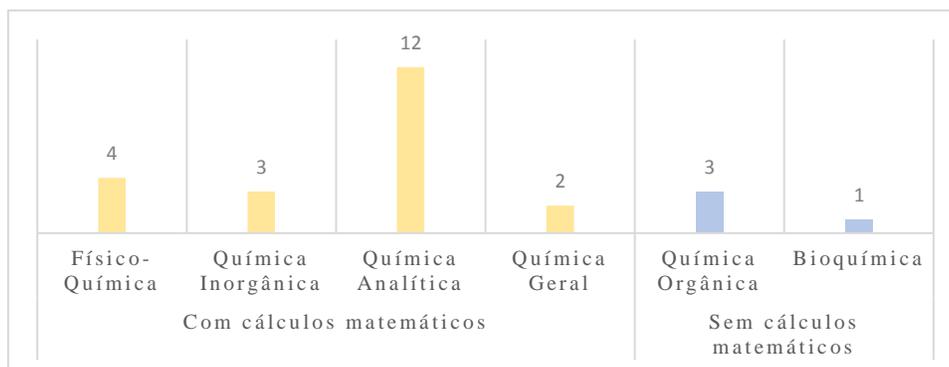
Figura 4 - Relação de acertos por questão do teste



Fonte: Dados da pesquisa.

Na parte qualitativa da investigação, os dados foram obtidos por meio do questionário. O quantitativo de respostas pode ser observado na Figura 5, em que as disciplinas foram divididas em dois grupos: “Com cálculos matemáticos” e “Sem cálculos matemáticos”. Esses dois grupo serviram de parâmetro para compreender se a dificuldade com cálculos matemáticos estão presentes nas disciplinas de Química que os englobam.

Figura 5 - Quantitativo de respostas sobre disciplinas em que tiveram mais dificuldade



Fonte: Dados da pesquisa.

Os estudantes que indicaram dificuldades com as disciplinas que envolvem cálculos matemáticos podem ser observados no Quadro 5.

Quadro 5 - Escolha de disciplinas conforme cada estudante

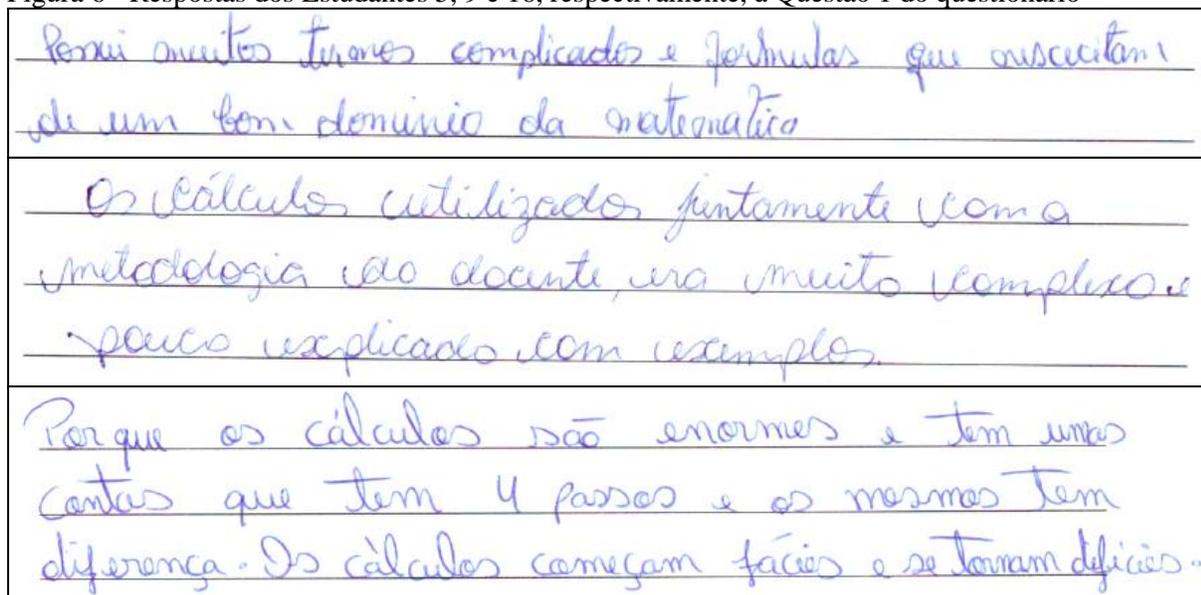
Disciplinas Marcadas		Disciplinas Marcadas	
Estudante 1	Físico-Química Química Analítica	Estudante 10	Físico-Química Química Analítica
Estudante 2	Físico-Química	Estudante 11	Bioquímica
Estudante 3	Nenhuma	Estudante 12	Química Analítica
Estudante 4	Química Analítica	Estudante 13	Química Analítica
Estudante 5	Química Analítica	Estudante 14	Química Analítica
Estudante 6	Química Analítica	Estudante 15	Química Orgânica
Estudante 7	Química Orgânica	Estudante 16	Química Inorgânica
Estudante 8	Química Inorgânica Química Geral		Química Orgânica
Estudante 9	Físico-Química Química Analítica		Química Inorgânica Química Geral
	Química Analítica		Química Analítica

