



APLICAÇÃO DE DIAGRAMAS V DE GOWIN COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM EM EXPERIMENTOS REALIZADOS COM SIMULADOR VIRTUAL

APPLICATION OF GOWIN'S V DIAGRAMS AS A LEARNING ASSESSMENT TOOL IN EXPERIMENTS PERFORMED WITH VIRTUAL SIMULATOR

Lucas Vinicius Leite Martoni  

Universidade de São Paulo (USP)

✉ lucas.martoni@usp.br

Letícia Gomes de Melo  

Universidade de São Paulo (USP)

✉ melolg@usp.br

Sergio Antonio Spinola Machado  

Universidade de São Paulo (USP)

✉ sasmach@iqsc.usp.br

RESUMO: Em tempos de isolamento social, medida adotada para combater a disseminação do vírus SARS-CoV-2, causador da COVID-19, as aulas presenciais se tornaram remotas e, dessa forma, para garantir a segurança de todos, necessita-se usar ferramentas passíveis de serem aplicadas a distância. Dessa forma, o presente trabalho traz a aplicação de uma atividade avaliativa sobre o ensino de gases para alunos do primeiro semestre do curso de Bacharelado em Química da Universidade de São Paulo. A atividade avaliativa foi composta por inicial experimentação com simuladores virtuais e a aprendizagem foi avaliada usando questionários e diagramas de V de Gowin construídos pelos estudantes, utilizando-se da análise qualitativa dos dados. Após aplicar a atividade, foi possível constatar que o uso do simulador permitiu a compreensão submicroscópica do comportamento dos gases e 97% dos alunos relataram que o uso dessa ferramenta facilita a compreensão dos conteúdos abordados. O uso do diagrama V de Gowin, por sua vez, se apresentou como uma ferramenta importante avaliativa, permitindo verificar se a aprendizagem do aluno se deu de forma significativa, o que não foi possível observar através do uso de um questionário, uma forma de avaliação mais tradicional. Por fim, segundo o relato dos alunos, 90% deles afirmam que a atividade facilita a associação de fenômenos do cotidiano com a teoria estudada e 80% deles desejam mais atividades utilizando metodologias de ensino alternativas tais como as que foram empregadas neste trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Simuladores Virtuais. Diagrama V de Gowin. Gases.

ABSTRACT: To avoid the spread of the SARS-CoV-2 virus, which causes the COVID-19 disease, social isolation was required. Presential classes were replaced by remote classes to ensure the safety of everyone, which demanded tools that are possible to be applied remotely. Thus, the present work brings the application of an evaluative activity about gases to students of the first semester of the Bachelor course of Chemistry at the University of Sao Paulo. The activity consisted of experimentation with virtual simulators and the learning assessment was evaluated by questionnaires and Gowin's V diagrams, with qualitative data analysis. It was found that the use of the simulator supported the submicroscopic understanding of the behavior of gases and 97% of students reported that the use of this tool facilitates the understanding of the subjects. The use of Gowin's V diagram demonstrated to be an important evaluative tool, allowing to verify if the student had a meaningful learning, which was not possible to observe through the use of a questionnaire, a more traditional form of evaluation. Finally, according to the students' feedback, 90% of them affirm that the activity facilitates the association of everyday

phenomena with the theory studied and 80% of them want more activities using alternative teaching methodologies such as those employed in this work.

KEY WORDS: Virtual Simulations. Gowin's V Diagram. Gases.

Introdução

Evasão, baixo rendimento escolar e desvalorização de professores são só algumas das dificuldades que marcam a educação brasileira. Conforme mostrou a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNADC) de 2019 realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE] (2020), dentre 50 milhões de jovens de 14 a 29 anos do País, 10,1 milhões de jovens (o equivalente a 20,2%) não completaram o ensino médio, dentre os quais o principal motivo do abandono foi a necessidade de trabalhar. Além disso, Souza, Chagas & Anjos (2019) constataram que os dados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) referentes ao período de 2005 a 2019 divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira [INEP] (2020) mostraram que muito ainda há de se fazer para chegar à meta desejada pelo Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014 a 2024 do Ministério de Educação [MEC] (2015), conforme dispõe a Lei nº 13.005 (2014).

Enquanto nos anos iniciais do Ensino Fundamental têm-se atingido a meta (em 2019, por exemplo, o índice total de 5,9 ultrapassou a meta de 5,7), o mesmo não ocorre nos anos finais do Ensino Fundamental (índice total de 4,9 comparado à meta de 5,2 em 2019) e no Ensino Médio (índice total observado em 2019 foi de 4,2 e a meta era de 5,0) (INEP, 2020). O PNE (2014-2024) prevê que as metas a serem atingidas até 2021 seriam de 6,0 nos anos iniciais do Ensino Fundamental, 5,5 nos anos finais do Ensino Fundamental e 5,2 no Ensino Médio (MEC, 2015). Tais índices refletem a necessidade de mudança e adequação da educação brasileira, na qual não somente os estudantes vêm enfrentado diversos obstáculos, como também os professores, que passam por desvalorizações econômicas, sociais, psicológicas, de obsolescência e de desqualificação profissional (Santos, 2015).

Esse cenário adverso também se repete no Ensino Superior. Esse nível de ensino tem um papel fundamental na formação e qualificação do indivíduo, com impacto positivo na empregabilidade e no rendimento do profissional, como também na redução da desigualdade social e econômica e no desenvolvimento tecnológico-científico da nação (Dubet, Duru-Bellat, & Véréttout, 2012; Filho & Oliveira, 2014). Apesar disso, em 2007 Zucco (2007) já reportava a alta evasão, resultados aquém do esperado em indicadores dos processos de avaliação, necessidade de adaptação da grade curricular e qualificação dos docentes como problemas que precisam ser enfrentados. Apesar de trabalhos mais recentes demonstrarem avanços importantes durante os últimos anos, esses desafios ainda não foram completamente solucionados (Martins, Abreu, & Simon, 2018; Martins, Junger, Zambra, Facó, & Bresciani, 2019).

A pandemia do vírus SARS-CoV-2, causador da doença COVID-19 (do inglês *Coronavirus Disease 2019*), trouxe novos desafios que se somaram a essas dificuldades já existentes na educação brasileira. Descoberto inicialmente na cidade de Wuhan na China, ao final do ano de 2019, pouco tempo depois, em trinta de janeiro de 2020, já era considerada Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional pela Organização Mundial da Saúde [OMS] (2020) devido sua alta transmissibilidade (Guo *et al.*, 2020; Rothan & Byrareddy, 2020). A transmissão se dá pelo contato com gotículas de saliva e por secreções expelidas pelo infectado, seja pelo contato com alguma superfície contaminada ou pela excreção a partir da tosse, do espirro ou da fala (Guo *et al.*, 2020). Não demorou muito para OMS declarar a disseminação comunitária do vírus e para que este se espalhasse pelo mundo inteiro, sendo em onze de março de 2020, já caracterizada como pandemia, isto é, propagação a nível mundial de uma nova patologia (Cucinotta & Vanelli, 2020).

No caso de infecção, sintomas podem não ser observados (infectados assintomáticos) (Johansson *et al.*, 2021); ou podem ser leves, semelhantes aos de uma forte gripe; ou ainda severos, havendo dificuldade para respirar, sensação de pressão no peito, diminuição na oxigenação sanguínea, febre alta, além do desenvolvimento da Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG). Os casos graves da doença podem levar o paciente à UTI (Unidade de Tratamento Intensivo), necessitando muitas vezes de intubação, do uso da ventilação mecânica e de oxigênio, ou ainda levá-lo à morte. Idosos e pessoas acometidas por comorbidades como doenças vasculares, pulmonares, hipertensão ou diabetes são mais vulneráveis e possuem maior risco ao desenvolvimento dos sintomas mais graves e, conseqüentemente, de perderem suas vidas (Fang, Karakiulakis & Roth, 2020).

Várias ações foram tomadas na tentativa de barrar a disseminação do vírus, tendo o Ministério da Saúde brasileiro declarado Emergência de Saúde Pública de Importância Nacional em três de fevereiro de 2020, conforme Portaria nº 188 do Ministério da Saúde [MS] (2020), demandando emprego urgente de medidas de prevenção, controle e contenção de riscos, danos e agravos à saúde pública. Dentre as medidas recomendadas pela OMS e pelo Ministério da Saúde do Brasil estavam o distanciamento social, testes em massa, isolamento de infectados e adoção de medidas sanitárias, como o uso de álcool 70%, utilizar máscaras faciais, lavar as mãos e superfícies tocadas com frequência, além de não compartilhar objetos pessoais (Croda *et al.*, 2020).

Nesse contexto, além das medidas já citadas, outra medida importante foi a interrupção das aulas presenciais e substituição por aulas remotas por diversas instituições de ensino mundo afora (Arruda, 2020). No Brasil, conforme estabelecido pelo Ministério da Educação [MEC] (2020), através da Portaria nº 343, ou com base nas resoluções e/ou pareceres dos Conselhos Estaduais de Educação e dos Conselhos Municipais de Educação de cada região, instituições de diferentes níveis de ensino adotaram essa modificação na forma de ensino.

A substituição por aulas remotas acarretou a necessidade de adaptação ao novo modelo por parte dos alunos, professores e demais envolvidos. Todas as conseqüências decorrentes dessa mudança na formação escolar dos alunos ainda não puderam ser mensuradas, visto que a pandemia ainda é uma realidade. No entanto, alguns trabalhos já observaram a falta de capacitação, a dificuldade de acesso às ferramentas tecnológicas e o impacto nas relações interpessoais entre professores e alunos e entre alunos como problemas decorrentes da pandemia (Barbosa, Viegas, & Batista, 2020; Calejon & Brito, 2020; Nhantumbo, 2020).

A fim de minimizar os impactos decorrentes do ensino remoto no processo de ensino-aprendizagem, recursos metodológicos que permitam ao estudante a construção de significados de forma ativa podem ser usados. Há na literatura uma variedade desses recursos, os quais podem ser usados a distância, tais como *softwares*, simuladores virtuais, mapas conceituais e diagramas V de Gowin, que viabilizam a descodificação da linguagem simbólica e auxiliam a compreensão dos conceitos (Frozza & Pastoriza, 2019; Feitosa & Lavor, 2020; Tavares, Fernandes, & Müller, 2018; Mendonça, Cordeiro, & Kiill, 2014).

Nesse contexto, esse trabalho tem como objetivo avaliar a experiência da utilização de um simulador virtual e da construção de diagramas V de Gowin em uma atividade avaliativa da aprendizagem do conteúdo sobre gases, durante o período de isolamento social e aulas remotas. Buscou-se nesta atividade utilizar de ferramentas que fossem passíveis de serem aplicadas a distância, garantindo a segurança de todos. Ela foi desenvolvida e aplicada para a turma da disciplina “Introdução à Química”, que é obrigatória para alunos do 1º semestre do curso de Bacharelado em Química do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo (IQSC-USP). A turma contava com 31 alunos, um estagiário do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE) e um professor. Essa atividade foi realizada durante o 1º

semestre de 2020, o qual se iniciou com aulas presenciais e precisou ser finalizado de maneira remota.

Fundamentação Teórica

Os simuladores computacionais são uma ferramenta muito útil no processo de ensino-aprendizagem de química, uma vez que, conforme destacado por Silva, Machado e Tunes (2010), estes possibilitam a realização de experiências caras, perigosas, tóxicas e demoradas, de forma muito mais simples, viável e barata, devido a sua capacidade de reproduzi-las sem a exposição dos participantes a riscos e sem a necessidade de um espaço físico com todos os aparatos para execução experimental.

Tais simulações se apresentam como uma versão simplificada da realidade, nas quais os estudantes podem realizar a alteração de parâmetros, elaborar hipóteses e investigar fenômenos de interesse de forma interativa utilizando o computador (Giordan, 2008). Além disso, como foi evidenciado por Feitosa e Lavor (2020) no ensinar de circuitos elétricos a estudantes do Ensino Superior, o uso dessa tecnologia leva a um maior interesse e engajamento do aluno, os quais se mostraram mais motivados a interagir de forma mais ativa no processo de aprendizagem.

A literatura reporta uma série de experiências bem sucedidas utilizando simuladores no ensino de Química e de outras ciências naturais (Belletti, Borromei, & Ingletto, 2006; Beussman & Walters, 2017; Passos, Santos, Sousa, & Leal, 2019). Beussmann & Walters (2017), por exemplo, utilizaram simulador virtual para o ensino de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC, do inglês *high pressure liquid chromatography*) e ao final da prática pediram aos alunos para identificarem a composição de uma amostra desconhecida. Os pesquisadores constataram que 90% dos alunos conseguiram realizar a identificação corretamente, o que demonstrou a eficiência do uso dessa metodologia.

