

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
UFRGS – INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO DO
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL PROFQUI**

Sabrina Stefanie dos Santos

**Produção de “vídeo-lista” como
ferramenta de apoio à aprendizagem
de Estequiometria**

Porto Alegre

2020

Sabrina Stefanie dos Santos

Produção de “vídeo-lista” como ferramenta de apoio à aprendizagem de Estequiometria

Exame de Qualificação de Mestrado apresentado ao Programa Nacional de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI, do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Dr. Maximiliano Segala

Porto Alegre

2020

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de
Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de

Financiamento 001

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao meu orientador Prof. Maximiliano Segala, pelo incentivo e pela confiança a mim concedida.

“Professor Max, obrigada pela paciência que tiveste com todas as minhas demandas de trabalho e estudo. Sempre foste muito compreensivo pelo fato de eu colocar meu trabalho como professora sempre em primeiro lugar, e com isso, acabar deixando este projeto para segundo ou terceiro plano durante estes três anos. Sempre foste paciente pelo fato de eu estar cursando um mestrado acadêmico concomitante a este, e ter iniciado o doutorado em junho do ano passado. Confesso que a frase ‘Confio em ti’ sempre teve um impacto gigantesco na realização deste trabalho e para a finalização dele. Tu conseguiste entender todos os meus momentos, principalmente quando precisei prorrogar a data de término deste projeto de mestrado. Te agradeço de coração a disponibilidade e teu jeito calmo de fazer as coisas. Eu encerro este processo com muito mais que um título de mestre, encerro esta caminhada com um amigo e parceiro de projetos. Obrigada”.

Agradeço ao professor e atual coordenador do PROFQUI/UFRGS, José Ribeiro Gregório, pelas aulas maravilhosas que tivemos, pelas conversas nos intervalos, e principalmente pelas trocas de ideias que tivemos referentes ao ensino de Química. Tu és um professor incrível e me reconheço muito em ti, através da motivação que tu tens ao ensinar. Obrigada por desmistificar algumas ideias que eu tinha a respeito de alguns conteúdos, principalmente em relação à prioridade da eletrólise. Nunca mais vou esquecer! Muito obrigada!

Agradeço à minha eterna aluna Diovana da Cruz Henz. Foi uma honra ter participado da tua formação no ensino médio, tu foste a minha melhor aluna, podes ter certeza! Sou muito grata em te ter comigo nesta nova jornada! Conta comigo sempre, querida pupila!

Um agradecimento mais que especial à minha banca de qualificação composta pelos professores Aline Nichele e José Gregório, e à banca de dissertação com a inclusão da professora Tânia Salgado, a contribuição de vocês foi excelente! O verdadeiro significado de críticas construtivas. Pena não ter tido tempo suficiente para

colocar todas as ideias em prática. Mas podem ter certeza que cada sugestão hoje faz parte de mim e do meu caminho profissional e acadêmico.

Agradeço a todas as pessoas que estiveram presentes em minha vida nestes últimos três anos, em especial à minha irmã, Elisabeth Valverdu, por sempre me incentivar a me aperfeiçoar pessoal e profissionalmente, e à minha melhor amiga e irmã do coração, Dionara Lisot Carbone, por estar sempre comigo, ouvindo meus desabafos, lendo e relendo incansavelmente todas as versões das duas dissertações de mestrado que já escrevi (te prepara que tese de doutorado é muito maior!).

E por fim, mas não menos importante, agradeço à melhor parceria de todos os últimos 12 anos, minha gata Pérola, mais conhecida como Pupuka, que incansavelmente me acompanha e literalmente dorme em cima dos livros.

Obrigada Deus, pela vida que tenho.

Obrigada Deus, por tudo que sou.

RESUMO

O conteúdo de Estequiometria, estudado na disciplina de Química durante o ensino médio (EM), geralmente é visto pelos estudantes como uma matéria de difícil aprendizagem. Isso pôde ser observado através da minha experiência como professora das três séries do EM, nas redes pública e privada, no estado do Rio Grande do Sul.

A partir disso, é notável a necessidade de recursos didáticos que possam minimizar tais dificuldades, auxiliando no processo de ensino e aprendizagem em Química. Além do mais, materiais produzidos pelos próprios professores são mais eficientes à medida que retratam sua própria realidade escolar, tornando o ensino, de certa forma, personalizado.

Este trabalho envolve a criação de um produto educacional, e para isso o recurso audiovisual foi escolhido visto que ele traz elementos muito eficientes no processo de ensino e aprendizagem, como movimento, cores e sons.

Atualmente, com o aumento do uso da *Internet* pelos estudantes e professores, é necessário que os materiais produzidos estejam disponibilizados em ferramentas virtuais, como no *YouTube*®, por exemplo, de modo que o recurso atenda o maior número possível de estudantes.

Em decorrência disso, se pensou na produção de uma “vídeo-lista” que reúne exercícios estequiométricos com níveis crescentes de dificuldade apresentados no formato *.pdf*, em que cada exercício tem um *link* que redireciona para a resolução deles e para isso foi criado um canal no *YouTube*® chamado “SOS Química”. Os vídeos foram gravados a partir de um *smartphone* e editados em um aplicativo gratuito disponível na *Internet*.

Este trabalho pretende principalmente desenvolver um material de apoio para estudantes e professores, além de servir como inspiração para os docentes criarem seus próprios materiais didáticos, tendo como base a realidade escolar em que estão inseridos.

Palavras-chave: Ensino de Química; Estequiometria; Recursos audiovisuais; Produção de vídeos.

ABSTRACT

The content of Stoichiometry, studied in the discipline of Chemistry during high school, is generally seen by students as among the hardest subjects to understand. This could be observed through my experience as high school teacher, in public and private schools, in the State of Rio Grande do Sul.

From my experience, I realized that new didactic resources are necessary to minimize such difficulties, helping in both teaching and learning processes. Classroom materials produced by the teachers themselves should be more efficient as they portray their own school reality, making teaching, in a way, personalized. Also, with the increasing use of the internet by students and teachers, such classroom materials should be made available online (as on *YouTube*®) in order to serve the largest possible number of students.

This work involves the creation of an educational product, presented as audiovisual resource since that brings very efficient elements in the teaching and learning process, such as movement, colors and sounds. We created the *YouTube* channel “SOS Química”, which features the solution of stoichiometry exercises of increasing level of difficulty. The videos were recorded using a smartphone and edited in a free application, in a process that can be reproduced by any teacher who has access to the internet.

This work mainly aims to develop support classroom material for students and teachers, in addition to serving as an inspiration for teachers to create their own classroom materials, based on the school reality in which they are engaged.

Keywords: Chemistry teaching; Stoichiometry; Audiovisual resources; Video production.

LISTA DE ABREVIATURAS

CETIC	Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação
EM	Ensino Médio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
MEC	Ministério da Educação
NIC	Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios
TDs	Tecnologias Digitais
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Questão quanto à escolaridade	41
Gráfico 2 – Questão quanto à dificuldade sobre o conteúdo.....	41
Gráfico 3 – Questão quanto à facilidade sobre o conteúdo.....	42
Gráfico 4 – Questão quanto à dificuldade sobre interpretação.....	43
Gráfico 5 – Questão sobre dificuldade em relação ao balanceamento	44
Gráfico 6 – Dificuldade em transcrever uma equação química	44
Gráfico 7 – Identificação dos dados do enunciado.....	46
Gráfico 8 – Conversões necessárias.....	47
Gráfico 9 – Conversão mol/massa	47
Gráfico 10 – Conversão mol/moléculas.....	47
Gráfico 11 – Conversão mol/átomos	48
Gráfico 12 – Conversão mol/volume	48
Gráfico 13 – Relação entre diferentes unidades de medida.....	49
Gráfico 14 – Montagem da regra de três.....	49
Gráfico 15 – Resolução da regra de três.....	50
Gráfico 16 – Quanto às possíveis soluções	51
Gráfico 17 – Quanto ao modo de estudar	51

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO DA AUTORA E DO CONTEXTO ESCOLAR.....	12
2. PRODUTO EDUCACIONAL	15
3. INTRODUÇÃO.....	17
4. REFERENCIAL TEÓRICO	21
4.1 <i>Internet</i> , Tecnologias Digitais (TDs) e <i>YouTube®</i> na educação.....	21
4.1.1 <i>O YouTube® Edu</i>	25
4.2 Uso de videoaulas na educação	26
4.3 Ensino de estequiometria na disciplina de química.....	29
4.3.1 A origem da estequiometria	29
4.3.2 Metodologias no ensino de estequiometria.....	30
5. OBJETIVOS	34
5.1 Geral.....	34
5.2 Específicos	34
6. METODOLOGIA	35
6.1 Questionário com os estudantes.....	35
6.2 Lista de exercícios sobre estequiometria	36
6.3 Produção dos vídeos	37
6.4 Canal “SOS Química”	38
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
7.1 Avaliação da percepção dos estudantes frente ao conteúdo estequiometria	40
7.1.1 Resultados quanto à escolaridade.....	40
7.1.2 Resultados quanto à dificuldade sobre o conteúdo.....	41
7.1.3 Dificuldade quanto à interpretação dos enunciados.....	42
7.1.4 Dificuldade quanto ao balanceamento de equações químicas.....	43
7.1.5 Resultados sobre a dificuldade na transcrição dos dados na forma de equação química	44
7.1.6 Resultados quanto à identificação dos dados fornecidos pelo enunciado.....	45
7.1.7 Resultados quanto às dificuldades encontradas na realização das conversões	46
7.1.8 Resultados quanto às possíveis dificuldades matemáticas.....	48
7.1.9 Resultados sobre a opinião dos estudantes quanto às possíveis soluções para a melhoria do aprendizado e quanto ao modo de estudo.....	50
8. CONCLUSÕES.....	52
9. REFERÊNCIAS	54
10. APÊNDICE	59

10.1	Apêndice A – Questionário sobre a percepção dos estudantes frente ao conteúdo estequiometria.....	59
10.2	Apêndice B – Respostas discursivas do questionário	63
10.3	Apêndice C – Lista de exercícios de estequiometria.....	69
10.4	Apêndice C – Material suplementar “Produto Educacional”	70
10.4.1	Guia para o professor: Sugestão de uso do produto educacional.....	70
10.4.2	Informações quanto à composição das questões:	72

1. APRESENTAÇÃO DA AUTORA E DO CONTEXTO ESCOLAR

Nesta seção farei uma breve apresentação da minha pessoa e do contexto no qual eu estou inserida.

Sou licenciada em Química desde 2014 pela Universidade La Salle e técnica em Química desde 2004. Realizei o mestrado acadêmico em Ciências da Saúde na Universidade Federal de Ciências da Saúde (UFCSPA), com ênfase em síntese de compostos bioativos, nos anos de 2017 até 2019.

Atuo como docente do ensino básico desde 2014 na rede privada de educação e desde 2015 na rede pública, e leciono nas três séries do ensino médio e no nono ano do ensino fundamental com a disciplina de Química.

Como professora de ambas as redes, pública e privada, vivencio realidades muito distintas em cada uma delas, a começar pela carga horária. Na escola pública tenho dois períodos de 45 minutos cada, nas três séries do ensino médio. Já na escola da rede particular tenho três períodos, de 50 minutos cada, na primeira e segunda série do ensino médio, cinco períodos na terceira série do ensino médio e um período no nono ano do ensino fundamental. Essa diferença é impactante tanto no momento do ensino propriamente dito, quanto na aprendizagem dos estudantes. Além do fato de que, na escola pública, não é possível estudar todos os conteúdos exigidos pelos concursos de entrada às universidades do país, como ENEM e vestibulares. A escola particular já larga na frente quando o assunto é disputar estas concorridas vagas.

O acesso às tecnologias também fica comprometido na escola pública que trabalho, onde os computadores não funcionam e os estudantes não têm acesso à rede. E não porque a direção não permite, e sim porque não tem velocidade e dados suficientes para que todos possam utilizar simultaneamente. Já a escola particular dispõe de três laboratórios de informática, computadores na biblioteca para uso dos estudantes e acesso à *Internet*.

Especificamente na escola pública onde eu trabalho, existem estudantes que não possuem celular ou que não o levam para a aula com receio de serem assaltados no caminho da escola, então propor alguma atividade nos aparelhos se torna inviável. Além disso, o uso de celulares é proibido nas escolas do Rio Grande do Sul por

legislação,¹ mesmo sabendo que, quando planejado e bem estruturado, este pode ser um ótimo aliado do professor em sala de aula (FERNANDES, 2019).

O conteúdo de Química escolhido para este projeto, Estequiometria, também foi selecionado a partir da minha experiência como docente. Esse conteúdo é trabalhado, na maioria das vezes, na segunda série do ensino médio e tem como base o conteúdo de “Cálculos Químicos” que, geralmente, é visto na primeira série do ensino médio. Lembrando que não é uma regra. Os conteúdos trabalhados, assim como a sequência deles, são decisões tomadas pela escola e também pelo professor regente da disciplina.

O que ocorre é que o conteúdo de Estequiometria tem um elevado índice de baixos rendimentos nas escolas onde leciono, e isso não é um caso isolado e particular às minhas escolas, visto que diversos colegas relatam observar o mesmo comportamento com suas turmas. Isso faz com que soluções alternativas sejam muito importantes para a qualidade da aprendizagem deste conteúdo pelo estudante.

Além disso, sabe-se que a produção de trabalhos autorais por parte do professor traz diversos benefícios, tanto para o docente como o protagonismo no processo de ensino, tanto quanto aos estudantes, que têm a sua realidade escolar retratada naquele material personalizado e direcionado para suas dificuldades reais.

Então, o produto educacional foi pensado para atender as demandas que geralmente não são cumpridas em sala de aula por diversos fatores, dentre eles os citados acima. Em casa, os estudantes têm acesso à *Internet* (fiz este levantamento enquanto planejava o tipo de material que seria produzido) e durante todos estes anos pude observar que eles utilizam muito o *YouTube*® para estudar os conteúdos vistos em aula, porém eu tenho escutado muitas reclamações quanto ao tempo de duração dos vídeos disponibilizados. Os estudantes relatam que a maioria dos vídeos são longos e por este motivo se sentem desmotivados a assisti-los até o final, inclusive por muito tempo ouvi deles sugestões de eu produzir minhas próprias videoaulas e resoluções de exercícios e disponibilizar na *Internet*.

Por estes motivos nasce a ideia da criação da vídeo-lista, que servirá como ferramenta de apoio para professores, e material de treino e estudo para estudantes.

¹ Lei nº 12.884, de 03 de janeiro de 2008. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/replegis/arquivos/12.884.pdf>

Esse material ficará disponível na *Internet*, em um canal do *YouTube*® denominado “SOS Química”, que contará com a resolução dos exercícios da lista. Além disso, tenho como meta aumentar o escopo deste canal, inserindo além das resoluções dos exercícios, vídeo aulas teóricas referentes ao conteúdo de Estequiometria e também sobre outros conteúdos.

Além disso, cabe destacar, que submetemos um projeto à Secretaria de Educação à Distância (SEAD) da UFRGS e fomos contemplados. Esse projeto tem como base este produto educacional, e ainda a gravação dos demais vídeos. Além disso, os vídeos serão disponibilizados na plataforma *Lúmina* da UFRGS. Para a realização das atividades contamos com o apoio da bolsista Diovana da Cruz Henz.

