

SEÇÃO: ARTIGOS

Flipped classroom adaptada ao ensino presencial e remoto: estudo de caso no ensino de química

Aula invertida adaptada a la docencia presencial y a distancia: estudio de caso en la enseñanza de la química

Flipped classroom adapted to face-to-face and remote teaching: case study in chemistry teaching

Everlane Ferreira Moura,¹ Wannise de Santana Lima²

RESUMO

O presente artigo analisou os impactos da aplicação da metodologia *flipped classroom* no desempenho dos estudantes nas atividades e provas durante o ensino de química na graduação de uma instituição de ensino superior na cidade de Natal, no estado do Rio Grande do Norte. A metodologia ativa foi aplicada em turmas em períodos que ocorreram antes, durante e após as aulas-remotas, ocorridas em decorrência da pandemia da covid-19. O objetivo foi avaliar o desempenho dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem comparando os resultados da aplicação da *metodologia flipped classroom* com as aulas tradicionais. Trata-se de um estudo de caso com abordagem descritiva e explicativa, com análise quantitativa de dados coletados. Foi possível verificar que o rendimento dos alunos no ensino *flipped classroom* foi superior ao rendimento das turmas com aulas tradicionais. O estudo comprovou também que os momentos de encontros presenciais com professor e com os colegas promovem melhores resultados que os encontros remotos. A aplicação da metodologia *flipped classroom*, nos cenários presencial e remoto, abre possibilidades de metodologias adaptadas em ensino híbrido e em ensino a distância, privilegiando, também,

¹ Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN), Natal, RN, Brasil.

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-8983-7702>. E-mail: evermoura2@gmail.com

² Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN), Natal, RN, Brasil.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5927-9507>. E-mail: wannise@gmail.com

turmas com deficiências no aprendizado de conteúdo mais complexo, como é o caso da química.

Palavras-chave: *flipped classroom*; aprendizagem; ensino de química; aula remota.

RESUMEN

Este artículo analizó los impactos de la aplicación de la metodología de aula invertida en el desempeño de los estudiantes en actividades y pruebas durante la enseñanza de química en una institución de educación superior de la ciudad de Natal, en el estado de Rio Grande do Norte. La metodología activa se aplicó a las clases en períodos ocurridos antes, durante y después de las clases remotas, ocurridas a raíz de la pandemia de covid-19. El objetivo fue evaluar el desempeño de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje comparando los resultados de la aplicación de la modalidad de aula invertida con las clases tradicionales. Se trata de un estudio de caso con enfoque descriptivo y explicativo, con análisis cuantitativo de los datos recolectados. Se pudo comprobar que el rendimiento de los estudiantes en la enseñanza de aula invertida fue superior al rendimiento de las clases con clases tradicionales. El estudio también demostró que las reuniones cara a cara con profesores y colegas promueven mejores resultados que las reuniones remotas. La aplicación de la metodología del aula invertida, en escenarios presenciales y remotos, abre posibilidades a metodologías adaptadas en la enseñanza híbrida y a distancia, favoreciendo también clases con deficiencias en el aprendizaje de contenidos más complejos, como la química.

Palabras clave: aula invertida; aprendizaje; enseñanza de química; clase remota.

ABSTRACT

This article analyzed the impacts of applying the flipped classroom methodology on students' performance in activities and tests during undergraduate chemistry teaching at a higher education institution in Natal, Rio Grande do Norte. The active methodology was applied to classes in periods that occurred before, during, and after remote classes, which happened as a result of the covid-19 pandemic. The objective was to evaluate students' performance in the teaching-learning process by comparing the results of applying the flipped classroom modality with traditional classes. This is a case study with a descriptive and explanatory approach, with a quantitative analysis of collected data. It was possible to verify that the performance of students in flipped classroom teaching was higher than the performance of classes with traditional methodologies. The study also proved that face-to-face meetings with teachers and colleagues promote better results than remote meetings. The application of the flipped classroom methodology, in face-to-face and remote scenarios, opens up possibilities for adapted methodologies in hybrid teaching and distance learning, also favoring classes with deficiencies in learning more complex content, such as chemistry.

Keywords: flipped classroom; learning; chemistry teaching; remote classroom.

INTRODUÇÃO

A sala de aula invertida – *flipped classroom* – é uma metodologia de aprendizagem ativa, estruturada em dois momentos definidos: o momento anterior à aula presencial em que o estudante interage com um conteúdo definido pelo orientador-professor, e o momento na sala de aula presencial, onde a interação do aluno acontece com o professor e colegas, para resolução de atividades referentes ao conteúdo previamente estudado de forma autônoma.

Segundo Colvara e Santo (2019) este modelo de aprendizagem emprega os princípios das metodologias ativas para estruturar um ambiente favorável ao processo de ensino-aprendizagem, no qual o aluno é o agente principal da aprendizagem e o professor é o mediador do processo, orientando, estimulando e apresentando as devolutivas das atividades previstas. A sala de aula presencial passa a ser o local de maior interação e de atividades práticas (resolução de problemas, debates, aula de laboratórios etc.). Nesta visão, a “sala invertida” é um cenário de aprendizagem ativa e não somente de transmissão de conteúdo pelo professor (Bergmann; Sams, 2016; Colvara; Santo, 2019).

Segundo o *Flipped Classroom Field Guide* (2023), o método também prevê a ampliação do tempo e dos espaços de ensino-aprendizagem, usando as tecnologias digitais como extensão da sala de aula. O aluno deve ser estimulado a participar de todas as atividades presenciais e on-line. Os materiais de estudos devem ser bem estruturados e articulados com as atividades, podendo ser: videoaulas, textos, artigos, animações e outros objetos de aprendizagem em plataformas virtuais.

O modelo da sala de aula invertida, ou *flipped classroom*, nasceu dos professores norte-americanos Jonathan Bergmann e Aaron Sams (Bergmann; Sams, 2016) ao disponibilizarem, aos seus alunos, aulas pré-gravadas de Química no formato *screencast* (vídeos produzidos através de software de captura de imagens e slides exibidos na tela do computador). Desta forma, todo o tempo da aula presencial era usado na resolução de atividades e orientações para melhor compreensão dos conceitos estudados (Bergmann; Sams, 2016; Bottentuit Junior, 2019). Embora o termo “sala de aula invertida” ou “*flipped classroom*” não tenha um dono, especificamente, a popularização do modelo educacional nas diversas mídias fez surgir o conceito de sala de aula invertida ou *flipped classroom* pela Flipped Learning Network (2014).