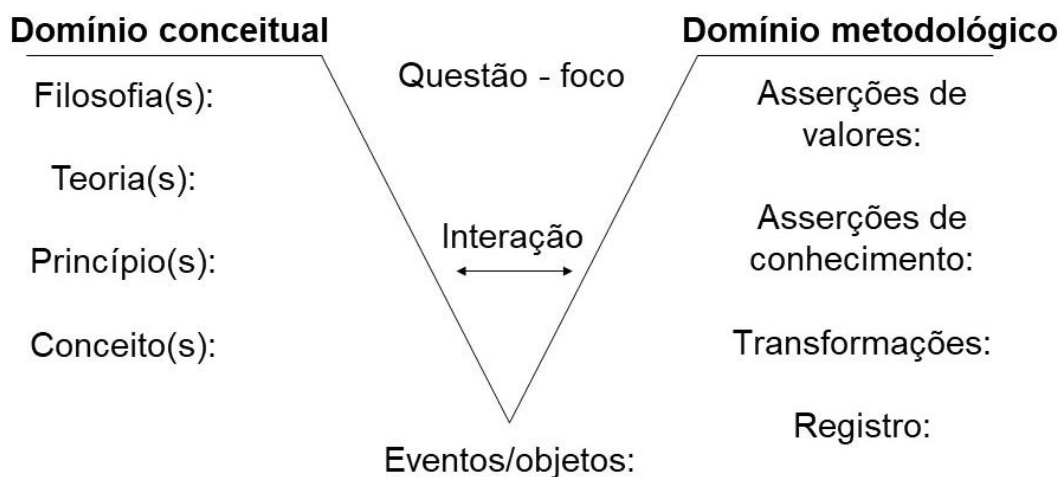
Tais resultados favoráveis se relacionam ao fato de os simuladores facilitarem a representação submicroscópica dos conceitos químicos e físicos. De forma geral, entende-se que essa representação pode ser realizada a nível macroscópico, submicroscópico e simbólico (Johnstone, 1993). O macroscópio se associa ao campo observacional e visível; a representação submicroscópica a aqueles do campo não observável, sendo necessário se valer da imagética e representação simbólica para descrever os fenômenos e, por fim, o simbólico é apresentado pela simbologia específica da ciência, como por equações químicas e mecanismos de reações (Vasconcelos, 2016). Assim, as simulações virtuais auxiliam na compreensão microscópica por serem capazes de reproduzir os fenômenos não observáveis através de recursos visuais, animações e dos símbolos. Entretanto, as simulações respondem ao modelo teórico do qual foram baseadas, o que pode ser uma aproximação, e não uma representação fidedigna, do que ocorre em fenômenos reais. Nesses casos é de suma importância evidenciar aos alunos essas limitações ao trabalhar com os simuladores virtuais. É o que ocorre no caso de simuladores baseados na Teoria dos Gases Ideais. A teoria é baseada na Mecânica Clássica, em que as colisões entre os átomos e moléculas são elásticas e não há interações de atração e repulsão entre eles, o que não corresponde ao observado em fenômenos reais. Entretanto, a simulação tem o papel de auxiliar, dentro das limitações do modelo utilizado, o estudante a compreender o processo de maneira submicroscópica, a nível atômico/molecular, o que não poderia ser feito em um experimento real.

Ao utilizar essas ferramentas, busca-se fazer com que os alunos tenham aprendizagem significativa dos conteúdos abordados. Nesse sentido, Ausubel discorre sobre a aprendizagem significativa, em que um novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento do aluno de forma organizada e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio, os chamados subsunçores. Diferentemente do que ocorre na aprendizagem significativa,

na aprendizagem mecânica (memorística) não há a atribuição de significados e pouca ou nenhuma interação com os subsunçores, sendo distribuído de forma arbitrária na estrutura cognitiva do estudante (Ausubel, 1968; Pelizzari, Kriegl, Baron, Finck, & Dorocinski, 2001). Deve-se, portanto, priorizar a aprendizagem significativa frente a mecânica, não se desvalendo dessa aprendizagem que também é importante, pois as informações adquiridas dessa forma podem servir de suporte à significativa e virem a tornar-se subsunçores.

Para auxiliar esse aprendizado, uma das estratégias é o uso do diagrama epistemológico V de Gowin, proposto por David Bob Gowin em 1981 (Gowin, 1981). Seu nome se origina de seu formato em V, como mostrado na Figura 1. De acordo com Moreira (2007), nele podem ser encontrados dois domínios e a interação entre eles gera indícios da produção de conhecimento, sendo eles o domínio teórico-conceitual e o domínio metodológico. No lado esquerdo do V, onde se encontra o domínio teórico-conceitual, se encontram elementos relacionados ao “pensar”, como teorias, leis, princípios, conceitos e filosofias. No lado direito está localizado o domínio metodológico, relacionado ao “fazer”, nesse lado do diagrama V são feitos os registros acerca do evento a ser investigado a partir da transformação dos dados obtidos em tabelas e gráficos, que servirão como base para asserções de valor e de conhecimento. Ao centro do V está a questão-foco a ser respondida pela interação entre os domínios, a qual identifica o fenômeno de interesse e direciona a construção do diagrama.

Figura 1: Modelo de diagrama V de Gowin.



Fonte: Adaptado de Gowin (1981).

Além de ser usado para analisar documentos, como artigos de pesquisas e produções literárias, ou para resumir teses e dissertações, bem como no planejamento de aulas (Moreira, 2007), essa ferramenta heurística de Gowin também pode ser aplicada para avaliar a aprendizagem do aluno em uma prática experimental (reais ou realizados com simuladores virtuais), como substituta alternativa aos relatórios de laboratório (Mendonça *et al.*, 2014) e até mesmo em feiras de ciências (Xavier & Segatto, 2020). Isso porque o diagrama V auxilia o aluno na compreensão do método científico e o processo de construção de conhecimento e faz com que os alunos precisem “desempacotar” conteúdos adquiridos tanto na prática experimental quanto em pesquisa na literatura. Dessa forma, exige que compreendam, classifiquem e sintetizem todas as etapas do experimento. Além do mais, o diagrama traz domínios conceituais e metodológicos, o que demanda do estudante que identifique todos os conceitos abordados, os conceitos-chaves, as teorias envolvidas, e os relacionem com os dados obtidos pelo experimento (Gowin & Alvarez, 2005; Pacheco & Damasio, 2009). Sendo assim, o diagrama V de

Gowin torna-se uma também importante ferramenta para a avaliação do processo de aprendizagem do aluno (Lucas, Luccas, Santo, & Abe, 2017; Pacheco & Damasio, 2009).

Paz, Magalhães e Ferreira (2020) evidenciaram a potencialidade do uso do diagrama heurístico com instrumento metodológico e avaliativo em atividades experimentais baseadas em problemas no Ensino Superior de Química. Utilizando-o foi possível verificar o processo de construção de conhecimento de 19 estudantes na resolução de problemas acerca de duas atividades experimentais intituladas de "Separação de uma mistura heterogênea para a obtenção de NaCl" e "Acidez do vinagre". Para analisar os diagramas V construídos pelos alunos, os autores seguiram o protocolo de atribuição de pontos proposto por Chamizo (2012), que estabeleceu quatro níveis (0, 1, 2 e 3) de pontuação e avaliava cada parte do diagrama separadamente ou em conjunto. Os autores observaram que os estudantes apresentaram dificuldades na elaboração dos diagramas, devido à falta de familiaridade com a ferramenta, mas com relação a aprendizagem obtiveram resultados satisfatórios e evoluíram ao longo do processo. Além disso, segundo os autores, o diagrama V:

(...) possibilitaria verificar o nível de aprendizagem dos alunos, permitindo ao professor realizar a mediação do conhecimento de forma mais eficaz, corrigindo possíveis erros conceituais, auxiliando o processo de construção do conhecimento pelos estudantes. Por meio dos diagramas é possível, ainda, identificar o percurso metodológico e os fundamentos científicos que os alunos utilizaram para resolver os problemas propostos nas atividades experimentais, sugerindo que esta metodologia possibilita a interação entre os aspectos conceituais e metodológicos, o que favorece o desenvolvimento de certas habilidades científicas (Paz, Magalhães, & Ferreira, 2020, p. 174).

Mendonça *et al.* (2014) utilizaram o diagrama V para substituir o relatório de uma aula teórico-experimental em um curso de Licenciatura em Química sobre a atividade prática intitulada "Determinação da curva de solubilidade do nitrato de potássio". Os critérios de análise dos diagramas foram baseados naqueles propostos por Novak e Gowin (1984) e Gowin e Alvarez (2005), os quais foram modificados para ao fim gerar-se uma tabela que descrevia cada elemento e suas respectivas pontuações, com base na relevância e no grau de atividade cognitiva requerida para preencher o item. Ao final da atividade, os autores constataram que o uso dessa ferramenta possibilitou evidenciar os significados que os estudantes atribuíram aos objetos e acontecimento investigados, bem como as dificuldades no tratamento dos dados, os quais prejudicaram a elaboração de juízos cognitivos.

Dessa mesma forma, Prado e Ferracioli (2017) empregaram o V epistemológico de Gowin como ferramenta para coleta de dados, orientação e avaliação em uma atividade experimental de magnetismo para estudantes do Ensino Médio. Esses autores destacam a potencialidade do uso do diagrama V como recurso para avaliação comparado a instrumentos tradicionais de avaliação, como provas e relatórios, os quais ao contrário do primeiro, podem dificultar a observação e o mapeamento de erros conceituais. Nesse trabalho, os autores utilizam como critério de avaliação o protocolo elaborado por Prado (2015), o qual atribui pontos para diferentes itens do diagrama V.

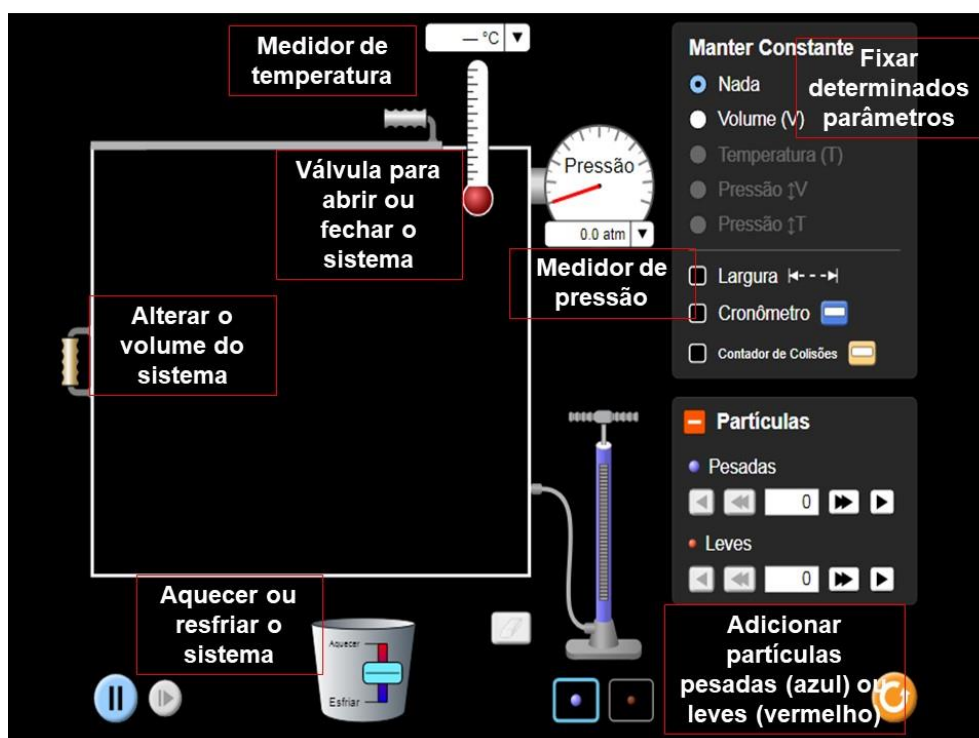
Como mostrado, vários protocolos podem ser seguidos com o intuito de avaliar o diagrama V do educando. Entretanto, o professor não precisa se limitar às estratégias de avaliação contidas na literatura, podendo também propor como será realizada a análise dos diagramas V construídos pelos alunos, de forma a dialogar com o(s) objetivo(s) anteriormente definido(s) para a atividade em questão. Nessa perspectiva, no presente artigo pretende-se avaliar os diagramas V construídos pelos alunos após a realização de um experimento utilizando simulador virtual, investigando como se deu a construção do conhecimento do educando acerca dos conceitos de gases.

Caminho Metodológico

A aplicação da atividade avaliativa ocorreu após aulas expositivas remotas sobre o conteúdo de gases e foi realizada em duas etapas. Na primeira etapa, foi utilizado o simulador “Gases: Introdução” da PhET *Interactive Simulations* da Universidade do Colorado (PhET Interactive Simulations, 2020) em conjunto com uma apostila (Anexo 1) para orientação do seu uso e um questionário. O intuito do uso dessa ferramenta era de realizar a experimentação virtual, que não poderia ser realizada em laboratório e nem presencialmente.