Fonte: Dados da pesquisa.

Diante dos dados, cabe destacar que somente quatro estudantes, 2, 3, 7 e 15 não indicaram a Química Analítica como a que teve mais dificuldade durante os estudos de graduação. Ainda, somente o Estudante 3 indicou não ter dificuldades nas disciplinas que fazem uso de cálculos matemáticos. No entanto, esse estudante deixou as Questões 1 e 5 do teste em branco, acertou as Questões 2 e 4 e não acertou a Questão 3. Então mesmo ele não tendo assinalado dificuldades, não se saiu bem no teste realizado.

Ainda sobre as indicações mostradas no Quadro 5 todos os estudantes que indicaram as disciplinas classificadas como “Com cálculos Matemáticos” indicaram o excesso de formularização e os conhecimentos matemáticos necessários como principais fatores. A Figura 6 apresenta as respostas, respectivamente, dos Estudantes 5, 9 e 16 à Questão 1 do questionário. Essa constatação corrobora com o elucidado por Melo e Lima Neto (2013) ao afirmar que a Química está em parte baseada em modelos matemáticos e por Silva, Eichler e Del Pino (2003) ao indicar que os conceitos químicos e seus modelos matemáticos não devem ser estudados de modo independentes. Assim, deve-se ter ponderação nos estudos quanto à esses dois entes, pois não se pode trabalhar conceitos químicos em detrimento dos modelos matemáticos e nem trabalhar os conceitos matemáticos em detrimento dos conceitos químicos.

Figura 6 - Respostas dos Estudantes 5, 9 e 16, respectivamente, à Questão 1 do questionário

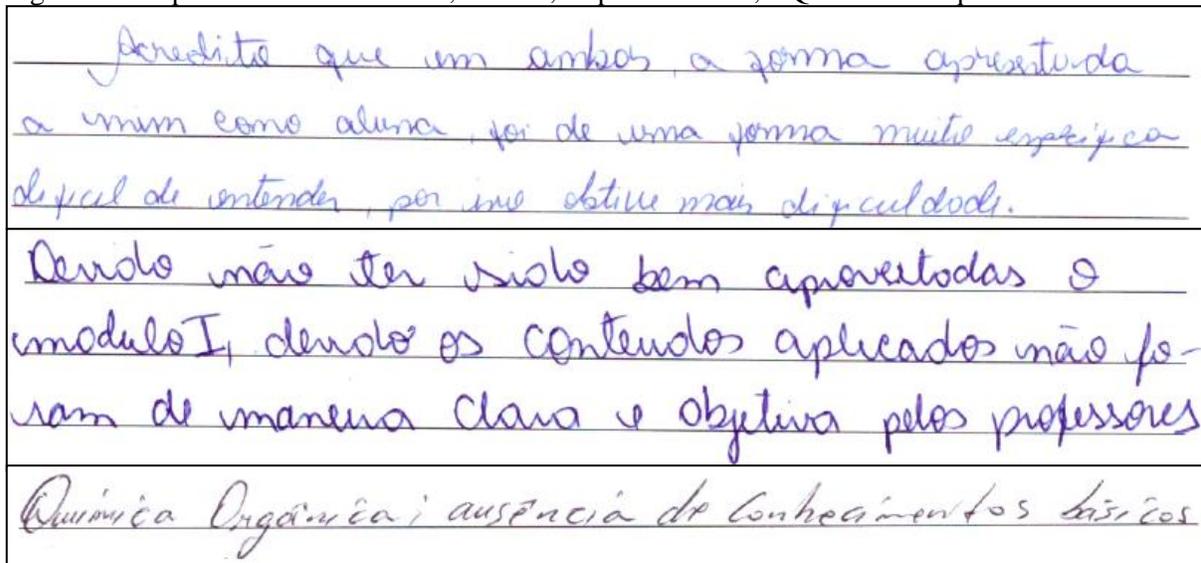


Fonte: Dados da pesquisa.