A *flipped classroom* tem sido aplicada em diversos tipos de disciplinas, com experiências positivas comparadas à abordagem tradicional. Segundo Valente (2014), o que diferencia tais experiências aplicadas a distintas disciplinas são o tipo de material, os recursos tecnológicos usados nas atividades on-line, e como a aula invertida é desenvolvida presencialmente. De

acordo com Barbosa e Moura (2013), a aprendizagem ativa é um método bastante eficaz e que, independentemente do tema abordado, pode ser usado em qualquer tipo de disciplina, por exemplo, em Química Geral, que apresenta conteúdos mais complexos.

Os resultados dos estudos de Yoneda e Huguenin (2021) e de Nascimento e Rosa (2020) são exemplos positivos na aplicação da sala de aula invertida ao ensino de química em nível superior. O diferencial nesses dois casos foi a aplicação ocorrer justamente no momento de isolamento social mundial, por conta da pandemia por covid-19, visando minimizar impactos negativos da pandemia no estudo de química, e buscando um maior engajamento da turma.

A aplicação da metodologia sala de aula invertida no ensino de conceitos básicos de química para alunos ingressantes no ensino superior, os quais necessitam desses conhecimentos em seus cursos de graduação, apresenta-se como uma proposta bastante viável. Nesse sentido, tal método representa uma alternativa no processo de ensino-aprendizagem de química no ensino superior, capaz de motivar os estudantes, que apresentam deficiência de conceitos básicos – uma consolidação que deveria ter sido concretizada ainda no ensino médio.

De acordo com os estudos de Lima-Júnior *et al.* (2017), o ensino de Química, no nível médio, ainda privilegia a memorização excessiva de conteúdos, e os relatos de experiências utilizando metodologia de aula invertida para o ensino dessa disciplina ainda são escassos no Brasil. Como argumentam Bottentuit Júnior (2019), Yoneda e Huguenin (2021) e Nascimento e Rosa (2020), é necessário criar estratégias que amenizem as lacunas e desenvolvam nos alunos o trabalho coletivo, a pluralidade de ideias, a capacidade de questionar e de construir os conhecimentos.

No presente trabalho, investigou-se o nível de desempenho de alunos de uma instituição do ensino superior da cidade de Natal (Rio Grande do Norte), durante a aplicação de uma metodologia ativa no processo de ensino-aprendizagem em aulas de Química, ocorridas nos períodos antes, durante e pós aulas remotas, devido ao isolamento social causado pela pandemia do covid-19. O objetivo foi fazer uma análise comparativa dos resultados de desempenho dos alunos nas avaliações formativas e somativas em aulas tradicionais, na metodologia *flipped classroom* presencial, na metodologia *flipped classroom* adaptada ao ensino remoto e nas aulas após o ensino remoto.

METODOLOGIA

Caracterização da proposta

Trata-se de um estudo de caso com abordagem descritiva e explicativa, com análise quantitativa de dados coletados para investigar e comparar, estatisticamente, o nível de desempenho de quatro turmas de graduação em Engenharia Civil, durante a aplicação das

metodologias de ensino tradicional, *flipped classroom* presencial e *flipped classroom* adaptado ao ensino remoto nas aulas de Química Geral. As turmas investigadas são referentes a períodos distintos: antes, durante e depois do ensino remoto (on-line) devido a pandemia de covid-19, e que serão aqui identificadas de acordo com ano e período de sua realização: turma 2017.2, com 15 alunos; turma 2018.2, com 16 alunos; turma 2020.1, com 18 alunos; e turma 2022.1, com 18 alunos (Quadro 1 apresenta detalhadamente os dados).

É importante destacar que o critério para a escolha das turmas no estudo foi as últimas turmas com oferta da disciplina Química Geral no curso de Engenharia Civil. Os anos de 2019 e 2021 não estão registrados, pois não houve formação de turmas de Engenharia Civil na instituição. As turmas são anuais e, no estudo, não existiam alunos reprovados de anos anteriores, cursando naqueles períodos.

Foram analisados os dados de 4 turmas, uma em cada ano, dos relatórios de acompanhamento dos estudos em Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) da plataforma Moodle (2017a, 2017b) além dos resultados de aplicação de avaliações formativas e somativas durante o processo de ensino-aprendizagem relativo ao tema estequiometria, ministrado na primeira unidade do semestre letivo das respectivas turmas. O Quadro 1 apresenta os períodos, as turmas, o número de alunos, a modalidade de ensino e a metodologia aplicada em cada contexto.

Quadro 1 – Modalidades de ensino e metodologia aplicada às respectivas turmas de Química Geral do curso de Engenharia Civil.

Situação	Turma	Nº de alunos por turma	Metodologia de ensino	Estratégias aplicadas
Antes da pandemia de covid-19	2017.2	15	Tradicional (aulas teóricas e práticas presenciais)	<ul style="list-style-type: none">• Aulas teórico-expositivas.• Aulas práticas em laboratório de Química.• Materiais disponíveis no AVA.
	2018.2	16	<i>Flipped classroom</i> com encontros presenciais	<ul style="list-style-type: none">• Sala de aula invertida.• Aulas práticas em laboratório de Química.• Autoestudo através de materiais disponíveis no AVA.
Durante o período de isolamento devido à pandemia covid-19	2020.1	18	<i>Flipped classroom</i> com encontros remotos	<ul style="list-style-type: none">• Sala de aula invertida em aulas remotas.• Curadoria de conteúdo on-line (experiência de laboratório de Química).• Acompanhamento assíncrono do autoestudo através de materiais e atividades no AVA.
Após o período de isolamento devido a covid-19	2022.1	18	Tradicional (aulas teóricas e práticas presenciais)	<ul style="list-style-type: none">• Aulas teórico-práticas em laboratório de Química (presenciais).• Acompanhamento assíncrono do autoestudo em materiais e atividades postados no AVA.

Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

Descrição e análise metodológica da aula tradicional

Nesta seção serão apresentadas a descrição e a análise metodológica aplicada no planejamento pedagógico da aula na metodologia tradicional das turmas 2017.2 e 2022.1 que tiveram aulas de Química Geral conforme descrito no Quadro 2. A partir deste planejamento, foram analisados os desempenhos dos estudantes, com base nos resultados da aplicação das atividades previstas na aula, e da avaliação realizada no final da primeira unidade da disciplina, referente ao tema estequiometria.

Quadro 2 – Planejamento da aula na metodologia tradicional.

Plano de Aula				
Disciplina: Química Geral Duração: 3 horas Objetivos da aprendizagem: o aluno deverá ser capaz de compreender os conceitos básicos de química e as relações estequiométricas que envolvem as reações químicas e calcular as quantidades estequiométricas em uma reação química.				
Tema da aula	Objetivos da aprendizagem	Materiais de estudo disponíveis no Ambiente Virtual - AVA	Estratégias Pedagógicas	Avaliação
Estequiometria e a lei da conservação de massa: cálculos e aplicações em reações químicas.	Compreender as relações estequiométricas e as leis de conservação de massa que envolvem reagentes e produtos de uma reação química, para aprender a calcular as quantidades estequiométricas em uma reação química.	Material textual e slides das aulas expositivas. Roteiro da aula prática (disponível na semana anterior à aula prática). Atividade 1: questionário aplicado após a aula expositiva presencial). Atividade 2: modelo de relatório da aula prática.	1. Os alunos serão estimulados a fazer um estudo prévio sobre o tema através do material disponível no AVA. 2. Aula presencial teórica (tradicional): os alunos assistirão às aulas expositivas teóricas e, em seguida, realizarão as tarefas (individual ou em grupo) na sala de aula. 3. Na aula prática (laboratório de Química) os alunos assistirão às explicações e, em seguida, realizarão as experiências (sob supervisão). Ao final, farão os relatórios das práticas.	Atividade 1 – individual e presencial com consulta entre os colegas. Realizado após a aula. Atividade 2 – preparação do relatório após a aula prática. Presencial e em grupo. Avaliação somativa no final da unidade (AV1)

Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

Descrição e análise metodológica da metodologia *flipped classroom*

Nesta seção serão apresentadas a descrição e análise metodológica aplicada no planejamento pedagógico da aula na metodologia *flipped classroom*, nas turmas 2018.2 e 2020.1. O Quadro

3 apresenta o planejamento da aula na metodologia *flipped classroom* e explicita que a professora utilizou o mesmo tema da aula tradicional, com o mesmo objetivo, no entanto, nesta metodologia, os estudantes tiveram acesso a um material prévio de estudo: vídeo e atividade e no momento presencial, exposição dialogada, atividade em grupo mediada pela professora.

O mapa de planejamento pedagógico da metodologia *flipped classroom* (Quadro 3) mostra dois momentos para a análise dos resultados. O primeiro momento se refere ao período que antecede à aula invertida. Nesta ocasião foram analisados os dados obtidos a partir dos relatórios do AVA, que apresenta o acesso ao material de estudo de cada um dos estudantes, a realização de atividades e as interações entre os alunos e o conteúdo. Antes do encontro com a professora as turmas realizaram a atividade 1, questionário on-line assíncrono (Anexo 1), adaptadas da lista de vinte questões do trabalho de Garcia *et al.* (1990), envolvendo a compreensão dos conceitos básicos de química, as reações químicas e o cálculo das quantidades estequiométricas em uma reação química.

Quadro 3 – Planejamento da aula na metodologia *flipped classroom*.

Plano de Aula				
<p>Disciplina: Química Geral Duração: 3 horas Objetivo da aprendizagem: ao final, o aluno deverá ser capaz de compreender e descrever as relações estequiométricas que envolvem as reações químicas apresentada em experimento demonstrado no vídeo, determinar as concentrações dos reagentes utilizados no experimento e calcular as massas dos produtos formados.</p>				
Tema da aula	Objetivos da aprendizagem	Materiais disponíveis no Ambiente Virtual (AVA)	Estratégias Pedagógicas	Avaliação
Estequiometria e a lei da conservação de massa: cálculos e aplicações em reações químicas.	Compreender e descrever as relações estequiométricas e as leis de conservação de massa que envolvem reagentes e produtos de uma reação química, para aprender a calcular as quantidades estequiométricas em uma reação química.	Material textual de apoio. Atividade 1 – questionário on-line assíncrono. Vídeo Experiência <i>Nevasca dourada</i> – SuperQuímica (Manual do mundo, 2016) Atividade 2 – Questionário aplicado durante a aula invertida. Slides de aulas de feedback sobre a Atividade 2.	Momento 1: autoestudo preliminar (semana anterior à aula invertida) através do material textual no AVA e resolução da Atividade 1. Momento 2: a) Aula invertida (presencial): os alunos assistirão ao vídeo do Youtube <i>Nevasca dourada</i> e responderão à Atividade 2 (em grupo); Hora do Intervalo; b) Debate (em grupo) sobre a Atividade 2: mediado pelo professor; c) Encerramento da aula: correção da Atividade 2 e feedback do professor.	Atividade 1 – (individual on-line, assíncrona, realizada após estudo do material no AVA). Prazo: 6 dias para entrega. Resolução da Atividade 2 – (em grupo presencial) na sala de aula invertida (<i>flipped classroom</i>) Avaliação somativa no final da unidade (AV1).

Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

O segundo momento se refere ao dia em que ocorre, de fato, a aula invertida presencialmente (ou adaptada para o encontro de forma remota durante o período da pandemia pela covid-19). Durante o encontro presencial (turma 2018.2) e remoto (turma 2020.2) foram analisados os resultados obtidos com a realização da atividade 2 e debates entre os grupos após

assistirem ao vídeo *Nevasca dourada* (Manual do mundo, 2016) – pré-requisito para realização da atividade 2 e participação no debate.