Nesse simulador as moléculas se comportam conforme a Teoria dos Gases Ideais, modelo baseado na Mecânica Clássica em que as colisões são elásticas, os parâmetros volume, pressão, temperatura e número de mols estão relacionados entre si através da Lei dos Gases Ideais e não há interações intermoleculares. No simulador há duas seções (Intro e Leis), sendo a seção de “Leis” a selecionada justamente por permitir realizar experimentos que estão relacionados às leis referentes ao tema tal como Lei de Boyle, Lei de Charles e Lei dos Gases Ideais, além do Princípio de Avogadro. Conforme pode ser observado na Figura 2, o simulador possibilita trabalhar em sistema fechado ou aberto, fixar determinados parâmetros (volume, temperatura, número de mols de moléculas e pressão), além de possuir ferramentas que permitem mensurar esses parâmetros ao longo do experimento (termômetro para medir a temperatura, manômetro para medir a pressão, contador de moléculas para medir o número de mols e o tamanho do recipiente, que é um parâmetro visual para o volume).

Figura 2: Simulador “Gases: Introdução” com a indicação das ferramentas disponíveis.



Fonte: Adaptado de PhET Interactive Simulations (2020).

Para orientar a execução do experimento, elaborou-se a apostila com orientações e enviou-se um questionário aos alunos contendo cinco questões, conforme será detalhado posteriormente (Figura 3). As questões, ao mesmo tempo em que orientavam o uso do simulador, auxiliando principalmente os alunos que nunca haviam utilizado esse tipo de ferramenta previamente, favoreciam a discussão dos resultados e demandavam que o aluno realizasse a correlação do

que era observado macroscopicamente no simulador e no seu cotidiano com cada lei que descreve o comportamento de gases.

Figura 3: Questionário.

Questionário

1) Faça os experimentos seguindo as instruções abaixo e preencha a tabela registrando o que acontece com os parâmetros.

	Quantidade de moléculas pesadas	Quantidade de moléculas leves	Temperatura	Pressão	Volume	Sistema
a)	Fixar	Zero	Fixar		Aumentar	Fechado
b)	Fixar	Zero	Fixar		Diminuir	Fechado
c)	Zero	Fixar	Fixar		Aumentar	Fechado
d)	Zero	Fixar	Fixar		Diminuir	Fechado
e)	Fixar	Zero	Aumentar	Fixar		Fechado
f)	Fixar	Zero	Diminuir	Fixar		Fechado
g)	Zero	Fixar	Aumentar	Fixar		Fechado
h)	Zero	Fixar	Diminuir	Fixar		Fechado

2) Com base na leitura realizada, correlacione os resultados obtidos com as seguintes leis:
a) Lei de Boyle.
b) Lei de Charles.
c) Lei dos gases ideais.

3) O comportamento observado para as moléculas pesadas foi o mesmo observado para as moléculas leves? Considerando que fossem gases reais, como seria esse comportamento?

4) No simulador feche o sistema, fixe o volume e adicione uma quantidade de moléculas pesadas (ou leves). Em seguida, aqueça o sistema. O que ocorre com a pressão no interior do mesmo? Como esse comportamento pode ser relacionado com o funcionamento da panela de pressão, algo tão comum no cotidiano?

5) Além da panela de pressão, quais outros objetos do cotidiano podem ser relacionados com o estudo dos gases?

V de Gowin

Construa um diagrama de V de Gowin para o experimento realizado. O diagrama deve ser feito a mão, de forma legível, digitalizado e anexado a esse arquivo.

Fonte: Autoria própria (2020).

Na segunda etapa, os alunos deveriam construir um diagrama V de Gowin para o experimento realizado no simulador usado na primeira etapa. Para auxiliar na construção foi disponibilizado o artigo “Diagramas V e aprendizagem significativa” de Moreira (2007) e um modelo do diagrama V de Gowin a ser seguido, mostrado na Figura 1. O artigo foi escolhido pois traz exemplos ilustrativos, que auxiliariam os alunos a construírem adequadamente o diagrama V, em especial um caso de diagrama pra um experimento realizado em laboratório semelhante ao feito nesse trabalho usando o simulador, além de ser em língua portuguesa, o que facilita a leitura para os alunos que não são fluentes em outras línguas. A escolha do diagrama foi pensada como uma forma de permitir aos alunos a assimilação, organização e relação entre conteúdos estudados na etapa anterior. Além disso, o questionário da Figura 3 foi elaborado de forma a relacionar cada pergunta a algum item fundamental do diagrama V de Gowin: questão 1) se relaciona com o item “REGISTROS” do V de Gowin; 2) corresponde ao item “LEIS”; 3) apesar de ser uma questão mais geral com a finalidade de evidenciar as condições de contorno das leis estudadas, a questão 3 permeia itens como “LEIS”, “PRINCÍPIOS” e “ASSERÇÕES DE VALOR”; 4) corresponde a “REGISTROS” e “ASSERÇÕES DE VALOR”; 5) se relaciona com “ASSERÇÕES DE VALOR”.

A avaliação dos dados obtidos foi realizada tendo como perspectiva metodológica a análise qualitativa (Denzin & Lincoln, 2006). Utilizando da análise de conteúdo proposta por Bardin (1977), a leitura fluente dos materiais foi realizada em busca de tendências que evidenciassem a aprendizagem do aluno, as habilidades desenvolvidas ou as dificuldades encontradas por eles durante o processo. Com base nisso, foram estabelecidos critérios de correção para avaliar o questionário e o diagrama V de Gowin de cada aluno.

O questionário foi avaliado seguindo o protocolo mostrado no Quadro 1, sendo que em cada questão foram atribuídos critérios de correção para análise das respostas e conceitos de “correto”, “parcialmente correto” ou “incorreto”. Cada questão exigiu diferentes domínios cognitivos, assim possibilitando investigar a ocorrência de aprendizagem significativa. Sendo assim, os critérios a serem observados em cada questão e os respectivos domínios cognitivos foram:

- Questão 1): Executa os experimentos após leitura do manual e interpreta os dados obtidos na simulação para o preenchimento da tabela. Prevalência dos domínios compreensão e aplicação;

Aplicação de Diagramas V de Gowin como Ferramenta de Avaliação de Aprendizagem em Experimentos Realizados com Simulador Virtual

- Questão 2): Correlaciona as leis com os resultados obtidos na questão 1. Lembra informações e conteúdos abordados anteriormente a respeito dessas leis. Diferencia e avalia a aplicação das leis para explicar os resultados. Predomínio dos domínios conhecimento, compreensão, análise e avaliação;
- Questão 3): Relembra conceitos sobre o comportamento esperado para os gases seguindo diferentes modelos, como o dos gases ideais e reais. Predomínio dos domínios conhecimento, compreensão e aplicação;
- Questão 4): Interpreta os dados obtidos na simulação e aplica os conhecimentos obtidos em uma nova situação. Presença dos domínios conhecimento, compreensão e aplicação;
- Questão 5): Exemplifica outras situações em que se pode estudar o comportamento dos gases. Presença dos domínios conhecimento e compreensão.

Quadro 1: Protocolo de correção do questionário.

Questão 1) Executa os experimentos e interpreta os dados obtidos na simulação para preencher a tabela	
Correto	Identifica corretamente a variação ocorrida com cada parâmetro conforme cada uma das condições.
Parcialmente correto	Em determinados casos identifica a variação ocorrida no parâmetro estudado, mas em outros não.
Incorreto	Não preenche a tabela ou não identifica corretamente o que ocorreu com os parâmetros em cada uma das condições
Questão 2) Diferencia e avalia a aplicação das leis para explicar os resultados obtidos antes	
Correto	Define corretamente cada uma das leis e correlaciona com os itens da tabela da questão 1.
Parcialmente correto	Define corretamente as leis, mas não correlaciona com os itens da tabela da questão 1 ou vice-versa.
Incorreto	Não define corretamente a lei e também não relaciona corretamente com os itens da tabela da questão 1.
Questão 3) Relembra conceitos sobre o comportamento esperado para os gases seguindo o modelo de gases ideais ou reais	
Correto	Identifica que o comportamento das moléculas leves e pesadas foi idêntico seguindo o modelo de gases ideais e cita ao menos uma característica para explicar o porquê esse comportamento seria diferente se o modelo dos gases reais fosse usado.
Parcialmente correto	Identifica o comportamento idêntico para as duas moléculas, mas não diferencia corretamente os gases reais dos ideais ou vice-versa.
Incorreto	Não apenas não identifica o comportamento idêntico para as moléculas, como também não o diferencia do modelo de gases reais.
Questão 4) Interpreta os dados obtidos na simulação e aplica os conhecimentos obtidos em uma nova situação	
Correto	Executa corretamente o experimento verificando a correlação da pressão com a temperatura, além de correlacionar os dados obtidos com o funcionamento da panela pressão.
Parcialmente correto	Executa corretamente o experimento, mas não o relaciona corretamente com o funcionamento da panela de pressão.
Incorreto	Não executa corretamente o experimento, além de não o relacionar corretamente com o funcionamento da panela de pressão.
Questão 5) Exemplifica outras situações em que se pode estudar o comportamento dos gases	
Correto	Exemplifica duas ou mais situações que se relacionam com o

	comportamento dos gases.
Parcialmente correto	Exemplifica situações que se relacionam com o comportamento dos gases, porém cita outros que não se enquadram adequadamente ao conteúdo estudado.
Incorreto	Não exemplifica nenhuma situação ou os exemplos citados não se relacionam com o conteúdo abordado.

Fonte: A autoria própria (2020).

Já para a avaliação da aprendizagem através do uso do diagrama V foram utilizados cinco critérios, inspirados nas cinco questões de Gowin (Gowin & Alvarez, 2005) além de analisar cada um dos tópicos do diagrama. Os critérios foram observar se o aluno:

- I. Identifica a(s) questão(ões)-foco;
- II. Relaciona a teoria envolvida com o experimento (domínio conceitual);
- III. Relaciona com os objetos e fenômenos do cotidiano (domínio epistemológico);
- IV. Identifica e descreve as etapas do experimento (evento);
- V. Realiza a interação entre os domínios.

Com base no protocolo mostrado no Quadro 2, foram atribuídos a cada critério os conceitos “contemplado”, “contemplado parcialmente” ou “não contemplado” e construído um gráfico com a porcentagem de alunos que contemplaram ou não cada um dos cinco critérios.

Quadro 2: Protocolo de correção do diagrama V de Gowin.

I. Identifica a(s) questão(ões) foco:	
Contemplado	Identifica aquelas relacionadas à influência da variação de parâmetros no comportamento dos gases.
Contemplado parcialmente	Identifica apenas a variação de parâmetros sem relacionar a influência no comportamento dos gases
Não contemplado	Nenhuma questão é identificada ou apresenta inconsistência.
II. Relaciona a teoria envolvida com o experimento:	
Contemplado	Relaciona as três leis estudadas (Lei de Boyle, Lei de Charles e Lei dos Gases Ideais) com os dados obtidos no experimento.
Contemplado parcialmente	Relaciona apenas uma ou duas das leis estudadas com os dados obtidos no experimento.
Não contemplado	Não expressa a relação entre as leis com os dados obtidos.
III. Relaciona com os objetos e fenômenos do cotidiano:	
Contemplado	Menciona que a teoria estudada se relaciona diretamente com objetos e fenômenos do cotidiano, citando exemplos.
Contemplado parcialmente	Identifica a relação entre a teoria com objetos e fenômenos do cotidiano, mas não cita exemplos.
Não contemplado	Não expressa a relação entre a teoria e os objetos e fenômenos do cotidiano.
IV. Identifica e descreve as etapas do experimento:	
Contemplado	Identifica e descreve corretamente as etapas do experimento.
Contemplado parcialmente	Identifica e descreve corretamente apenas algumas etapas do experimento ou identifica todas, mas descreve com inconsistências.
Não contemplado	Não descreve as etapas envolvidas na execução do experimento.
V. Realiza a interação entre os domínios:	
Contemplado	Os itens do domínio conceitual e do domínio metodológico se relacionam ao mesmo tempo em que respondem às questões-foco.
Contemplado	Os domínios conceituais e metodológicos não se relacionam, porém

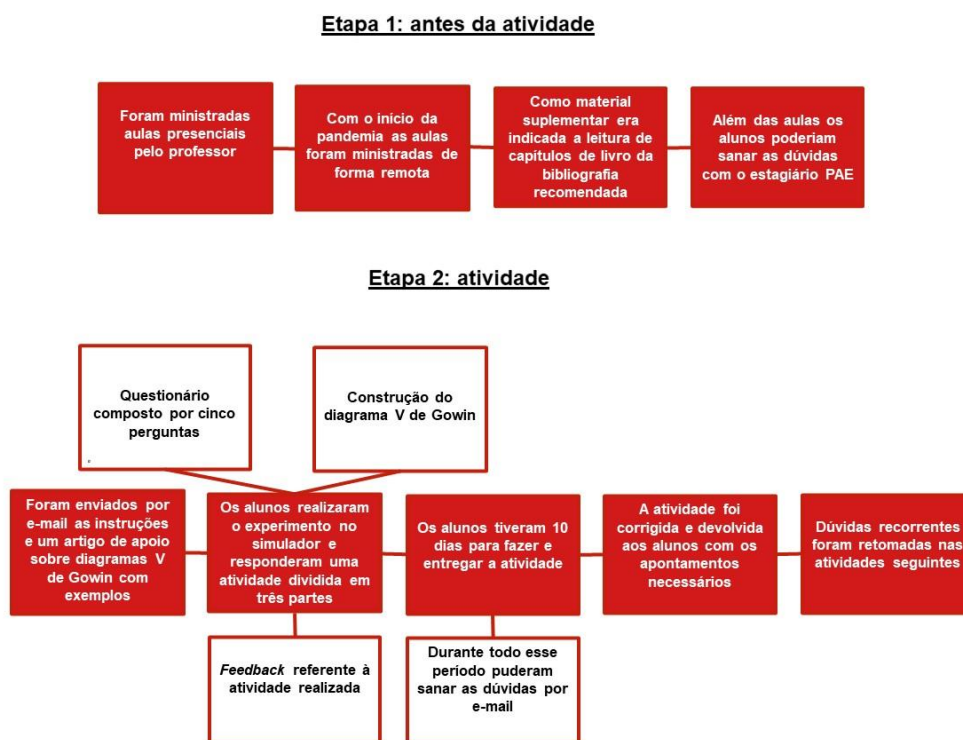
Aplicação de Diagramas V de Gowin como Ferramenta de Avaliação de Aprendizagem em Experimentos Realizados com Simulador Virtual

parcialmente	respondem às questões-foco.
Não contemplado	Não há interação entre os domínios conceituais e metodológicos e as questões-foco não são respondidas pelos mesmos.