Quanto aos estudantes que indicaram disciplinas classificadas como “Sem cálculos matemáticos” não houveram, como esperado, indicações sobre dificuldades com os cálculos

matemáticos. As justificações englobaram a própria dificuldade ou entraves quanto ao ensino da disciplina, como podem ser verificados nos relatos apresentados na Figura 7.

Figura 7 - Respostas dos Estudantes 7, 11 e 15, respectivamente, à Questão 1 do questionário



Fonte: Dados da pesquisa.

Para a Questão 2 do questionário, sobre o estudante participante da investigação ter dificuldades com resolução de cálculos matemáticos. As respostas “Sim” ou “Não” dos estudantes podem ser observadas no Quadro 6.

Quadro 6 - Respostas dos estudantes à Questão 2 do questionário

Resposta		Resposta	
Estudante 1	Sim	Estudante 9	Sim
Estudante 2	Sim	Estudante 10	Sim
Estudante 3	Sim	Estudante 11	Não
Estudante 4	Sim	Estudante 12	Sim
Estudante 5	Sim	Estudante 13	Sim
Estudante 6	Sim	Estudante 14	Sim
Estudante 7	Sim	Estudante 15	Sim
Estudante 8	Sim	Estudante 16	Sim

Fonte: Dados da pesquisa.

Como pode ser percebido no Quadro 6, somente o Estudante 11 indicou não ter dificuldades com os cálculos matemáticos. Dentre as demais 15 respostas positivas à dificuldades com cálculos matemáticos, podem ser destacadas dois tipos de justificativa: os Estudantes 1, 2, 8, 10 e 15 que remeteram às dificuldades em níveis anteriores de estudo (Figura

8) e os Estudantes 5 e 6 que indicaram dificuldades quanto à lembrar as fórmulas (Figura 9). Os demais estudantes deram justificativas indicando o nível de dificuldade que possuem (pouco, mais ou menos, muito,...) ou não deram justificativas.

Figura 8 - Respostas dos Estudantes 2, 8 e 15, respectivamente, à Questão 2 do questionário

Sim, talvez não tive um bom aprendizado no ensino fundamental
matemáticos. Explique. Sim, tenho dificuldade em matemática resultante da falta de desenvolvimento no tempo certo.
Sim. Sobre, principalmente falta de bases de regras matemáticas.

Fonte: Dados da pesquisa.

As respostas apresentadas na Figura 8 destacam a dificuldade em resolver cálculos matemáticos que vêm desde o início da carreira escolar desses estudantes. O que torna a conclusão do curso de graduação nessa área mais árduo, pois, além de aprenderem os conceitos químicos, terão de aprender concomitantemente a resolver cálculos matemáticos e realizar a integração desses conhecimentos indicada por Silva, Eichler e Del Pino (2003).

Figura 9 - Respostas dos Estudantes 5 e 6, respectivamente, à Questão 2 do questionário

Sim. Tenho muita dificuldade em lembrar fórmulas, conteúdos aplicados em que tem cálculos para ser feito e eu mesmo de forma a participar uma prova de resolver sem uma fórmula específica tanto mais facilidade.
A dificuldade está em lembrar das fórmulas e prestar atenção nas unidades de medida.

Fonte: Dados da pesquisa.

Nessas duas respostas apresentadas na Figura 9 estão explícitas a intensidade de formularização que, de certo modo, podem transformar o processo de ensino e de aprendizagem em Química em mera memorização de fórmulas. Essa questão há tempos foi elucidada por Echeverria (1993; 1996), em que mostrou que aspectos quantitativos são mais valorizados que os qualitativos. Em que reforça um ensino por meio de resolução de problemas matemáticos sem a utilização de conceitos químicos. Tal situação ainda é reflexo do apontado por Rossi et al. (2008, p. 58), em que diversos livros didáticos brasileiros, que são referenciais em sala de aula, do ensino médio conduzem à familiaridade com a resolução de problemas matemáticos de Química.