As questões da atividade 2 (Apêndice 1) foram elaboradas sobre o tema estequiometria, considerando os dados da experiência apresentada no vídeo *Nevasca dourada*. O objetivo das questões foi a compreensão dos conceitos sobre relações estequiométricas, análise e interpretação dos fenômenos para explicar e encontrar a resolução de problemas relacionados aos cálculos estequiométricos. A metodologia de ensino *flipped classroom* aplicada neste estudo pode ser descrita através dos 5 passos descritos no esquema da Figura 1.

Figura 1 – Descrição passo a passo da experiência *flipped classroom* aplicada no estudo.



Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

O desempenho dos estudantes foi avaliado com base nos resultados das atividades desenvolvidas pelos participantes e nos relatórios de acessos obtidos do ambiente virtual de aprendizagem. Os alunos não familiarizados com o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) passaram por um momento de ambientação prévia para utilização das ferramentas do AVA.

Descrição e análise metodológica da aula remota

A metodologia usada nas aulas remotas (on-line) surgiu como uma adaptação das aulas que deveriam acontecer presencialmente, mas foram substituídas, em caráter emergencial, devido à restrição imposta pela pandemia de covid-19. Neste caso, o planejamento das aulas já havia sido estabelecido na metodologia de sala de aula invertida e aulas práticas em laboratório de Química para turma que iniciou em 2020.1. No entanto, com o início da pandemia, as aulas práticas foram suspensas e as aulas teóricas passaram a ocorrer remotamente, por videoconferência (via sala de aula on-line através da plataforma Google Meet). O AVA passou a ser o único espaço de interação entre estudantes e professores, através das ferramentas de interação e dos materiais de estudos disponibilizados. Materiais de apoio, produção de videoaulas e de conteúdo foram providenciados, e organizados com brevidade, para solucionar grande parte das dificuldades enfrentadas pelos estudantes naquele momento histórico singular que tornou o mundo mais on-line do que nunca visto em outros tempos. Os alunos e professores foram motivados a experimentarem outras formas de aprender e ensinar que envolviam aulas remotas, utilização de atividades virtuais, autoestudo e um maior seleção e organização de materiais para estudos e atividades postadas sobre os temas abordados nas aulas síncronas.

As provas previstas para as unidades do semestre letivo 2020.1 foram, também, realizadas de forma on-line pelo AVA, com hora e tempo de prova marcados por turmas. Os professores foram capacitados ao longo do processo, e acompanhados por equipe de apoio (Núcleo de Educação a Distância – NEAD) para lidar com as ferramentas do AVA. Eles alimentavam os bancos de questões para as provas e, também, produziam material de apoio e montavam as atividades on-line.

No presente estudo, também foi feito um recorte sobre um momento relativo ao ensino de estequiometria com aulas remotas para efeito de simplificação da análise comparativa dos dados. A análise levou em conta os relatórios extraídos do AVA sobre os resultados das atividades, provas e acessos aos materiais de estudos sobre o tema.

Análise quantitativa dos dados

A análise estatística descritiva dos dados foi feita no software Excel – Office 365 da Microsoft Corporation para o tratamento dos dados e obtenção de gráficos de distribuição de frequência e função densidade de frequência para a construção das curvas normais.

Foram analisados os relatórios de conclusão das atividades (tarefas e avaliação) com o objetivo de verificar o nível de engajamento dos estudantes nas atividades e de desempenho nas avaliações, comparando os resultados de cada uma das turmas, que experimentou diferentes estratégias de ensino-aprendizagem. A forma como cada atividade foi realizada

está descrita no Quadro 4. Esta análise verifica o nível de envolvimento dos estudantes na realização das atividades propostas pela professora presencialmente e de forma virtual.

Quadro 4 – Forma de realização das tarefas: presencial ou virtual.

Tipo de atividade	Forma de realização das tarefas por cada turma			
	2017.2 (tradicional)	2018.2 (<i>flipped classroom</i>)	2020.1 (<i>flipped classroom</i> e remoto)	2022.2 (tradicional após período remoto)
Atividade 1	Presencial	Virtual	Virtual	Presencial
Atividade 2	Presencial	Presencial	Virtual	Virtual
Avaliação da unidade (AV1)	Presencial	Presencial	Virtual	Presencial

Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

Também foram analisados os resultados das notas das avaliações somativas aplicadas às turmas 2017.2, 2018.2, 2020.1 e 2022.1, com a finalidade de comparar o desempenho dos alunos após os estudos nas respectivas metodologias. Esse estudo só foi possível porque as provas aplicadas em anos distintos mantiveram semelhanças no tipo e nível das questões sobre o referido tema em análise – relações estequiométricas. As avaliações foram elaboradas e aplicadas pela mesma professora, nas metodologias tradicional, *flipped classroom* e nos encontros remotos.

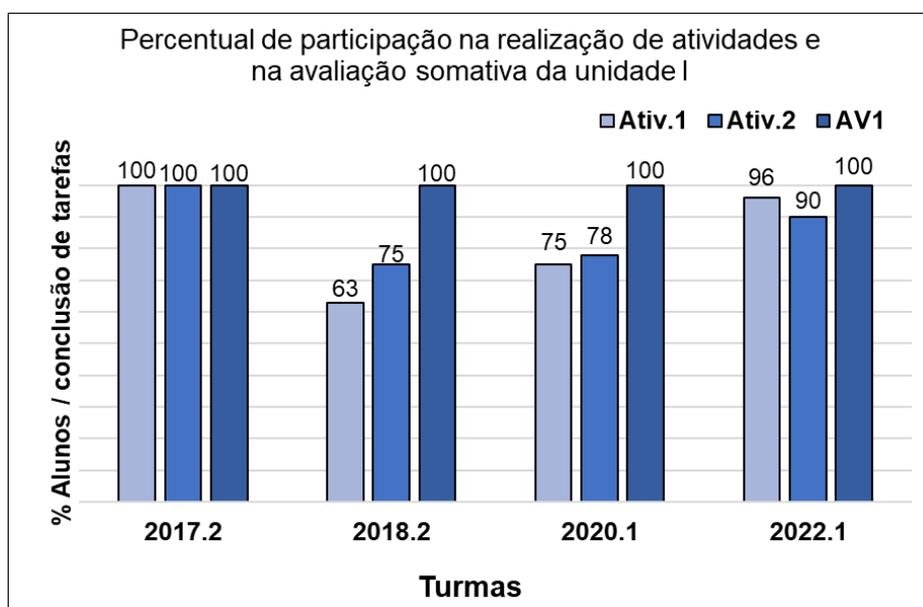
RESULTADOS

Nesta seção apresenta-se e discute-se a análise dos dados sobre o desempenho dos estudantes nas avaliações formativas e somativas durante o processo de ensino-aprendizagem relativo ao tema estequiometria, ministrado na primeira unidade do semestre letivo das respectivas turmas. Os resultados apresentados no Gráfico 1 mostram os percentuais de participação na realização de atividades e avaliação somativa no final da unidade (AV1) sobre o tema estequiometria, das turmas 2017.2, 2018.2, 2020.1 e 2022.1. A descrição sobre cada atividade avaliativa se encontra nos Quadros 2 e 3, e a forma de realização das tarefas estão apresentadas no Quadro 4.

