



Dança das moléculas: atividade prática para o estudo das transformações gasosas

Dance of molecules: practical activity for the gas transformations study

Lívia T. Reis¹, Riama C. Gouveia¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Sertãozinho

RESUMO

Diferentes teorias destacam a importância da ação do sujeito na aprendizagem, sua interação com o meio físico, social e cultural. A arte, particularmente a dança, são importantes formas de expressão cultural, assumindo diferentes papéis no decorrer da história. Sob outra perspectiva, a interdisciplinaridade surge como superação da fragmentação do conhecimento presente nos currículos atuais e trabalhos recentes têm estudado possibilidades de integração a partir da abordagem da arte junto às ciências da natureza. Nesse cenário, a presente pesquisa teve como objetivo abordar conceitos relacionados às transformações gasosas, básicos para a compreensão de diversos fenômenos físicos e químicos, a partir da movimentação corporal. O trabalho foi desenvolvido em colaboração com docente da disciplina de Física e estudantes do curso técnico em Automação Industrial integrado ao Ensino Médio, com base em elementos da pesquisa-ação. Além da pesquisa bibliográfica, os dados foram construídos através da observação participante e das atividades produzidas pelos estudantes, sendo analisados com base em elementos da análise de conteúdo. As atividades desenvolvidas e os dados analisados indicam que a vivência concreta dos conceitos científicos através da arte, além de constituir-se em um elemento de integração de conhecimentos, contribui diretamente para a compreensão dos fenômenos, auxiliando no processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade; estrutura da matéria; dança; educação profissional e tecnológica.

ABSTRACT

Different theories of education highlight the importance of the subject's action for learning, of its interaction with the physical, cultural and social environment. Art, together with dance, are important forms of cultural expression, with dance assuming different roles throughout history. From another perspective, interdisciplinarity emerges as overcoming the fragmentation of knowledge present in current curriculum. Furthermore, academic works have studied possibilities of approaching art together with the natural sciences, from the perspective of content integration. In this scenario, the present research aimed to address concepts related to gaseous transformations, basic for understanding numerous physical and chemical phenomena, based on body movement. The work was developed in collaboration with a Physics professor and students of the Industrial Automation technical course integrated into High School, based on action-research elements. In addition to bibliographical research, necessary for understanding the phenomena to be discussed, data were collected through participant observation and the activities produced, being statistically analyzed, when quantitative, and based on content analysis, when qualitative. The activities developed and the data analyzed indicate that the concrete experience of scientific concepts through art, in addition to being an element of knowledge integration, directly contributes to the understanding of phenomena, helping in the learning process.

Keywords: Interdisciplinarity; matter structure; dance; professional and technological education.

1. Introdução e Fundamentos Teóricos

Dentre os teóricos da aprendizagem, encontram-se os cognitivistas, para os quais a aprendizagem é um processo que promove mudanças no sujeito, a partir de interações com o meio interno e externo (LAKOMY, 2014). São representantes desse grupo tanto Piaget quanto Vygotsky.

Para Piaget o conhecimento não está no sujeito e nem nos objetos em si, ele "resultaria de interações que se produzem a meio caminho entre os dois, dependendo, portanto, dos dois ao mesmo tempo, mas em decorrência de uma indiferenciação completa e não de intercâmbio entre formas distintas." (PIAGET, 1990). Para o autor, trata-se de uma construção progressiva de mão dupla, em que o instrumento de troca entre sujeito e objetos é a própria ação.

Na teoria histórico-cultural de Vygotsky, por sua vez, o desenvolvimento humano é historicamente e culturalmente contextualizado, com destaque para a importância da linguagem e das interações sociais para o processo. Para Duarte (2013, p. 26), a psicologia desenvolvida por Vygotsky "é, antes de tudo, uma teoria sobre o movimento dialético entre a atividade humana objetivada nos conteúdos da cultura material e não material e a atividade do sujeito".

Tratando de representações culturais, a Arte é um elemento fundamental, já que "é uma forma diferente da palavra para interpretar o mundo, a realidade, o imaginário" (BARBOSA, 2012). A dança, particularmente, "tem como finalidade a expressão [...] é a forma primordial de comunicação expressiva" (OSSONA, 1988). No decorrer da história a dança recebeu variados sentidos, passando por rituais de morte, nascimento e guerra, sendo considerada profana e sinônimo de sedução, ou como divertimento para a elite nas cortes (FARO, 2011).

A relação entre interação, ação, cultura e aprendizagem, conduz à ideia de que a arte, a dança, pode fazer parte da aprendizagem escolar, não apenas em relação aos conhecimentos específicos dessa área do saber humano, mas com parte do processo educativo de maneira geral.

A importância da Arte para a formação das pessoas é essencial, pois a Arte garante às pessoas espaço para interações cuja principal finalidade é o valor simbólico da interlocução intersubjetiva. É possível, por intermédio da arte, colocar-se no mundo de modo autoral, não submisso, percorrendo tempos e espaços variados, gerando modos de conhecer e compreender a vida e a criação, articulando cognição, valores, ação criativa com construção de significados e ainda, percepção e atribuição de qualidades com sensibilidade. (IAVELBERG 2009)

Essa ideia vai ao encontro das bases que fundamentam o ensino médio integrado: a perspectiva da integração curricular, sob os pressupostos da interdisciplinaridade. Ramos (2012) afirma que "o termo interdisciplinaridade surge ligado à necessidade de superação da esterilidade acarretada pela ciência excessivamente compartimentada e sem comunicação entre os diversos campos". Ela reforça, ainda, que a integração representa a unidade que deve existir entre as diferentes disciplinas e formas de conhecimentos nas instituições escolares, o que se aplica em especial nos Institutos Federais de Educação Profissional e Tecnológica, que possuem essa meta desde a criação.