Para a Questão 3 do formulário, que versava sobre as motivações de opção pelo curso de formação de professores em química, foi necessário classificar as respostas em grupos afins, permanecendo duas classificações: Gostar e Falta de opção. As respostas de cada estudante podem ser observadas no

Quadro 7.

Quadro 7 - Respostas dos estudantes à Questão 3 do questionário

Respostas		Respostas	
Estudante 1	Gostar	Estudante 9	Falta de opção
Estudante 2	Gostar	Estudante 10	Falta de opção
Estudante 3	Falta de opção	Estudante 11	Falta de opção
Estudante 4	Falta de opção	Estudante 12	Falta de opção
Estudante 5	Gostar	Estudante 13	Gostar
Estudante 6	Gostar	Estudante 14	Falta de opção
Estudante 7	Falta de opção	Estudante 15	Falta de opção
Estudante 8	Gostar	Estudante 16	Gostar

Fonte: Dados da pesquisa.

Com base no Quadro 7, percebe-se que o item mais contemplado foi “Falta de opção” em que 9 estudantes investigados indicaram tal resposta e a opção “Gostar” teve frequência de 7 respostas. Os estudantes que responderam “Gostar” tiveram respostas uniformes que remetem ao seu gosto pela Química. Já os estudantes que indicaram “Falta de opção” diversificaram suas respostas e a Figura 10 traz as dos Estudantes 7, 9, 10 e 12 (as demais, Estudantes 3, 4, 11, 14 e 25, eram semelhantes à essas).

Figura 10 - Respostas dos Estudantes 7, 9, 10 e 12, respectivamente, à Questão 3 do questionário

<p>Primeiramente pela pouca falta de cursos na região, e segundo porque o curso é ofertado em uma escola federal, acredito que o currículo de uma escola Federal é bem melhor.</p>
<p>Por ter sido a única opção de curso noturno na época, e por ser gratuito!</p>
<p>Por que é um dos únicos em muita cidade no período noturno</p>
<p>Falta de opções na época - condições financeiras não ajudava para ir para outra cidade cursar os cursos em outras.</p>

Fonte: Dados da pesquisa.

Essa constatação corrobora com o encontrado por Gatti (2010) que em sua investigação concluiu que a maioria dos estudantes de licenciatura são o primeiro membro da família a cursar nível superior e são indivíduos de média e baixa renda que anseiam na carreira docente uma forma de melhorar as condições sociais em que vivem. Essa situação fica mais evidente devido os estudantes indicarem que trabalham durante o dia e necessitariam de um curso noturno para poder conciliar trabalho e estudo. Somente o Estudante 7 que, além da falta de opção, destacou que outra motivação de escolha do curso foi por ser ofertado por uma instituição federal.

As respostas da Questão 4, a última do questionário, que versava sobre o estudante já saber da necessidade de cálculos matemáticos durante o curso, podem ser observadas no Quadro 8.