De acordo com o Gráfico 1, os participantes dos períodos 2017.2 (tradicional) e 2022.1 (tradicional após período de aulas remotas) demonstram que tiveram maior participação nas atividades, pois realizaram todas as atividades propostas (atividades 1 e 2), chegando a 100% na turma de 2017.2. Enquanto isso, a turma 2018.2 (*flipped classroom* presencial) obteve um máximo de 75% na execução das atividades; e a de 2020.2 (*flipped classroom* e remoto) atingiu

um máximo de 78%. Enquanto que todos atingiram 100% de participação na realização da avaliação no final da unidade (aquí chamada de AV1).

Gráfico 1 – Percentuais de conclusão da atividade 1 (Ativ.1), atividade 2 (Ativ.2) e avaliação da unidade (AV1) realizadas pelos alunos das turmas 2017.2, 2018.2, 2020.1 e 2022.1.

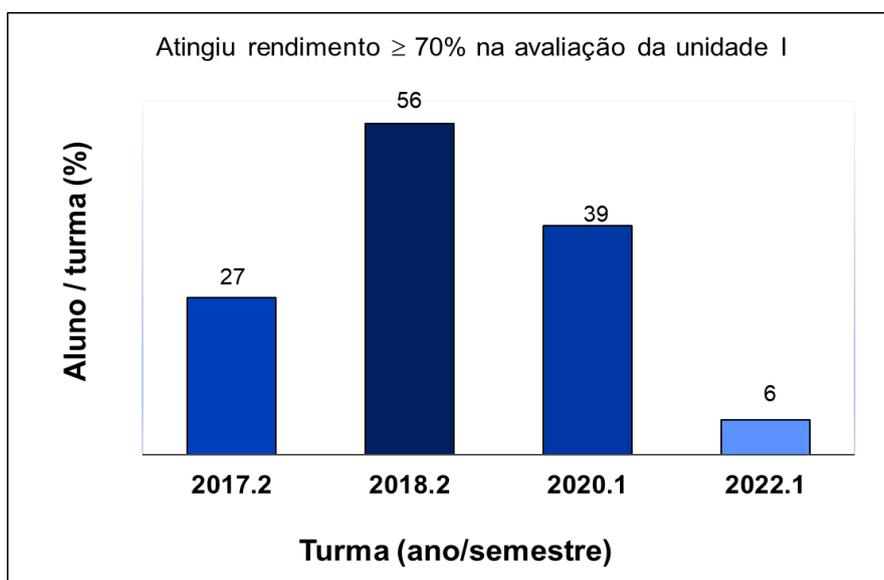


Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

Os dados apresentados no Gráfico 1 indicam que nas turmas com aulas com metodologia tradicional, com atividades propostas em um formato mais tradicional, focado em questões e relatórios entregues individualmente, tiveram maior participação, verificado pelo maior percentual de conclusão das atividades. No entanto, nas turmas com aplicação da metodologia *flipped classroom*, em que as atividades exigiam uma participação mais ativa na sala de aula, o estudo prévio dos materiais disponibilizados no AVA, e uma ação protagonista nos momentos de encontros presenciais (turma 2018.2) ou encontros remotos (turma 2020.1), sendo necessário estar na aula e entregar as atividades propostas, o percentual de conclusão das tarefas foi menor.

Os resultados do estudo exigem a busca contínua de respostas atualizadas e evidenciou a necessidade já apontada por diversos autores (Valente, 2014; Barbosa; Moura, 2013; Bergmann; Sams, 2016; Colvara; Santo, 2019) de formação continuada de professores, para um maior desenvolvimento de atividades numa perspectiva criativa e inovadora. A análise dos resultados permitiu constatar que diferentes combinações de atividades, envolvendo os modos de interação dos estudantes com o conteúdo, com o professor e entre os alunos merecem ser analisadas em estudos posteriores.

Gráfico 2 – Percentual de alunos que atingiram rendimento $\geq 70\%$ na avaliação da unidade letiva I.



Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

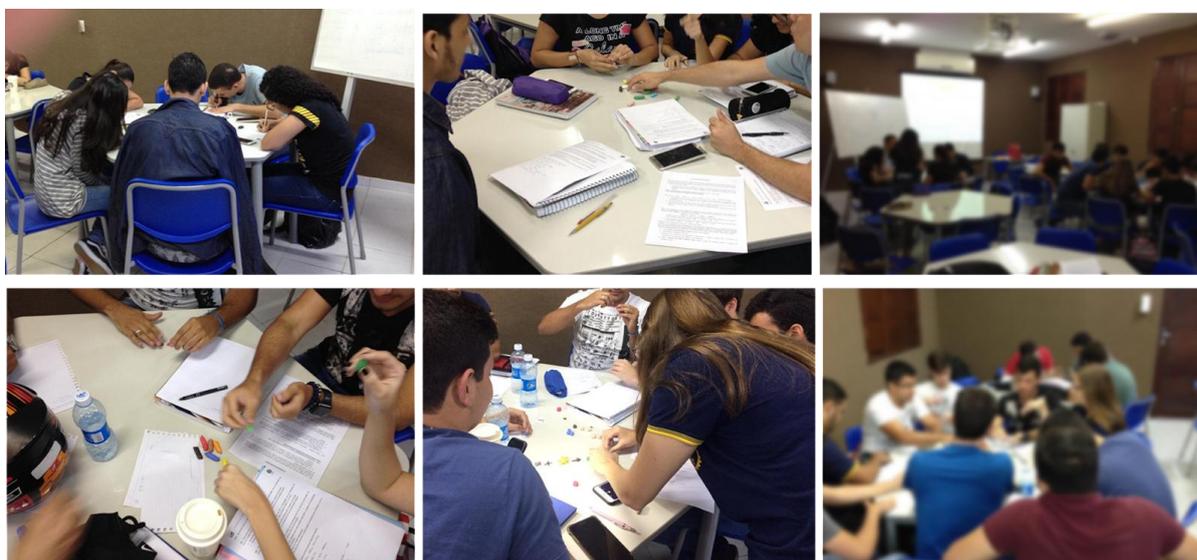
O Gráfico 2 apresenta o percentual de rendimento dos estudantes na unidade I, com base na análise do desempenho nas avaliações formativas e somativas. Quando se analisa os resultados comparativos sobre o percentual de alunos que atingiram um rendimento igual ou superior a 70% de acerto, durante a aplicação da avaliação da unidade letiva I (ou AV1), percebe-se que os alunos das turmas que experimentaram metodologias não-tradicionais obtiveram melhores desempenhos (Gráfico 2). A turma de 2018.2 (*flipped classroom* presencial) atingiu 56% de aprovação dos alunos na avaliação da unidade (AV1), seguida pela turma 2020.1 (*flipped classroom* e remoto) com 39% de rendimento. Enquanto as turmas tradicionais, antes ou após o fim das aulas remotas, obtiveram 27% (turma 2017.2) e 6% (turma 2022.1), indicando que nas turmas com metodologias tradicionais o desempenho dos estudantes é inferior, e que, embora participem na realização das atividades propostas, não alcançam rendimentos satisfatórios.

Como afirma Bottentuit Júnior (2019), "os modelos mais tradicionais exploram capacidade de retenção da informação de maneira mais reduzida [...]". Nos resultados aqui analisados, da mesma forma que nos resultados encontrados nos estudos de Yoneda e Huguenin (2021) e Nascimento e Rosa (2020), notou-se um desempenho consideravelmente superior nas turmas com que tiveram a aplicação da metodologia *flipped classroom*, o que demonstra que o estudo prévio dos materiais disponibilizados no AVA, a inclusão de questões contextualizadas para serem discutidas em grupos, a seleção de estratégias de aprendizagem que tenham como foco o despertar da curiosidade e o interesse em aprender, contribuem para melhores resultados. A análise dos dados permitiu constatar que as aplicações práticas da teoria, como o uso de

vídeos, e questões problematizadoras, onde os estudantes são os protagonistas na construção do conhecimento, impactam positivamente nos seus resultados de desempenho.

Este fato pode ser explicado pelas estratégias de ensino-aprendizagem empregadas nas turmas com aplicação da metodologia *flipped classroom*. Nestas turmas a professora oportunizou aos estudantes uma maior prática em uma sala de aula, onde todos estiveram envolvidos na resolução de um problema, saindo de um modelo mais passivo e monótono, para um modelo onde exercitaram o trabalho em grupo, a discussão, a leitura, a formulação de perguntas e a resolução de problemas. Isso fez com que os estudantes estivessem mais estimulados a construir o conhecimento, e, conseqüentemente, tivessem um melhor desempenho nas atividades e melhores resultados nas avaliações (Figura 2).

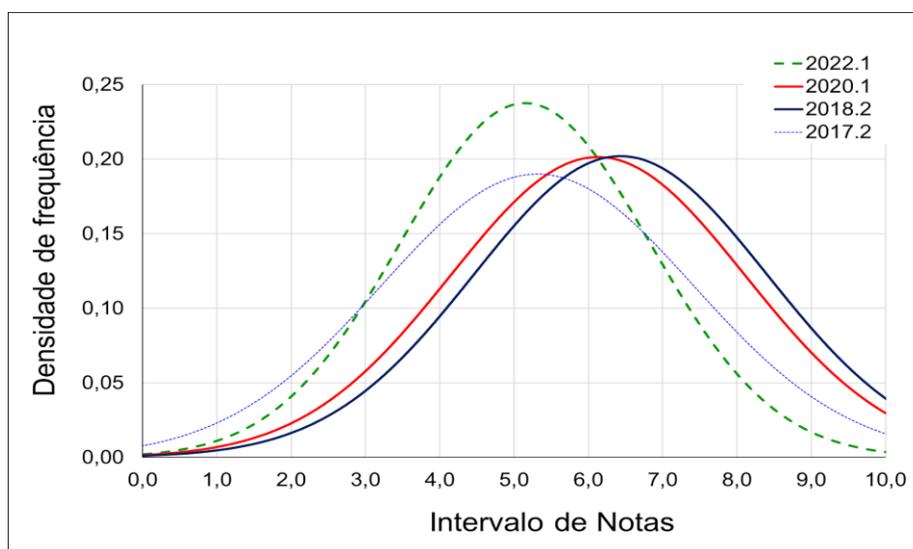
Figura 2 – Alunos durante experiência *flipped classroom*.



Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

Os gráficos de densidade de frequência, a partir da curva normal relativa às notas da avaliação da unidade (AV1), estão apresentados no Gráfico 3. Os dados revelam que na turma com metodologia tradicional pós-remota presencial (2022.1) foi registrada uma queda considerável de rendimento, com apenas 6% atingindo valores $\geq 7,0$, deixando evidente os impactos do isolamento na aprendizagem dos estudantes.

Gráfico 3 – Curvas de densidades de frequência em função dos intervalos de notas das turmas 2017.2, 2018.2, 2020.1 e 2022.1.



Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

O comportamento das curvas de densidade de frequência em função dos intervalos de notas confirma a tendência de notas mais elevadas para as turmas com metodologia *flipped classroom*: 2018.2 (*flipped classroom* presencial) e 2020.1 (*flipped classroom* e remoto). Na turma de 2018.2, a média da turma ficou em 6,4 (desvio padrão $\pm 2,0$) e na turma de 2020.1 ficou em 6,1 (desvio padrão $\pm 2,0$). As turmas tradicionais de 2022.1 (tradicional após o período remoto) e de 2017.2 (tradicional) apresentaram densidades de frequência em intervalo de notas menores, atingindo média em torno de 5,1 (desvio padrão $\pm 1,7$) em 2022.1 e 5,3 (desvio padrão $\pm 2,1$) em 2017.2.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho dos estudantes ao comparar os resultados da aplicação da metodologia *flipped classroom* com as aulas tradicionais. Foram analisados os desempenhos dos alunos que participaram de aulas presenciais utilizando a metodologia tradicional, que incluía aulas expositivas e experimentos em laboratório. Esses resultados foram comparados com o desempenho dos alunos que vivenciaram a metodologia ativa *flipped classroom* em dois cenários: no primeiro, com encontros presenciais para atividades e experimentos em laboratório, e, no segundo, com encontros remotos, sem a realização de experimentos em laboratório em virtude do isolamento social causado pela pandemia de covid-19.

A análise dos resultados evidenciou que a turma que vivenciou a metodologia *flipped classroom* com encontros presenciais para atividades e experimentos em laboratório obteve melhores resultados nas avaliações e maior interação aluno-aluno, aluno-professor e aluno-

conteúdo. Tais resultados confirmam as afirmações de Bergmann e Sams (2016), que defendem que a utilização da sala de aula invertida reforça o engajamento entre os alunos na execução das tarefas (em grupo ou individualmente), mantendo o cérebro tão ativo quanto ao do professor. Diferente das aulas tradicionais, nas quais o professor é, praticamente, o único que mantém o cérebro mais ativo, permitindo-lhe maior crescimento intelectual. Os resultados evidenciam e reforçam outros estudos que defendem a importância da utilização de metodologias ativas, onde os resultados podem ser mais promissores do que os processos de ensino tradicional, com aulas expositivas, especialmente nas ciências exatas, como no estudo de Química (Valente, 2014; Yoneda; Huguenin, 2021; Nascimento; Rosa 2020).

Quanto à turma em período de aulas remotas, não se pode fazer uma comparação precisa sobre os seus resultados com às demais turmas analisadas, visto que se trata de um período de muitos desafios e de adaptações metodológicas, mantidas em caráter emergencial, devido às próprias condições impostas pela pandemia por covid-19. Sobre as aulas que ocorreram após o período de aulas remoto, acredita-se que a experiência vivida por todos, durante o isolamento, tenha favorecido a uma maior familiarização com as ferramentas on-line, tornando os alunos mais engajados na execução de tarefas, com maior destreza na utilização das tecnologias, no entanto existiram outros fatores associados a esse fenômeno pós-pandemia que não foram motivo de investigação deste artigo.

A aplicação da sala de aula invertida como metodologia de ensino-aprendizagem em disciplinas mais complexas, como é o caso de Química Geral, surge como uma proposta promissora para turmas de graduação. Os resultados deste estudo reforçam a necessidade de inovação no ensino superior, que exige um planejamento conjunto das aulas, uso de tecnologias e suporte contínuo a estudantes e professores. Assim, abre-se espaço para a aplicação de novas metodologias de ensino, utilizando novas ferramentas que podem ser adaptadas para o ensino híbrido e a educação a distância (EaD), beneficiando turmas com dificuldades em conteúdos mais complexos.

Para fortalecer e expandir esses achados, são necessários mais estudos que ajudem instituições e professores a identificar as formas mais eficazes de melhorar o ensino, a aprendizagem e, conseqüentemente, o desempenho dos alunos nas avaliações.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Eduardo Fernandes; MOURA, Dácio Guimarães de. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. *Boletim Técnico do Senac*, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p.48-67, maio/ago. 2013. DOI: <https://doi.org/10.26849/bts.v39i2.349>. Disponível em: <https://www.bts.senac.br/bts/article/view/349>. Acesso em: 19 fev. 2023.

BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. *Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem*. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

BOTTENTUIT JUNIOR, João Batista. Sala de aula invertida: recomendações e tecnologias digitais para sua implementação na educação. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 11-21, 2019. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.96583>.

Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/96583>. Acesso em: 19 fev. 2023.

COLVARA, Jonas dos Santos; SANTO, Eniel do Espírito. Metodologias ativas no ensino superior: o hibridismo da sala de aula invertida. *Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância*, v. 18, n. 1, 2019. DOI: <https://doi.org/10.17143/rbaad.v18i1.325>. Disponível em: <https://seer.abed.net.br/RBAAD/article/view/325>. Acesso em: 20 out. 2023.

Flipped classroom field guide, 2023. Disponível em: <https://www.shortcutstv.com/wp-content/uploads/2023/06/Flipped-Classroom-Field-Guide.pdf>. Acesso em: 5 out. 2024.

Flipped Learning Network (FLN), 2014. The Four Pillars of F-L-I-P™. Disponível em: <https://www.flippedlearning.org/definition>. Acesso em: 5 out. 2024.

GARCIA, J. P.; PIZARRO GALÁN, A. M.; PERERA CENDAL, F.; MARTÍN DÍAZ, M. J.; BACAS LEAL, P. Ideias de los alumnos acerca del mol. estudio curricular. *Enseñanza de las Ciencias, [s. l.]*, v. 8, n. 2, p. 111-119, 1990. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4926>. Disponível em: <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v8-n2-garcia-pizarro-perera-et-al>. Acesso em: 30 out. 2019.

LIMA-JÚNIOR, Cláudio Gabriel; CAVALCANTE, Amanda Meira de Araújo; OLIVEIRA, Nayara de Lima; SANTOS, Gilmar Feliciano dos; MONTEIRO-JÚNIOR, José Maurício A. Sala de aula invertida no ensino de Química: planejamento, aplicação e avaliação no ensino médio. *Revista debates em ensino de Química*, Recife, v. 3, n. 2, p. 119-145, 2017. ISSN: 2447-6099. Disponível em: <https://journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1787>. Acesso em: 19 fev. 2023.

Nevasca dourada – SuperQuímica #27. [s. l.], 2016. 1 vídeo (6 min). Publicado pelo canal Manual do Mundo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SWTeZwCLF4E>. Acesso em: 20 out. 2019.

MOODLE, 2017a. Disponível em: <https://moodle.org/>. Acesso em 29 de maio de 2017.