Assim sendo, pode-se dizer que a dança, enquanto forma de interação corporal, física, cultural e social, pode ser utilizada, em uma perspectiva interdisciplinar, para a abordagem de conceitos das disciplinas acadêmicas, com especial destaque para as ciências da natureza. Existem trabalhos que abordam, por exemplo, as relações da física com a dança, em termos da aplicação de conhecimentos de física - mecânica, para a compreensão e realização de movimentos da dança (VIEIRA, 2015; LEITE; PINTO; SILVA, 2000).

Além da relação direta entre conceitos da física presentes na dança, é possível utilizar o processo criativo coreográfico para representar, em linguagem não verbal, fenômenos ligados à química e à física, como os relativos à estrutura da matéria.

Tanto na física quanto na química os estudantes precisam exercitar a capacidade de abstração para entender, por exemplo: o comportamento dos átomos e moléculas nos diferentes estados da matéria - sólido, líquido e gasoso; a relação entre a localização e movimentação dos átomos e moléculas com variáveis como pressão, temperatura e volume dos objetos; as energias

de ligação e energias internas de átomos e moléculas; a propagação de som, calor e corrente elétrica nos diferentes materiais; e muitos outros fenômenos químicos e físicos que estão relacionados com o comportamento microscópico dos elementos constituintes da matéria.

Uma representação corporal de átomos, de suas ligações e movimentações, a partir de diferentes estímulos (como calor, som ou eletricidade) pode auxiliar no desenvolvimento dessa capacidade de abstração, permitindo uma verdadeira compreensão sobre conceitos fundamentais ao desenvolvimento tecnológico tanto da Química, no que diz respeito às reações químicas, às propriedades dos materiais ou às características dos diferentes compostos, quanto da Automação Industrial, em aplicações da pneumática, termodinâmica ou eletricidade.

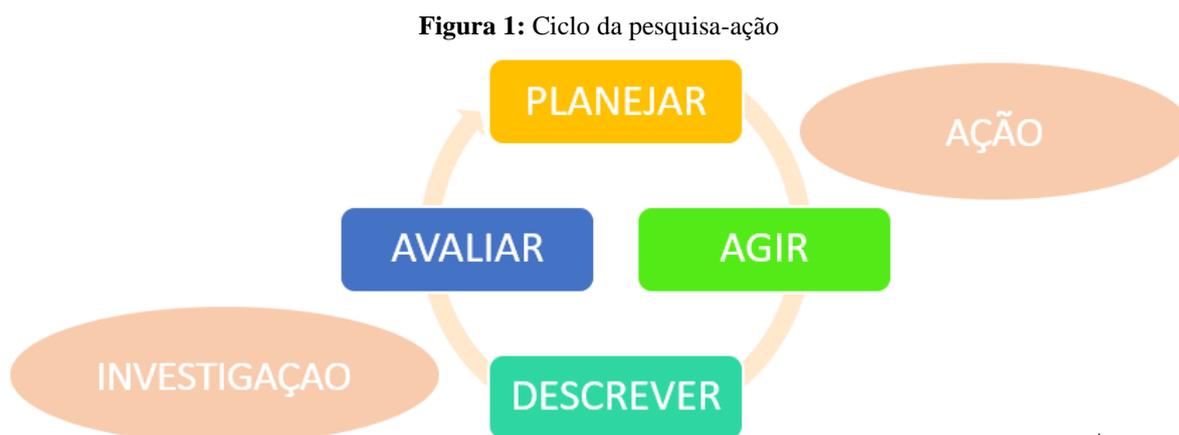
Nesta perspectiva, o objetivo geral da pesquisa foi de contribuir para a integração curricular e para a aprendizagem de conceitos de Física, através da elaboração e realização de uma atividade pedagógica interdisciplinar sobre transformações gasosas. Para tanto, estabeleceram-se como objetivos específicos: análise de propostas presentes na literatura e materiais didáticos abordando temas relacionados à estrutura da matéria; elaboração de atividade didática envolvendo movimento e dança para abordagem das transformações gasosas com estudantes do ensino médio; aplicação da oficina e avaliação sobre a participação dos estudantes e contribuições para a aprendizagem.

2. Metodologia da Pesquisa

Tendo em vista os objetivos deste trabalho, e a importância dos diversos agentes do processo educativo, a pesquisa fundamenta-se em elementos da pesquisa-ação.

A pesquisa-ação é uma pesquisa social com base empírica, diretamente relacionada com a ação do pesquisador para a identificação e resolução de um problema coletivo, a partir do envolvimento direto e cooperativo de todos os participantes (THIOLLENT, 2008).

A pesquisa-ação desenvolve-se a partir de um ciclo de quatro fases, representado na Figura 1: i) planejamento de uma melhoria da prática educativa, ii) a implantação, na realidade educacional foco da pesquisa, da melhoria planejada; iii) a identificação dos efeitos da nova prática na melhoria no processo de ensino e aprendizagem; iv) avaliação dos resultados da ação (TRIPP, 2005).



Fonte: adaptado de Tripp, 2005.