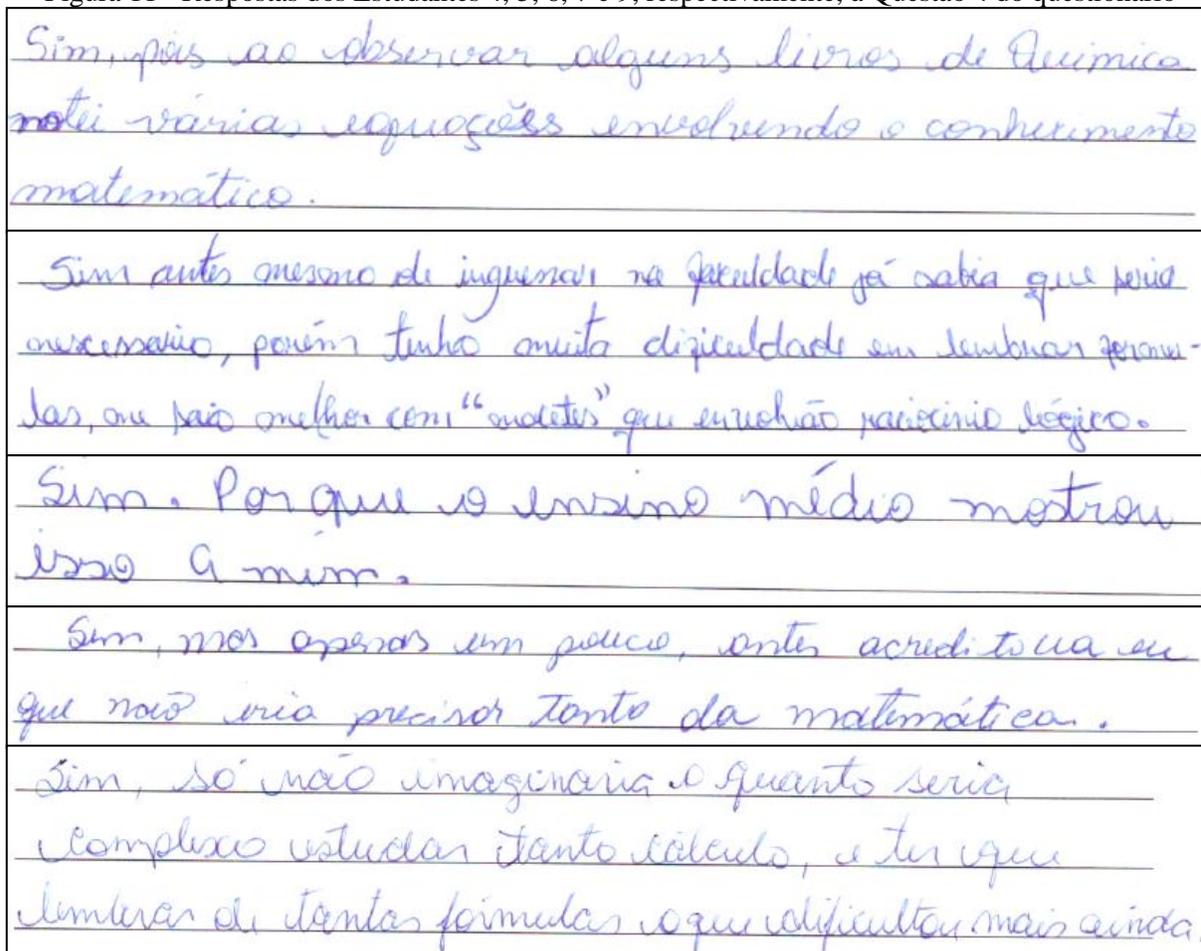
Quadro 8 - Respostas dos estudantes à Questão 4 do questionário

Respostas		Respostas	
Estudante 1	Não	Estudante 9	Sim
Estudante 2	Sim	Estudante 10	Sim
Estudante 3	Não	Estudante 11	Não
Estudante 4	Sim	Estudante 12	Sim
Estudante 5	Sim	Estudante 13	Sim
Estudante 6	Sim	Estudante 14	Sim
Estudante 7	Sim	Estudante 15	Sim
Estudante 8	Sim	Estudante 16	Sim

Fonte: Dados da pesquisa.

Cabe destacar que os estudantes as respostas não foram justificadas pelos que indicaram “Não”. No entanto, houveram justificadas diversificadas dos estudantes que responderam “Sim” e algumas são apresentadas na Figura 11.

Figura 11 - Respostas dos Estudantes 4, 5, 6, 7 e 9, respectivamente, à Questão 4 do questionário



Fonte: Dados da pesquisa.

Ao analisar a Figura 11 pode ser constatada a recorrências de indicações sobre a formularização da Química dos Estudantes 5 e 9. Também foi evidenciada a indicação de que imaginavam que teriam a necessidade de utilizar algum conhecimento matemático, no entanto não imaginavam que na graduação essa necessidade seria tão intensa.

Cabe ressaltar que esses estudantes estão muito próximos do final do curso, em breve estarão aptos a atuar como docentes, e precisarão dos conhecimentos dos conceitos químicos e da matemática como instrumento de resolução dos exercícios, além dos conhecimentos das diversas estratégias pedagógicas para ensinar, como alega Tardif (2014), a profissão docente exige saberes plurais, e esses futuros professores enfrentarão dificuldades, visto que passaram pelo curso superior mantendo as dificuldades na utilização de fórmulas e cálculos.

Considerações finais

Os resultados dos testes deixam claro a dificuldade na resolução das duas primeiras questões, em que os estudantes necessitavam utilizar conhecimentos matemáticos, por meio de fórmulas ou regra de três para a resolução do exercício, sendo que todos estudantes erraram ou não responderam a Questão 1 e apenas três estudantes acertaram a Questão 3. Quando as questões necessitavam apenas dos conceitos químicos, sem necessidade de cálculos sete estudantes acertaram a questão de número 3 e 13 acertaram a questão 4. Assim como na questão 5 que o fato de ter que realizar um cálculo, relativamente simples, para o processo de pesagem fez com que apenas 1 acertasse toda a questão.