Fonte: A autoria própria (2020).

Ao longo da atividade, os alunos mantiveram contato e retiraram as dúvidas com o estagiário do PAE e com o professor por e-mail. Após a entrega, a atividade foi corrigida e devolvida aos alunos com os apontamentos necessários e as dúvidas recorrentes foram retomadas nas aulas seguintes. Por fim, os alunos responderam a um questionário de *feedback* (Anexo 2) sobre a atividade, o qual foi construído usando a escala Likert (Likert, 1932). Esse questionário teve como intuito observar se houve dificuldades na utilização das ferramentas por parte dos alunos, se eles já os haviam usado, se a atividade facilitou a associação entre os conteúdos com o cotidiano e, principalmente, qual foi o grau de aceitação. O fluxograma da aplicação da atividade pode ser observado na Figura 4.

Figura 4: Fluxograma da aplicação da atividade



Fonte: A autoria própria (2020).

Resultados e Discussões

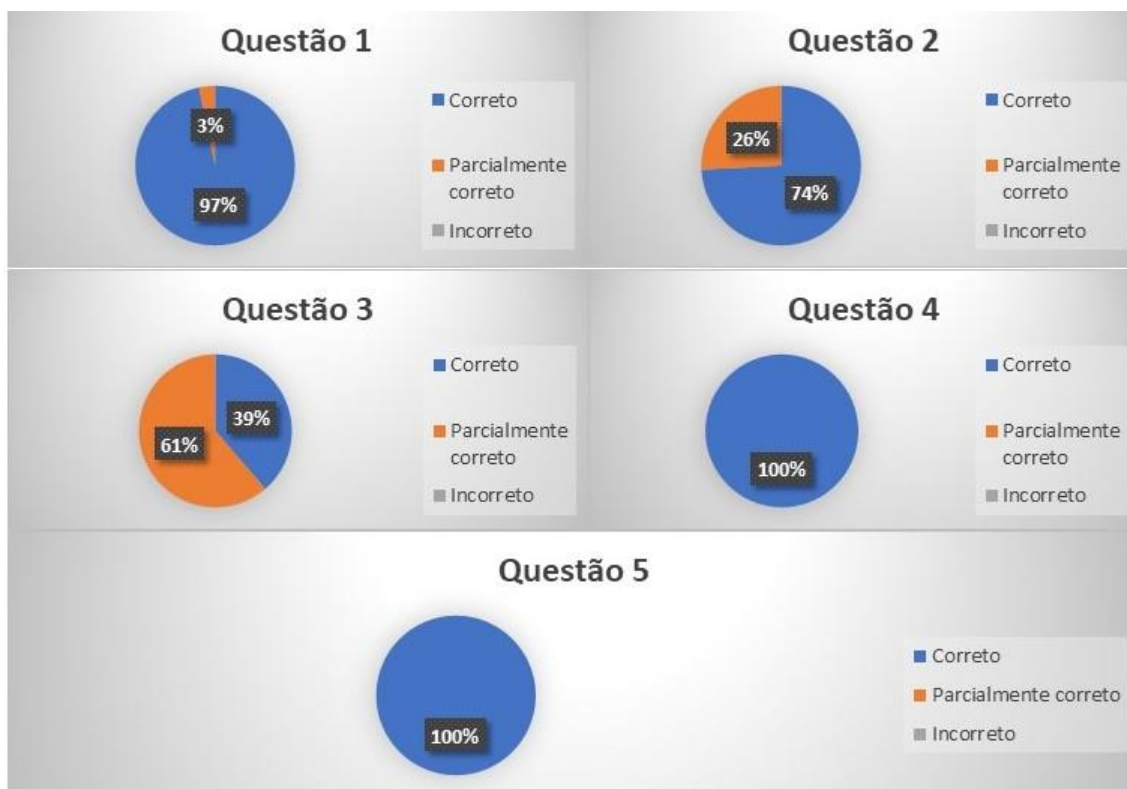
Questionário

Conforme mencionado anteriormente, o questionário foi dividido em cinco questões, e para cada questão foi construído um gráfico com a porcentagem de alunos que responderam corretamente, parcialmente correto ou incorreto (Figura 5). Os critérios utilizados para essa classificação são os que foram sumarizados anteriormente no Quadro 1. Foi possível constatar

que em todos os casos os alunos acertaram, ainda que parcialmente em alguns casos, todas as questões.

Na primeira questão, era esperado que os alunos identificassem nos itens de “a” a “d” que a pressão é inversamente proporcional ao volume e, nos itens de “e” a “h” que a pressão é diretamente proporcional à temperatura. Os alunos conseguiram preencher corretamente a tabela com exceção de um aluno que fez confusão nos itens de “e” a “h”, o qual em sua resposta, levou em consideração se a tampa do sistema (que permite deixar o sistema aberto ou fechado) permanecia fechada ou se abria (decorrente de um aumento elevado na pressão). Entretanto, esse não era o objetivo da questão, já que o experimento deveria ser conduzido em sistema fechado durante todo o período (tampa fechada) e deveria ser relatado se a pressão aumentou ou diminuiu. Provavelmente, o que ocorreu é que o aluno não compreendeu a diferença entre um sistema aberto e um fechado, e ao aumentar muito a temperatura no simulador, a pressão do sistema se elevou ao ponto de abrir a tampa do recipiente e a partir desse ponto houve o equívoco na hora de registrar a resposta.

Figura 5: Gráficos referentes à porcentagem de acertos nas perguntas do questionário.



Fonte: Autoria própria (2020).

Nessa questão os alunos apresentaram uma dúvida recorrente, pois não sabiam se deveriam preencher com o valor numérico do parâmetro ou sobre a variação dele (se aumentou, diminuiu ou permaneceu constante) e foi explicado que deveria ser feito referente a variação. Também apareceram dúvidas pontuais relativas ao uso do simulador, que era necessário para responder essa questão, e essas dúvidas foram respondidas caso a caso.

Na segunda questão, por sua vez, diferentemente da primeira, em que predominou uma aprendizagem mecânica, apenas sendo necessário executar o experimento no simulador e registrar os dados brutos, era necessário compreender as leis relacionadas ao tema e conseguir identificar como elas se relacionavam com os itens da questão anterior. Era esperado que os estudantes discutissem a respeito das três leis estudadas nesta atividade e atribuísem os itens

da tabela da questão anterior com essas leis (de “a” a “d” com Lei de Boyle, de “e” a “h” com Lei de Charles, e todas com a Lei dos Gases Ideais). Nessa questão oito alunos (aproximadamente 1/4 da turma) acertaram parcialmente, sendo que quatro apenas discutiram as leis, mas não correlacionaram com a tabela, um fez o contrário e três discutiram superficialmente as leis, sendo que um desses também se confundiu e entendeu que a Lei dos Gases Ideais não se relacionava com o experimento, o que pôde ser evidenciado em sua resposta referente ao item “c”: “Nenhum experimento, pois não há nenhum em que a pressão e o volume são constantes”. É possível que parte da confusão gerada aos responder as perguntas seja decorrente da maneira com que a questão foi formulada. Poder-se-ia ter solicitado explicitamente para definir cada uma das leis e para, ao correlacionar, mencionar com quais leis cada item da tabela do exercício anterior se relaciona, o que provavelmente teria feito com que esses alunos não se confundissem.

A terceira questão exigiu mais do que uma atividade mecânica tal como a execução de um experimento, sendo necessário comparar experimentos realizados em condições diferentes e comparar diferentes modelos relacionadas ao mesmo conteúdo de modo a evidenciar as condições de contorno da Lei dos Gases Ideais, tornando claras as limitações da teoria, e consequentemente da simulação virtual, quando comparada a casos reais. A maioria dos alunos tiveram dificuldades em responder essa questão sendo que 19 deles (correspondente a 61% da turma) acertou parcialmente essa questão. Esse elevado percentual pode estar associado a maior complexidade da questão, a qual exigia que o aluno conseguisse diferenciar cada modelo e suas limitações. De certa forma, também exigiu que o estudante compreendesse o funcionamento da ciência e como os modelos são usados para explicar os fenômenos da natureza. Sendo assim, o elevado percentual é justificado devido à natureza da disciplina ser introdutória, necessitando-se de que, nos próximos períodos, nas disciplinas em que os estudantes verão esses conteúdos com maior ênfase (como as disciplinas da área de Físico-Química), seja dada uma atenção maior a essa diferenciação. Desses 19 alunos, 18 conseguiram identificar que o comportamento das moléculas pesadas era idêntico ao comportamento das leves, mas não souberam prever o que ocorreria caso fossem moléculas de gases reais, por outro lado, um cometeu o erro inverso, explicando corretamente a diferença entre o comportamento dos gases reais e ideais, mas se confundiu ao comparar os experimentos com as moléculas leves e pesadas. Como a quantidade de alunos que não compreenderam as limitações do modelo dos gases ideais foi grande, o professor e o estagiário optaram por retomar esse assunto nas aulas seguintes.

As últimas duas questões, por sua vez, tinham por finalidade mostrar como o tema se relacionava a fenômenos do cotidiano tal como o funcionamento da panela de pressão. Na quarta questão era esperado que os alunos observassem que, para um sistema fechado com volume e número de moléculas constante, a pressão é diretamente proporcional a temperatura, como ocorre nesse tipo de panela. Essa expectativa foi atendida nas respostas de todos os alunos. Entretanto, foi interessante notar que 45% dos alunos relacionaram essa questão com o conteúdo de propriedades coligativas, em que o aumento da pressão acarreta o aumento da temperatura de ebulição da água, fazendo com que o alimento seja cozido em temperaturas mais elevadas e, dessa forma, cozinhe mais rápido. Ainda que esse tema não tenha sido abordado nas aulas, os alunos conseguiram relacionar o conteúdo novo estudado (gases) com conhecimentos prévios (propriedades coligativas), o que indica uma aprendizagem significativa. Na última questão, por sua vez, era esperado que os alunos mencionassem ao menos dois exemplos de objetos ou fenômenos do cotidiano que se relacionavam ao tema de gases e foi possível observar que todos atenderam a expectativa e foram mencionados, dentre vários exemplos, os colchões de ar, bombas de encher pneus e bexigas.