Como toda pesquisa social, a pesquisa-ação requer um conjunto de técnicas para a coleta e análise de dados, e nesta pesquisa foram utilizados: a pesquisa bibliográfica, observação participante e os materiais produzidos pelos estudantes.

Conforme afirmam Lima e Mioto (2007), em qualquer tipo de trabalho acadêmico/científico o estudo de material bibliográfico serve para localizar trabalhos semelhantes ou precursores ao que se pretende desenvolver, reforçar as justificativas para o desenvolvimento

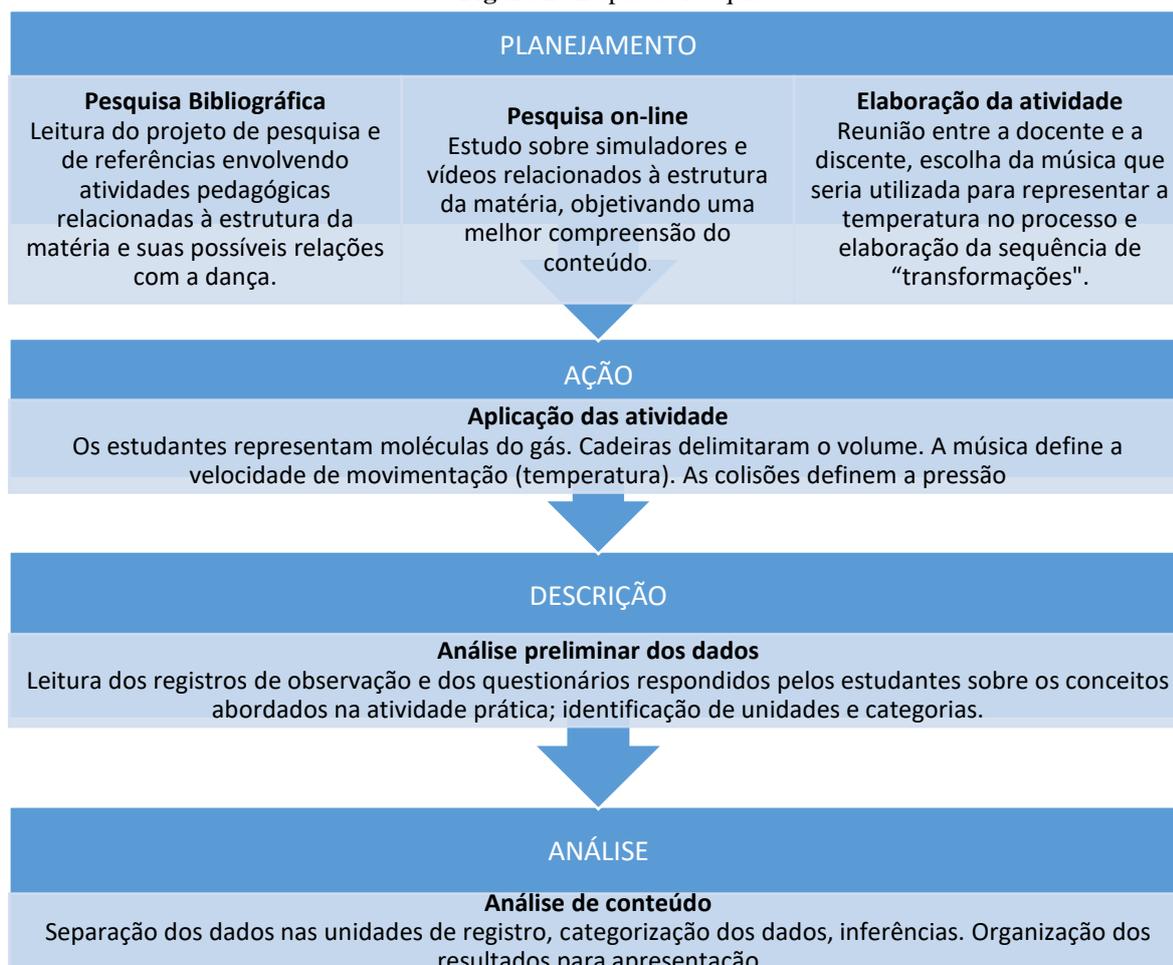
do trabalho e selecionar as técnicas que ajudarão a fundamentar e realizar o trabalho. Em termos práticos, a pesquisa bibliográfica se realiza pelo estudo de registros disponíveis, produzidos por trabalhos de pesquisas anteriores (SEVERINO, 2007). No caso desta pesquisa, também incluiu consulta a materiais didáticos disponíveis on-line, especificamente sobre estrutura da matéria e transformações gasosas.

A observação participante ocorre a partir da participação do pesquisador na situação de estudo, assumindo-se como membro do grupo (GIL, 2008) e, enquanto técnica de pesquisa, no registro sistematizado das observações dessa participação. Essa técnica apresenta como vantagens um acesso rápido ao cotidiano e dados particulares dos sujeitos envolvidos na pesquisa, bem como as falas e comportamentos dos participantes. Nesta pesquisa a observação participante ocorreu durante a realização da atividade didático-pedagógica, com registro das expressões verbais, faciais e corporais, relações interpessoais, dúvidas e outras manifestações relevantes para os resultados da pesquisa.

Os dados coletados, seja na observação participante, seja nos textos produzidos pelos estudantes, foram analisados qualitativamente, a partir de elementos da análise de conteúdo (BARDIN, 2016). Inicialmente foi realizada a “leitura flutuante” e a preparação do material, o que permitiu a identificação dos elementos subsequentes de análise: unidades de registro e categorias.