Enfim, essas foram algumas das motivações que me inspiraram na confecção deste trabalho. As bases teóricas e os procedimentos para a produção deste material de apoio encontram-se nas páginas a seguir. Espero que aproveitem a leitura e que ela seja capaz de inspirar a todos vocês, caros leitores.

2. PRODUTO EDUCACIONAL

O contexto escolar, em meio ao rápido crescimento tecnológico, exige que sejam adotadas metodologias educacionais condizentes com o avanço das chamadas tecnologias digitais (TDs). À medida que cresce o número de estudantes com acesso à *Internet*, e que o aprendizado vem ocorrendo também fora dos espaços das salas de aula e de modo atemporal, surge mais que rapidamente a necessidade do desenvolvimento de novas metodologias de ensino e aprendizagem que utilizem dessas ferramentas tecnológicas.

Como professora de Química das três séries do EM tenho observado que nem sempre o estudante está disposto a aprender algo naquele momento exato do processo de ensino, que ocorre na sala de aula, em horários previamente estabelecidos, muitas vezes procurando pelo conteúdo abordado em aula na *Internet*, principalmente através da busca por vídeos no *YouTube*®.

Além disso, dentre os conteúdos de Química estudados durante o ensino médio, a estequiometria é o conteúdo que mais gera polêmicas quanto aos resultados referentes à aprovação. A reclamação mais recorrente dos estudantes é em relação à interpretação do enunciado, principalmente quando da identificação da pergunta do problema.

Visto isso, e alinhando à necessidade da criação de um produto educacional que serve como requisito para a aprovação no curso de Mestrado Profissional em Química Rede Nacional – PROFQUI/UFRGS, surge a criação da “vídeo-lista”.

A “vídeo-lista” é um material que pode ser utilizado com ou sem a instrução de um professor: o estudante pode utilizar a vídeo-lista como material de estudo individualmente na sua rotina, ou pode ser orientado pelo professor em momento oportuno. O professor pode utilizá-la durante o processo de ensino ou como ferramenta auxiliar a este.

Mas o que é a “vídeo-lista”?

A “vídeo-lista” é uma lista de exercícios de estequiometria no formato *.pdf*, em que cada item do exercício possui um *link* de redirecionamento para o vídeo de resolução deste exercício.

Estas resoluções foram gravadas por mim e estão disponibilizadas na *Internet*, na plataforma *YouTube*, em um canal denominado “SOS Química”, na *playlist* “Estequiometria”.

Esta lista é composta por exercícios de estequiometria que relacionam diferentes unidades de medida como massa, quantidade de matéria, número de moléculas, etc. e deseja-se acrescentar mais questões com níveis crescentes de dificuldade, de modo que aquele estudante que apresente dificuldades básicas quanto ao assunto consiga, aos poucos, progredir quanto ao conhecimento do assunto.

Além disso, sabe-se que o tempo em sala de aula é curto, dificultando muitas vezes a compreensão dos assuntos desenvolvidos em aula. Então, este material serve como ferramenta de apoio ao professor e ao estudante principalmente fora da sala de aula, rompendo as barreiras físicas e temporais, advento que só é possível hoje em dia graças ao surgimento da *Internet*.

Ademais, a realidade do contexto escolar é muito melhor representada a partir da produção de material autoral por parte do professor, além de fazer com que o professor seja protagonista de sua própria forma de ensinar. Pois no material produzido estarão retratadas, mesmo que de forma implícita, a realidade das turmas e dificuldades específicas dos estudantes daquela escola em especial. Com isso, o processo de ensinar e aprender torna-se, de certa forma, personalizado, podendo ser uma excelente alternativa para a conquista de melhores resultados de aprendizagem.

3. INTRODUÇÃO

O estudo das disciplinas que compõem a área de Ciências da Natureza exige uma alta demanda cognitiva para relacionar os fenômenos observados no cotidiano com a teoria que os regem. No contexto da disciplina de Química, estudada durante o ensino médio, percebe-se a necessidade de muitas funções cognitivas, já que assim como as demais disciplinas, ela envolve raciocínio lógico, cálculos, conhecimentos gerais, teorias e abstrações e por esses motivos acaba causando um certo desconforto por parte dos estudantes no momento da aprendizagem. Desta forma, e considerando o contexto escolar no qual estou inserida, a química entra no *ranking* das disciplinas que a maioria dos estudantes têm dificuldades e, conseqüentemente, aversão.

O ensino de Química no ensino médio sempre foi um desafio para professores e alunos. Os professores muitas vezes não conseguem atingir seus objetivos com a educação em Química, e estudantes consideram a disciplina de Química difícil e que exige muita memorização. “Não é de hoje que esforços vêm sendo feitos na tentativa de encontrar alternativas para a melhoria no ensino de Química” (SILVA; FILHO; 1995).

O currículo escolar é limitado e possui alta densidade de conteúdos para serem estudados em pouco tempo de aula, este fator somado às obrigações avaliativas e diferentes atividades escolares a serem cumpridas durante o calendário escolar, contribuem para uma aprendizagem deficiente em conceitos e aplicações, em especial na disciplina de Química (FERNANDES, 2019).

A estequiometria é um dos conteúdos, dentre àqueles estudados durante o ensino médio, que mais gera insatisfação quanto aos resultados em relação à aprovação. Por experiência própria, isso ocorre justamente por envolver uma série de conhecimentos prévios como cálculos matemáticos, raciocínio lógico e, principalmente, interpretação de texto. Os relatos dos estudantes sobre as dificuldades mais comuns são referentes à interpretação do enunciado e à transposição destes para a regra de três.

Por experiência própria foi possível constatar que a ferramenta de estudos mais utilizada pelos estudantes é a busca por vídeos na *Internet* e procurando amenizar as dificuldades apontadas acima, optou-se pelo recurso audiovisual como ferramenta didática e tecnológica, na escolha do produto educacional para este projeto.

Acreditamos que este tipo de material possibilite ao estudante desenvolver com autonomia o seu próprio processo de aprendizagem. E ainda proporcione uma melhor aprendizagem quanto ao conteúdo de estequiometria, criando uma linha de raciocínio que permita a construção e a consolidação deste conhecimento pelo estudante.

Além disso, durante as aulas por mim ministradas, é possível constatar inúmeras reclamações dos estudantes em relação aos tipos de vídeos disponibilizados na *Internet*, por exemplo, a duração demasiadamente longa e as distrações provocadas pelo autor do vídeo, o qual precisa que os internautas se inscrevam em seus canais de forma a conseguir o maior número de seguidores possível.

Então, surge a criação de uma “vídeo-lista”, a qual compreende uma série de exercícios de estequiometria, com nível crescente de dificuldade, para que, deste modo, seja possível consolidar as relações entre as unidades de medida utilizadas nos cálculos químicos, como mol,² massa molar e em gramas, a quantidade de átomos e de moléculas. Dessa forma, busca-se construir um possível caminho para uma aprendizagem eficaz sobre este conteúdo.

Além do mais, se acredita que a produção de um material que possa ser acessado a qualquer momento, em qualquer lugar, bastando que o estudante tenha ao menos o acesso à *Internet*, tenha um maior alcance do público alvo, neste caso, estudantes do ensino médio. E ainda, atenda às necessidades daqueles estudantes que buscam por vídeos mais curtos e objetivos.

Este produto educacional, denominado vídeo-lista, será disponibilizado em um documento no formato *.pdf*, e cada questão terá um *link* de redirecionamento para um

² A palavra “mol”, neste trabalho, é utilizada no mesmo sentido de “quantidade de matéria”. Porém, é sabido que mol é a unidade do SI para quantidade de matéria, segundo a IUPAC. Disponível nos links <https://www.bipm.org/utis/common/pdf/CC/CCQM/CCQM25.pdf>, <https://iupac.org/new-definition-mole-arrived/> e <https://www4.inmetro.gov.br/sites/default/files/arquivos/eventos/3-mol.pdf>

canal³ do *YouTube*® previamente criado, no qual estarão disponíveis os vídeos das resoluções de cada exercício da lista. Estes vídeos serão pequenos, com no máximo 3 minutos duração.

Vivemos na era do imediatismo quando praticamente ninguém, em especial adolescentes, quer esperar ou perder tempo. Por isso, o objetivo da vídeo-lista é que o estudante, ao realizar os exercícios, busque a ajuda dos vídeos apenas nas questões que realmente precisar. Assim, ele não precisará assistir um vídeo inteiro ou um longo vídeo sobre o conteúdo, o que poderia acarretar numa desmotivação e, em um impasse no processo de aprendizagem.

Porém, nestes últimos meses, devido à pandemia, dados de acesso à *Internet* pelos estudantes têm sido disponibilizados com maior frequência, e a partir disso constata-se que o acesso às plataformas de estudo está muito aquém do ideal. Se observa que o acesso às aulas remotas não está ocorrendo como se esperava.

No estado de São Paulo, por exemplo, menos da metade dos estudantes da rede pública têm acesso aos conteúdos disponibilizados nos aplicativos *online*, segundo a presidente do Sindicato dos Professores do Ensino Oficial do Estado de São Paulo, em entrevista concedida à UOL⁴ em reportagem no dia 29 de maio de 2020.

O estado do Rio Grande do Sul também está enfrentando problemas de acesso às aulas remotas, pois apenas 150 mil cadastros foram realizados até o início de junho de 2020, dentre os mais de um milhão de cadastros esperados no *Google Classroom*, plataforma escolhida para as aulas remotas⁵.

Estes dados confrontam os dados disponibilizados até o momento, em que se dizia que a maioria dos estudantes têm acesso à *Internet*. É possível que a partir de hoje nos deparemos com dados diferentes quanto à verdadeira situação vivenciada pelos estudantes sobre o uso e a disponibilização da *Internet* em nosso país.

³ Link para o canal “SOS Química”: <https://youtu.be/X3AxBnMt57o>.

⁴ Veja mais em <https://educacao.uol.com.br/noticias/2020/05/29/sp-metade-dos-alunos-acessam-aulas-online-professores-relatam-sobrecarga.htm?cmpid=copiaecola>

⁵ <https://gauchazh.clicrbs.com.br/educacao-e-emprego/noticia/2020/06/acesso-a-plataforma-de-educacao-remota-das-escolas-publicas-esta-abaixo-do-esperado-no-rs-diz-secretario-ckb75otow00a1015nb0muwt5j.html>

Ainda assim, a *Internet* continua sendo o melhor modo de contatar os estudantes independentemente de onde estejam, e disponibilizar remotamente os conteúdos escolares, principalmente na impossibilidade de aulas presenciais. É de extrema importância salientar que nada substitui o professor no processo de ensino-aprendizagem, e que este tipo de ferramenta didática pode ser uma estratégia de auxílio às aulas presenciais.

Ademais, cabe salientar que esta ferramenta didática será tratada como um recurso de ensino e aprendizagem, visto que poderá ser utilizada com ou sem o auxílio de um professor. Mesmo sabendo que são termos que se inter-relacionam entre si, e um não “existe” sem o outro (ensino e aprendizagem), é importante destacar que segundo a psicologia comportamental, o processo de ensino e aprendizagem não ocorre isoladamente. Para que o ensino de fato ocorra é necessário que as ações do professor gerem os resultados de interesse e mudança de comportamento quanto a estes resultados que estão sendo esperados. Quando esta intervenção não existir, pode-se dizer que houve apenas aprendizagem (KUBO, 2001).

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 *Internet*, Tecnologias Digitais (TDs) e *YouTube*® na educação

A escola precisa estar aberta às inovações educacionais, tanto no plano dos conteúdos, como nas metodologias (HIRDES et al, 2006). E é de extrema urgência reconhecer o potencial das tecnologias digitais no contexto educacional resultando em diferentes oportunidades aos alunos, ampliando os limites da sala de aula (GABINI e SILVA DINIZ, 2009).

As Tecnologias Digitais (TDs) são recursos tecnológicos presentes nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs). Com o avanço das TDs surge, em 2005, o *YouTube*® que é uma plataforma *online* de vídeos e que distribui diferentes tipos de conteúdo e torna as barreiras audiovisuais praticamente invisíveis e atemporais (AMENDOLA, 2019).

O *YouTube*® é uma ferramenta que é muito utilizada, de fácil acesso e traz grandes possibilidades de interação e alcance, podendo atingir com seus conteúdos pessoas de várias regiões e nacionalidades, por isso torna-se uma rede de conexão considerada muito ampla, que depende apenas do interesse dos seus usuários que serão direcionados a vídeos relacionados aos conteúdos previamente solicitados. Outra vantagem que o *YouTube*® traz é a opção de pausar os vídeos, o que para o estudante pode ser importante já que assim pode seguir o seu próprio ritmo e fazer suas anotações com calma, assim como também pode repetir as explicações inúmeras vezes e até mesmo selecionar a parte que mais lhe interessa, o que não é possível em uma sala de aula.

Além disso, é uma ferramenta que possibilita aos usuários consumir e postar materiais, e interagir entre si na forma de comentários, e atualmente, muito utilizada por estudantes e professores na busca de diferentes tipos de materiais educacionais.

A *Internet* se apresenta, atualmente, de forma maciça no contexto das comunicações e proporciona às pessoas total autonomia na busca de informações, o que antes ficava restrito apenas à televisão, rádio e jornais. Esta autonomia

tecnológica proporciona ao indivíduo o chamado protagonismo das Tecnologias Digitais. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019) estima-se que 75% da população brasileira tenha acesso frequente à *Internet*; além disso, aproximadamente 80% dos domicílios com internet possuem serviços de banda larga. Diante destes dados, é possível constatar que grande parte da população possui facilidade de acesso a qualquer informação disponível na *Internet*.

Lembrando que grande parte da população não significa toda a população, muito menos que estes dados sejam referentes à população em idade escolar. Como já mencionado anteriormente, novos dados têm sido disponibilizados sobre o acesso dos estudantes às aulas remotas que retratam um cenário muito aquém daquele que seria desejável, em que menos da metade dos estudantes matriculados na rede pública de ensino, em diversos estados brasileiros, tem acesso às aulas virtuais.

Segundo dados da PNAD Contínua de 2018 (Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios), dentre estudantes de 5 a 17 anos que frequentavam a educação básica, mais da metade tinha acesso à *Internet* (Tabela 1). Essa pesquisa foi separada entre estudantes da escola pública e privada, e a diferença do percentual entre eles é enorme, pois enquanto 97% dos estudantes da rede privada possuíam acesso à *Internet*, apenas 79% dos estudantes da rede pública tinham acesso (IDados, 2020). É importante ressaltar que estes dados devem ser levados em consideração no momento do planejamento das atividades, em que realizar um levantamento sobre a realidade de cada estudante em relação ao acesso à *Internet* torna-se primordial.

Tabela 1 - Dados PNAD Contínua 2018.

REDE DE ENSINO	TV	INTERNET	COMPUTADOR	TABLET	CELULAR
PÚBLICA	96,9%	78,7%	35,6%	9,1%	98,9%
PRIVADA	99,0%	96,6%	75,2%	32,7%	99,3%
BRASIL	97,2%	81,6%	43,3%	13,6%	99,0%

Fonte: Adaptada de PNAD Contínua Anual 2018 (IBGE) – IDados.