Esses resultados levam a entender que as limitações dos estudantes em memorizar fórmulas e desenvolver cálculos matemáticos influenciam na aprendizagem dos conteúdos de Química. Há de se considerar também que há problemas por eles mesmos relatados, que a formação básica deles pode ser fator que interfere na aprendizagem da Química, especificamente quando se necessita dos conteúdos matemáticos para o seu entendimento. No entanto, esse não é um fator abrangente na causa de dificuldades, pois também não foram realizados com sucesso os testes que envolviam conceitos químicos e descrição de experimentos.

Assim, acredita-se que o principal fator a ser considerado seja a falta de identidade com o curso de graduação escolhido, em que a maioria respondeu ter optado pelo curso por falta de opção, seja pelo horário de funcionamento, seja pela gratuidade da oferta ou por ser o único na

cidade. Ademais, é notório pelas respostas, que as dificuldades financeiras são fatores que influenciam na escolha do curso.

Desse modo, considera-se que o objetivo proposto na elaboração dessa investigação foi atingido, pois o teste e o questionário aplicado estabeleceram relações entre conhecimentos de conceitos químicos e matemáticos para a resolução de exercícios. Também trouxe, de modo qualitativo, a perspectiva sob a ótica do licenciando sobre o curso que estão na eminência de concluírem. Que leva a aportes mais profundos sobre as dificuldades estabelecidas na aplicação do teste.

Por fim, é esperado que a pesquisa realizada possa contribuir para que ela possa estimular a realização de pesquisas que possibilitem identificar dificuldades na formação de professores de Química e disciplinas correlatas. Desse modo, estimular estratégias e políticas voltadas para essa formação.

Referências

- Atkins, P., & Jones, L. (2006). *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente* (3ª ed.). (R. B. Alencastro, Trad.) Porto Alegre: Bookman.
- Brasil. (2002). *Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002: Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena*. Brasília: Conselho Nacional de Educação. Acesso em 02 de abr. de 2018, disponível em http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01_02.pdf
- Brasil. (2002a). *Resolução CNE/CP 2, de 19 de fevereiro de 2002: Institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior*. Brasília: Conselho Nacional de Educação. Acesso em 02 de abr. de 2018, disponível em <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CP022002.pdf>
- Carmo, M. P., & Marcondes, M. E. (maio de 2008). Abordando soluções em sala de aula: uma experiência de Ensino a partir das ideias dos alunos. *Química Nova na Escola*(28), pp. 37-41. Acesso em 12 de abr. de 2018, disponível em <http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/09-AF-1806.pdf>
- Charmaz, K. (2009). *A construção da Teoria Fundamentada: guia prático para análise qualitativa*. (J. E. Costa, Trad.) Porto Alegre: Artmed.
- Creswell, J. W. (2010). *Projeto de pesquisa: método qualitativo, quantitativo e misto* (3ª ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Echeverría, A. R. (1993). *Dimensão empírico-teórica no processo de ensino-aprendizagem do conceito soluções no Ensino Médio*. 1993. 212 f. Campinas: Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Campinas. Acesso em 12 de abr. de 2018, disponível em <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/253778>