Com base na fundamentação metodológica apresentada, constituíram-se como etapas de desenvolvimento da pesquisa as apresentadas na Figura 2.

Figura 2: Etapas da Pesquisa

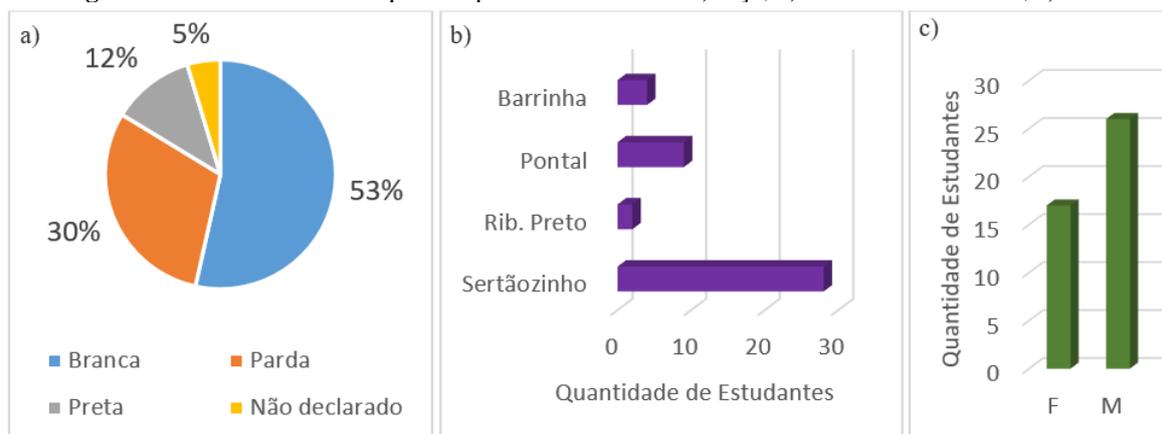


Fonte: as autoras.

A atividade foi desenvolvida com a turma do 2º ano do curso técnico em Automação Industrial integrado ao Ensino Médio do IFSP Câmpus Sertãozinho. A turma foi escolhida tendo em vista o conteúdo de física programado para o ano letivo, que incluía as transformações gasosas, e o fato de que, conforme apontado anteriormente, a compreensão dos processos microscópicos da matéria é importante para o entendimento de processos relacionados com a Automação Industrial, especialmente os relacionados com a pneumática.

A turma conta com 43 estudantes matriculados, com ano de nascimento predominante 2005 (70%), com variação de apenas um ano para mais ou para menos, sendo que 40 dos 43 estudantes cursaram o ensino fundamental em escola pública e a renda *per capita* das famílias varia entre 0,14 e 4,55 salários-mínimos, com média de 0,91 salários-mínimos. O gráfico da Figura 3 traz mais algumas informações que caracterizam o perfil da turma.

Figura 3: Perfil da turma em que foi aplicada a atividade: a) raça; b) cidade de residência; c) sexo.



Fonte: as autoras.

3. Resultados e discussão

Para uma melhor compreensão do processo que envolveu a atividade sobre transformações gasosas e sobre os resultados da pesquisa, os dados e análises serão apresentados separadamente, conforme as etapas do projeto: planejamento, ação, descrição e análise.

3.1 Planejamento

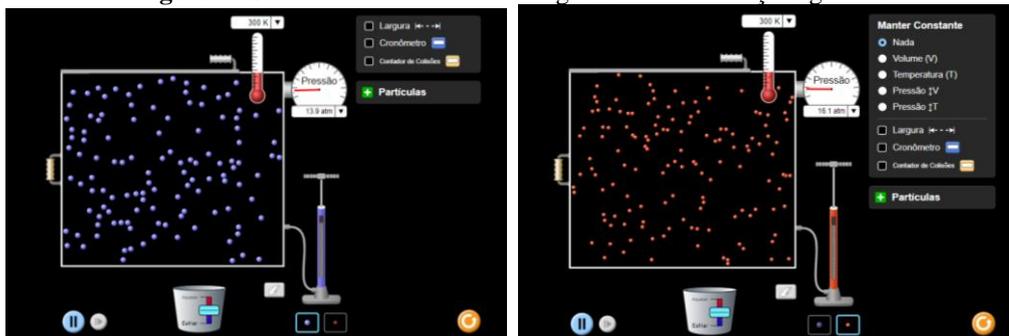
A leitura e estudo do projeto de pesquisa, do plano de aulas da disciplina de física e de artigos permitiu ampliar a compreensão sobre a estrutura da matéria, especialmente no que trata das transformações gasosas.

Uma busca no Google Acadêmico com as palavras “ensino transformações gasosas” a partir de 2018 resultou em 6.180 ocorrências. Dentre os links listados estão incluídos artigos que trazem desde propostas didáticas para o ensino das transformações gasosas com uso de: experimentos (PONCIANO, 2021; CARDOSO, 2019; NASCIMENTO, 2019); modelagem matemática (ANDRADE FILHO, 2020; ANDRADE FILHO; RAUEN, 2020); abordagem investigativa (SILVA, 2021; BRAGA; CARVALHO, 2021), jogos (BRASIL; SANT’ANA; SANTOS, 2020) e simuladores (CUNHA, 2022). Nenhum dos trabalhos mencionados na pesquisa, no entanto, aborda o uso dos movimentos corporais ou da dança para a representação das diferentes variáveis e processos relativos às transformações gasosas.