É indiscutível que as TDs transformaram o modo como a sociedade vive e se relaciona, porém, o ambiente escolar ainda encontra muita dificuldade em utilizá-las, dificuldades essas que vão além dos custos de implantação e manutenção, pois grande parte dos professores das redes públicas e estaduais não tem demonstrado intimidade com este tipo de ferramenta, optando por utilizar sempre os mesmos recursos, como quadro e giz (MOREIRA e KARMER, 2007).

Segundo Nichele (2015) muitas pesquisas têm sido realizadas sobre esse assunto e a partir delas é possível verificar que o distanciamento entre as TDs e professores se deve ao uso restrito destes recursos da informática, estando limitados apenas para fins sociais.

Deseja-se um professor que seja capaz de adaptar-se a situações variáveis, a substituir métodos costumeiros por “novas” formas de promover o trabalho docente, buscando sempre investir em sua atualização. E apesar dessas tecnologias terem mudado consideravelmente o âmbito escolar e as formas de ensino, elas não substituem, por exemplo, o próprio professor. Essas mudanças são justamente ferramentas que servem como auxílio e complemento das atividades dadas em aula pelo docente e, portanto, são instrumentos muito proveitosos tanto para o estudante quanto para o professor (MOREIRA e KARMER, 2007).

Dentro do mesmo contexto da falta de intimidade com diferentes tipos de tecnologias, é possível encontrar dados que evidenciam um comportamento contrário daquele relatado por Moreira. Uma pesquisa realizada pelo Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR (NIC.br), por meio do seu Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação (CETIC.br), publicados na terceira edição da pesquisa TIC Educação, coletou dados referentes a 856 escolas públicas e privadas do Brasil, no ano de 2012, selecionadas a partir do Censo Escolar do Ministério da Educação (MEC). Esta pesquisa consistiu em entrevistar professores, alunos do ensino fundamental e médio, coordenadores pedagógicos e diretores. E segundo a maioria dos professores e coordenadores pedagógicos das escolas públicas, o que dificultava o uso das TDs era o número insuficiente de computadores. Os dados também apontaram que 99% das escolas públicas tinham computador, porém nem todos instalados e/ou funcionando, além disso dentre as escolas que

tinham acesso à Internet, a baixa velocidade de conexão limitava o uso das tecnologias durante o processo pedagógico.

Obviamente, a pesquisa relatada acima representa uma ínfima parte (0,5%) do total de escolas do Brasil. O último Censo Escolar da Educação Básica divulgado pelo MEC em 2018, realizada pelo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), divulgou um total de 184,1 mil escolas, sendo que o ensino médio é oferecido em 28,5 mil instituições de ensino. Visto isso, quando analisamos esses dados, é possível chegar a diferentes conclusões e inúmeras versões a respeito do (não) uso das TDs, e a partir disso é possível discutir sobre o nível de intimidade dos docentes para com essas tecnologias. Afinal, não temos estruturas físicas e materiais para o uso delas, ou nós, como docentes, apenas não conseguimos nos adaptar por desalento e falta de perspectivas futuras?

Este mínimo contato com diferentes tipos de tecnologia por parte dos professores acaba provocando lacunas imensas no processo de aprendizagem dos estudantes, visto que a cada dia está mais difícil prender a atenção deles sem a utilização de diferentes recursos, como *Internet*, celulares e redes sociais, com as quais eles tanto interagem e pelas quais se sentem atraídos (MILANEZ, 2017; MORAN, 2016).

Ainda segundo Milanez (2017) a integração de tecnologias com recursos audiovisuais adaptados para a sala de aula e conteúdos escolares auxilia e motiva o processo de ensino-aprendizagem, além de auxiliar na construção dos pilares necessários para que ocorra uma aprendizagem significativa, e os educadores que permitirem-se experimentar mais destes recursos atingirão maneiras mais eficientes de engajar e motivar os estudantes.

Os estudantes utilizam as TDs que lhes forem convenientes para acessar materiais audiovisuais, visto que podem ser utilizados *smartphones*, *tablets* ou computadores e já no que confere à produção dos vídeos para este trabalho, a tecnologia digital utilizada será um *smartphone*. Essas TDs atuam como mediadoras do processo de ensino e aprendizagem, e segundo Nichele (2016) “o acesso e o compartilhamento de informações, se intensificaram por meio do ambiente digital, bem como romperam com a “barreira local e temporal” de uma sala de aula convencional,

uma vez que por meio dessas TDs os sujeitos podem interagir em qualquer lugar a qualquer momento”.

O acesso a diversos tipos de informação foi modificado desde o surgimento do *YouTube*® além de mudar a transmissão de informações, notícias e, sobretudo, conhecimento, mesmo não sendo criado especificamente para tal fim. Diante da grande contribuição de vídeos para a educação, o *YouTube*® lançou, em 2013, a plataforma *YouTube*® *Edu*, oferecendo mais de 8 mil vídeos relacionados à educação básica, reafirmando mais uma vez a importância desta ferramenta para a educação.

O uso das TDs na educação evidencia uma transformação que vem ocorrendo ao longo dos últimos tempos, a presença dessas tecnologias contribui na transformação dos processos de ensino e aprendizagem (SILVA & SOARES, 2018 *apud* AMENDOLA, 2019). Porém, quando tratamos de assuntos referentes à tecnologia e educação, podemos perceber a distância existente entre estas duas áreas no ambiente escolar, mesmo que estudantes e professores utilizem diversos tipos de TDs em seus cotidianos, como por exemplo, o uso de redes sociais como *Facebook*® e *Instagram*® (SILVA & SERAFIM, 2016).

4.1.1 O *YouTube*® *Edu*

O *YouTube*® *Edu* é uma plataforma voltada para a área da educação que foi criada em 2013 graças à parceria entre a Fundação *Lemann* e o *Google*. A proposta da plataforma é disponibilizar gratuitamente, para estudantes e professores, vários vídeos avaliados e qualificados sobre diversos conteúdos educacionais, como química, literatura, matemática, entre outros. Com isso, o Brasil se tornou o segundo país a desenvolver uma plataforma dedicada a educação, seguindo o exemplo dos Estados Unidos (MACEDO, 2018).

Essa ideia tornou-se viável após observar que em nosso país haviam diversos canais criando conteúdos educacionais e a procura por esses vídeos, também chamados de videoaulas, eram bem expressivas. Assim, surgiu a proposta da criação do *YouTube*® *Edu*, que possui o objetivo de ajudar qualquer pessoa que queira

informações sobre conteúdos educacionais de qualidade e sem elementos errados (CANALTECH, 2014).

Justamente pela exigência desse controle de qualidade, as videoaulas são submetidas a avaliações rigorosas, de profissionais de cada área específica, para que não haja equívoco em nenhum material que disponibilizado na plataforma. Nestas avaliações são examinados os conhecimentos transmitidos nas aulas, o que é muito importante pois há muitas informações disponibilizadas na *Internet* que às vezes podem trazer noções equivocadas e induzir o estudante a erros (SMOSINSKI, 2013).

Assim, a plataforma *YouTube® Edu* garante que nenhum estudante seja prejudicado por assistir algum vídeo que contenha informações “erradas”. Além disto, é interessante destacar que as videoaulas não são julgadas pelo meio didático e nem pela dinâmica do professor, já que uma das propostas do projeto é justamente deixar a cargo do usuário escolher com qual tipo de aula ele melhor se adapta (PIRES, 2013).

Atualmente o *YouTube® Edu* tem aproximadamente 422 mil inscritos em seu canal no *YouTube®* e possui parcerias com inúmeros professores que produzem aulas em seus canais próprios. Desta parceria surgiu o selo Edu que é uma maneira de identificar quais vídeos passaram pela avaliação da plataforma e são parceiros desse projeto.

4.2 Uso de videoaulas na educação

Os recursos audiovisuais têm se mostrado bem mais atrativos para o ensino e aprendizagem quando comparados à linguagem escrita, em que é exigida uma organização, abstração e uma análise lógica para compreender o que está sendo dito. Na linguagem escrita é necessário que o estudante imagine o que está sendo dito, ao contrário da linguagem audiovisual a qual é possível visualizar o que está sendo explicado.

Entre os recursos audiovisuais utilizados, a videoaula é a que mais se destaca, visto que quando disponibilizadas na rede podem atingir um grande número de estudantes, e atender as mais diferentes situações e realidades. Além disso, o vídeo

é um dos recursos das TDs preferido e mais difundido entre os professores, pois além de tornar a aprendizagem mais dinâmica, pode ser um canal eficiente de discussões e debates.

Para Watanabe (2018), os vídeos podem ser utilizados em sala de aula para motivar os alunos, como videoaulas, produção individual ou coletiva, para registro de eventos, de aulas, de estudo do meio, de experiências, de entrevistas, depoimentos e avaliação. Além de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem pela sua dinâmica e sua linguagem que facilitam o caminho para níveis de compreensão mais complexos, mais abstratos e com menos apoio sensorial, como os textos filosóficos.

Atividades audiovisuais mostram-se estratégias promissoras para a motivação de aprendizagens significativas, construção de competências tecnológicas e desenvolvimento de olhares críticos acerca da influência das mídias no dia a dia das pessoas (MILANEZ, 2017).

A utilização de vídeos na educação é uma ferramenta didática que permite direcionar os conteúdos de forma dinâmica, pois proporciona uma maneira eficaz de relacionar o visual e o auditivo capaz de envolver o estudante, podendo ser utilizado no processo de aprendizagem de diversas formas. Assim, o professor continua tendo um papel importante neste contexto, pois é de sua responsabilidade escolher a melhor maneira de incluir este recurso no planejamento escolar, buscando sempre o engajamento dos estudantes nos conteúdos que estão sendo abordados (CRIVELLARO, 2015; HIRDES, 2006; LISBOA, BOTTENTUIT, COUTINHO, 2009; SILVA, 2009).

O professor deve estar preparado para documentar o que é mais importante para o seu trabalho, ter o seu próprio material de vídeo, ou estruturação de utilização, assim como tem os seus livros e apostilas para preparar as suas aulas. O professor deve estar atento e preparado para propor material audiovisual. A qualidade do processo de ensino-aprendizagem não está ligada às tecnologias em si, mas nos métodos para sua utilização, dinamizando os processos educativos (HIRDES, 2006, p. 8).

Ainda segundo Hirdes (2006), reflexões acerca da concepção de cursos, de espaço, de tempo e de presença estão sendo feitas a partir da utilização destas tecnologias. Métodos educacionais mais globais e centrados nas tecnologias estão

sendo desenvolvidos a partir da flexibilização dos currículos. Em um ambiente escolar o vídeo é muito mais do que uma nova prática pedagógica. Para a escola o vídeo ainda é um desafio.

A produção de material didático pelo professor é uma estratégia de ensino interessante, uma vez que o mesmo consegue imprimir sua criatividade ao trabalho que está sendo produzido, e o contexto escolar se faz parte integrante dos saberes dos professores, o que os tira da posição de espectadores, fazendo com que exista algum sentido nas ações do mesmo. A experiência vivenciada em cada realidade escolar é muito diferente entre si, e ser autor do seu próprio material faz com que essas diferentes realidades sejam respeitadas e consideradas no processo de aprendizagem (GABINI; DINIZ, 2009).

Ao professor apresenta-se o desafio de elaborar atividades que permitam incorporar o recurso da informática, desenvolvendo, nos alunos, a percepção de que é fundamental olhar criticamente para ele. Dessa maneira poderão transformar a infinidade de informações disponíveis em conhecimento. A apropriação pedagógica é do professor, uma vez que ele propõe como será a utilização da informática, e seu papel é fundamental na avaliação do que os alunos aprenderam, para analisar os reais impactos de sua ação em sala de aula (GABINI; DINIZ, 2009, p. 357).

Na busca por metodologias diferenciadas que proporcionem uma aprendizagem significativa destacam-se os audiovisuais como sendo um recurso didático importante pela multiplicidade de linguagens que facilita o processo de comunicação. Diante da sociedade contemporânea influenciada pelos meios de comunicação, é importante que o professor compreenda as linguagens do cinema, da TV e do vídeo, e que reconheça suas potencialidades (SILVA, 2011). Conforme Torquato (2011), o vídeo possui elementos característicos como movimentos, imagens, cores e sons, e pedagogicamente abre caminho para o tipo de aprendizagem que estamos buscando com este trabalho.

São inúmeros os canais do *YouTube*® relacionados à educação básica, incluindo educação em química, porém uma queixa recorrente dos estudantes ocorre em relação à duração do vídeo, que em sua maioria são longos. Então, de modo a atender estas queixas, acredita-se que a produção de vídeos de curta duração seja um modo atrativo e eficiente de aprendizagem, visto que mesmo que seja possível

pausar um vídeo longo, até que se encontre a parte desejada, a demanda de tempo e paciência é alta, fazendo muitas vezes que o estudante desista de ver o vídeo até o final.

4.3 Ensino de estequiometria na disciplina de química

4.3.1 A origem da estequiometria

Somente após o século XVIII é que ocorre a transição dos estudos qualitativos relacionados à Química, até então uma vertente da Alquimia, para os estudos das relações quantitativas, o que então a levaria ao *status* de Ciência. Nesta época a Química e a Física estavam na moda e todos aqueles que tinham condições financeira, possuíam algum aparelho de demonstrações e experiências (TOSI, 1989).

A estequiometria inicia a partir do momento que Lavoisier (1743-1794) passa a descrever suas conclusões dos estudos sobre a Teoria do Flogisto, desenvolvida pelo médico alemão Stahl (1660-1734), que explicava a reação de combustão com base na formação de um produto gasoso chamado Flogisto. Para Filgueiras (1994), “a coerência do sistema de Lavoisier levava a uma abrangência de explicações muito mais amplas que aquela do sistema flogístico” esta teoria possibilitou o surgimento dos estudos relacionados à estequiometria.

A teoria do Flogisto era baseada em aspectos qualitativos e falhava ao explicar o aumento de massa em produtos formados através de reações de combustão e calcinação, pois não reconhecia a existência de substâncias gasosas fazendo parte da reação de combustão e agregando massa ao produto formado. A partir disso, Lavoisier se dedicou ao estudo de diferentes reações em sistemas fechados, preocupando-se em determinar quantitativamente a massa de reagentes e produtos, e com isso ficou evidente a participação de substâncias invisíveis. A existência do oxigênio surge como proposta de explicação para a Teoria da Combustão.

À Lavoisier foi estabelecida a Lei da Conservação das Massas, que é um dos princípios da estequiometria, a partir do momento que em que ele concentrou sua atenção nas correlações ponderais. O princípio da conservação das massas já era estudado por outros cientistas, porém só ficou explícito na comunidade científica da época, quando Lavoisier escreveu, em seu *Traité de Chimie* a famosa frase: “Porque nada se cria, nem nas operações da arte nem nas da natureza e pode-se estabelecer, em princípio, que, em toda a operação há uma quantidade igual de matéria antes e depois da operação...”. Além disso, suas análises em sistemas fechados e controlados levaram à conclusão da presença de outras substâncias (TOSI, 1989).

Dentre as constatações de Lavoisier, as primeiras surgiram a partir de experimentos que envolviam a combustão de enxofre e fósforo, os quais aumentavam a massa inicial, ao invés de diminuir, como se acreditava na época, após o término dos experimentos. Segundo o próprio Lavoisier: “de uma libra de enxofre era possível obter bem mais de uma libra de ácido vitriólico”, hoje denominado ácido sulfúrico, e isso se deve à incorporação de uma quantidade de ar ao enxofre (TOSI, 1989).