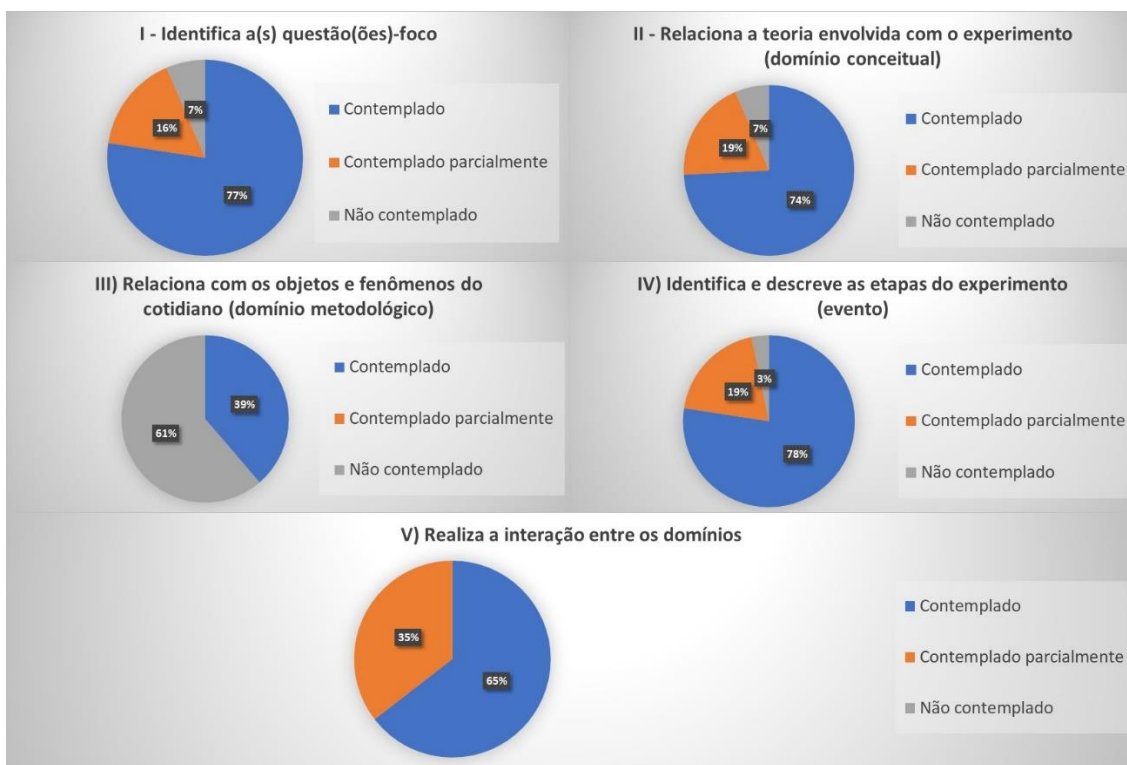
Diagrama V de Gowin

As questões discutidas anteriormente, além da função pedagógica para a aprendizagem de conceitos importantes do tema, também auxiliaram na construção do diagrama V de Gowin. Isso porque cada uma estava relacionada a pelo menos um dos itens do diagrama. A primeira questão, por exemplo, relaciona-se com o tópico “REGISTROS”, enquanto a segunda se relaciona ao item “LEIS”, além de relacionar o domínio conceitual com o metodológico. A terceira, por sua vez, evidencia as limitações do modelo dos gases ideais, auxiliando na hora de preencher o domínio conceitual. As duas últimas, por evidenciar situações e objetos do cotidiano, relacionam-se com as “ASSERÇÕES DE VALOR”, além da quarta questão também ter relação com o item “registros”. Com isso, por mais que fosse a primeira vez que o aluno estivesse tendo contado com o diagrama, facilitaria na construção do mesmo.

O diagrama foi avaliado em cinco itens conforme mencionado anteriormente (Quadro 2) e cada um deles se relaciona diretamente a uma das sessões do diagrama (questões-foco, domínio conceitual, domínio metodológico, eventos/objetos e, por fim, a interação entre esses domínios). Após o término do processo de correção, foi observado que a opção por avaliar os domínios e não cada item específico foi a mais adequada, uma vez que, tendo os alunos recebido materiais suplementares com diferentes exemplos de diagramas e de poderem consultar outras fontes bibliográficas, resultou em diagramas com a presença ou ausência de determinados tópicos, ainda que com os conteúdos fundamentais presentes dentro do domínio.

A porcentagem de alunos que contemplou cada um desses critérios foi sumarizada na Figura 6. O primeiro ponto abordado foi a identificação das questões-foco, ou seja, verificou-se se os alunos conseguiram compreender o assunto principal do experimento, o que está relacionado com todo questionário. Esperava-se que essa região do diagrama fosse preenchida com “como os gases se comportam” ou “como que parâmetros experimentais influenciam no comportamento dos gases ideais”, entretanto, dos 31 alunos, dois não preencheram esse item e cinco fizeram de forma incompleta. Dentre as respostas incompletas, havia questões-foco que relacionavam apenas duas variáveis, tal como a resposta de um dos alunos “Como se relacionam temperatura e pressão / como se relacionam volume e pressão / como que temperatura, volume e pressão influenciam na constante molar”. A não identificação dessas questões pode ter sido apenas um esquecimento ou uma falta de atenção, mas também pode ser um indicativo de uma aprendizagem predominantemente mecânica, uma vez que os alunos conseguiram realizar o experimento, porém não o relacionaram com os demais conceitos previamente estabelecidos e, assim, não conseguiram identificar o problema central.

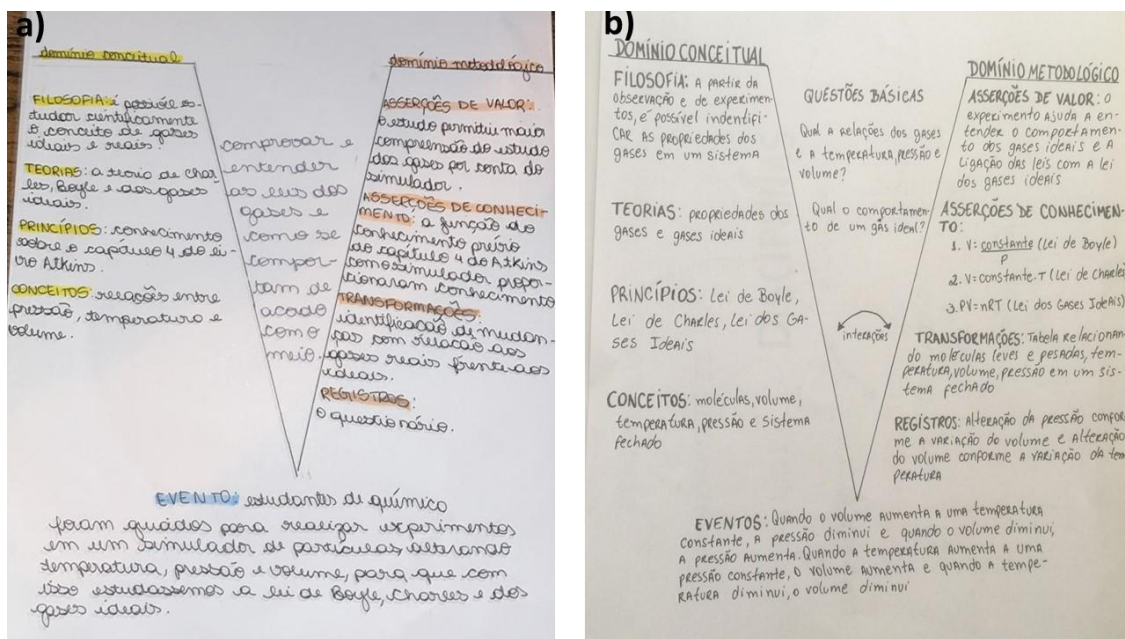
Figura 6: Gráficos referentes à porcentagem de alunos que contemplaram ou não cada um dos critérios.



Fonte: Autoria própria (2020).

O segundo ponto envolvia relacionar a teoria envolvida com os dados do experimento, semelhante à questão 2. Era esperado que os alunos colocassem a Lei dos Gases Ideais, a Lei de Boyle e a Lei de Charles no domínio conceitual e as identificassem nas asserções de conhecimento ou nas transformações no domínio metodológico. Era importante também que esses itens auxiliassem a responder, indiretamente, as questões-foco. Na Figura 7 há dois exemplos de diagramas enviados pelos alunos. No diagrama “a” é possível ver que foi mencionado sobre o comportamento dos gases nas questões-foco como era esperado, apesar do termo “comprovar” não ser o mais adequado para o caso. Entretanto, não foi estabelecida a relação entre a teoria envolvida com o experimento, uma vez que no item “ASSERÇÕES DE CONHECIMENTO” apenas citou-se o capítulo do livro didático em que se encontram os conteúdos estudados, mas sem mencioná-los e associá-los ao experimento. No “b”, por sua vez, as questões-foco foram mencionadas, dando destaque não apenas ao comportamento dos gases, mas também a relação entre os parâmetros. Além disso, essas questões são respondidas através das três leis mencionadas no item “PRINCÍPIOS”, as quais também são relacionadas às variações de parâmetros experimentais destacadas no item “ASSERÇÕES DE CONHECIMENTO” presentes no domínio conceitual.

Figura 7: Diagramas V construído por diferentes alunos durante a atividade.

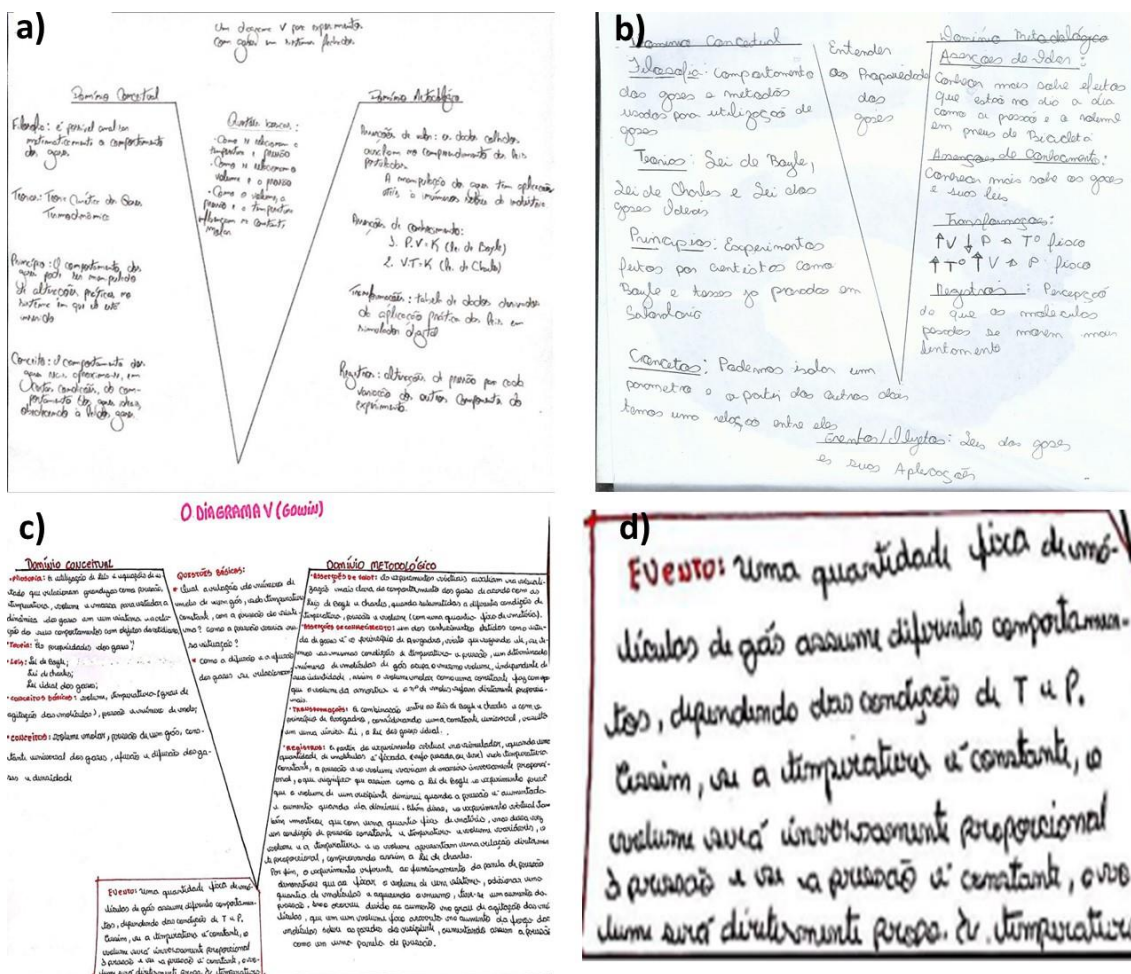


Fonte: Acervo da disciplina (2020).

No terceiro ponto esperava-se que os alunos mencionassem sobre a relação entre o conteúdo abordado no experimento com objetos e fenômenos do cotidiano, tal como no caso da panela de pressão que foi estudado na questão 4, e os outros exemplos que foram mencionados na questão 5. Foi curioso observar que apesar de todos os alunos terem acertado as duas questões correspondentes na etapa do questionário, a maioria (61%) não contemplou esse item no diagrama V. Segundo constatou Cardoso e Colinviaux (2000), ao analisar alunos do Ensino Fundamental, eles conseguiam citar exemplos da presença da Química no cotidiano, mas não conseguiam fazer uma discussão mais aprofundada sobre a atuação da Química, o que foi explicado pelos autores como sendo um indício de que não foi estabelecida uma efetiva relação entre a química escolar e a química do cotidiano (Cardoso & Colinviaux, 2000). Apesar desta atividade ter sido aplicada em alunos do primeiro ano do curso de graduação em Química, pode-se observar um comportamento análogo ao observado pelos autores citados.