Em relação aos simuladores (Cunha, 2022), a Universidade do Colorado possui um conjunto muito interessantes desse tipo de aplicações, conhecido como PhET, voltado ao ensino de física, química, biologia e matemática. Os simuladores “Gases: Introdução” (disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/gases-intro) e “Propriedades dos gases” (disponível em https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/gas-properties), cuja tela inicial é

apresentada na Figura 4, permitiram a visualização do tipo de movimento ou dança que poderia ser proposto aos estudantes como forma de vivenciar os conteúdos científicos.

Figura 4: Simuladores do PhET sobre gases e transformações gasosas



Fonte: <https://phet.colorado.edu/pt/simulations/filter?type=html,prototype>

Na reunião entre pesquisadoras e docentes de física da disciplina foi analisado o diário de Física do primeiro bimestre, momento anterior à aplicação da atividade, para verificar os conhecimentos já trabalhados pelos professores com a turma (Tabela 1) e o plano de aulas para o segundo bimestre, buscando verificar uma data em que a atividade pudesse se encaixar no cronograma das aulas.

Tabela 1: Metodologias e conteúdos de Física trabalhados no primeiro bimestre de 2022

Data	Metodologia e Conteúdo
28/04	Avaliação - calorimetria aplicada à produção de cerveja - visita.
25/04	Aula expositiva dialógica: estudo dos gases
18/04	Correção da avaliação bimestral.
14/04	Avaliação bimestral
11/04	Recuperação continuada - revisão de conteúdos
07/04	Resolução de exercícios e solução de dúvidas: dilatação térmica
04/04	Aula expositivo dialógica: dilatação superficial e volumétrica.
31/03	Atividade experimental: dilatação volumétrica e coeficiente de dilatação volumétrica.
28/03	Aula expositivo dialógica: dilatação térmica
24/03	Aula expositivo dialógica: mudanças de estado físico
21/03	Aula expositivo dialógica: trocas de Calor
17/03	Atividade experimental: trocas de calor e determinação de calor específico.
14/03	Atividade remota síncrona: calorimetria
10/03	Atividade experimental: transferência de calor: condução - convecção e irradiação.
07/03	Atividade remota síncrona: processos de transferência de calor
03/03	Atividade remota síncrona: termometria - escalas termométricas
24/02	Simulador: estudo microscópico da temperatura.
21/02	Aula expositiva: termometria - escalas termométricas
17/02	Atividade experimental: sensação térmica, calor e temperatura, medidas de temperatura.
10/02	Atividade síncrona remota: temperatura, diferença entre temperatura e calor, termômetros.
07/02	Atividade síncrona remota: apresentação da disciplina

Fonte: as autoras.

Foi verificado, portanto, que a turma já havia trabalhado diversos conceitos importantes para o estudo das transformações gasosas como temperatura, calor, transferência e trocas de calor, inclusive com o uso do simulador do PhET. Observou-se, ainda, que ao final do primeiro bimestre a turma iniciou o estudo dos gases, em apenas uma aula expositivo dialógica, e que o plano para o início do segundo bimestre era a continuidade da discussão teórica sobre o tema, bem como a realização de atividade prática com uso de simulador (PhET).

Passando à elaboração da atividade, a música escolhida foi a denominada “*Alive*”, do Dj brasileiro Alok, reconhecido mundialmente. Foi selecionada por apresentar batidas fortes e geralmente cativar os adolescentes, o que potencializaria a participação. Foi também definido como espaço para a realização da atividade o Auditório 1 do Câmpus Sertãozinho do IFSP, por seu tamanho, que permitia que os estudantes se locomovessem, sendo adequado à proposta de movimentação/ dança.

Foi, então, preparado o roteiro para a execução da atividade, indicando os seguintes procedimentos, a serem seguidos pelos estudantes:

- 1) Usando as cadeiras, delimite uma região da sala (auditório). Movimente-se dentro do espaço delimitado de acordo com o volume da música
- 2) Sendo retirado um pouco de calor do sistema, reduzindo o volume da música, observe e anote o que ocorre com o número de colisões.
- 3) Sendo transferido calor para o sistema, aumentando o volume da música, observe e anote o que ocorre com o número de colisões.
- 4) Mantendo a música em um volume intermediário, diminua o espaço delimitado pelas cadeiras e continue se movimentando de acordo com o volume da música. Observe e anote o que ocorre com as colisões.
- 5) O que é necessário fazer, com esse espaço reduzido, para que o número de colisões volte a ser como antes?
- 6) Aumente o espaço delimitado pelas cadeiras e continue se movimentando de acordo com o volume da música. Observe e anote o que ocorre com as colisões.
- 7) O que é necessário fazer, com esse espaço aumentado, para que o número de colisões volte a ser como antes?

Após a realização dos procedimentos, em grupos, os estudantes deveriam refletir e discutir sobre as transformações gasosas realizadas, respondendo as seguintes questões:

- 1) Qual o tipo de transformação dos procedimentos 2 e 3? Como se comportaram as grandezas p , V e T em cada procedimento?
- 2) Qual o tipo de transformação dos procedimentos 4 e 6? Como se comportaram as grandezas p , V e T nesses procedimentos?
- 3) Qual o tipo de transformação se busca nos procedimentos 5 e 7? Como se comportam as grandezas p , V e T nesses procedimentos?
- 4) Se a energia interna de um sistema está relacionada com a energia de movimentação de seus átomos e moléculas, em quais procedimentos há variação da energia interna? De que forma ela varia (aumenta ou diminui)?
- 5) Se o trabalho realizado por um gás está relacionado com a variação de seu volume, em quais procedimentos há realização de trabalho? Justifique-se.