Essas descobertas, aliadas às descobertas de elementos, substâncias simples e compostas e suas proporcionalidades nas reações químicas nas quantidades numéricas em que se formam, fizeram com que a estequiometria fosse estabelecida, a qual permite prever os aspectos quantitativos de uma substância em uma reação química.

4.3.2 Metodologias no ensino de estequiometria

O conteúdo de estequiometria é visto, pelos estudantes, como um conteúdo complexo e difícil, não só pelos estudantes de nível básico, mas também pelos estudantes que cursam disciplinas de Química, como por exemplo, a de Química Geral, em diferentes cursos de graduação.

É muito comum que os estudantes solicitem fórmulas prontas que possam ser aplicadas a todo e qualquer problema que envolva estequiometria, como se existisse uma fórmula mágica para a resolução deles. Mas como cada problema é único e

individual, os estudantes frequentemente se perguntam: “Por onde começar?” e “Como pensar?” cada problema estequiométrico (FERNANDES, 2019).

Além disso, para que a aprendizagem de estequiometria ocorresse de maneira eficiente, seriam necessários pré-requisitos focados na interpretação de problemas e cálculos matemáticos. Muito tempo de sala de aula é dedicado à revisão destes itens. Tempo que poderia ser dedicado ao significado dos problemas propriamente ditos (FERNANDES, 2019).

Pelos motivos mencionados acima, é comum que o índice de reprovação nas avaliações deste conteúdo seja elevado, provocando desmotivação destes estudantes. Além disso, a queixa entre eles, a respeito do conteúdo, é constante. E a maioria dos estudantes alega não conseguir identificar o que está sendo solicitado pelo exercício.

A partir disso, torna-se urgente a necessidade de buscar e/ou criar metodologias que visem sanar as dificuldades apresentadas, de modo que seja possível desmistificar o que tem sido atribuído ao conteúdo de estequiometria pelos estudantes em geral, facilitando assim o processo de aprendizagem e fazendo com que o estudo deste conteúdo seja menos traumático.

Muitas estratégias didáticas têm sido pensadas com o objetivo de obter melhores resultados quanto ao ensino de Estequiometria. Estas estratégias apresentam em comum a tentativa de transpor a barreira existente ao pensamento matemático e a partir disso fazer com que o tempo dedicado às aulas seja voltado à compreensão dos conceitos estequiométricos (FERNANDES, 2019).

Segundo Fernandes (2019), como exemplos de estratégias didáticas desenvolvidas, podemos citar práticas laboratoriais, criação de algoritmos, atividades de instrução guiadas utilizando planilhas e quadros, uso das mídias, recursos digitais e jogos. Fernandes desenvolveu, como produto educacional para sua dissertação de mestrado, um aplicativo para *smartphone* com exercícios estequiométricos denominado EsteQuiz, disponível para plataformas *Android*. O aplicativo tem como objetivo solucionar as questões de estequiometria, apresentadas com níveis crescentes de dificuldade, e a cada resposta correta é possível ganhar uma parte do mapa conceitual sobre o conteúdo, além disso, dispõe de uma calculadora e uma

tabela periódica. Como prêmio o estudante recebe, ao solucionar todas as questões, o mapa conceitual completo.

Outra estratégia muito interessante foi adotada por Mazzali (2018) em seu trabalho de conclusão do curso de especialização, em que ela utilizou para as aulas de química o laboratório virtual *Iridium Chemistry Lab*.⁶ Primeiramente ela realizou uma revisão sobre os conteúdos de balanceamento, lei das conservações das massas, cálculos de quantidade de matéria, constante de Avogadro e volume molar, e ainda, sobre os conceitos de cálculos estequiométricos, como aqueles que envolvem reagente limitante e em excesso, pureza e rendimento. Em um segundo momento, os estudantes exploraram o laboratório virtual remotamente.

No terceiro momento, os estudantes utilizaram o laboratório virtual com simulação de uma prática de estequiometria que envolvia a reação entre ácido acético e bicarbonato de sódio, com objetivo de calcular a quantidade de gás carbônico formado a partir de quantidades fornecidas inicialmente dos reagentes (MAZALLI, 2018).

A inserção do laboratório virtual teve como objetivo oferecer um instrumento mediador que permitisse ampliar as possibilidades de intervenção do sujeito com o meio que, muitas vezes, com as aulas expositivas, não é possível. Assim, por meio das TIC, tão presentes na vida dos estudantes, procurou potencializar o ensino da Química, oferecendo subsídios para o desenvolvimento da representação simbólica, levando esses conceitos para o dia-a-dia do aluno (MAZALLI, 2018).

Com este projeto Mazalli (2018) concluiu, a partir de suas observações e questionários, que os estudantes se sentem motivados ao utilizarem diferentes TDs durante as aulas. Porém, é importante salientar que aqui também existiram problemas de estrutura quando o assunto é referente à estrutura ofertada pelas escolas, pois não haviam computadores suficientes para todos os estudantes, que tiveram que utilizar seus próprios *smartphones* para a execução da atividade. Sendo essa a realidade da maioria das escolas do Brasil.

Estratégias como objetos lúdicos de ensino têm sido utilizadas como metodologias para o ensino de estequiometria, e sendo o lúdico uma ferramenta que

⁶ Disponível no link <http://www.chemcollective.org/vlab>. Também pode ser utilizado em *smartphones*.

facilita o processo de aprendizagem, Anacleto et. al. (2019) produziram um jogo denominado “Tabela Estequiométrica”. Este é um jogo de tabuleiro com perguntas e respostas, que pode ser jogado por quatro pessoas, possibilitando a ocorrência de interações entre os participantes e a aprendizagem do conteúdo, simultaneamente.

5. OBJETIVOS

5.1 Geral

Este trabalho tem como objetivo a elaboração de um produto educacional que visa aperfeiçoar a compreensão do conteúdo de estequiometria.

5.2 Específicos

Conhecer quais as metodologias utilizadas no ensino de estequiometria.

Conhecer, através de questionário, a percepção dos estudantes da escola onde leciono quanto ao conteúdo de estequiometria.

Elaborar os exercícios de estequiometria.

Realizar a gravação e edição dos vídeos das resoluções dos exercícios e disponibilizá-los no canal do *YouTube* criado para este fim.

6. METODOLOGIA

Este trabalho descreve a criação e a elaboração de um produto educacional, o qual denominamos “Vídeo-lista”, requisito necessário exigido pelo PROFQUI para conclusão do curso do mestrado profissional em Química. Este produto consiste na criação, resolução e disponibilização através da *Internet* de exercícios sobre o conteúdo de estequiometria, no formato de vídeos de curta duração.

O passo-a-passo da metodologia utilizada encontra-se nos parágrafos seguintes.

6.1 Questionário com os estudantes

O questionário⁷ denominado “Avaliação sobre a percepção dos estudantes no conteúdo de estequiometria” (Apêndice A) foi realizado com o objetivo de buscar possíveis indicadores quanto às dificuldades apresentadas, ou não, no conteúdo de estequiometria desenvolvido durante o ensino médio, na disciplina de Química.

Este questionário foi elaborado através da plataforma *Google Forms* e foi disponibilizado para estudantes (53), e ex-estudantes (40), do segundo e terceiro anos do ensino médio, e estudantes egressos, de uma escola privada situada na cidade de Montenegro/RS, através do aplicativo *WhatsApp*. Os estudantes que já terminaram o ensino médio, nos anos de 2019 e 2018, receberam o *link* do questionário através dos grupos da disciplina de Química formados pela professora enquanto estavam na escola. O questionário contém quinze questões objetivas, três questões discursivas e duas questões em que é possível escolher mais de uma resposta. As respostas das questões discursivas encontram-se disponibilizadas ao final deste manuscrito (Apêndice B).

⁷ A criação do questionário, da lista de exercícios, a edição dos vídeos e a criação do canal no *YouTube*[®] tiveram a participação da estudante Diovana da Cruz Henz, graduanda do curso de Licenciatura e Matemática da UFRGS e bolsista de graduação da Secretaria de Educação à Distância da UFRGS (SEAD).

Foi utilizada a escala *Likert* para as quinze questões objetivas, sendo que em três delas foi questionado o motivo, questões discursivas, que levou o estudante a assinalar determinada resposta.

Além disso, com o objetivo de verificar quais ferramentas os estudantes costumam utilizar, foi questionado sobre quais ferramentas eles acreditam ser mais eficazes para aprender melhor o conteúdo de estequiometria e quais recursos eles costumam utilizar para estudar fora da sala de aula.

6.2 Lista de exercícios sobre estequiometria

A lista de exercícios sobre estequiometria (Apêndice C) foi planejada buscando simplificar ao máximo os dados fornecidos. A partir da minha experiência como docente nas três séries do ensino médio, foi possível observar, que quanto maior o enunciado, menor o índice de acerto da questão. É importante deixar claro que esta proposta é principalmente focada naqueles estudantes que têm dificuldade com a base dos cálculos estequiométricos. Que não consegue sequer transpor qualquer pensamento para o papel e vice-versa.

Por estes motivos, a lista é composta, inicialmente, por uma única equação química, que representa a fermentação da glicose a etanol e gás carbônico, e a partir dela, foram criadas questões que envolvessem relações entre massa, número de mol, quantidade de moléculas, etc. A lista foi inicialmente elaborada com exercícios simples e diretos, e gradativamente o nível de dificuldade será aumentado.

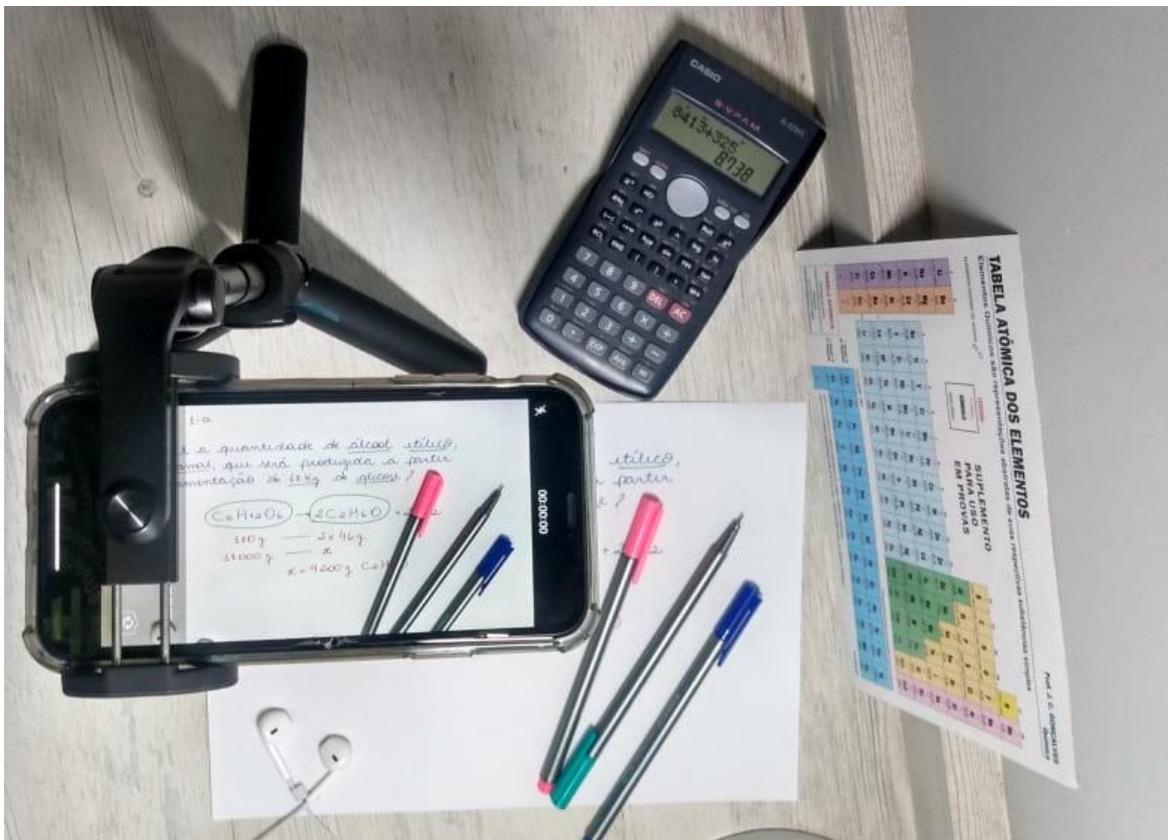
A lista encontra-se disponível na *Internet*⁸ em formato *.pdf*, e até o momento contém um exercício com cinco itens a serem respondidos. Essa lista pode ser utilizada tanto na forma física, em sala de aula, quanto virtualmente e está disponível no canal “SOS Química”.

⁸ Link para a lista de exercícios: https://drive.google.com/file/d/1ysVvx-uNC_xl3zJmu_ADJ_zfYpLm31ug/view?usp=sharing

6.3 Produção dos vídeos

Os vídeos foram gravados com o uso do *smartphone* pessoal da autora deste trabalho, no caso eu, modelo *iPhone XR*, utilizando iluminação auxiliar (luminária comum) e suporte em forma de tripé para celular (Figura 1). O áudio foi capturado no momento da gravação dos vídeos utilizando fones de ouvido do próprio celular.

Figura 1 – Aparato utilizado para a gravação dos vídeos.



Fonte: Autoria própria.

O objetivo dos vídeos é resolver cada um dos itens do exercício de forma clara e objetiva, com duração de, no máximo, três minutos por vídeo.

Estas resoluções foram filmadas no modo paisagem, em que somente a mão da professora aparecerá, com o objetivo de focar a atenção do estudante inteiramente na resolução do exercício. Além disso, se utilizou canetas coloridas de modo a

destacar diferentes informações, como o balanceamento, cálculos extras, como por exemplo, das massas molares das substâncias, e a regra de três propriamente dita.

A edição dos vídeos foi realizada através do aplicativo *Wondershare Filmora9* na versão gratuita.⁹

Após a gravação, os vídeos foram editados e disponibilizados no *YouTube®* através do Canal “SOS Química”. Neste canal a lista em formato *.pdf* foi disponibilizada e cada exercício tem um link de redirecionamento direto para o vídeo da resolução do exercício.

6.4 Canal “SOS Química”

Foi criado um canal¹⁰ no *YouTube®* (Figura 2), de nome “SOS Química” para divulgação dos vídeos.

Figura 2 – Visualização da página inicial do canal “SOS Química”.