No quarto quesito, por sua vez, esperava-se que no tópico “evento” os alunos identificassem e registrassem as etapas do experimento, ou seja, descrevessem os experimentos que relacionavam os parâmetros experimentais (pressão vs. volume, pressão vs. temperatura), além da descrição do experimento relacionado à panela de pressão. Na Figura 8 é possível observar três diagramas que representam o observado na atividade. Em “a” é possível notar que o quesito não foi contemplado, uma vez que a seção “EVENTOS” não foi colocada, em “b” há a presença do tópico, porém não se descreve adequadamente as etapas do experimento, e em “c”, por sua vez, as etapas foram descritas, ainda que apenas as relativas à questão 1 estão mencionadas nesse tópico, sendo àquelas relacionadas ao experimento da panela de pressão (questão 4) apenas descritas no tópico “REGISTROS”.

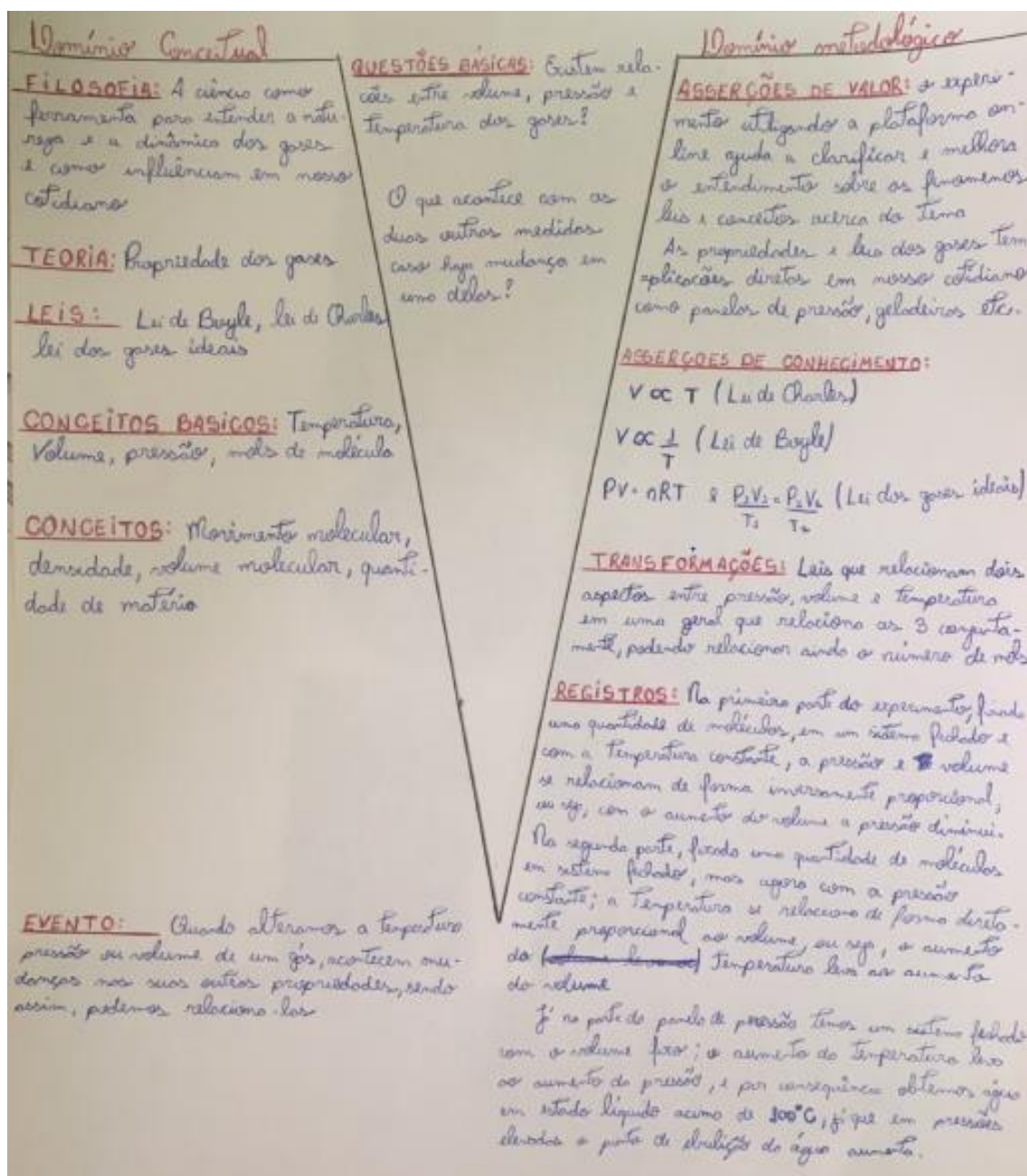
Figura 8: (a, b, c) Diagramas V construído por diferentes alunos durante a atividade; (d) ampliação do tópico “eventos” referente ao diagrama “c”.



Fonte: Acervo da disciplina (2020).

Por fim, no último critério da correção, foi analisada a interação entre os domínios. Nessa etapa, o esperado era que os domínios metodológico e conceitual estivessem relacionados entre si, que as questões-foco fossem respondidas por ele e, preferencialmente, que as etapas descritas no item “EVENTOS” estivessem de acordo com o experimento realizado. Na Figura 9 é possível observar um diagrama construído por um dos alunos que contemplou todos os cinco pontos analisados na correção. Nas “QUESTÕES-FOCO” é mencionado se há relação entre os parâmetros mencionados nos conceitos básicos e o que acontece caso haja mudança em algum deles. No item “EVENTOS” é descrito que durante o experimento esses parâmetros foram alterados e foi analisado o que aconteceu com o sistema e, na seção “REGISTROS”, têm-se mais informações sobre esses experimentos e os resultados obtidos. Esses resultados puderam ser relacionados com a teoria estudada (propriedade dos gases, Lei de Boyle, Lei de Charles e Lei dos Gases Ideais, mencionados nos itens “TEORIA” e “LEIS”), conforme observado nas asserções de conhecimento.

Figura 9: Diagramas V de Gowin construído por um dos alunos e que contemplou os cinco critérios.



Fonte: Acervo da disciplina (2020).

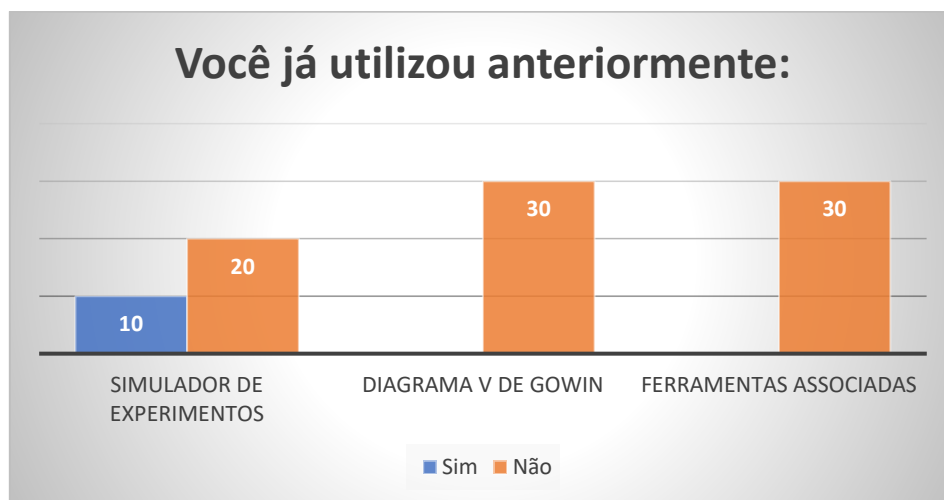
Finalizada a análise desses critérios, foi possível observar que o diagrama V, além de ser uma ferramenta heurística importante para favorecer a aprendizagem significativa, como já é conhecido, é também uma importante ferramenta de avaliação. Quando comparado com o questionário, por exemplo, um dado que se destaca é o fato de todos os alunos terem respondido corretamente as questões referentes aos gases no cotidiano, entretanto, a maioria (61 %) não identificou essa correlação no diagrama, permitindo assim inferir que não foi estabelecida uma efetiva relação entre a Química escolar e a do cotidiano, conforme observado anteriormente por outros autores (Cardoso & Colinvaux, 2000). Devido ao uso do diagrama e sua possibilidade de melhor investigar a aprendizagem significativa, o professor e o estagiário puderam perceber as dificuldades de compreensão acerca do tema e retomar o item dos gases

no cotidiano nas aulas e nas atividades seguintes, o que não seria feito caso fosse utilizado apenas o questionário.

Feedback

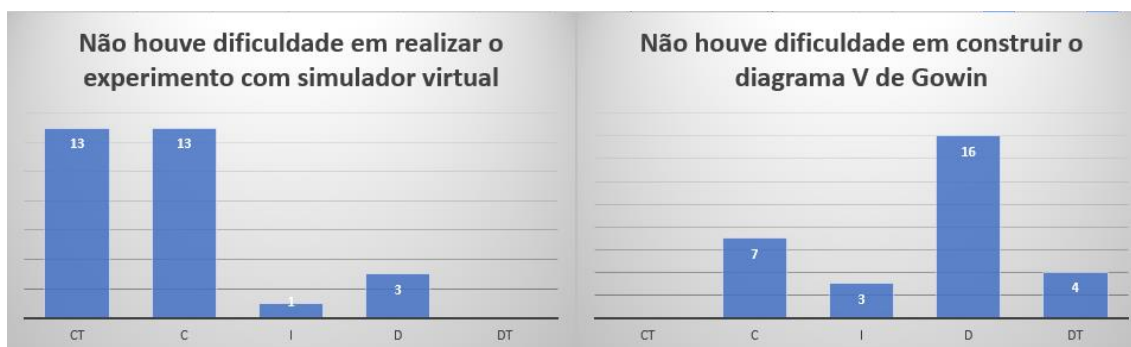
Ao término da atividade os alunos responderam a um questionário de *feedback* (30 alunos responderam e um preferiu não responder). Inicialmente, foi questionado sobre a existência de experiência prévia com simulador de experimentos, diagrama V de Gowin e essas duas ferramentas associadas (Figura 10). Foi possível constatar que 1/3 dos alunos já havia usado simuladores, porém nenhum deles havia utilizado diagramas V de Gowin, como também não utilizaram ambas ferramentas associadas como no caso da atividade realizada.

Figura 10: *Feedback* referente a experiência prévia dos alunos com simuladores de experimentos, diagramas V de Gowin e essas duas ferramentas associadas.



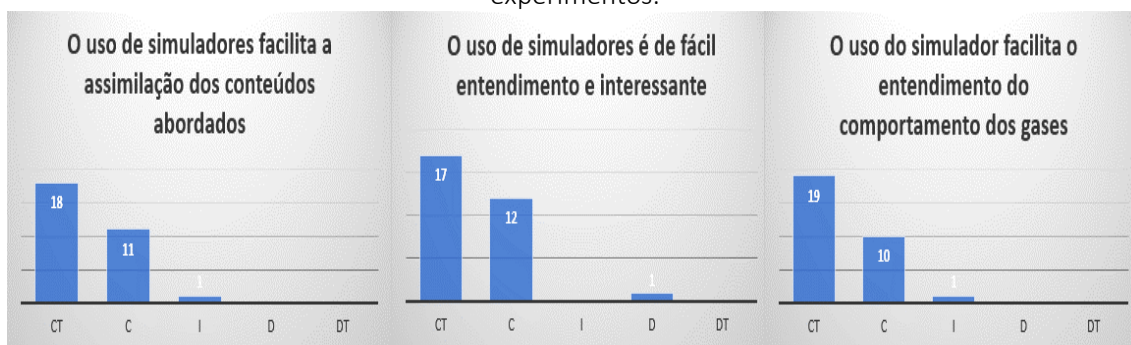
Fonte: Autoria própria (2020).

Em seguida, foram feitas nove questões seguindo a escala Likert (Anexo 2) em que para cada afirmação feita os alunos marcaram se concordavam totalmente (CT), se concordavam (C), se eram indiferentes (I), se discordavam (D) ou se discordavam totalmente (DT). Foi questionado inicialmente se houve dificuldade no uso dessas ferramentas (Figura 11). Foi possível observar uma maior facilidade com o uso do simulador, provavelmente por conta de muitos já conhecerem essa ferramenta, por ser lúdico e interativo e também por terem sido enviadas orientações de como usá-lo. Por outro lado, 2/3 dos alunos apresentou algum grau de dificuldade na construção do diagrama V, o que pode ser explicado em grande parte pelo fato de nenhum dos estudantes terem contato prévio com a ferramenta. Além disso, o próprio processo cognitivo envolvido na aprendizagem significativa dos novos conteúdos, conforme explicado por Ausubel, aliado ao processo de “desempacotamento” dos conceitos-chaves que ocorre durante a construção do diagrama V de Gowin, envolve uma dificuldade maior ao aluno, mas que é necessária para a aprendizagem ser significativa ao invés de mecânica (Ausubel, 1968; Pacheco & Damasio, 2009; Pelizzari *et al.*, 2001). Esse dado reforça a importância de a atividade ser mediada e supervisionada pelo estagiário, para que assim todos os estudantes consigam atingir o objetivo desejado.