3.2 Ação

Momentos antes da atividade, foi efetivada a preparação do auditório, incluindo a realização de testes finais para checagem do som.

Para a realização da atividade a turma estava dividida, com a presença de 20 estudantes em cada parte. A primeira parte da turma dirigiu-se ao auditório e, enquanto os alunos se acomodavam, o volume da música escolhida foi pré-definido estrategicamente.

Foi explicado que cada estudante representaria um átomo ou molécula de um gás. Para a delimitação do espaço que seria utilizado na atividade, os próprios alunos foram orientados a organizarem as cadeiras em um grande círculo, que representaria o recipiente que demonstraria o volume ocupado pelo gás.

Após a organização das cadeiras, houve a contextualização acerca da matéria que seria discutida e dos procedimentos a serem adotados, informando que o volume da música definiria a temperatura, de forma que quanto menor o volume da música, mais lenta deveria ser a movimentação e quanto maior o volume, mais rápida a movimentação. Foi ainda explicado que os estudantes deveriam tomar cuidado, mas não deveriam desviar dos colegas nem das cadeiras, e que as colisões entre os “átomos” e dos “átomos” com as paredes do recipiente (cadeiras) definiriam a pressão.

Dando início a atividade, os alunos começaram a se movimentar de maneira lenta, visto que a música estava com o volume baixo, ocorrendo um baixo número de colisões entre os átomos (Figura 5a) e com o recipiente. Como o aumento da música, e conseqüentemente da temperatura, não só a velocidade aumentou, como também a quantidade de colisões entre os átomos (Figura 5b) e com o recipiente.

Figura 5: Transformações isovolumétricas: a) volume baixo, movimentação lenta, poucas colisões; b) volume alto, movimentação rápida, muitas colisões.



Fonte: acervo pessoal das autoras.

Em seguida os estudantes foram convidados a reduzir a roda de cadeiras, ou seja, o tamanho do recipiente, e foi repetida a redução e aumento do volume. Junto com este procedimento foi feito o questionamento indicado no procedimento 5.

Antes de passar à resolução das questões propostas os alunos discutiram com a docente sobre acerca de suas conclusões para cada etapa da atividade (Figura 6a). Na sequência a turma foi separada em grupos de quatro ou cinco estudantes, com o objetivo de responder às questões propostas. Os grupos dialogaram muito sobre cada uma das questões (Figura 6b), por vezes recorrendo à docente para esclarecer algum ponto de discordância entre os integrantes do grupo.

Figura 6: a) Compartilhamento de conclusões sobre a atividade; b) Discussões em grupo.



Fonte: acervo pessoal das autoras.

Encerrada a atividade com a primeira metade da turma a mesma reorganizou as cadeiras do auditório, deixando tudo como no início da aula. A outra metade da turma foi chamada ao auditório, e todos os passos da atividade foram repetidos.

O comportamento, as manifestações, o tipo de participação e os resultados para as turmas partes da turma foram semelhantes, e serão descritos e analisados conjuntamente.

3.3 Descrição

Na primeira etapa as manifestações dos estudantes permitem afirmar que eles perceberam que com a música baixa ocorriam poucas colisões, correspondendo à baixa pressão e que o aumento da música levava ao aumento das colisões, ou seja, da pressão.

Com a variação do espaço delimitado pelas cadeiras, especialmente com a música alta, os estudantes perceberam nitidamente o aumento da quantidade de colisões entre os átomos, já que os “encontros” com os colegas foram muito mais frequentes e intensos, e que isto representaria um aumento da pressão.

Quando questionados (procedimento 5) sobre o que deveria ocorrer para que as colisões voltassem a ocorrer com a frequência e intensidade de antes surgiram duas respostas distintas: um aumento do espaço e a redução do volume da música/ temperatura, ambas estando corretas.

Além de uma participação efetiva de todo o grupo durante toda a atividade, na discussão final com a docente muitos dos estudantes já manifestaram a percepção da relação positiva entre a música, as atividades práticas e o aprendizado.

Em relação às respostas às questões propostas, foi realizada uma primeira análise das respostas de 4 grupos e verificou-se que em 3 desses 4 grupos, todas as respostas estavam semelhantes, ainda que não tenha havido troca de informações entre eles. Mais importante, as respostas estavam corretas. Já no quarto grupo, havia apenas uma resposta que estava diferente, mas também com conteúdo correto.

Uma conversa com alguns dos estudantes participantes da atividade, conclui-se que dentre os alunos analisados, todos obtiveram bons resultados na atividade e relataram o quão benéfico foi a visualização do conteúdo na prática.

3.4 Análise

Tendo em vista o aspecto da aprendizagem, como parte dos objetivos da pesquisa, bem como os textos escritos pelos estudantes em relação aos procedimentos adotadas e como resposta aos questionamentos, foram definidas como categorias de análise as diferentes transformações: isométrica, isotérmica e isobárica. Os dados categorizados são apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4, onde foram consideradas afirmações parcialmente corretas aquelas que indicavam apenas a variação da grandeza, sem indicar o tipo de proporcionalidade – direta ou inversa.