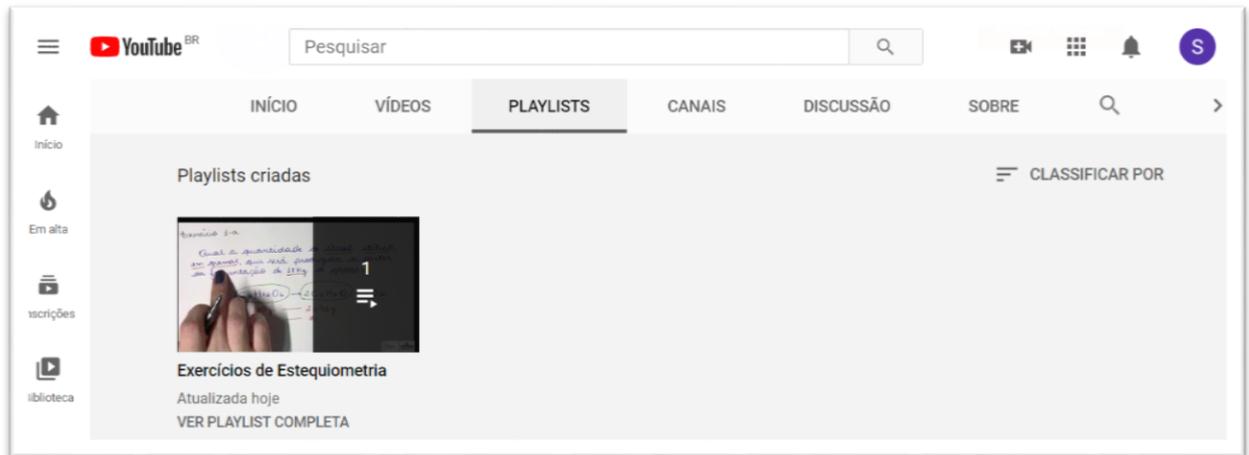
Fonte: autoria própria.

⁹ Link para o aplicativo de edição de vídeos: <https://filmora.wondershare.net/pt-br/filmora-editor-de-video.html>

¹⁰ Link para o canal “SOS Química”: <https://www.youtube.com/channel/UCtYSda-mEzRe7PCIDpPuvjQ>

Neste canal uma *playlist* referente ao assunto estequiometria (Figura 3) foi criada. Esta vai conter os vídeos com a resolução de cada um dos exercícios da vídeo-lista.

Figura 3 – Visualização da playlist criada no canal “SOS Química”.



Fonte: autoria própria.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi realizado um questionário com os estudantes que teve como objetivo avaliar a percepção dos discentes quanto ao conteúdo estequiometria propriamente dito.

O questionário foi preenchido por estudantes de uma escola privada da cidade de Montenegro/RS que estão cursando a segunda e a terceira séries do ensino médio, e também por estudantes que já concluíram o ensino médio ou que por algum motivo não estão mais matriculados nesta escola. Os sujeitos da pesquisa foram selecionados pelo motivo de já terem concluído os estudos sobre estequiometria nas suas respectivas séries.

As turmas de segunda e terceira séries são compostas por 33 e 20 estudantes, respectivamente, totalizando 53 estudantes matriculados nas turmas, porém apenas 42 deles responderam ao questionário. Os demais estudantes (22) são egressos e estudantes que mudaram de escola entre os anos de 2019 e 2020.

7.1 Avaliação da percepção dos estudantes frente ao conteúdo estequiometria

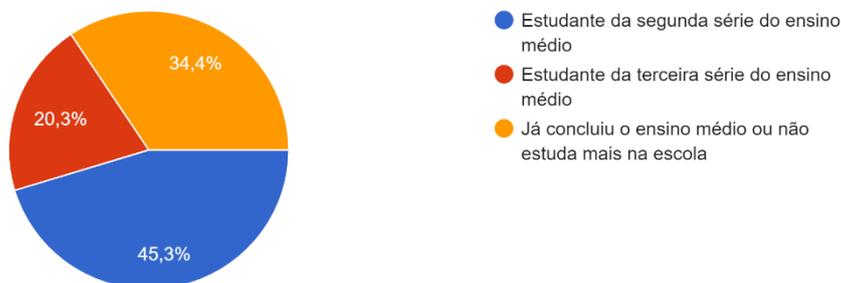
7.1.1 Resultados quanto à escolaridade

Na primeira questão (Gráfico 1) é possível observar que não foi possível obter a totalidade das turmas de segundo e terceiros anos da escola, 88% e 65%, responderam ao questionário respectivamente. Os demais estudantes que responderam o questionário concluíram o ensino médio em 2019 e 2018, ou são ex-alunos da escola.

Gráfico 1 – Questão quanto à escolaridade.

Quanto à sua escolaridade

64 respostas



Fonte: autoria própria.

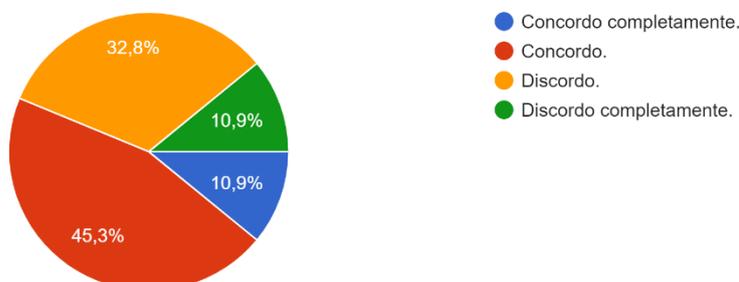
7.1.2 Resultados quanto à dificuldade sobre o conteúdo

A segunda questão (Gráfico 2) tem por objetivo sondar a percepção dos estudantes quanto à dificuldade do conteúdo estequiometria quando comparado a outros conteúdos de Química de forma geral, e a maioria dos estudantes classificou esse conteúdo de Química como o de maior dificuldade dentre todos os outros estudados durante o ensino médio.

Gráfico 2 – Questão quanto à dificuldade sobre o conteúdo.

De todos os conteúdos de Química do ensino médio, aquele que considero o de maior dificuldade para aprender foi Estequiometria.

64 respostas

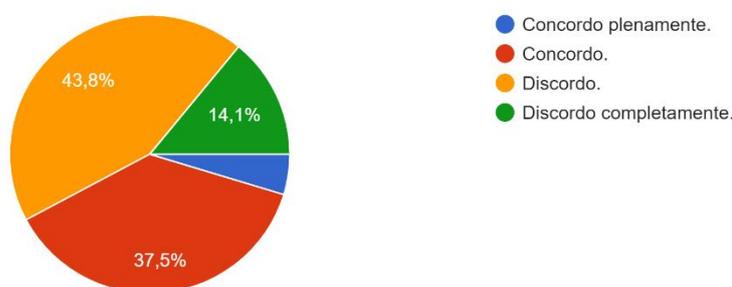


Fonte: autoria própria.

É possível confirmar os resultados obtidos na segunda questão com a análise da questão 3 (Gráfico 3), em que os estudantes reforçam a dificuldade de aprendizagem no conteúdo de estequiometria discordando, em sua maioria, que tiveram facilidade na resolução dos exercícios.

Gráfico 3 – Questão quanto à facilidade sobre o conteúdo.

Tive facilidade para resolver as questões envolvendo estequiometria durante o ensino médio.
64 respostas



Fonte: autoria própria.

7.1.3 Dificuldade quanto à interpretação dos enunciados

As respostas às questões 4 (Gráfico 4) e 5 são expressivas de modo que é possível observar que existe grande dificuldade por parte de 75% dos estudantes na interpretação do enunciado do problema, isto é, dificuldade de entender o que está sendo solicitado pelo exercício.

Além disso foi solicitado o porquê da resposta fornecida pelos estudantes, que relataram:

“Acredito que devido a quantidade de informações e diferentes unidades de medida”;

“Às vezes confundo as informações e me atrapalho para montar a regra de três”;

“Às vezes é difícil saber por onde começar”;

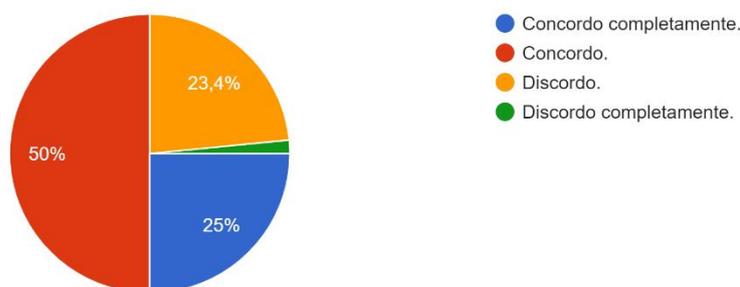
“Relacionar diversos dados em diferentes unidades e interpretar para que cada dado deveria ser utilizado no cálculo”;

“Porque o enunciado apresenta muitas informações”;

Entre outras respostas que estão inclusas no apêndice B.

Gráfico 4 – Questão quanto à dificuldade sobre interpretação.

Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em interpretar o enunciado.
64 respostas



Fonte: autoria própria.

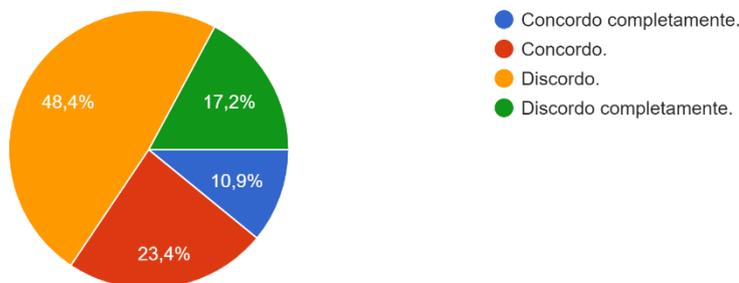
7.1.4 Dificuldade quanto ao balanceamento de equações químicas

Nesta questão (Gráfico 5) é possível observar que a maioria dos estudantes se autodeclara não ter dificuldade na realização do balanceamento da equação química presente no problema. Este resultado não retrata a realidade que observo durante as minhas aulas e avaliações, porém, na situação pandêmica que estamos vivendo hoje, é a ferramenta disponível para coletar este tipo de dado.

Gráfico 5 – Questão sobre dificuldade em relação ao balanceamento.

Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em realizar o balanceamento da equação química fornecida.

64 respostas



Fonte: autoria própria.

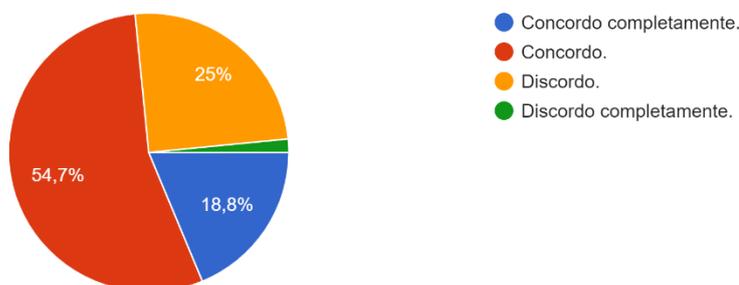
7.1.5 Resultados sobre a dificuldade na transcrição dos dados na forma de equação química

As questões 7 (Gráfico 6) e 8 têm por objetivo verificar uma situação comum em sala de aula, que é a dificuldade que os estudantes apresentam quando é necessário escrever a equação química a partir do enunciado, e a maioria deles, aproximadamente 74%, confirma essa dificuldade concordando com a questão.

Gráfico 6 – Dificuldade em transcrever uma equação química.

Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em escrever a equação química quando ela não é fornecida.

64 respostas



Fonte: autoria própria.

Aqui também foi questionado o motivo (questão 8) da resposta marcada por eles, e a dificuldade mais relatada foi em relação à nomenclatura das substâncias, bem como, o esquecimento de alguns elementos químicos da tabela, falta de treino, etc. Abaixo estão transcritas algumas respostas dadas pelos estudantes.

“em questões com um nível de dificuldade maior em que os compostos fornecidos são dados por seu nome usual e não com o nome oficial tive dificuldade em identificá-los para montar a equação mesmo com o auxílio da tabela”.

“Pois, em algumas equações, os reagentes e produtos formados não estão totalmente explícitos no enunciado”.

“Porque a nomenclatura de algum compostos são diferentes da nomenclatura padrão estabelecida pela IUPAC ou eu só esquecia e/ou me confunda mesmo”.

“porque tenho dificuldade em lembrar das fórmulas”.

“É chato decorar as formulas e seus nomes”.

7.1.6 Resultados quanto à identificação dos dados fornecidos pelo enunciado

Os resultados encontrados na questão 9 (Gráfico 7) demonstram um confronto em relação às questões anteriores, em que metade dos estudantes acredita ter dificuldade em identificar os dados fornecidos pelo enunciado do problema e a outra metade acredita não ter dificuldade na identificação destes dados. Quando se pergunta o motivo pelo qual se tem ou não dificuldade (questão 10), a maioria das respostas está direcionada a problemas com o enunciado: tamanho e excesso de informações no mesmo apareceram com maior frequência. Alguns exemplos foram transcritos abaixo.

“Porque a maioria dos enunciados traz informações desnecessárias que complicam e nos induzem ao erro”.

“O enunciado sempre foi a parte mais difícil para mim”.

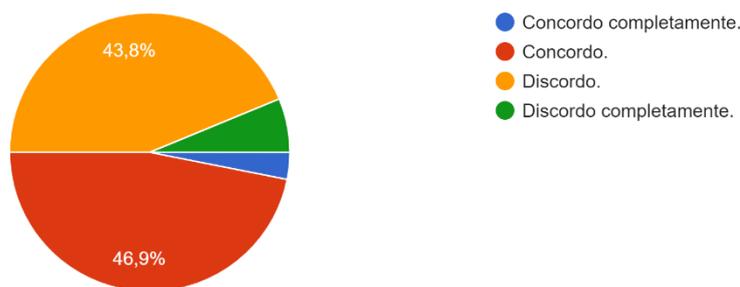
“Enunciados confusos e extensos”.

“Porque tinha dificuldades as vezes com os elementos da equação que não estavam presentes no enunciado, mas são intrínsecos àquela determinada reação”.

Gráfico 7 – Identificação dos dados do enunciado.

Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em identificar os dados fornecidos pelo enunciado.

64 respostas



Fonte: autoria própria.

7.1.7 Resultados quanto às dificuldades encontradas na realização das conversões

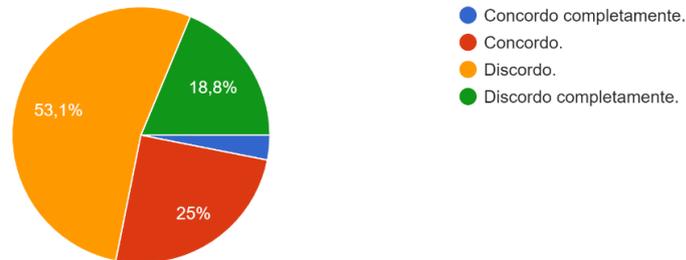
Nestas questões (Gráficos 8 a 11) foi possível observar que os estudantes não têm dificuldades na conversão das unidades no momento de resolução dos exercícios. Conversões específicas foram questionadas, como por exemplo mol¹¹ para massa, e concluiu-se que apenas nas conversões de mol para átomos os estudantes demonstraram apresentar alguma dificuldade.

¹¹ Utilizou-se a palavra “mol” ao invés de quantidade de matéria, como determina a IUPAC, para simplificar para o estudante a associação referente à pergunta. Link para consulta: <https://iupac.org/new-definition-mole-arrived/>.

Gráfico 8 – Conversões necessárias.

Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em realizar as conversões de unidades necessárias.

64 respostas

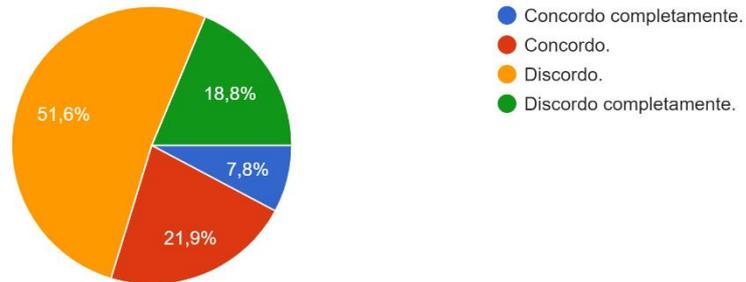


Fonte: autoria própria.