- Echeverría, A. R. (1996). Como os Estudantes concebem a Formação de soluções. *Química Nova na Escola* (3), pp. 15-18. Acesso em 12 de abr. de 2018, disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/aluno.pdf>
- Eco, U. (2007). *Como se faz uma tese em ciências humanas* (13ª ed.). (Ana Falcão Bastos e Luis Leitão, Trad.) Lisboa: Editorial Presença.
- Fachin, O. (2006). *Fundamentos de Metodologia* (5ª ed.). São Paulo: Saraiva.
- Gatti, B. (out.-dez. de 2010). Formação de Professores no Brasil: características e problemas. *Educação & Sociedade*, 31(113), pp. 1355-1379. Acesso em 02 de abr. de 2018, disponível em <http://www.scielo.br/pdf/es/v31n113/16.pdf>
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social* (6ª ed.). São Paulo: Atlas.
- Gomes, R. (2009). Análise e interpretação de dados de pesquisa. Em S. F. Deslandes, R. Gomes, & M. C. Minayo, *Pesquisa social: teoria, método e criatividade* (pp. 79-108). Petrópolis: Vozes.
- Gontijo Júnior, J. F., Bessa, V. R., & Cezana, M. J. (dez. de 2015). Aprovação nas disciplinas de cálculo da Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba. *Revista Iluminart*, 7, pp. 100-111. Acesso em 12 de abr. de 2018, disponível em <http://revistailuminart.ti.srt.ifsp.edu.br/index.php/iluminart/article/viewFile/270/265>
- Imbernón, F. (2011). *Formação Docente e Profissional: formar-se para a mudança e a incerteza* (9ª ed., Vol. 14). São Paulo: Cortez.
- Lopes, A. (jun.-dez. de 1999). Algumas reflexões sobre a questão do alto índice de reprovação nos cursos de cálculo da UFRGS. *Matemática Universitária*, 26/27, pp. 123-146.
- Lopes, J. G., & Freitas-Reis, I. (. (2015). *Reflexões sobre a Formação de Professores e Educação Química: contribuições de um Programa de Pós-graduação em Química*. São Paulo: Livraria da Física.
- Marconi, M. d., & Lakatos, E. M. (2002). *Metodologia do trabalho científico* (5ª ed.). São Paulo: Editora Atlas.
- Melo, M. R., & Lima Neto, E. G. (maio de 2013). Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em Química. *Química Nova na Escola*, 35(2), pp. 112-122. Acesso em 12 de abr. de 2018, disponível em http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/08-PE-81-10.pdf
- Pinheiro, B. C., Moradillo, E. F., & Messeder Neto, H. D. (2016). *Identidade e Formação docente em Química*. São Paulo: Livraria da Física.
- Rossi, A. V., Massarotto, A. M., Garcia, F. B., Anselmo, G. R., Marco, I. L., Curralero, I. C., . . . Zanini, S. M. (nov. de 2008). Reflexões sobre o que se ensina e o que se aprende sobre Densidade a partir da Escolarização. *Química Nova na Escola*, 30, pp. 55-60. Acesso em 02 de abr. de 2018, disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc30/10-AF-5208.pdf>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2013). *Metodologia de Pesquisa* (5ª ed.). Porto Alegre: McGraw-Hill.
- Santos, W., & Mol, G. d. (2010). *Química Cidadã: reações químicas, seus aspectos dinâmicos e energéticos; água e energia* (Vols. 2, ensino médio). São Paulo: Nova Geração.
- Schnetzler, R. P. (2012). Trilhas e Projeções da Pesquisa em Ensino de Química no Brasil. Em G. d. Mól, *Ensino de Química: visões e reflexões* (pp. 65-84). Ijuí: Unijuí.

- Silva, E. O. (2001). Explorando as Bases Matemáticas da Volumetria: Uma proposta didática. *Química Nova na Escola*, 13, pp. 13-17. Acesso em 12 de abr. de 2018, disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc13/v13a03.pdf>
- Silva, S. M., Eichler, M. L., & Del Pino, J. C. (2003). As percepções dos professores de química geral sobre a seleção e a organização conceitual em sua disciplina. *Química Nova*, 26(4), pp. 585-594. Acesso em 12 de abr. de 2018, disponível em <http://www.scielo.br/pdf/qn/v26n4/16445.pdf>
- Tardif, M. (2014). *Saberes Docentes e Formação Profissional* (17ª ed.). Petrópolis: Vozes.
- Vianna, J. F., Aydos, M. C., & Siqueira, O. S. (1997). Curso noturno de licenciatura em Química: uma década de experiências na UFMS. *Química Nova*, 20(2). Acesso em 07 de abr. de 2018, disponível em <http://www.scielo.br/pdf/qn/v20n2/4937>

Autores:

Thiago Beirigo Lopes

thiagobeirigolopes@yahoo.com.br

Professor de Matemática¹

Doutorando em Educação em Ciências e Matemática²

Ana Cláudia Tasinaffo Alves

ana.alves@cfs.ifmt.edu.br

Professora de Química¹

Doutora em Educação em Ciências e Matemática²

Frederico Ferreira Martins

frederico.martins@cfs.ifmt.edu.br

Professor de Química¹

¹*Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT) - Campus Confresa, Confresa/MT, Brasil*

²*Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC/UFMT). Brasil*