Tabela 2: Dados obtidos na categoria Transformação Isométrica

Unidade de registro	Parcialmente correto		Correto	
	Qtd.	Exemplo	Qtd.	Exemplo
Nome da transformação			8/10	“A transformação que ocorre nos procedimentos 2 e 3 é a isométrica, no qual o volume é constante.”
Pressão	5/10	“O volume é constante, já a pressão e a temperatura são variáveis”	5/10	“... onde V é constante e p e T são variáveis e diretamente proporcionais, quando a pressão aumenta a temperatura também aumenta e vice-versa.”
Volume	4/10		5/10	
Temperatura	5/10		5/10	
Energia interna	6/10	“Os dois experimentos há variação da energia interna por conta da temperatura. Ela aumenta e diminui dada a variação da música (volume dela).”	3/10	“Reduzindo e aumentando o volume da música. Diminui quando abaixa o volume da música e aumenta quando o som da música é elevado.”

Fonte: as autoras.

Tabela 3: Dados obtidos na categoria Transformação Isotérmica

Unidade de registro	Parcialmente correto		Correto	
	Qtd.	Exemplo	Qtd.	Exemplo
Nome da transformação			7/10	“Transformação isotérmica, onde T se mantém constante e P e V variam.”
Pressão	6/10	“A temperatura se mantém constante, só a pressão e o volume são variáveis.”	3/10	“Quando o V ficou maior, a P diminuiu, mesmo sem aumento da temperatura.”
Volume	6/10		3/10	
Temperatura	5/10		3/10	
Trabalho			8/10	“Quando o volume precisa ser aumentado ou reduzido.” “Nos procedimentos 4, 5, 6 e 7, pois houve ‘trabalho’ para aumentar e diminuir o volume.”

Fonte: as autoras.

Tabela 4: Dados obtidos na categoria Transformação Isobárica

Unidade de registro	Parcialmente correto		Correto	
	Qtd.	Exemplo	Qtd.	Exemplo
Nome da transformação			5/10	“Transformação isobárica, onde p é constante e T e V são variáveis.”
Pressão	3/10	“A pressão é constante, já a temperatura e o volume são variáveis.”	3/10	“Quando aumenta a temperatura aumenta o volume e vice-versa.”
Volume	3/10		3/10	
Temperatura	3/10		3/10	
Energia interna	4/10	“Ela varia conforme a agitação dos átomos e moléculas.”	2/10	“Ela aumenta e diminui diretamente com o aumento ou diminuição do volume da música.”
Trabalho	5/10	Nos procedimentos 4, 5, 6 e 7 o volume é variável, portanto o gás está realizando trabalho por conta dessa variação de volume		

Fonte: as autoras.

Percebe-se que a transformação isométrica foi mais bem compreendida, sendo o comportamento das variáveis e a variação da energia interna indicados de forma parcialmente correta ou totalmente correta por, praticamente, todos os grupos. Pode-se inferir que esse resultado esteja relacionado com a facilidade de reprodução a movimentação dos átomos e

moléculas ao som da música, que repercute na conseqüente variação da quantidade de colisões entre os estudantes, traduzido de forma simples na variável pressão.

No caso da transformação isotérmica, mesmo com uma dificuldade maior para a movimentação das cadeiras no sentido de alterar o volume, os estudantes conseguiram identificar corretamente o tipo de transformação e as variáveis envolvidas, com grande número de acertos. Vale mencionar que alguns estudantes fizeram uma relação direta com o trabalho de movimentar as cadeiras e o trabalho realizado pelo/sobre o gás, indicando que tinha facilitado a compreensão e memorização do conceito. As respostas quanto ao trabalho encontram-se todas como parciais pois os grupos não identificaram se o trabalho foi realizado pelo gás ou sobre o gás, o que pode ser explicado pelo fato de ainda não terem participado de uma aula expositivo dialogada que tratasse do assunto, e nem ser possível essa diferenciação a partir da atividade.

A transformação isobárica teve número menor de acertos, tanto na identificação da transformação quanto do comportamento das variáveis, bem como da variação de energia interna e do trabalho. Pode-se inferir que este resultado esteja relacionado com o fato de não ter sido realizado, efetivamente, um procedimento prático para representar essa transformação, mas apenas um questionamento quando da variação do volume do recipiente.

Esses resultados apontam para o fato de que a representação corporal do movimento dos átomos e moléculas, em situações que simulam processos microscópicos da matéria, realmente facilita a abstração, a imaginação e o entendimento de fenômenos que não podem ser diretamente observados.

4. Conclusões

Pode-se afirmar, de forma geral, que os objetivos propostos para a pesquisa foram atingidos. Existem muitos artigos, monografias, softwares e vídeos presentes na literatura acadêmica e/ou disponíveis na internet, abordando as transformações gasosas, que podem ser utilizados para abordagem do tema em sala de aula ou servir como base para a elaboração de novas propostas, como é o caso deste trabalho. A atividade didática envolvendo movimento e dança para abordagem das transformações gasosas foi elaborada, com base na pesquisa empreendidas, e aplicada com estudantes do segundo ano do curso técnico em Automação Industrial integrado ao Ensino Médio do IFSP Câmpus Sertãozinho. A observação direta do desenvolvimento da atividade evidenciou a motivação e a participação ativa dos estudantes. A análise dos dados mostrou que o uso da movimentação corporal, a visualização da teoria de maneira prática, por meio da dança/ arte, constituindo-se como uma forma de integração de diferentes conhecimentos, contribuiu para a aprendizagem dos conceitos científicos.