Gráfico 9 – Conversão mol/massa.

Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em converter mol para massa.

64 respostas

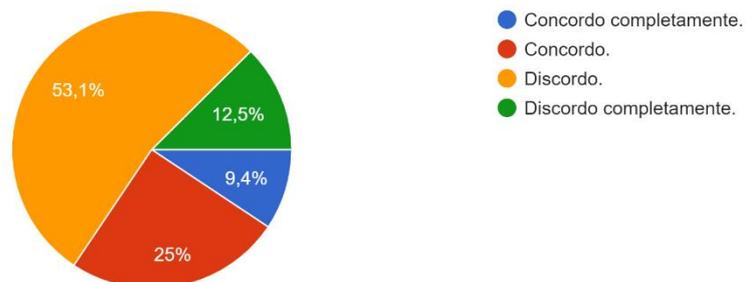


Fonte: autoria própria.

Gráfico 10 – Conversão mol/moléculas.

Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em converter mol para moléculas.

64 respostas

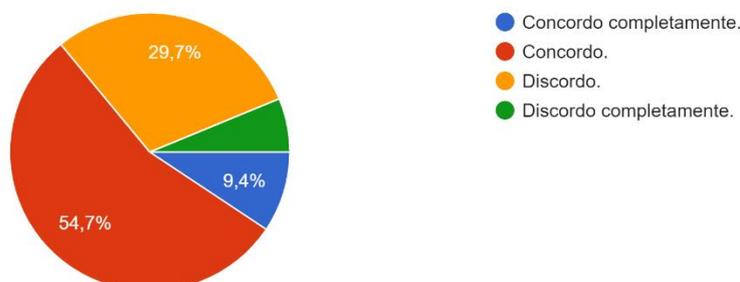


Fonte: autoria própria.

Gráfico 11 – Conversão mol/átomos.

Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em converter mol para átomos.

64 respostas

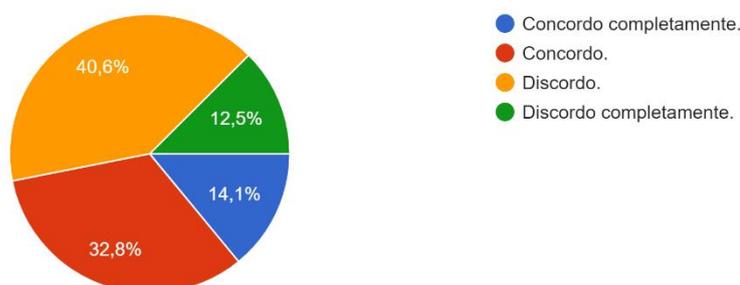


Fonte: autoria própria.

Gráfico 12 – Conversão mol/volume.

Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em converter mol para volume.

64 respostas



Fonte: autoria própria.

7.1.8 Resultados quanto às possíveis dificuldades matemáticas

A questão 16 (Gráfico 13) foi elaborada considerando as observações da sala de aula em que os estudantes apresentam dificuldade de realizar cálculos que não envolvam apenas o mol, mas o resultado do questionário apresenta um resultado contrário, onde a maioria dos estudantes concorda que é possível relacionar outras unidades de medida nos problemas estequiométricos.

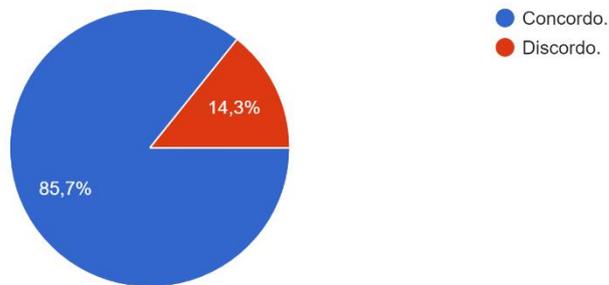
Em relação à montagem da regra de três (questão 17, Gráfico 14), 72,5% dos estudantes discorda sobre a dificuldade da montagem da regra de três. Novamente

esta questão foi elaborada a partir das observações realizadas em sala de aula, principalmente durante as avaliações, em que grande parte das questões permanece em branco, sem ao menos a tentativa de esboçar uma regra de três.

Após a montagem da regra de três, os estudantes não apresentam dificuldade na resolução da mesma, como pode ser visto no gráfico da questão 18 (Gráfico 15).

Gráfico 13 – Relação entre diferentes unidades de medida.

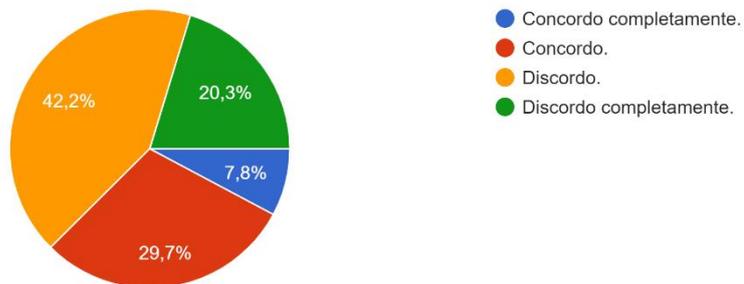
Tenho ciência que posso relacionar outras unidades de medida que não envolvam apenas o mol.
63 respostas



Fonte: autoria própria.

Gráfico 14 – Montagem da regra de três.

Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em montar a regra de três.
64 respostas

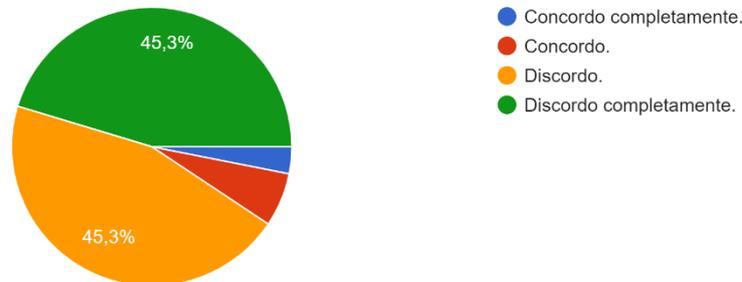


Fonte: autoria própria.

Gráfico 15 – Resolução da regra de três.

Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade na resolução matemática da regra de três.

64 respostas



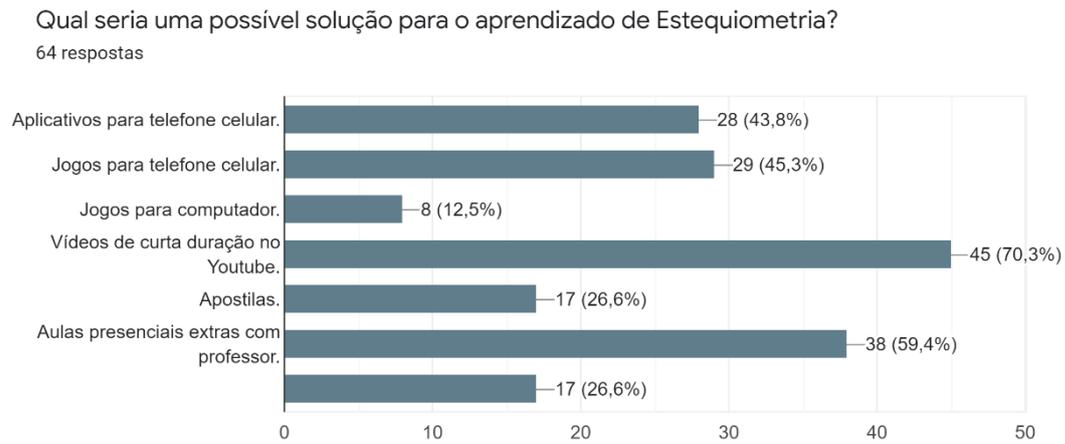
Fonte: autoria própria.

7.1.9 Resultados sobre a opinião dos estudantes quanto às possíveis soluções para a melhoria do aprendizado e quanto ao modo de estudo

A questão 19 (Gráfico 16) foi elaborada pensando na opinião e comentários dos estudantes durante as aulas, a respeito da melhor maneira para se aprender algo. Nesta questão era possível marcar mais de uma alternativa. As respostas foram de acordo com o que se esperava, em que a maioria gostaria de encontrar vídeos de curta duração sobre os conteúdos estudados em sala de aula, especificamente estequiometria, e em segundo lugar é possível observar que a solução para um melhor aprendizado se encontra na figura do professor em aulas extras no formato presencial. Na sequência encontramos respostas referentes a soluções virtuais.

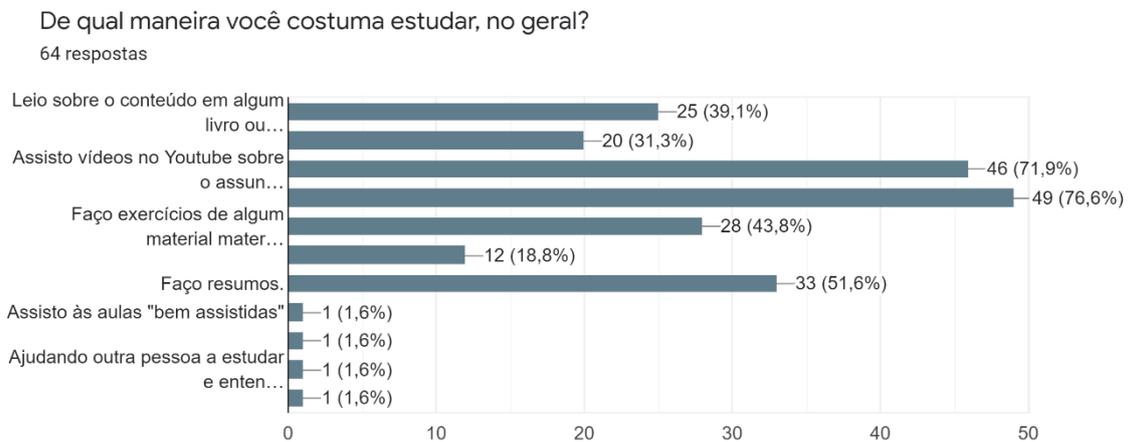
Já na questão 20 (Gráfico 17), foi perguntado sobre de que maneira os estudantes preferem estudar, dos 64 estudantes, 49 (76%) preferem estudar resolvendo exercícios através de materiais físicos como livros e apostilas, 46 (72%) estudam assistindo vídeos no *YouTube*® e 33 (52%) fazendo seus próprios resumos.

Gráfico 16 – Quanto às possíveis soluções.



Fonte: autoria própria.

Gráfico 17 – Quanto ao modo de estudar.



Fonte: autoria própria.

8. CONCLUSÕES

O ensino de Química apresenta diferentes níveis de complexidade em um âmbito geral, porém é notável a dificuldade que os estudantes têm especialmente em relação ao conteúdo de estequiometria. Essas dificuldades se apresentam de diversas formas dentro da sala de aula, que vão desde a dificuldade em lembrar conteúdos anteriormente estudados e que são necessários ao bom desenvolvimento do conteúdo, até a interpretação do enunciado, que é individual e que depende da trajetória acadêmica de cada um dos estudantes.

O questionário foi aplicado de modo a obter dados sobre a percepção dos estudantes em relação ao conteúdo de estequiometria, percepção esta que vai ao encontro das pesquisas realizadas até o momento, bem como da vivência dos professores em sala de aula, de que o conteúdo de estequiometria é aquele em que os estudantes apresentam maior dificuldade entre todos os conteúdos estudados na disciplina de Química durante o ensino médio. Esta percepção pode ser confirmada através de outro questionamento realizado na sequência, onde a pergunta é realizada de maneira contrária e ainda assim é possível constatar que a dificuldade quanto ao conteúdo de estequiometria existe.

Além disso, foi possível observar que grande parte da dificuldade se encontra no enunciado das questões, em que a interpretação do mesmo foi a dificuldade mais apontada, bem como escrever as equações químicas quando a mesma não é fornecida pelo problema. É notável a percepção que os estudantes têm de que enunciados longos são equivalentes a questões difíceis de resolver, e mesmo que nenhum dado numérico seja fornecido para determinada substância, eles relatam terem dúvidas se esta deverá ser utilizada na resolução do problema, ou não.

Quanto às conversões entre as unidades de medida mais utilizadas, a dificuldade foi apontada apenas quando se trata de conversões para número de átomos. O mesmo não ocorreu na pergunta sobre conversão para número de moléculas, o que seria um ponto importante a ser avaliado em trabalhos futuros.

Através das perguntas foi possível observar que a maioria dos estudantes entrevistados prefere estudar através da resolução dos exercícios em um material

disponibilizado de forma física, e com uma diferença muito pequena, grande parte deles estuda por vídeos no *YouTube*®, além disso, um número expressivo utiliza a *Internet* para busca de materiais e exercícios.

Ao final do questionário foi solicitado que os estudantes marcassem possíveis soluções para uma aprendizagem mais significativa e eficiente, e dentre todas as alternativas, a maioria dos estudantes respondeu sobre a disponibilização de vídeos de curta duração no *YouTube*®, o que nos direciona para o produto educacional desenvolvido para este projeto.

Porém o dado mais impressionante, é que os estudantes optaram pela presença de aulas extras com o professor de forma presencial, para uma melhor aprendizagem do conteúdo, como segunda resposta mais votada, seguida de alternativas para uso no celular como aplicativos e jogos. O que reforça a ideia de que o professor, de forma presencial, é peça essencial do processo de ensino e aprendizagem conforme citado diversas vezes no referencial teórico deste trabalho.

Neste sentido foi pensada e criada a vídeo-lista, uma lista que pode ser utilizada como ferramenta de apoio pelo professor em qualquer lugar do país, pois ela estará disponível no canal “SOS Química” no *YouTube*® e cada exercício da lista tem um *link* que redireciona diretamente para a resolução do exercício, sendo esta resolução com duração de no máximo 3 minutos, atendendo assim, a necessidade dos estudantes.

Este produto educacional foi pensado de modo a criar um material simples, utilizando recursos que a maioria dos professores possuem, para que a partir dele outros professores se motivem a criar suas próprias vídeo-listas, otimizando assim o período em sala de aula em que muitas vezes muito tempo é utilizado para a resolução de exercícios no quadro. Esta seria uma alternativa para dedicar este tempo a outras atividades que também demandam tempo.

Enfim, as perspectivas futuras são inúmeras, inclusive com a criação de videoaulas para o canal, e lógico, a crescente melhoria da qualidade de produção e edição dos vídeos.

9. REFERÊNCIAS

AMENDOLA, D.; & Carneiro, C. D. R. (2019). Análise crítica de conceitos de Geologia apresentados na Plataforma YouTube® com foco em vídeo-aulas. **Terra e Didática**, 15, 1-9, e19042. doi: 10.20396/td.v15i0.8657523.

ANACLETO, W. D.; SILVA, M. S. M.; OLIVEIRA, E. G.; ALVES J. R. NETO, P. N S. Tabela estequiométrica: uma alternativa lúdica para auxiliar no ensino de estequiometria e assuntos correlacionados. **Anais do VI CONEDU – Congresso Nacional de Educação**. ISSN: 2358-8829. Fortaleza, 2019.

Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/62663>.

ARAÚJO, C. M. S. O uso das TICs no processo educativo: exigência do desenvolvimento profissional docente. Dissertação de Mestrado. **Escola Superior de Educação Almeida Garrett**. Lisboa, 2017.

BRAATHEN, P. C. Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino-aprendizagem de química. **Revista Eixo**, v. 1, n. 1, p. 74-86. 2012.

CANALTECH. Canal de educação YouTube Edu conta agora com 11 mil vídeos gratuitos. Publicada em 29 de abril 2014.

Disponível em: <https://canaltech.com.br/internet/Canal-de-educacao-YouTube-Edu-conta-agora-com-11-mil-videos-gratuitos/>. Acesso em: 30/08/2020.

CRIVELLARO, D. B. J. Recursos tecnológicos como ferramenta metodológica: vídeo aula no ensino de química. Monografia. Faculdade de Educação e Meio Ambiente - **FAEMA**. 2015.

DEBUS, ALLEN G. A Longa Revolução Química. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro. v. 13, n. 77, p. 36-43, 1991.

FAPESP, Agência. Cresce a presença de computadores portáteis nas escolas públicas. Publicada em 24 de maio de 2013. Disponível em:

<http://agencia.fapesp.br/cresce-a-presenca-de-computadores-portateis-nas-escolas-publicas/17325/>. Acesso em 28/05/2020.

FERNANDES, R. S. Diagnóstico de dificuldades de aprendizagem relacionadas ao estudo da estequiometria com alunos do ensino médio da rede pública estadual do Rio Grande do Sul e proposta de estratégia didática. **Dissertação de mestrado**. Programa Nacional de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2019.

FILGUEIRAS, CARLOS A. L. A Revolução Química de Lavoisier: Uma Verdadeira Revolução? **Química Nova**. v. 18, n 2, p. 219-224, 1995.

FORTUNA, D. MOURA, F. O. MEC divulga dados do censo escolar da educação básica. **Correio Braziliense**. Disponível em:
https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/estudante/ensino_educacaobasica/2018/01/31/ensino_educacaobasica_interna,656887/mec-divulga-pesquisa-sobre-censo-escolar-da-educacao-basica.shtml. Acesso em 28/05/2020.

GABINI, W. S.; DA SILVA DINIZ, R. E. Os professores de química e o uso do computador em sala de aula: discussão de um processo de formação continuada. **Ciência & Educação**. [S.l.]. 2009. v. 15. n. 2. p. 343-58, 2009.

GARRIDO, B. C. A redefinição do mol: avanço nas medições em química e biologia. **INMETRO**, 2019.

HIRDES, J. C. R. et al. Monitoria em vídeo: o uso das novas tecnologias de comunicação no processo de ensino-aprendizagem. [S.l.:s.n.]. v. 9, 2006.

IDados - A desigualdade no acesso à Internet entre estudantes do ensino básico das Redes Pública e Privada. 27/04/2020. Thais Barcellos, pesquisadora da Consultoria **IDados**. Disponível em:

<https://idados.id/blog/desigualdade-acesso-a-internet-entre-estudantes-do-ensino-basico-das-redes-publica-e-privada>. Acesso em 25/05/2020.

KUBO, O. M.; BOTOMÉ, S. P. Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais. **Interação em Psicologia**, Curitiba, v. 5, 2001. ISSN 1981-8076.

Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/psicologia/article/view/3321>

LEMOS, E. S. A aprendizagem significativa: estratégias facilitadoras e avaliação. **FIOCRUZ**, 2011.

LISBÔA, E. S.; BOTTENTUIT JUNIOR, J. B.; COUTINHO, C. P. O contributo do vídeo na educação online. **Actas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia**. Braga: Universidade do Minho, 2009. ISBN- 978-972-8746-71-1.

MAZZALI, K. O uso do laboratório virtual para o ensino e aprendizagem de estequiometria nas aulas de química. **Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 2018.

MACEDO, C. E. S. Análise da utilização de tecnologia na educação musical: uma abordagem construtivista com o uso do Youtube Edu. **Dissertação de mestrado**. UFRGN, 2018.

MILANEZ, F. R. Um caminho audiovisual possível à aprendizagem: estudo de caso em uma amostra de crianças de uma escola pública de Porto Alegre. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 2017.

MORAN, José Manuel. Como utilizar a internet na educação. **Ciência da Informação**. Brasília, v. 26, n.2, 1997. Disponível em:
<http://www.scielo.br/pdf/ci/v26n2/v26n2-5.pdf>.

MOREIRA, A. F. B.; KRAMER, S. Contemporaneidade, educação e tecnologia. **Educação & Sociedade**. v. 28, n. 100, p. 1037-1057, 2007.

NICHELE, A. G. Tecnologias móveis e sem fio nos processos de ensino e aprendizagem em Química: Uma experiência no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado. **Programa de Pós-Graduação em Educação**. Unisinos, 2015.

NICHELE, A. G.; CANTO, L. Z. Ensino de Química com *Smartphones* e *Tablets*. CINTED-UFRGS. **Novas Tecnologias na Educação**. V. 14 Nº 1, julho, 2016.

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

PAPERT, S. A máquina das crianças: Repensando a escola na era da informática. **Faced**, Salvador, n.12, p.227-231, jul/dez. 2007.

PIRES, F. Google lança plataforma de educação Youtube EDU. **Época Negócios**. Publicada em 21 de novembro de 2013. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Informacao/Acao/noticia/2013/11/google-lanca-canal-de-educacao-youtube-edu.html>. Acesso em 31/08/2020.

SILVA, A. C. Ensaio: aval. pol. públ. Educ., Rio de Janeiro, v. 19, n. 72, p. 527-554, jul/set 2011.

SILVA, J. B. O vídeo como recurso didático. 26 f. Monografia. **Universidade Federal do Rio Grande - FURG**, 2009.

SILVA, R. R.; FILHO, R. R. Mol: Uma nova terminologia. **Química Nova na Escola**, nº 1, mai. 1995.

SMOSINSKI, S. YouTube lança plataforma de educação com 8000 vídeos de ensino médio. **UOL**. Publicada em 21 de novembro de 2013.

Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/noticias/2013/11/21/youtube-lanca-canal-de-educacao-com-8000-videos-de-ensino-medio.htm>. Acesso em 3/08/2020.

TIC Educação - 2012 Professores C1 - PROPORÇÃO DE PROFESSORES POR PERCEPÇÃO SOBRE AS ATIVIDADES REALIZADAS NO COMPUTADOR. Disponível em: <https://cetic.br/pt/tics/educacao/2012/professores/C1/>. Acesso em 28/05/2020.

TORQUATO, R. A. Linguagem audiovisual e formação de professores: um diálogo possível. **Cadernos da Escola de Comunicação**, n. 01, 2003.

TOSI, L. Lavoisier: Uma Revolução na Química. **Química Nova**. v. 12, n 1, p. 33-56, 1989.

WATANABE, A.; BALDORIA, T.; AMARAL, C. O vídeo como recurso didático no ensino de Química. CINTED-UFRGS. **Novas Tecnologias na Educação**. V. 16 Nº 1, julho, 2018.

10. APÊNDICE

10.1 Apêndice A – Questionário sobre a percepção dos estudantes frente ao conteúdo estequiometria

Questionário: Avaliação sobre a percepção dos estudantes no conteúdo de Estequiometria

1. Quanto à sua escolaridade

Estudante da segunda série do ensino médio

Estudante da terceira série do ensino médio

Já concluiu o ensino médio ou não estuda mais na escola

2. De todos os conteúdos de Química do ensino médio, aquele que considero o de maior dificuldade para aprender foi Estequiometria.

Concordo completamente.

Concordo.

Discordo.

Discordo completamente.

3. Tive facilidade para resolver as questões envolvendo estequiometria durante o ensino médio.

Concordo plenamente.

Concordo.

Discordo.

Discordo completamente.

4. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em interpretar o enunciado.

Concordo completamente.

Concordo.

Discordo.

Discordo completamente.

5. Por quê?

6. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em realizar o balanceamento da equação química fornecida.

Concordo completamente.

Concordo.

Discordo.

Discordo completamente.

7. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em escrever a equação química quando ela não é fornecida.

Concordo completamente.

Concordo.

Discordo.

Discordo completamente.

8. Por quê?

9. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em identificar os dados fornecidos pelo enunciado.

Concordo completamente.

Concordo.

Discordo.

Discordo completamente.

10. Por quê?

11. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em realizar as conversões de unidades necessárias.

Concordo completamente.

Concordo.

Discordo.

Discordo completamente.

12. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em converter mol para massa.

Concordo completamente.

Concordo.

Discordo.

Discordo completamente.

13. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em converter mol para moléculas.

Concordo completamente.

Concordo.

Discordo.

Discordo completamente.

14. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em converter mol para átomos.

Concordo completamente.

Concordo.

Discordo.

Discordo completamente.

15. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em converter mol para volume.

Concordo completamente.

Concordo.

Discordo.

Discordo completamente.

16. Tenho ciência que posso relacionar outras unidades de medida que não envolvam apenas o mol.

Concordo.

Discordo.

17. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em montar a regra de três.

Concordo completamente.

Concordo.

Discordo.

Discordo completamente.

18. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade na resolução matemática da regra de três.

Concordo completamente.

Concordo.

Discordo.

Discordo completamente.

19. Qual seria uma possível solução para o aprendizado de Estequiometria?

Aplicativos para telefone celular.

Jogos para telefone celular.

Jogos para computador.

Vídeos de curta duração no Youtube.

Apostilas.

Aulas presenciais extras com professor.

Aulas virtuais com o professor em tempo real.

20. De qual maneira você costuma estudar, no geral?

Leio sobre o conteúdo em algum livro ou apostila.

Leio sobre o conteúdo em materiais disponibilizados na internet.

Assisto vídeos no *Youtube*® sobre o assunto.

Faço exercícios de algum material físico como livro ou apostila.

Faço exercícios de algum material disponibilizado na internet.

Apenas assisto a aula do meu professor.

Faço resumos.

10.2 Apêndice B – Respostas discursivas do questionário

Questão 5 (43 respostas transcritas diretamente das respostas dos estudantes)

1. Acredito que devido a quantidade de informações e diferentes unidades de medida
2. Entendi o conteúdo e os macetes para resolvê-los
3. As vezes confundo as informações e me atrapalho para montar a regra de três.
4. Os erros são mais comuns na hora de fazer os cálculos.
5. As vezes é difícil saber por onde começar
6. Não entendi o que a questão queria que fosse feito.
7. Muito confuso
8. Muitas vezes é difícil entender o que o exercício realmente quer, porém eu sigo sempre uma ordem o que facilita, afinal os exercícios tem um padrão.
9. Porque não entendo com clareza o que a questão está pedindo.
10. Porque a maioria dos enunciados traz informações desnecessárias que complicam e nos induzem ao erro
11. Pois as questões não eram tão difíceis
12. Enunciados são extensos
13. É meio confuso no início, mas depois de realizar mais exercícios ficou fácil.
14. Acredito que por uma questão mais pessoal em relação a facilidade. Para mim os cálculos são mais fáceis de entender do que a parte de interpretação em português
15. Relacionar diversos dados em diferentes unidades e interpretar para que cada dado deveria ser utilizado no cálculo
16. não entendia a matéria
17. falta de interpretação a maioria das vezes
18. Em maioria, não encontrei dificuldade com a interpretação ou resolução das questões.
19. Em alguns sim, pois não sou muito boa de interpretação. Minha maior dificuldade é pegar o fio da meada, depois consigo. As vezes fico confusa, porém acho que estou conseguindo lidar melhor com isso.
20. Confuso

21. a maioria das questões relacionadas ao conteúdo de estequiometria são objetivas quanto ao que pede-se como resultado
22. Achava muito difícil entender o que exatamente a questão queria, as proporções, as unidades de medida, etc.
23. Pois o enunciado era a parte mais difícil para colocar a questão em prática.
24. Tenho dificuldade em interpretação num geral, mas às vezes me confundo com a nomenclatura de determinada substância ou então unidades de medida.
25. os enunciados são bastante confusos e complexos
26. Alguns enunciados não são tão claros assim, em questão de substâncias, unidades e etc
27. Falta de atenção.
28. Sentia dificuldade em relacionar o enunciado com os cálculos necessários para a resolução
29. Porque o enunciado apresenta muitas informações
30. A prática facilitou ao distinguir as informações necessárias do resto do enunciado.
31. Pois, em muitas das vezes são utilizados dados desnecessários no problema.
32. Porque os enunciados muitas vezes são montados para exigir dos alunos algo a mais do que apenas colocar as informações nas fórmulas ou equações e sim para guiar o aluno indiretamente para a resolução, o que pode complicar o entendimento
33. O enunciado as vezes pode confundir, a parte da matemática é fácil.
34. Não consigo saber o que alguns problemas pedem
35. Muitos enunciados eram bem fáceis de serem interpretados
36. Dificuldades quanto a nomenclatura e fazer o desenho.
37. Facilidade em interpretação quanto a matéria Estequiometria.
38. Porque eram de interpretação simples a maioria, se a leitura do enunciado fosse com atenção.
39. Às vezes alguns enunciados têm muitas informações e dados, e isso acaba me atrapalhando e muitas vezes não sei qual deles usar.
40. Tenho dificuldade ao montar a equação quando ela não vem pronta. Também tenho dificuldade quando o exercício pede dados contrários do que estamos acostumados a resolver.

41. Porque o enunciado eu entendia, mas não conseguia formular a conta a partir dele
42. Por falta de interpretação, esse sempre foi a maior dificuldade depois q conseguia passar pro papel, daí dava tudo certo
43. Pois as questões são complicadas de entender

Questão 8 (38 respostas transcritas diretamente das respostas dos estudantes)

1. elementos desconhecidos
2. Acredito que por falta de estudo e domínio da nomenclatura
3. A única dificuldade é de lembrar algumas fórmulas.
4. Dificuldade em decorar fórmulas
5. As vezes me esqueço de como são os elementos
6. Não sei os nomes de todos os compostos.
7. Pra mim o mais difícil é tirar os dados do exercício
8. Porque não sei formar bem a equação apenas pelos nomes.
9. Acho que me dou bem nessa parte, geralmente não era o que eu errava nas questões. Às vezes eu esquecia o balanceamento, mas depois que peguei o costume não esqueci mais
10. As vezes não lembrava das fórmulas
11. Pois é necessário lembrar de conteúdos passados, mas novamente, após a realização de mais exercícios fui relembrando.
12. No início do estudo, no primeiro ano, a equação química não me fazia sentido se não fosse á formação de um sal kkkk mas após entender mais como funcionava as formações de outras substâncias tudo se tornou bem fácil, foi questão de estudar e entender diversos exemplos
13. Porque tinha dificuldade de relacionar os elementos da tabela com uma equação química organizada
14. não conseguia interpretar
15. por não conhecer alguns elementos da tabela
16. Pois as reações químicas exigem muito estudo, técnica e treino.
17. Entendo com clareza como formar a equação.