Figura 11: Respostas para as afirmações referentes a dificuldade de execução das atividades.

Fonte: Autoria própria (2020).

Com relação aos experimentos virtuais pode-se observar que houve praticamente um consenso de que eles facilitam a assimilação dos conteúdos, inclusive do comportamento dos gases, que foi o tópico da atividade, além de serem interessantes e de fácil entendimento (Figura 12). Falloon (2019) demonstrou que o modelo teórico de aprendizagem proposto por Kolb (1983) e revisado posteriormente por outros autores, que discute acerca da aprendizagem através de experimentos, também pode ser usado para experimentos realizados através de simuladores. Dessa forma, é possível inferir que a partir da experiência concreta (realização do experimento) os alunos conseguiram compreender os conteúdos abordados conforme relatado por eles mesmo e observado posteriormente na atividade realizada.

Figura 12: Respostas referentes às afirmações referentes ao uso de simuladores de experimentos.

Fonte: Autoria própria (2020).

Por outro lado, quando se refere ao diagrama V de Gowin, dentre as cinco opções de resposta a mais frequente foi a “indiferente” quanto à facilitação do entendimento dos assuntos relacionados e à compreensão dos resultados obtidos (Figura 12). Apesar disso, quando comparado o desempenho dos alunos ao questionário e ao diagrama, foi possível notar um favorecimento da aprendizagem significativa frente a mecânica quando se utilizou o diagrama, em especial referente a correlação entre os conteúdos estudados com os fenômenos do cotidiano, mas isso aparentemente não foi percebido por todos os alunos. Além disso, como ferramenta avaliativa, o diagrama permitiu compreender melhor a aprendizagem dos alunos quando comparado ao questionário.

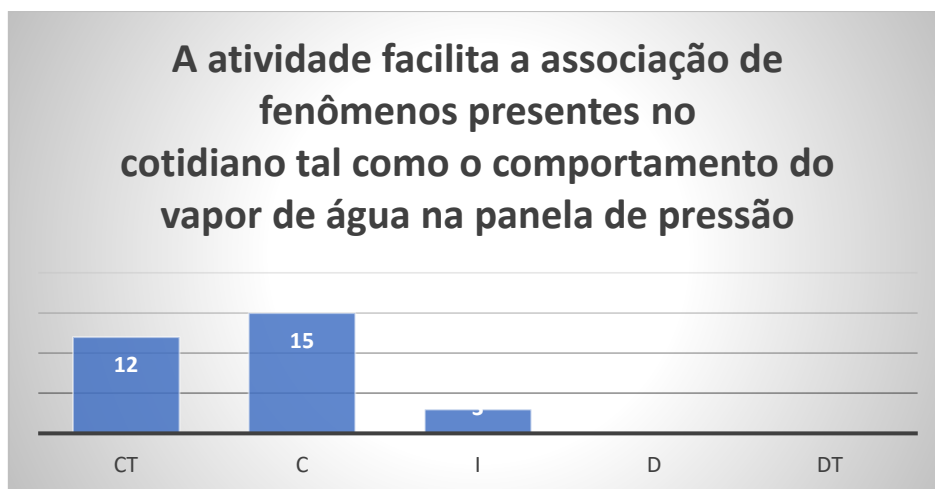
Figura 12: Respostas referentes às afirmações referentes à construção do diagrama V de Gowin.



Fonte: Autoria própria (2020).

Com relação a associação do conteúdo com os fenômenos do cotidiano (Figura 13), é possível observar que a maioria dos alunos (90%) concordam que a atividade auxiliou nesse quesito, o que era um dos objetivos deste trabalho. No entanto, vale ressaltar que, conforme já observado por outros autores e já discutido anteriormente, quando questionados diretamente sobre a aplicação do conteúdo no cotidiano, tal como no *feedback* (Figura 13) e no questionário, os alunos conseguem observar essa relação e citar exemplos, no entanto, quando é necessário um processo um pouco mais aprofundado, tal como o exigido pelo diagrama V, essa associação não é tão clara (Cardoso & Colinvaux, 2000).

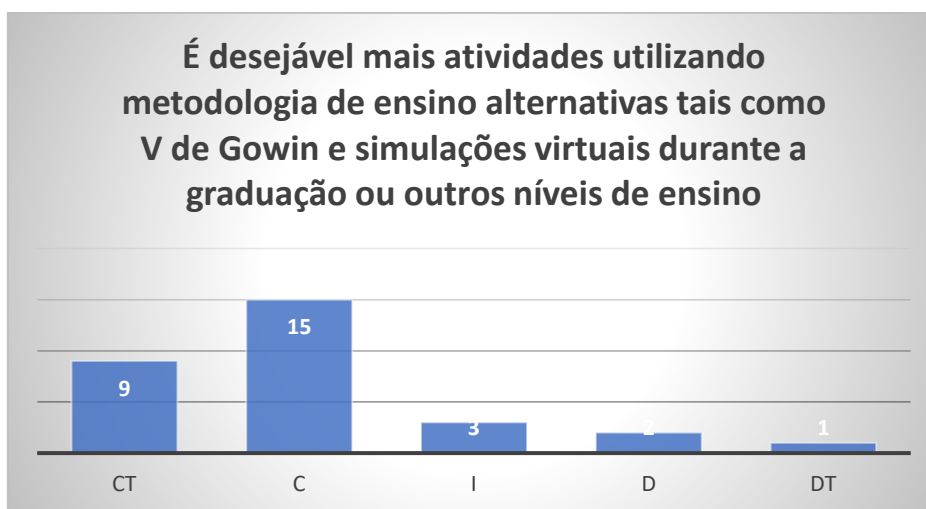
Figura 13: Respostas referente a associação dos fenômenos presentes do cotidiano com a atividade.



Fonte: Autoria própria (2020).

Por fim, questionou-se se os estudantes eram a favor de mais atividades utilizando metodologias pedagógicas alternativas ao ensino tradicional, tal como as utilizadas nesse trabalho, e foi possível notar que a maioria dos estudantes (80%) concordam (totalmente ou parcialmente) com isso (Figura 14). O resultado foi muito positivo, uma vez que mostra que mesmo sendo metodologias até então desconhecidas pelos alunos, em um contexto atípico como de uma pandemia, a maioria dos estudantes se mostraram favoráveis a esse tipo de abordagem.

Figura 14: Respostas referentes a utilização de metodologias de ensino alternativas ao ensino tradicional.



Fonte: Autoria própria (2020).

Considerações Finais

O período da pandemia trouxe a necessidade de suspensão das aulas presenciais em diversas localidades, trazendo consigo inúmeros desafios, em especial na área de Educação. Entretanto, foi possível observar através desse trabalho que algumas metodologias de ensino já conhecidas antes da pandemia, se mostraram adequadas para serem aplicadas nesse período de aulas remotas. Além de possibilitar o ensino de diversos conteúdos de forma lúdica, simples e interativa, sem a necessidade de aglomerar em um laboratório didático, nesse trabalho mostramos o uso dos simuladores virtuais na experimentação em conjunto com diagramas V de Gowin empregados para investigar se ocorreria aprendizagem significativa dos conteúdos abordados no experimento simulado.

Comparado a um questionário “tradicional”, os diagramas ofereceram informações mais detalhadas referentes à aprendizagem dos conceitos estudados, trazendo consigo indícios de uma aprendizagem puramente mecânica ou significativa. Através dos critérios estabelecidos para avaliar o diagrama, como exemplo o fato de todos os alunos terem conseguido relacionar os domínios conceitual e metodológico, foi possível concluir que, no geral, os alunos apresentaram aprendizagem predominantemente significativa.

Por fim, pelo *feedback* dos alunos foi possível constatar que apesar dessas ferramentas serem novas para eles (apenas 1/3 conhecia simuladores e nenhum conhecia o diagrama V de Gowin) e de provavelmente por essa razão, mais alunos (66%) apresentaram dúvidas com o diagrama do que com o simulador (10%), 80% desejam mais atividades durante a graduação (e outros níveis) envolvendo metodologias de ensino alternativas ao ensino tradicional e 90% relataram que essas atividades auxiliam na compreensão de fenômenos do cotidiano.

Agradecimentos

Os autores agradecem às agências de fomento CNPq, CAPES e FAPESP. O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- Arruda, Eucídio P. (2020). Educação remota emergencial: elementos para políticas públicas na educação brasileira em tempos de Covid-19. *Em Rede - Revista de Educação a Distância*, 7(1), 257-275.
- Ausubel, David P. (1968). *Educational Psychology: a cognitive view*. Nova Iorque: Holt Rinehart and Winston.
- Barbosa, André M., Viegas, Marco A. S., & Batista, Regina L. N. F. F. (2020). Aulas presenciais em tempos de pandemia: relatos de experiências de professores do nível superior sobre as aulas remotas. *Revista Augustus*, 25(51), 255-280.
- Bardin, Laurence. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Belletti, Alessandro, Borromei, Renato, & Ingletto, Gianluigi. (2006). Teaching physical chemistry experiments with a computer simulation by LabVIEW. *Journal of Chemical Education*, 83(9), 1353-1355.
- Beussman, Douglas J., & Walters, John P. (2017). Complete labview-controlled HPLC lab: An advanced undergraduate experience. *Journal of Chemical Education*, 94(10), 1527-1532.
- Calejon, Laura M. C., & Brito, Alan S. (2020). Entre a pandemia e o pandemônio: uma reflexão no campo da educação. *Revista EDUCAmazônia – Educação, Sociedade e Meio Ambiente*, 25(2), 291-311.
- Cardoso, Sheila P., & Colinvaux, Dominique. (2000). Explorando a motivação para estudar química. *Química Nova*, 23(3), 401-404.
- Chamizo, José A. (2012) Heuristic diagrams as a tool to teach history of science. *Science & Education*, 21(5), 745-762.
- Croda, Julio, Oliveira, Wanderson K. D., Frutuoso, Rodrigo L., Mandetta, Luis H., Baia-da-Silva, Djane C., Brito-Sousa, José D., Monteiro, Wuelton M, & Lacerda, Marcus V. G. (2020). COVID-19 in Brazil: advantages of a socialized unified health system and preparation to contain cases. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 53, 1-6.
- Cucinotta, Domenico, & Vanelli, Maurizio. (2020). WHO declares COVID-19 a pandemic. *Acta Bio Medica: Atenei Parmensis*, 91(1), 157.
- Denzin, Norman K., & Lincoln, Yvonna S. (2006). *O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens* (2° ed.). Porto Alegre: Bookman e Armed.
- Dubet, François., Duro-Bellat, Marrie, & Véréout, Antoine. (2012) As desigualdades escolares antes e depois da escola: Organização escolar e influência dos diplomas. *Sociologias*, 14(29), 22–70.
- Guo, Yan-R., Cao, Qing-D., Hong, Zhong-S., Tan, Yuan-Y., Chen, Shou-D., Jin, Hong-J., Tan, Kai-S., Wang, De-Y. & Yan, Yan. (2020). The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak—an update on the status. *Military Medical Research*, 7(1), 1-10.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2020). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Recuperado em 22 jan 2021, de <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101736>

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Texeira. (2020). Índice de Desenvolvimento de Educação Básica. Recuperado em 22 jan 2021, de <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/ideb>

Lei nº 13.005 (2014). Brasília. Recuperado em 22 jan 2021, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm

Falloon, Garry. (2019). Using simulations to teach Young students Science concepts: na experiential learning theoretical analysis. *Computers and Education*, 135, 138-159.

Fang, Lei, Karakiulakis, George, & Roth, Michael. (2020). Are patients with hypertension and diabetes mellitus at increased risk for COVID-19 infection?. *The Lancet. Respiratory Medicine*, 8(4), e21.

Feitosa, Murilo C., & Lavor, Otávio P. (2020). Ensino de circuitos elétricos com auxílio de um simulador do PHET. *REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 8(1), 126-139.

Filho, Naercio A. M.; & Oliveira, Alison P. (2014) **A Contribuição da Educação para a Queda na Desigualdade de Renda per Capita no Brasil**. Recuperado em 22 jan 2021 de https://siteinstitucional.insper.edu.br/wp-content/uploads/2018/09/PolicyPaper_Educacao_Desigualdade.pdf

Frozza, Edson, & Pastoriza, Bruno S. dos. (2019). Avaliação de software educacionais para o ensino da Química em nível superior. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), 224-250.

Giordan, Marcelo. (2008). Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados (1° ed.). Ijuí: Unijuí.

Gowin, David B. (1981). *Educating* (1° ed.). Nova Iorque: Cornell University Press.