Uma readequação da atividade, incluindo procedimentos corporais/ movimentações que representem a transformação isobárica, pode permitir uma melhor compreensão deste fenômeno. Podem, também, ser incluídas etapas intermediárias, reforçando as relações de proporcionalidade – diretas e inversas, entre as grandezas. Ademais, atividades corporais envolvendo a dança podem ser utilizadas para a abordagem de outros conceitos científicos, tanto aqueles ligados à estrutura da matéria, que exigem uma capacidade significativa de abstração e imaginação, quanto questões físicas ligadas ao próprio movimento, como equilíbrio, momento angular, força, entre outros.

Referências

ANDRADE FILHO, Bazilio Manoel de. **Sequência didática envolvendo modelagem matemática de transformações gasosas: concepção, execução e análise de resultados orientada pela noção de conciliação de metas**. Tese (Doutorado) Universidade do Sul de Santa Catarina, Pós-graduação em ciências da linguagem. Tubarão p. 230, 2020.

- ANDRADE Filho, Bazilicio Manoel de; RAUEN, Fábio José. Modelagem Matemática de transformações isovolumétricas: análise conforme a teoria de conciliação de metas. **Educação Matemática em Debate**, v. 4, n. 10, 2020.
- BARBOSA, Ana Mae Bastos. **A imagem no ensino da arte: anos 1980 e novos tempos**. Coleção Estudos. São Paulo: Perspectiva, 2012.
- BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BRAGA, Mercia Cristina Félix Teixeira; CARVALHO, Regina Simplício. Ensinando termodinâmica através de uma sequência de ensino investigativa. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16 n. 2, 2021. Disponível em <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/918>. Acesso em 15/11/2022.
- BRASIL, Bruna da Silva; SANT'ANA, Bruna Zaire; SANTOS, Bianca Martins. **Jogo didático para o ensino dos gases ideais: força**. In. LIMA, Geórgia Pereira; SANTOS, Bianca Martins; CASTRO, Franciana Carneiro de; LIMA, João Silva (orgs.). Pibid/Ufac: lócus de aprendizagens da docência. Rio Branco: Edufac, 2020.
- CARDOSO, João Michels. **Proposta didática para o ensino das variáveis de estado de um gás ideal com uso de Arduino**. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Araranguá, 2019.
- CUNHA, Amanda Roberta da. **O uso de simuladores como estratégia didática para ensino análogo aos conceitos e fenômenos químicos dos gases**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2022.
- DUARTE, Newton: **Vigotski e a pedagogia histórico-crítica: a questão do desenvolvimento psíquico** in: Nuances: estudos sobre Educação, Presidente Prudente, SP, v. 24, n. 1, p. 19-29, jan./abr. 2013.
- FARO, Antonio José. **Pequena história da Dança**. 7.ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. Editora Atlas S. A. 6.ed. São Paulo. 2008
- IAVELBERG, Rosa. Construção de Conhecimento Artístico e Didático na Formação de Professores. **Revista Palíndromo Online**, v. 1, p. 20-40, 2009.
- LAKOMY, Ana Maria. **Teorias Cognitivas da Aprendizagem**. Curitiba: Intersaberes, 2014.
- LEITE, C.; PINTO, A. C.; SILVA, J. A. **A Física e os Esportes – Projeto Escola e Cidadania**. Editora do Brasil, 2000.
- LIMA, Telma Cristiane Sasso de; MIOTO, Regina Célia Tamasso. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Rev. Katál. Florianópolis**, v. 10, n. esp., p. 37-45, 2007.
- NASCIMENTO, Marlon César Dias. **Estudo sobre transformações de substâncias gasosas em um lançamento de foguete**. Monografia (Especialização) Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, Belo Horizonte, p. 30, 2017.
- OSSANA, Paulina. **A educação pela Dança**. Tradução de Noberto Abreu e Silva Neto. 4.ed. Summus Editorial, 1988.
- PIAGET, Jean. **Espistemologia Genética**. São Paulo: Martins Fontes, 1990
- PONCIANO, João Pedro; TESSAROLLI, Bárbara de Oliveira; GUEDES, Éder Belém, RIZZI, Rafael Capobianco. **Recursos didáticos em tempos de pandemia: experiências com materiais de baixo custo – relação da lei dos gases com a respiração**. In WENCESLA, U Eliza Carminatti; PONTE, Maxwell Luiz da., 1. ed., São José do Rio Preto, SP: Reconnecta - Soluções Educacionais, 2021.
- RAMOS, Marise. **Possibilidades e desafios na organização do currículo integrado**. In: FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M; RAMOS, M. Ensino Médio Integrado: concepções e contradições. São Paulo, SP, 2012
- SEVERINO, Antonio José. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23 ed. Cortez, 2007.
- SILVA, Giovana Cristina da. **Uma proposta de unidade didática multiestratégica para o ensino de gases ideais em uma abordagem investigativa**. Monografia (Licenciatura em Química) Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/213667>. Acesso em 15/11/2022.
- THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2008.
- TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005
- VIEIRA, Mariane Araujo. **Alguns Aspectos da Física Mecânica e Dança: Procedimento técnico-criativos**. Horizonte Científico, v.9, n.2, dez/2015.