MOODLE. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2017b. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Moodle&oldid=49215731>. Acesso em: 30 maio de 2017.

NASCIMENTO, Francisca Georjina M. do; ROSA, José Victor Aciole da. Princípio da sala de aula invertida: uma ferramenta para o ensino de Química em tempos de pandemia. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 6, p.38513-38525, jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-409>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/11816>. Acesso em: 19 fev. 2023.

VALENTE, José Armando. *Blended learning* e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. *Educar em Revista*, Curitiba, Edição Especial, n. 4, p. 79-97, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-4060.38645>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/GLd4P7sVN8McLBcbdQVyZyG/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 19 de fev. de 2023.

YONEDA, Julliane D.; HUGUENIN, José Augusto Oliveira. Sala de aula invertida no ensino remoto de Química Geral. *Revista Docência do Ensino Superior*, Belo Horizonte, v. 11, n. e034550, 2021. DOI: <https://doi.org/10.35699/2237-5864.2021.34550>. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rdes/article/view/34550>. Acesso em: 19 fev. 2023.

Everlane Ferreira Moura

Atua como docente em cursos de graduação (presenciais e híbridos) e de pós-graduação no Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN). Doutora e mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), graduada em Química Industrial pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Especializações em Design Instrucional pelo Senac-SP e em Tecnologia Educacional pela UFRN.

evermoura2@gmail.com

Wannise de Santana Lima

Atualmente é diretora acadêmica e coordena o Núcleo de Educação a Distância do Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN). Doutora em Educação pelo Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (ULisboa), mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e graduada em Pedagogia pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Atua como docente na graduação e pós-graduação.

wannise@unirn.edu.br

Como citar este documento – ABNT

MOURA, Everlane Ferreira; LIMA, Wannise de Santana. Flipped classroom adaptada ao ensino presencial e remoto: estudo de caso no ensino de química. *Revista Docência do Ensino Superior*, Belo Horizonte, v. 14, e048821, p. 1-21, 2024. DOI: <https://doi.org/10.35699/2237-5864.2024.48821>.

APÊNDICE 1

Lista de questões da Atividade 2 desenvolvida para o momento presencial ou on-line na ocasião das aulas remotas.

Atividade 2

Aula invertida – atividade em grupo

Assunto: Relações estequiométricas – cálculo de rendimento e reagente limitante.

INSTRUÇÕES

Assista ao vídeo “nevasca dourada - SuperQuímica do Site Manual do Mundo no YouTube” (<https://youtu.be/SWTeZwCLF4E>). O vídeo apresenta uma reação química entre as soluções de Nitrato de chumbo, $Pb(NO_3)_2$, e iodeto de potássio (KI), formando um precipitado (sólido) amarelo de iodeto de chumbo (PbI_2) e uma solução de Nitrato de potássio (KNO_3).

Baseado nas informações apresentada na experiência responder às questões a seguir:

1. Descreva a técnica empregada para desenvolver a experiência em laboratório (passo a passo).
2. Determine a concentração em mol/L de cada solução utilizada na experiência.
3. Escreva a equação balanceada da reação química observada na experiência apresentada no vídeo.
4. Calcule a massa do precipitado amarelo formado durante a experiência.
5. Existe algum reagente em excesso nesta reação? Se existir, qual a massa (em gramas) e o número de mols em excesso desse reagente? Qual a finalidade de se usar um reagente em excesso durante uma experiência química se podemos calcular a relação estequiométrica entre os reagentes envolvidos na reação química?
6. O vídeo mostra que, após o aquecimento, não foi possível solubilizar todo o precipitado formado em água. Qual a sua teoria a respeito desse fenômeno? O que significa solubilizar e qual a influência da temperatura na solubilização de um precipitado?
7. A estratégia usada durante a experiência foi tentar solubilizar uma parte do precipitado formado. Calcule a quantidade em gramas que foi possível solubilizar totalmente após o aquecimento?
8. Por que a substância solubilizada voltou a precipitar (recristalizar – formar os cristais novamente) após o resfriamento da solução? Explique o fenômeno ocorrido.

Fonte: elaborado pelos autores, 2023.

ANEXO 1

Lista de questões da Atividade 1 sobre estequiometria para realização on-line, baseada na lista de questões de Garcia *et al.* (1990).

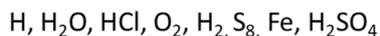
Atividade 1

Individual online (pelo AVA)

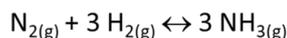
Assunto: Conceitos básicos de química - mol, massa molar, volume molar, átomos, partículas íons e moléculas e relação estequiométrica.

RESPONDA:

1. Na reação $\text{CaCO}_{3(s)} \rightarrow \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$, quantas moléculas de CO_2 se obtém a partir de 1 mol de CaCO_3 ?
2. 100 L de um gás nas CNTP (condições normais de temperatura e pressão) apresenta uma massa de 50 g. Ao ser aquecido, esses 100 L desse mesmo gás aumenta o seu volume para 200 L. Pergunta-se:
 - a) O que acontece com a massa desse gás após aquecimentos?
 - b) O que acontece ao número de partículas desse gás após aquecimento?
3. Quantos mols de sódio (Na) correspondem a $12,046 \times 10^{23}$ átomos de sódio?
4. Segundo a sua concepção sobre átomos e moléculas, classifique como tais cada uma das seguintes substâncias:



5. Explique o que significa dizer:
 - a) “um mol de ...”
 - b) “a massa molar de ...”
 - c) “o volume molar de ...”
6. As massas moleculares das seguintes substâncias HCl, N_2 e CO_2 , são respectivamente, 36,5 u, 28 u e 44 u. Se considerarmos 100 g de cada uma delas, qual das substâncias terá o maior número de mols e qual terá o menor número de mols?
7. A expressão da reação química entre os gases nitrogênio e hidrogênio para formar a amônia $\text{N}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)} \leftrightarrow \text{NH}_{3(g)}$ somente estará estequiometricamente correta quando se encontrar da seguinte forma:



- a) O que significa dizer “estequiometricamente correta”?
- b) Qual o significado dos números a frente de cada molécula na equação química?

Fonte: adaptado de Garcia *et al.* (1990).