18. Na maioria das vezes sei o que escrever, mas infelizmente há suas exceções :(Tenho um pouco de dificuldade de saber quais os produtos, se é H₂O ou nada ou alguma outra coisa. Mas, novamente, estou conseguindo melhorar!
19. Difícil
20. em questões com um nível de dificuldade maior em que os compostos fornecidos são dados por seu nome usual e não com o nome oficial tive dificuldade em indentifica-los para montar a equação mesmo com o auxílio da tabela
21. Justamente por ter dificuldade de compreender o enunciado, não entendia também quais proporções deveriam ser utilizadas, logo as equações se tornavam a parte mais difícil.
22. Pois era mais difícil de enxergar o que estava acontecendo.
23. Nem sempre lembro o que representa determinada nomenclatura.
24. As vezes não sei como montar a reação
25. Por não saber como montar
26. Em alguns casos eu ainda não sei como.
27. Os conteúdos básicos da química não foram completamente aprendidos e assimilados
28. Não conseguia enxergar plenamente a equação no enunciado da questão (dificuldade de interpretação)
29. Falta de prática e muitas vezes o excesso de informação não relacionada atrapalhou.
30. Pois, em algumas equações, os reagentes e produtos formados não estão totalmente explícitos no enunciado.
31. Porque a nomenclatura de alguns compostos são diferentes da nomenclatura padrão estabelecida pela IUPAC ou eu só esquecia e/ou me confundia mesmo
32. porque tenho dificuldade em lembrar das fórmulas.
33. É chato decorar as fórmulas e seus nomes
34. Não encontrei dificuldade em tais questões.
35. Porque tinha dificuldades as vezes com os elementos da equação que não estavam presentes no enunciado, mas são intrínsecos àquela determinada reação.

36. A maioria dos componentes da equação eu sempre consigo escrever com a ajuda da tabela, mas confesso que têm alguns poucos deles que fico empacada.
37. As vezes a questão dá o nome popular da substância e não o nome químico, onde sabemos a união do cátion+anion pela tabela.
38. Por não ter domínio de todas as fórmulas

Questão 10 (36 respostas transcritas diretamente das respostas dos estudantes)

1. Em geral, não tive muita dificuldade, pois basta entender qual é a molécula (ou qualquer outro) que o exercício está exigindo, assim eu sei que aquele é o X, e depois eu preciso "relacionar" ele com outro dado que está nos parâmetros que eu quero. Sempre uso essa lógica e praticamente sempre acerto! (Pelo menos na regra de três). Quanto mais se pratica, mais fácil fica de identificá-los.
2. Facilidade na interpretação
3. A maior dificuldade é em saber usá-las.
4. Não tive dificuldade nisso
5. Algumas vezes o enunciado não diz claramente o que ele está dando... Fazendo com que tenhamos que interpretar melhor a questão
6. Questões muito longas confundem.
7. No começo da matéria as questões são de difícil interpretação
8. Porque me confundo com o que está sendo pedido.
9. Porque a maioria dos enunciados traz informações desnecessárias que complicam e nos induzem ao erro
10. Pois é só ler com atenção
11. Enunciados confusos e extensos
12. Em geral acredito que os dados sejam bem específicos e quando não são, eu acabava errando por conta da interpretação
13. Em identificar não, mas em relacionar ao que eles deveriam ser utilizados
14. interpretação
15. Os dados as vezes estão muito escondidos sendo difícil de ser analisados
16. Algumas vezes me confundi, mas, com prática, deixei de ter dificuldade.

17. Confuso
18. apenas em algumas questões como dito anteriormente tive dificuldade em reconhecer os compostos por estarem como o nome não oficial, visto que esses nomes são recorrentes entre químicos e não entre alunos do EM
19. O enunciado sempre foi a parte mais difícil para mim.
20. Às vezes não soube realizar conversão.
21. Alguns detalhes da questão que podem te confundir, quanto nomenclatura e etc
22. Falta de atenção.
23. Não sei quais dados devo utilizar
24. Os dados sempre são fornecidos de forma clara
25. Pois a maioria dos exercícios apresenta muitas informações
26. Inicialmente sim, porém com o tempo os enunciados se tornaram mais claros.
27. Pois, em algumas questões, o enunciado se encontra com muitos dados inúteis que acabam por se confundir com os dados necessários.
28. Por consequência da falta de compreensão do enunciado
29. Os são bem claros no enunciado.
30. Os dados normalmente são fáceis de indentificar
31. Nomenclatura
32. Os dados são explícitos na maioria das vezes.
33. Porque se a leitura fosse feita com atenção os dados estavam claros.
34. Às vezes quando o enunciado têm vários dados, eu não sei se devo utilizar todos e quando devo utilizar. Então muitas vezes uso um dado, em algum momento errado e acabo errando a questão.
35. Para mim, na maioria das vezes tive boa interpretação das questões, mas na parte dos casos de pureza e rendimento, tive mais dificuldade.
36. Os dados em maioria da para entender

10.3 Apêndice C – Lista de exercícios de estequiometria

Todos os exercícios desta lista estão resolvidos no formato de vídeo e disponibilizados individualmente no canal do *Youtube* “SOS Química”:

Link: <https://www.youtube.com/channel/UCtYSda-mEzRe7PCIDpPuvjQ>

1. Responda às perguntas referentes à fermentação da glicose ocorre segundo a equação não balanceada abaixo:



- a) Qual a quantidade de álcool etílico, em gramas, que será produzido a partir da fermentação de 18 kg de glicose?

Resposta no link: <https://youtu.be/X3AxBnMt57o>

- b) Quantos mols de gás carbônico serão produzidos a partir da fermentação de 15 mols de glicose?

Resposta no link: <https://youtu.be/Rvar-ZQLzI8>

- c) Qual a quantidade de glicose, em kg, necessária para produzir 700 kg de álcool etílico?

Resposta no link: <https://youtu.be/Lci3TnmozDg>

- d) Qual a massa de glicose necessária para produzir 15 mols de etanol?

Resposta no link: https://youtu.be/LKxDHtr_xj8

- e) Quantas moléculas de gás carbônico são produzidas a partir de 180 kg de glicose?

Resposta no link: https://youtu.be/7e_73-4aYWY

- f) Quantos átomos de carbono provenientes da glicose são necessários para produzir 5 mols de gás carbônico?

Resposta no link: <https://youtu.be/Wz4gTe5v6EQ>

- g) Calcule a quantidade de álcool etílico, em gramas, que será produzido a partir de 25 kg de glicose, considerando rendimento de 75%.

Resposta no link: https://youtu.be/kbP_VK26PVw

- h) Calcule a quantidade de álcool etílico, em kg, que será produzido a partir de 50 kg de glicose que apresenta 10% de impurezas na sua composição.

Resposta no link: <https://youtu.be/A87Wn0o2Feg>

- i) Calcule a quantidade de álcool etílico, em kg, que será produzido a partir de 100 kg de glicose que apresenta 25% de impurezas, considerando um rendimento de 80%.

Resposta no link: <https://youtu.be/G5LnwjH6148>

10.4 Apêndice C – Material suplementar “Produto Educacional”

10.4.1 Guia para o professor: Sugestão de uso do produto educacional

Durante os anos dedicados à docência no ensino médio, com a disciplina de Química, é notável a percepção de que o conteúdo de Estequiometria está dentre os mais temidos pelos estudantes.

Dificuldades relacionadas à interpretação do enunciado, identificação da pergunta do problema e cálculos que envolvam número de átomos, foram os mais citados na pesquisa que fizemos para o desenvolvimento deste trabalho.

E a partir disso pensou-se na produção de um material de apoio ao ensino e aprendizagem de Estequiometria. Este produto, denominado “Vídeo-Lista”, é composto por exercícios de Estequiometria com diferentes níveis de dificuldade, porém de fácil interpretação, visto que se faz necessária a aprendizagem a nível básico, primeiramente.

Cada exercício da “Vídeo-Lista” foi elaborado a partir da análise dos resultados da pesquisa e pensado, principalmente, naquele estudante que apresenta dificuldade no conteúdo. As resoluções de todos os exercícios se encontram disponíveis no canal “SOS Química” (<https://www.youtube.com/channel/UCtYSda-mEzRe7PCIDpPuvjQ>), dentro da plataforma *YouTube*®.

Este produto educacional poderá ser utilizado pelo professor em sala de aula, como material de apoio ao ensino de estequiometria, e também poderá ser utilizado por estudantes de qualquer região que acessem o canal “SOS Química”, de modo a facilitar a aprendizagem deste conteúdo durante o ensino médio.

10.4.1.1 Plano de aula

Este produto educacional (Vídeo-Lista) foi pensado especialmente para sua utilização nas escolas em que a disciplina de Química está limitada a dois períodos semanais, de 50 minutos cada. Como, por exemplo, nas escolas públicas. Porém, pode ser utilizado em qualquer realidade escolar, independentemente da quantidade de períodos semanais.

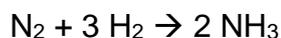
Objetivos: Compreender e revisar os conceitos envolvidos na estequiometria: proporcionalidade entre quantidade de reagentes e produtos (massa, quantidade de matéria, número de moléculas, número de átomos, pureza de um reagente e rendimento da reação).

Procedimentos:

i. Primeiro momento:

Iniciar a aula contextualizando a sobre importância das proporções em uma reação química, um bom começo é conversar com os estudantes sobre receitas e suas proporções.

Em seguida, demonstrar uma equação simples, e realizar o balanceamento desta, de modo que eles compreendam que o primeiro passo para determinar e calcular as proporções é a realização do balanceamento. A equação que representa a reação de síntese da amônia é um bom exemplo:



Após, sugere-se a montagem de uma tabela expressando as diferentes medidas que podem ser feitas, baseadas na proporção de cada substância, como segue no exemplo abaixo.

	N₂	3 H₂	2 NH₃
Quantidade de matéria (mol)	1 mol	3 mol	2 mol
Massa (g)	1 mol x 28 g/mol = 28 g	3 mol x 2 g/mol = 6 g	2 mol x 17 g/mol = 34 g
Número de moléculas¹²	1 x 6,02 x 10 ²³ = 6,02 x 10 ²³ moléculas	3 x 6,02 x 10 ²³ = 18,06 x 10 ²³ moléculas	2 x 6,02 x 10 ²³ = 12,04 x 10 ²³ moléculas
Número de átomos¹²	2 x 6,02 x 10 ²³ = 12,04 x 10 ²³ átomos	3 x 2 x 6,02 x 10 ²³ = 36,12 x 10 ²³ átomos	2 x 4 x 6,02 x 10 ²³ = 48,16 x 10 ²³ átomos
Volume¹³ (L)	1 x 22,4 L = 22,4 L	3 x 22,4 L = 67,2 L	2 x 22,4 L = 44,8 L

Sugere-se explicar a tabela elaborando as possíveis relações entre diferentes medidas, como por exemplo, mol de N₂ para massa NH₃ formada. E também fazendo algumas perguntas como: “Quantas moléculas de NH₃ serão formadas se triplicarmos a massa de N₂ utilizada.”

ii. Segundo momento:

Os estudantes, em duplas, deverão elaborar duas perguntas sobre a reação de formação da amônia, envolvendo qualquer uma das substâncias, reagentes e/ou produto, em diferentes unidades de medida.

Após isso, as duplas trocarão suas perguntas entre si, e responderão as perguntas elaboradas pelos colegas. Depois de respondidas, estas perguntas devem retornar aos autores e devem ser corrigidas por eles. De modo que possa ocorrer a troca de ideias entre as duas duplas.

iii. Terceiro momento:

A lista de exercícios da “Vídeo-lista” deve ser disponibilizada aos estudantes por meio digital (https://drive.google.com/file/d/1ysSvx-uNC_xl3zJmu_ADJ_zfYpLm31ug/view) ou impresso, como tarefa de casa. Os estudantes devem ser instruídos a realizarem os itens do exercício 1, utilizando os

¹² Considerando o número de Avogadro como 6,02 x 10²³.

¹³ Volume considerando que as substâncias se encontram nas CNTP, em que 1 mol equivale a 22,4L aproximadamente.

links das resoluções somente após o término destes, de modo que façam a correção e/ou consigam tirar suas dúvidas através dos vídeos.

Objetivos das questões:

	Mol	Massa
Mol	1-b	
Massa	1-d	1-a / 1-c / 1-g
Moléculas	1-e	
Átomos	1-f	

Verificação dos resultados:

Após esta sequência de atividades, sugere a aplicação via *Google Forms* de um questionário. Estas perguntas identificarão as dificuldades dos estudantes frente aos exercícios, como as que foram aplicadas nesta dissertação de mestrado.

Professor, seguem as sugestões de perguntas a serem disponibilizadas aos estudantes.

1. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em realizar o balanceamento da equação química fornecida.

() Concordo completamente () Concordo. () Discordo. () Discordo completamente

2. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em interpretar o enunciado.

() Concordo completamente () Concordo. () Discordo. () Discordo completamente

3. Por quê?

4. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em identificar os dados fornecidos pelo enunciado.

() Concordo completamente () Concordo. () Discordo. () Discordo completamente

5. Por quê?

6. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em realizar as conversões de unidades necessárias.

Concordo completamente Concordo. Discordo. Discordo completamente

7. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em converter mol para massa.

Concordo completamente Concordo. Discordo. Discordo completamente

8. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em converter mol para moléculas.

Concordo completamente Concordo. Discordo. Discordo completamente

9. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em converter mol para átomos.

Concordo completamente Concordo. Discordo. Discordo completamente

10. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade em montar a regra de três.

Concordo completamente Concordo. Discordo. Discordo completamente

11. Ao resolver questões de estequiometria tive dificuldade na resolução matemática da regra de três.

Concordo completamente Concordo. Discordo. Discordo completamente

10.4.2 Informações quanto à composição das questões:

Caro professor, dependendo dos resultados do questionário acima, é importante observar o que se espera do estudante quanto à realização de cada item da lista. Caso estes resultados apontem diagnósticos específicos, é importante que se dê atenção aos objetivos específicos citados abaixo.

Os itens **a)**, **c)** e **g)** foram elaborados de modo que os estudantes possam relacionar a massa das substâncias. No item **a)** é necessário que ele seja capaz de realizar a conversão para unidade de grama da informação fornecida em quilogramas. No item **c)** pode-se manter a unidade em quilogramas, ou convertê-la para unidade em gramas. É importante revisar com os estudantes estes conceitos matemáticos, visto que muitas vezes, quanto mais conversões são realizadas, maior a probabilidade de erros matemáticos. Já no item **g)**, **h)** e **i)** a atenção está voltada para a ideia de rendimento de reação e impurezas dos reagentes.

O item **b)** é uma relação entre quantidade de matéria em mols, mais facilmente identificada pelos estudantes, na maioria das vezes. A dificuldade, em alguns dos casos, inicia na medida que diferentes grandezas são utilizadas em um único exercício, como disponibilizado no item **d)**, em que ocorre a relação entre massa de uma substância e quantidade de matéria de outra.

Professor, os itens **e)** e **f)** exigem a compreensão dos significados relativos à quantidade de moléculas e átomos, gerando certa confusão nos estudantes. Então, é de suma importância, que no momento da construção da tabela do “Primeiro momento” descrito no Plano de Aula (Seção 1.1.1.1) estes conceitos sejam reforçados, e inclusive, que mais exemplos sejam mencionados. O questionário aplicado para a produção deste produto educacional aponta dificuldades, principalmente, para a contagem de átomos.