Gowin, David. B., & Alvarez, Marino C. (2005). *The art of education with V diagrams*. Cambridge: Cambridge University Press.

Johansson, Michael A., Quandelacy, Talia M., Kada, Sarah, Prasad, Pragati V., Steele, Molly, Brooks, John T., Slayton, Rachel B., Biggerstaff, Matthew, & Blutter, Jay C. (2021) SARS-CoV-2 Transmission From People Without COVID-19 Symptoms. *JAMA Network Open*, 4(1), 2035057-e2035057.

Johnstone, Alex H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705.

Kolb, David A. (1983). *Experiential Learning: experience as the source of learning and development*. Nova Jersey: Prentice-Hall.

Likert, Rensis. (1932). *Technique for the measurement of attitudes*. Nova Iorque: R. S. Woodworth.

Lucas, Lucken B., Luccas, Simone, Santo, Fernando M. E., & Abe, Rosa S. (2017). A utilização do vê epistemológico de Gowin no ensino de ciências como um instrumento não tradicional de avaliação da aprendizagem. *Enseñanza de Las Ciencias*, 5267-5273.

Martins, Francisco J., Abreu, Pedro H. C. D., & Simon, Alexandre C. (2018). A evolução do Ensino Superior e suas implicações: uma visão sobre o contexto profissional diante de cenários mais complexos e inovativos. *Nucleus*, 15(2), 63–76, 2018.

- Martins, Diogo G. M., Junger, Alex P., Zambra, Elisandra M., Facó, Júlio F. B., & Bresciani, L. P. (2019). A evolução do ensino superior brasileiro na perspectiva do desenvolvimento regional. *Research, Society and Development*, 9(3), 1-19.
- Mendonça, Maria F. C., Cordeiro, Márcia R., & Kiill, Keila B. (2014). Uso de diagrama V modificado como relatório em aulas teórico-práticas de química geral. *Química Nova*, 37(7), 1249-1256.
- Ministério da Educação. (2015). Plano Nacional de Educação. Recuperado em 22 jan 2021 de http://pne.mec.gov.br/publicacoes/item/download/17_bff5cb6c81c213a22c492d69505ac411
- Ministério da Educação. (2020). Portaria nº343 de 17 de março de 2020. Recuperado em 23 jan 2021 de <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-343-de-17-de-marco-de-2020-248564376>
- Ministério da Saúde. (2020). Portaria nº188 de 3 de fevereiro de 2020. Recuperado em 23 jan 2021 de <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-188-de-3-de-fevereiro-de-2020-241408388>.
- Moreira, Marco A. (2007). Diagramas V e aprendizagem significativa. *Revista Chilena de Educación Científica*, 6(2), 3-12.
- Nhantumbo, Telma L. (2020). Capacidade de resposta das instituições educacionais no processo de ensino-aprendizagem face à pandemia de COVID-19: Impasses e desafios. *Revista EDUCAmazônia – Educação, Sociedade e Meio Ambiente*, 25(2), 556-571.
- Novak, Joseph D., & Gowin, David B. (1984). *Learning how to learn* (1° ed.) Cambridge: Cambridge University Press.
- Organização Mundial da Saúde. (2020). Novel Coronavirus (2019-nCoV) Situation Report 10. Recuperado em 23 jan 2021 de https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200130-sitrep-10-ncov.pdf?sfvrsn=d0b2e480_2
- Pacheco, Sabrina M. V., & Damasio, Felipe. (2009). Mapas conceituais e diagramas V: ferramentas para o ensino, a aprendizagem e a avaliação no ensino técnico. *Ciências e Cognição*, 14(2), 166-193.
- Passos, Ionara N. G., Sousa, José L. S., Sousa, Sandro F., & Leal, Romário C. (2019). Utilização do software PhET no ensino de Química em uma escola pública de Grajaú, Maranhão. *Revista Observatório*, 5(3), 335-365.
- Paz, Cleane C., Magalhães, Janildo L., & Ferreira, Luciana N. (2020). O Diagrama Heurístico em atividades experimentais baseadas em problemas no Ensino Superior de Química. *Química Nova na Escola*, 42(2), 166-175.
- Pelizzari, Adriana, Kriegl, Maria L., Baron, Márcia P., Finck, Neley T. L., & Dorocinski, Solange I. (2001). Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *Revista PEC*, 2(1), 37-42.
- PhET Interactive Simulations. (s.d.). Gases: Introdução. Recuperado em 07 março 2020 de phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/gases-intro
- Prado, Ramon T. (2015). A Utilização do Diagrama V em Atividades Experimentais de Física em Sala de Aula de Ensino Médio. Dissertação de Mestrado, Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil.
- Prado, Ramon, T., & Ferracioli, Laércio. (2017). Utilização do Diagrama V em atividades experimentais de magnetismo em sala de aula de ensino médio. *Revista do Professor de Física*, 1(1), 1-14.
- Rothan, Hussin A., & Byrareddy, Siddappa N. (2020). The epidemiology and pathogenesis of

coronavirus disease (COVID-19) outbreak. *Journal of autoimmunity*, 109, 102433.

Santos, Westerley A. (2015). Uma reflexão necessária sobre a profissão docente no Brasil, a partir dos cinco tipos de desvalorização do professor. *Sapere Aude*, 6(11), 349-358.

Silva, Roberto R., Machado, Patricia F. L., & Tunes, Elizabeth. (2010). Experimentar sem medo de errar. In: Santos, Wildson L. & Maldaner, Otavio A., *Ensino de Química em Foco* (p. 231-261). Ijuí: Unijuí.

Souza, Thamara M., Chagas, Alisson M., & Anjos, Rita C. A. A dos. (2019). O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb): Uma década de monitoramento da qualidade da educação. *Revista Com Censo: Estudos Educacionais do Distrito Federal*, 6(2), 57-62.

Tavares, Laís C., de Oliveira, Alex G., Fernandes, Adriano C., & Müller, Regina C. S. (2018). Mapas conceituais como instrumentos no auxílio da aprendizagem significativa no ensino de química. *Revista Debates em Ensino de Química*, 4(2), 294-310.

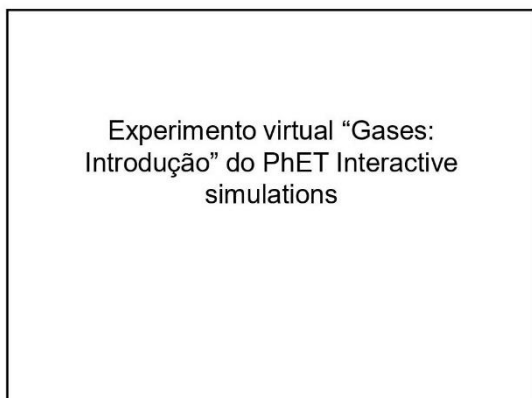
Vasconcelos, Flávia C. G. C. (2016) Considerações de licenciandos em Química sobre o uso de simulações PhET em aulas simuladas. *Revista Tecnologias na Educação*, 8(14), 1-12.

Xavier, Lucas A., & Segatto, Breno R. (2020). Experimentos para a Feira de Ciências mediados pelo diagrama V. In: GONÇALVES, Felipe. A. M. F (Orgs.), *Ciências tecnológicas exatas e da terra e seu alto grau de aplicabilidade* (Cap. 22, pp. 276 – 288). Paraná: Editora Atena.

Zucco, César. (2007). Graduação em química: Avaliação, perspectivas e desafios. *Química Nova*, 30(6), 1429–1434.


Anexos

Anexo 1 – Apostila enviada aos alunos com as instruções da atividade



Parte 1 - Leitura

- Ler o capítulo 4 (Propriedade dos Gases) do livro Princípios de Química – Questionando a vida e o meio ambiente de Peter Atkins e Loretta Jones ou o capítulo correspondente de outro livro de Química Geral.



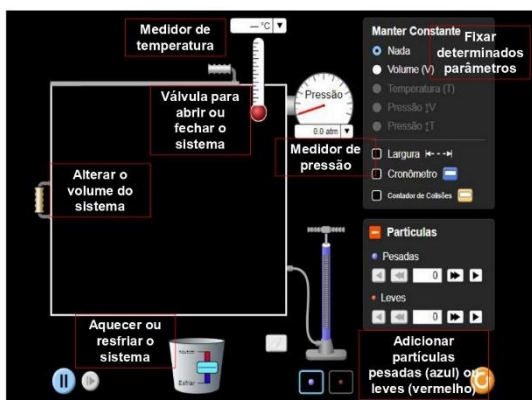
Parte 2 - Simulador

- Entrar em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/gases-intro e iniciar o simulador



Acesso ao simulador

- Selecionar o modo “Leis”.



Medidor de temperatura

Válvula para abrir ou fechar o sistema

Alterar o volume do sistema

Aquecer ou resfriar o sistema

Medidor de pressão

Manter Constante Fixar

- Nada determinados
- Volume (V) parâmetros
- Temperatura (T)
- Pressão (P)
- Pressão (T)

Largura

Cronômetro

Contador de Colóides

Partículas

- Pesadas
- Leves

Adicionar partículas pesadas (azul) ou leves (vermelho)

Lei de Boyle

- 1) Fechar o sistema.
- 2) Fixar uma quantidade de moléculas pesadas, a temperatura e alterar o volume do sistema.
- 3) Repetir o experimento, substituindo moléculas pesadas por leves.
- 4) Registrar o que acontece com a pressão nos itens a, b, c, d da tabela.

Lei de Charles

- 1) Fechar o sistema.
- 2) Fixar uma quantidade de moléculas pesadas, a pressão e alterar a temperatura.
- 3) Repetir o experimento, substituindo moléculas pesadas por leves.
- 4) Registrar o que acontece com o volume nos itens e, f, g, h da tabela.

Atividades

- Responder as questões 2 e 3.

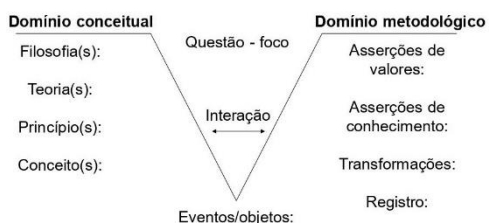
Panela de pressão

- 1) Fechar o sistema.
- 2) Fixar uma quantidade de moléculas pesadas e o volume do sistema.
- 3) Aumentar a temperatura e verificar o que ocorre com a pressão.
- 4) Fazer o mesmo para moléculas leves e registrar nos itens a, b da tabela 2.

Parte 3 – V de Gowin

- 1) Ler o documento “Diagramas V e Aprendizagem Significativa” de Marco Antonio Moreira (anexo). Nele está descrito como se deve preencher um diagrama V de Gowin.
- 2) Para a construção do diagrama, deve-se basear no diagrama V para um experimento de laboratório (página 4).
- 3) Preencher a mão o diagrama V de Gowin, tirar uma foto e anexar ao trabalho.

Parte 3 – V de Gowin



Parte 4 – Feedback

- Responda o questionário avaliando a atividade proposta.

Envio do trabalho

- Enviar o trabalho nos formatos pdf e word para o e-mail do estagiário PAE.
- Data limite para a entrega do trabalho: 10 de abril de 2020.
- Dúvidas devem ser encaminhadas para o mesmo e-mail.

Anexo 2 – Questionário de *feedback*

Parte 1 – Identificação das experiências prévias

- 1) Você já utilizou anteriormente um simulador de experimentos?
- 2) Você já utilizou anteriormente o diagrama V de Gowin?
- 3) Você já utilizou anteriormente essas duas ferramentas associadas?

Opções de respostas para cada questão:

- Sim
- Não

Parte 2 – Questões referentes a atividade utilizando a escala Likert

- 4) Não houve dificuldade em realizar o experimento com simulador virtual. Com relação a essa afirmação:
- 5) Não houve dificuldade em construir o diagrama V de Gowin. Com relação essa afirmação:
- 6) O uso de simuladores facilita a assimilação dos conteúdos abordados. Com relação a essa afirmação:
- 7) O uso de simuladores é de fácil entendimento e interessante. Com relação a essa afirmação:
- 8) O uso do simulador facilita o entendimento do comportamento dos gases. Com relação a essa afirmação:
- 9) O diagrama V de Gowin facilitou o entendimento das teorias e dos conceitos envolvidos. Com relação a essa afirmação:
- 10) A construção do diagrama V de Gowin favoreceu a compreensão dos resultados obtidos a partir da teoria envolvida. Com relação a essa afirmação:
- 11) A atividade facilita a associação de fenômenos presentes no cotidiano tal como o comportamento do vapor de água na panela de pressão. Com relação a essa afirmação:

- 12) É desejável mais atividades utilizando metodologia de ensino alternativas tais como V de Gowin e simulações virtuais durante a graduação ou outros níveis de ensino.
Com relação a essa afirmação:

Opções de respostas para cada questão:

- Concordo totalmente (CT)
- Concordo (C)
- Sem opinião definida / indiferente (I)
- Discordo (D)
- Discordo totalmente (DT)